사단법인 한국화학공학회 THE KOREAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS

ISSN 2384-1370
http://www.kiche.or.kr

한국화학공학회 2025년도 가을 총회 및 국제 학술대회

2025 KIChE Fall Meeting and International Symposium

2025. 10. 15(Wed) ~ 18(Sat) ICC JEJU

탄소중립을 향한 화학공학의 디지털 및 에너지 대전환

Digital and Energy Transformation in Chemical Engineering Toward Carbon Neutrality



Plenary Talk



10. 16(Thu) 11:10 ~ 12:00
Halla Hall A

President. **Chang Keun Yi**
Korea Institute of Energy Research

The Growth Engine Of Clean Energy Technology In The Era Of Energy Transition



10. 16(Thu) 13:30 ~ 14:20
Halla Hall A

Prof. **Yong Wang**
Washington State University

Catalysis: Advancing Affordable And Clean Energy



10. 17(Fri) 11:10 ~ 12:00
Halla Hall A

Prof. **Jeffrey R. Long**
Univ. of California, Berkeley

Cooperative Adsorption and Gas Separations in Metal-Organic Frameworks

Special Symposium

- ▶ [에쓰-오일 과학문화재단]
  Future CCU Technologies for Carbon-Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry
- ▶ [한화솔루션/한화토탈에너지스]
  화학공정/산업에서의 AI 활용 심포지엄
- ▶ [써모피셔사이언티픽코리아]
  청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄
- ▶ 2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄

후원 JNK LG화학 Hanwha TotalEnergies 에쓰-오일 과학문화재단 한화솔루션 ThermoFisher SCIENTIFIC 한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터 제주관광공사 KOFST

한국화학공학회 2025년도 가을 총회 및 국제 학술대회

"탄소중립을 향한 화학공학의 디지털 및 에너지 대전환"

2 회장 인사말
3 Plenary Talk
4 Time Table
8 평의원회
9 발표코드
[Symposiums]
10 [에쓰-오일 과학문화재단] Symposium on Future CCU Technologies for Carbon-Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry
11 [한화솔루션/한화토탈에너지스] 화학공정/산업에서의 AI 활용 심포지엄
12 [써모피셔사이언티픽코리아] 청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄
13 2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄
14 [KIAT] 신진연구자 심포지엄
15 [KIER/한국CCUS추진단] 차세대 CCU 기술고도화: 포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 합성원유 생산기술 심포지엄
16 [KIER 국가기후정책센터] 전주기 CCU 기술개발 심포지엄
17 [KIER 국가기후정책센터] 2025 국가 수소 중점연구실 기술교류 심포지엄
18 [KIER] KETEP 에너지 수요관리 핵심기술개발: 산업공정 열에너지 전기화 전환 심포지엄
19 [KIST 청정수소융합연구소 글로벌TOP 전략연구단] 청정수소 저장 · 활용 전략 연구 (비공개)
20 [KPETRO] 바이오연료의 탄소감축 효과 및 지속가능성 평가 심포지엄
21 [KRICT] KRICT 심포지엄 "글로벌TOP전략연구단: 전기화 기반 이산화탄소 자원화(CCU) 기술"
22 [KTR/KRICT] 폐플라스틱 화학적 재활용 기술 심포지엄
24 [성균관대학교] 2025 반도체특성화대학원지원(성균관대학교) 반도체 산학 교류회
25 [C1 가스] C1 가스 리파이너리 밸류업 심포지엄
26 [KAIST 양자소재연구센터] Post-InP 양자점 소재 및 디스플레이 기술 심포지엄
27 [KENTECH] 산업기술알키미스트: 탄소 중립을 위한 탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS) 심포지엄
28 [국가녹색기술연구소] 수소로 여는 에너지 전환의 미래 심포지엄
30 [플라즈마 폐유기물 기초원료화 사업단] 플라즈마를 활용한 폐플라스틱의 화학적 재활용 심포지엄
[Division Symposiums]
31 [고분자] 기후 변화 대응용 첨단 고분자 소재 심포지엄
32 [공업화학] 미래 공업화학 기술: Bio & Energy 분야 심포지엄
33 [공정시스템] Symposium on Digital Transformation in Bioprocess and Pharmaceutical Manufacturing
34 [분리기술] 차세대 분리 기술 심포지엄: 분자 설계에서 지속가능한 공정 통합까지
35 [생물화공/한국합성생물학발전협의회] 타임캡슐 2055_미래를 빚어갈 생물화공 혁신: 산학연이 함께 나누는 비전 심포지엄
36 [에너지 환경] 탄소중립 사회를 위한 e-Fuel/e-Chemical 기술 심포지엄
37 [열역학분자모사] 탄소중립 달성을 위한 에너지 혁신 기술 심포지엄
38 [이동현상/EPiC사업단] 제4회 에너지 · 환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄:
AI 융합을 통한 소재-공정 설계 혁신
39 [입자기술] 차세대 화학 · 바이오 나노센서 기술 연구 동향 심포지엄
40 [재료] Symposium on Soft and Nanoscale Materials and Devices
41 [공정시스템/화학안전] 화학공학의 미래 심포지엄
[Industry Committee Symposiums]
42 [반도체] 제4회 반도체산업 기술교류 심포지엄
43 [수소] 제4회 수소산업위원회 심포지엄(부제 : 수소경제활성화를 위한 산업기술동향 및 정책 제언)
44 [배터리] 저가 배터리의 해자 기술 심포지엄
[General Events]
46 대한민국의 석유화학: 위기, 도전, 그리고 미래전략 심포지엄(제7회 프로필렌과 다운스트림 심포지엄)
47 여성화공인상 수상자 초청 기술 심포지엄
48 제11회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄
49 WISET 2025 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과 발표대회
[Tutorials]
50 [Tutorial 1] 제약산업의 기술/시장동향 및 분리 공정 기술
51 [Tutorial 2] 유동층 반응기 기술 입문 - 16(주제: 유동층/다상 반응 및 반응기에서의 AI 용융 기법 활용)
52 [Tutorial 3] 기계학습 기반 이동현상 데이터 분석 실습
53 [Tutorial 4] 멀티스케일 촉매 설계, 해석 및 응용
54 구두발표 프로그램
75 포스터발표 프로그램
121 학회상 수상자 안내
126 Organizers 명단
129 Chairs 명단
132 제주국제컨벤션센터 발표장
133 제주국제컨벤션센터 오시는 길
134 홍보전시회 참여 업체 안내
139 등록 및 회비 안내

[Plenary Talk]
140 President. Chang-Keun Yi/Korea Institute Of Energy Research
- Creating new growth engines from advanced energy technologies in the era of energy transformation
Prof. Yong Wang/Washington State Univ.
- Catalysis: Advancing affordable and clean energy
Prof. Jeffrey R. Long/Univ. of California, Berkeley
- Cooperative adsorption and gas separations in metal-organic frameworks

[Symposium 초록]
142 [에쓰-오일 과학문화재단] Symposium on Future CCU Technologies for Carbon-Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry
145 [한화솔루션/한화토탈에너지스] 화학공정/산업에서의 AI 활용 심포지엄
147 [써모피셔사이언티픽코리아] 청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄
148 2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄
150 [KIAT] 신진연구자 심포지엄
152 [KIER/한국CCUS추진단] 차세대 CCU 기술고도화: 포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 합성원유 생산기술 심포지엄
154 [KIER 국가기후정책센터] 전주기 CCU 기술개발 심포지엄
156 [KIER 국가기후정책센터] 2025 국가 수소 중점연구실 기술교류 심포지엄
158 [KIER] KETEP 에너지 수요관리 핵심기술개발: 산업공정 열에너지 전기화 전환 심포지엄
160 [KPETRO] 바이오연료의 탄소감축 효과 및 지속가능성 평가 심포지엄
162 [KRICT] KRICT 심포지엄 "글로벌TOP전략연구단: 전기화 기반 이산화탄소 자원화(CCU) 기술"
164 [KTR/KRICT] 폐플라스틱 화학적 재활용 기술 심포지엄
167 [성균관대학교] 2025 반도체특성화대학원지원(성균관대학교) 반도체 산학 교류회
169 [C1 가스] C1 가스 리파이너리 밸류업 심포지엄
170 [KAIST 양자소재연구센터] Post-InP 양자점 소재 및 디스플레이 기술 심포지엄
172 [KENTECH] 산업기술알키미스트: 탄소 중립을 위한 탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS) 심포지엄
174 [플라즈마 폐유기물 기초원료화 사업단] 플라즈마를 활용한 폐플라스틱의 화학적 재활용 심포지엄

[Division Symposiums 초록]
177 [고분자] 기후 변화 대응용 첨단 고분자 소재 심포지엄
179 [공업화학] 미래 공업화학 기술: Bio & Energy 분야 심포지엄
180 [공정시스템] Symposium on Digital Transformation in Bioprocess and Pharmaceutical Manufacturing
182 [분리기술] 차세대 분리 기술 심포지엄: 분자 설계에서 지속가능한 공정 통합까지
183 [생물화공] 타임캡슐 2055_미래를 빚어갈 생물화공 혁신: 산학연이 함께 나누는 비전 심포지엄
185 [에너지 환경] 탄소중립 사회를 위한 e-Fuel/e-Chemical 기술 심포지엄
187 [열역학분자모사] 탄소중립 달성을 위한 에너지 혁신 기술 심포지엄
189 [이동현상/EPiC사업단] 제4회 에너지 · 환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄: AI 융합을 통한 소재-공정 설계 혁신
191 [입자기술] 차세대 화학 · 바이오 나노센서 기술 연구 동향 심포지엄
193 [재료] Symposium on Soft and Nanoscale Materials and Devices
196 [공정시스템/화학안전] 화학공학의 미래 심포지엄
199 [반도체] 제4회 반도체산업 기술교류 심포지엄
200 [배터리] 저가 배터리의 해자 기술 심포지엄
203 [수소] 제4회 수소산업위원회 심포지엄(부제 : 수소경제활성화를 위한 산업기술동향 및 정책 제언)

[General Events 초록]
205 대한민국의 석유화학: 위기, 도전, 그리고 미래전략 심포지엄(제7회 프로필렌과 다운스트림 심포지엄)
206 제11회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄
208 WISET 2025 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과 발표대회

화학공학일반 부문위원회별 초록
213 고분자
245 공업화학
251 공정시스템
302 분리기술
330 생물화공
352 에너지 환경
416 열역학분자모사
434 유동층
445 이동현상
453 입자기술
468 재료
525 촉매 및 반응공학
576 화학안전
581 초록집 색인

발행 2025년 10월 15일 | **발행인** 김방희 | **발행처** 사단법인 한국화학공학회 | **홈페이지** http://www.kiche.or.kr
주소 (02856) 서울특별시 성북구 안암로 119 한국화학회관 5층, Tel: 02-458-3078~9, Fax: 02-458-3077, E-mail: kiche@kiche.or.kr
편집 한림원(주), Tel: 02-2273-4201, http://www.hanrimwon.com

탄소중립을 향한 화학공학의 디지털 및 에너지 대전환

(Digital and Energy Transformation in Chemical Engineering Toward Carbon Neutrality)



회장 김 방 희

존경하는 한국화학공학회 회원 여러분!

안녕하십니까? 한국화학공학회 제56대 회장 김방희입니다.

2025년도 한국화학공학회 가을 총회 및 국제 학술대회를 청정 자연과 문화 관광 도시인 제주도에서 개최하게 되어 매우 기쁘게 생각합니다. 지난 봄, 대구에서 열린 봄 총회 및 학술대회에는 3,000명에 가까운 많은 분들이 참석해 주셨고, 그 성원 덕분에 성공적으로 마무리할 수 있었습니다. 이에 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

2025년은 화학공학 분야에 있어 불확실성과 경제적 어려움이 공존하는 도전적인 한 해가 될 것으로 예상됩니다. 산업계, 연구계, 학계 모두에게 새로운 해법이 필요한 시기인 만큼, 한국화학공학회는 학술대회를 통해 회원 여러분과 더욱 긴밀히 소통하며, 함께 해답을 모색하고자 합니다.

올해 가을 학술대회는 수소, 배터리, 반도체 산업위원회를 중심으로 산업계와의 연계를 더욱 강화하고, 주제 및 키워드 기반으로 체계화된 부문위원회를 효율적으로 운영할 계획입니다. 또한 학회 운영의 체계화를 한 단계 도약시키고, 학계 · 연구계 · 산업계 간 협력의 기반을 더욱 공고히 하여, 혁신적인 연구와 실질적인 산업 발전을 이끌어 나가겠습니다.

학술대회의 질적 향상에도 역점을 두고 있습니다. 이번 가을 학술대회에서는 이창근 원장님(한국에너지기술연구원), Yong Wang 교수님(Washington State University), Jeffrey R. Long 교수님(UC Berkeley)을 모시고, “탄소중립을 향한 화학공학의 디지털 및 에너지 대전환”을 주제로 총 3회의 기조강연을 마련하였습니다. 더불어 학회 예산을 적극 활용하여, 부문위원회 및 산업위원회가 주관하는 주제별 세션과 튜토리얼, 산업체 · 연구소 · 업무위원회가 주관하는 심포지엄 등도 한층 심도 있게 개편하였습니다. 이를 통해 최신 연구 동향을 공유하고, 다양한 분야의 전문가들이 모여 생생한 토론과 창의적인 아이디어를 교류할 수 있는 장을 마련하고자 합니다.

학문적 교류뿐만 아니라, 문화적 · 사회적 소통의 폭도 넓힐 수 있도록 다양한 이벤트와 활동도 준비하고 있습니다. 제주의 가을 정취 속에서 열리는 이번 학술대회가 “탄소중립을 향한 화학공학의 디지털 및 에너지 대전환”이라는 비전을 중심으로 한국화학공학회의 새로운 도약의 발판이 되기를 기대합니다. 여러분의 열정과 지혜가 모여 큰 시너지를 창출할 수 있도록, 많은 관심과 적극적인 참여를 부탁드립니다.

풍요로운 가을, 제주의 아름다운 자연 속에서 여러분을 뵐 수 있기를 고대합니다. 감사합니다.

Plenary Talks

Chair: Woo Kyoung Kim (Yeungnam Univ.)

ICC JEJU, Halla Hall A 2025. 10. 16.(Thu)



President. Chang-Keun Yi

Korea Institute Of Energy Research

10. 16.(Thu) 11:10~12:00, Halla Hall A

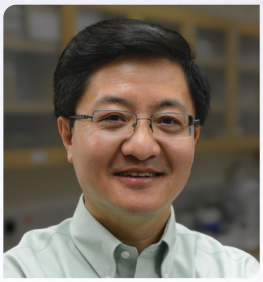
Creating new growth engines from advanced energy technologies in the era of energy transformation

Prof. Yong Wang

Washington State Univ.

10.16.(Thu) 13:30~14:20, Halla Hall A

Catalysis: Advancing affordable and clean energy



ICC JEJU, Halla Hall A 2025. 10.17.(Fri)



Prof. Jeffrey R. Long

Univ. of California, Berkeley

10.17.(Fri) 11:10~12:00, Halla Hall A

Cooperative adsorption and gas separations in metal–organic frameworks

2025년도 가을 총회 및 국제 학술대회 진행표 1

10월 15일(수): ICC 제주

	201A	201B	202A	202B	203	삼다홀A	삼다홀B	한라홀A	한라홀B	영주홀A	영주홀B	301	302	303	401	402A	402B
11:00~17:30	사전등록(회원: 종신/정회원A–130,000원, 정회원B–180,000원(1년 연회비 면제), 학생회원A– 60,000원, 학생회원B–90,000원(1년 연회비 면제), 비회원: 160,000원) 현장등록(회원: 종신/정회원A–150,000원, 정회원B–200,000원(1년 연회비 면제), 학생회원A– 70,000원, 학생회원B–100,000원(1년 연회비 면제), 비회원: 180,000원)																
14:00~18:00						[Tutorial 1] 제약산업의 기술/ 시장동향 및 분리 공정 기술 (13:00~18:00)	[Tutorial 2] 유동층 반응기 기술 입문–I6 (유동층/ 다상 반응 및 반응기에서의 AI 응용 기법 활용) (13:00~18:00)	[Tutorial 4] 멀티스케일 촉매 설계, 해석 및 응용 (13:00~17:20)	[Tutorial 3] 기계학습 기반 이동현상 데이터 분석 실습 (13:00~18:00)	구두발표 (재 료 I) (14:00~17:30)	구두발표 (촉매 및 반응공학 I) (14:00~18:00)	구두발표 (에너지 환경 I) (14:00~18:00)	[여성위원회] WISET 2025 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과 발표대회 (13:00~17:00)	구두발표 (공정시스템 I) (14:00~17:50)			

10월 15일(수): 제주 부영호텔앤리조트

15:30~16:30	업무위원장 / 지부장 / 부문위원장 회의
16:30~17:00	평의원등록
17:00~18:00	평의원회 (한국화학공학회 중장기발전 계획안(정찬화 수석부회장))
18:00~20:00	평의원만찬

10월 16일(목): ICC 제주

	201A	201B	202A	202B	203	삼다홀A	삼다홀B	한라홀A	한라홀B	영주홀A	영주홀B	301	302	303	401	402A	402B
08:00~17:00	등 록																
09:00~11:00	[이동현상/ EPIC사업단] 제4회 에너지·환경소재공정 조합설계연구단 기술교류 심포지엄: AI 융합을 통한 소재–공정 설계 혁신 (09:00~11:00) 이동현상부문위원회	구두발표 (고분자 I) (09:00~10:45)	구두발표 (생물화공 I) (09:00~10:40)	구두발표 (열역학분자모사 I) (09:00~11:00)	구두발표 (분리기술 I) (08:35~11:00)	[기술교류회] 대한민국의 석유화학: 위기, 도전, 그리고 미래전략 심포지엄 (제7회 프로필렌과 다운스트림 심포지엄) (09:00~11:00)	[KIER 국가기후기술 정책센터] 전주기 CCU 기술개발 심포지엄 (09:00~11:00)	[에쓰-오일 과학문화재단] Symposium on Future CCU Technologies for Carbon–Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry (09:00~11:00)	[산업위원회] 제4회 수소산업위원회 심포지엄 (부제 : 수소경제 활성화를 위한 산업기술동향 및 정책 제언) (09:00~11:00)	구두발표 (재 료 II) (08:30~10:55)	구두발표 (촉매 및 반응공학 II) (08:50~11:00)	구두발표 (에너지 환경 II) (09:10~11:00)	구두발표 (유동층 I) (08:30~11:10) 유동층부문위원회	[여성위원회] 여성화공인상 수상자 초청 기술 심포지엄 (09:00~10:50)	구두발표 (공정시스템 II) (09:00~11:00)	[산업위원회] 저가 배터리의 해자 기술 심포지엄 (09:00~11:00)	구두발표 (화학안전) (09:00~10:00)
11:00~11:10	휴 식																
11:10~12:00	Plenary talk: 에너지 대전환시대 청정에너지기술의 성장동력화/이창근(KIER)(한라홀 A)																
12:00~12:30	총 회 (한라홀 A)																
12:30~13:20	간친회(참석대상: 사전 신청한 총회 참석 정회원) (5층 오션뷰)																
13:30~14:20	Plenary talk: Yong Wang(Washington state university)(한라홀 A)																
14:30~17:30	[KPETRO] 바이오연료의 탄소감축 효과 및 지속가능성 평가 심포지엄 (14:30~17:30)	[KTR/KRICT] 폐플라스틱 화학적 재활용 기술 심포지엄 (14:30~17:30) 고분자부문위원회	[청정수소융합 연구소 글로벌TOP 전략연구단] 청정수소 저장·활용 전략 연구 (비공개) (14:30~17:30) 촉매부문위원회	[성균관대학교] 2025 반도체 특성화 대학원지원 (성균관대학교) 반도체 산학 교류회 (13:00~18:00)	[KIAT] 신진 연구자 심포지엄 (14:30~17:25) 분리기술부문위원회 열역학분자모사부문위원회	[싸모피셔 사이언티픽 코리아] 청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄 (14:30~17:15)	[KIER 국가기후기술 정책센터] 2025 국가 수소 중점 연구실 기술교류 심포지엄 (14:30~17:00)	[에쓰-오일 과학문화재단] Symposium on Future CCU Technologies for Carbon–Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry (14:30~17:30)	[한화솔루션/ 한화토탈 에너지스] 화학공정/ 산업에서의 AI 활용 심포지엄 (14:40~17:30)	[재료] Symposium on Soft and Nanoscale Materials and Devices (14:30~17:15) 재료부문위원회	[산업위원회] 저가 배터리의 해자 기술 심포지엄 (14:30~17:30)	[에너지 환경] 탄소중립 사회를 위한 e-Fuel/ e-Chemical 기술 심포지엄 (14:30~17:30) 에너지 환경부문위원회	[KIER] KETEP 에너지 수요관리 핵심 기술개발: 산업공정 열에너지 전기화 전환 심포지엄 (14:30~17:30)	[KRICT] KRICT 심포지엄 "글로벌TOP 전략 연구단: 전기화 기반 이산화탄소 자원화(CCU) 기술" (14:30~17:30) 화학안전부문위원회	[공정시스템] Symposium on Digital Transformation in Bioprocess and Pharmaceutical Manufacturing (14:30~17:00) 공정시스템부문위원회	2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄 (14:30~17:30)	[KIER/한국 CCUS추진단] 차세대 CCU 기술고도화: 포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 합성원유 생산 기술 심포지엄 (14:30~17:30) 입지기술부문위원회
14:30~17:00	[전문대학위원회] 제11회 전문대학기술교육 운영사례 심포지엄(300호)																
17:40~18:00	경품 추첨																
1층 이벤트홀	포스터 발표 I(09:30~11:00): 분리기술, 생물화공, 에너지 환경																
3층 로비	홍보전시회																

2025년도 가을 총회 및 국제 학술대회 진행표 2

10월 16일(목): 제주 부영호텔앤리조트 사파이어홀(B2) / 엘리시안CC

제43차 CEO 포럼(참석대상: 사전 신청한 CEO 클럽 회원)		
15:30~16:00	등록 및 커피	
16:00~16:05	참석자 소개 및 환영	
16:05~16:10	개회사	김방희(한국화학공학회 CEO클럽 위원장)
16:10~17:10	강연: 에너지Crossroad-도전과 기회	문재도(서울대학교 공학전문대학원 특임교수)
17:10~18:40	만찬교류회	

10월 17일(금): ICC 제주

	201A	201B	202A	202B	203	삼다홀A	삼다홀B	한라홀A	한라홀B	영주홀A	영주홀B	301	302	303	401	402A	402B
08:00~17:00	등 록																
08:30~11:00	구두발표 (이동현상) (08:30~11:00)	[고분자] 기후 변화 대응용 첨단 고분자 소재 심포지엄 (08:30~11:00)	[생물화공/KSBA] 타입캡슐 2055_ 미래를 빚어갈 생물화공 혁신: 산학연이 함께 나누는 비전 심포지엄 (08:30~11:00)	[열역학분자모사] 탄소중립 달성을 위한 에너지 혁신 기술 심포지엄 (08:50~11:00)	[분리기술] 차세대 분리 기술 심포지엄: 분자 설계에서 지속가능한 공정 통합까지 (08:30~10:30)	[KENTECH] 산업기술 알키미스트: 탄소 중립을 위한 탄소 포집, 활용 및 저장 (CCUS) 심포지엄 (09:00~11:00)	[C1 가스] C1 가스 리파이너리 밸류업 심포지엄 (08:50~11:00)	[산업위원회] 제4회 반도체 산업 기술교류 심포지엄 (08:30~11:00)	[국가녹색기술연구소] 수소로 여는 에너지 전환의 미래 심포지엄 (09:30~11:20)	구두발표 (재 료 III) (08:15~11:00)	구두발표 (촉매 및 반응공학 III) (08:50~11:00)	구두발표 (에너지 환경 III) (08:30~11:00)	구두발표 (유동층 II) (08:30~11:05)	[플라즈마 폐유기물 기초원료화 사업단] 플라즈마를 활용한 폐플라스틱의 화학적 재활용 심포지엄 (08:40~11:20)	구두발표 (공정시스템 III) (08:40~11:00)	[공업화학] 미래 공업화학 기술: Bio & Energy 분야 심포지엄 (08:40~11:00)	[입자기술] 차세대 화학 · 바이오 나노센서 기술 연구 동향 심포지엄 (08:30~11:00)
			생물화공부문위원회													공업화학부문위원회	
08:30~11:00	[공정시스템/화학안전] 화학공학의 미래 심포지엄(400호)																
11:10~12:00	Plenary talk: Jeffrey R. Long(University of California, Berkeley)(한라홀A)																
12:00~13:00	점 심																
13:00~16:00		구두발표 (고분자 II) (13:00~15:30)	구두발표 (생물화공 II) (13:00~14:40)	구두발표 (열역학분자모사 II) (13:00~15:00)	구두발표 (분리기술 II) (13:00~15:40)	[KAIST 양자소재 연구센터] Post-InP 양자점 소재 및 디스플레이 기술 심포지엄 (13:00~16:00)			[국가녹색기술연구소] 수소로 여는 에너지 전환의 미래 심포지엄 (13:00~16:30)	구두발표 (재 료 IV) (13:00~15:55)	구두발표 (촉매 및 반응공학 IV) (13:00~15:40)	구두발표 (에너지 환경 IV) (13:00~14:50)			구두발표 (공정시스템 IV) (13:00~16:00)	구두발표 (공업화학) (13:00~14:00)	구두발표 (입자기술) (13:00~15:20)
16:00~16:30	시상 및 경품추첨 시상: 회명 대학원 연구상, DL케미칼 대학원 논문상, 각 경진(시)대회 대(금)상																
1층 이벤트홀	포스터발표 II (09:30~11:00): 고분자, 공업화학, 공정시스템, 유동층, 이동현상, 입자기술, 화학안전																
	포스터발표 III (14:30~16:00): 열역학분자모사, 재료, 촉매 및 반응공학																
3층 로비	홍보전시회																

10월 18일(토): ICC 제주

09:00~12:00	화학공학의 산업 · 학문적 도전과 미래 지향 전략(301A호)

부문위원회 시간 안내

10월 16일(목)

고분자부문위원회	201B호	17:30~18:00
공정시스템부문위원회	401호	17:30~18:00
분리기술/열역학분자모사부문위원회	203호	17:30~18:00
에너지 환경부문위원회	301호	17:30~18:00
유동층부문위원회	208호	11:10~11:30
이동현상부문위원회	201A호	11:00~11:30
입자기술부문위원회	402B호	17:30~18:00
재료부문위원회	영주홀A	17:20~17:50
촉매부문위원회	202호	17:30~18:00
화학안전부문위원회	303호	17:30~18:00

10월 17일(금)

공업화학부문위원회	402A호	11:00~11:30
생물화공부문위원회	202A호	11:00~11:30

※ 등록비에는 식비와 숙박비가 포함되지 않으며

2025 KIChE Fall Meeting and International Symposium Time Table 1

October 15(Wed): ICC JEJU

	201A	201B	202A	202B	203	Samda Hall A	Samda Hall B	Halla Hall A	Halla Hall B	Yeongju Hall A	Yeongju Hall B	301	302	303	401	402A	402B
11:00~17:30	Early Bird Registration(Lifetime/Annual MemberA-130,000Won, Annual MemberB-180,000Won(Annual fee(1yr) waived), Student MemberA- 60,000Won, Student MemberB-90,000Won(Annual fee(1yr) waived), Nonmember: 160,000Won) Onsite Registration(Lifetime/Annual MemberA-150,000Won, Annual MemberB-200,000Won(Annual fee(1yr) waived), Student MemberA- 70,000Won, Student MemberB-100,000Won(Annual fee(1yr) waived), Nonmember: 180,000Won)																
14:00~18:00						**[Tutorial 1]** Technology and Market Trend in the Pharmaceutical Industry: Role of Separation Process (13:00~18:00)	**[Tutorial 2]** Introduction to Fluidized Bed Reactor–16 (Application of AI Techniques in the Research on Fluidized Bed/ Multiphase reactors) (13:00~18:00)	**[Tutorial 4]** Multiscale catalyst design, analysis and applications (13:00~17:20)	**[Tutorial 3]** Hands-on Data Analysis of Transport Phenomena Using Machine Learning (13:00~18:00)	Oral Presentation (Materials I) (14:00~17:30)	Oral Presentation (Catalysis and Reaction Engineering I) (14:00~18:00)	Oral Presentation (Energy and Environment I) (14:00~18:00)	**[Women's Initiatives Committee]** WISET 2025 STEM Research Team Project Intensive Course/ Regular Course Results Presentation Competition (13:00~18:00)	Oral Presentation (Process Systems Engineering I) (14:00~17:50)			

October 15(Wed): Jeju Booyoung Hotel&Resort

15:30~16:30	**Chair Meeting of Operational Committees/Regional Sections/Divisions**
16:30~17:00	**Councilor Registration**
17:00~18:00	**Councilor Meeting**
18:00~20:00	**Councilor Dinner**

October 16(Thu): ICC JEJU

	201A	201B	202A	202B	203	Samda Hall A	Samda Hall B	Halla Hall A	Halla Hall B	Yeongju Hall A	Yeongju Hall B	301	302	303	401	402A	402B
08:00~17:00	Registration																
09:00~11:00	**[Transport Phenomena/EPIC]** 4th Symposium on Energy and Environmental Materials Process Integration Research : AI-Driven Design of Materials and Processs (09:00~11:00) Transport Phenomena	Oral Presentation (Polymer) (09:00~10:45)	Oral Presentation (Biochemical Engineering I) (09:00~11:00)	Oral Presentation (Thermodynamics and Molecular Simulation I) (09:00~11:00)	Oral Presentation (Separation Technology I) (09:00~11:00)	**[Industrial User Session]** Korea's Petrochemical Industry: Crisis, Challenges, and Future Strategies (7th Symposium on Propylene and Downstream Technology (09:00~11:00)	**[KIER NCTC]** Symposium on Full-Cycle CCU Technology Development (09:00~11:00)	**[S-OIL Science Prodigy and Culture Foundation]** Symposium on Future CCU Technologies for Carbon-Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry (09:00~11:00)	**[Industry Division]** 4th Symposium on Hydrogen Industry Committee (Subtitle : Industrial Technology Trends and Policy Recommendiaonts for Advancing the Hydrogen Economy) (09:00~11:00)	Oral Presentation (Materials II) (08:30~10:55)	Oral Presentation (Catalysis and Reaction Engineering II) (08:50~11:00)	Oral Presentation (Energy and Environment II) (09:10~11:00)	Oral Presentation (Fluidization I) (08:30~11:10) Fluidization	**[Women's Initiatives Committee]** Technical Symposium of Women Chemical Engineering Award Winners (09:00~10:50)	Oral Presentation (Process Systems Engineering II) (09:00~11:00)	**[Industry Division]** Symposium on Key Moat Technologies for Low-Cost Batteries (09:00~11:00)	Oral Presentation (Chemical Safety) (09:00~10:00)
11:00~11:10	Break time																
11:10~12:00	**Plenary talk: Creating new growth engines from advanced energy technologies in the era of energy transformation/Chang-Keun Yi(KIER)(Halla Hall A)**																
12:00~12:30	**General Assembly(Halla Hall A)**																
12:30~13:20	**Reception(Attendees: Only for regular members pre-registered for General Assembly)(5F Ocean view)**																
13:30~14:20	**Plenary talk: Catalysis: Advancing affordable and clean energy / Yong Wang(Washington State Univ.)(Halla Hall A)**																
14:30~17:30	**[KPETRO]** Symposium on Assessment of Carbon Reduction Effects and Sustainability of Biofuels (14:30~17:30)	**[KTR/KRICT]** Symposium on Technical Symposium for chemical recycling of plastic waste (14:30~17:30) Polymer	**[KIST]** Clean Hydrogen Storage and Utilization Strategy Research (Closed) (14:30~17:30) Catalysis and Reaction	2025 Semiconductor Industry-Academic Exchange Conference (14:00~18:00)	**[KIAT]** Symposium on KIAT-Sponsored Early-Career Researchers (14:30~17:25) Thermodynamics and Molecular Simulation Thermodynamics	**[Thermo Fisher Scientific]** Symposium on Clean and Industrial Energy Using Spectroscopic Solutions (14:30~17:15)	**[KIER NCTC]** Symposium on National Hydrogen Hub Laboratory Technology (14:30~17:00)	**[S-OIL Science Prodigy and Culture Foundation]** Symposium on Future CCU Technologies for Carbon-Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry (14:30~17:30)	**[Hanwha Solutions/ Hanwha Total Energies]** Symposium on AI-driven Innovation in Chemical Process and Indstury (14:40~17:30)	**[Materials]** Symposium on Soft and Nanoscale Materials and Devices (14:30~17:15) Materials	**[Industry Division]** Symposium on Key Moat Technologies for Low-Cost Batteries (14:30~17:30)	**[Energy and Environment]** Symposium on e-Fuel and e-Chemical Technologies toward a Carbon-Neutral Society (14:30~17:30) Energy and Environment	**[KIER]** KETEP Energy Demand Management Core Technology Development: Symposium on the Conversion of Thermal Energy to Electrificantioin Industrial Processes (14:30~17:30)	**[KRICT]** KRICT Symposium: Electrification-Based CO_2 Utilization (CCU) Technologies (14:30~17:30) Chemical Safety	**[Process Systems Engineering]** Symposium on Digital Transformation in Bioprocess and Pharmaceutical Manufacturing (14:30~17:00) Process Systems Engineering	Special Symposium of NEW 2025 NAEK Members (14:30~17:30)	**[KIER/KCCUS]** Next-generation CCU technology advancement: Production of Syncrude Oil from Captured CO_2 and Electrolytic Hydrogen (14:30~17:30) Particle Technology
14:30~17:00	**[College Support Committee] 11th Symposium on Technical Education for University College(Room 300)**																
17:40~18:00	**Raffle Prize Giveaway**																
1F Event Hall	**Poster Posting I(09:30~11:00): Industrial Chemistry, Biochemical Engineering, Energy and Environment**																
3F Lobby	**Promotion & Exhibition**																

2025 KIChE Fall Meeting and International Symposium Time Table 2

October 17(Thu): Jeju Booyoung Hotel&Resort

The 43th CEO Forum(Attendees: CEO Club Members)	
15:30~16:00	**Registration**
16:00~16:05	**Introduction and welcome**
16:05~16:10	**Opening address**
16:10~17:10	**Energy Crossroads - Challenges and Opportunities**
17:10~18:40	**Banquet**

October 17(Fri): ICC JEJU

	201A	201B	202A	202B	203	Samda Hall A	Samda Hall B	Halla Hall A	Halla Hall B	Yeongju Hall A	Yeongju Hall B	301	302	303	401	402A	402B
08:00~17:00	Registration																
08:30~11:00	Oral Presentation (Transport Phenomena) (08:30~11:00))	**[Polymer]** Symposium on Advanced Polymer Materials for Climate Change Response (09:00~10:45)	**[Biochemical Engineering/ KSBA]** Time Capsule 2055_Biochemical Innovations Shaping Our Future : A Vision Shared by Academia, Industry, and Research (08:30~11:00) Biochemical Engineering	**[Thermodynamics and Molecular Simulation]** Symposium on Energy Innovation Technologies for Achieving Carbon Neutrality (08:50~11:00)	**[Separation Technology]** Symposium on Separation Frontiers: Advanced Molecular Design and Sustainable Integration (08:30~10:30)	**[KENTECH]** Industrial Technology Alchemist Project: Symposium on Carbon Capture, Utilization and Storage for Carbon Neutralization (09:00~11:00)	**[C1 Gas]** Symposium on C1 Gas Refinery Value-up (08:50~11:00)	**[Industry Division]** 4th Symposium on Chemical Engineering-based Semiconductor Technology (08:30~11:00)	**[NIGT]** Symposium on Hydrogen as a Key to the Future Energy Transition (09:30~11:20)	Oral Presentation (Materials III) (08:15~11:00)	Oral Presentation (Catalysis and Reaction Engineering III) (08:50~11:00)	Oral Presentation (Energy and Environment III) (08:30~11:00)	Oral Presentation (Fluidization II) (08:30~11:05)	**[KRICT]** Symposium on Chemical Recycling of Waste Plastics Using Plasma (08:40~11:20)	Oral Presentation (Process Systems Engineering III) (08:40~11:00)	**[Industrial Chemistry]** Future Industrial Chemistry: Symposium on Bio & Energy Technologies (08:40~11:00) Industrial Chemistry	**[Particle Technology]** Symposium on Energy Innovation Technologies for Achieving Carbon Neutrality (08:30~11:00)
08:30~11:00	**[Process Systems Engineering/Chemical Safety] Symposium on The Future of Chemical Engineering(400)**																
11:10~12:00	**Plenary talk: Cooperative adsorption and gas separations in metal–organic frameworks / Jeffrey R. Long(Univ. of California, Berkeley)(Halla Hall A)**																
12:00~13:00	Lunch																
13:00~16:00		Oral Presentation (Polymer II) (13:00~15:30)	Oral Presentation (Biochemical Engineering II) (13:00~14:40)	Oral Presentation (Thermodynamics and Molecular Simulation II) (13:00~14:40)	Oral Presentation (Separation Technology III) (13:00~15:40)	**[KAIST Quantum Materials Research Center]** Symposium on Post-InP Quantum Dots for Display Applications (13:00~16:00)			**[NIGT]** Symposium on Hydrogen as a Key to the Future Energy Transition (13:00~16:30)	Oral Presentation (Materials IV) (13:00~15:55)	Oral Presentation (Catalysis and Reaction Engineering IV) (13:00~15:40)	Oral Presentation (Energy and Environment IV) (13:00~14:50)			Oral Presentation (Process Systems Engineering IV) (13:00~16:00)	Oral Presentation (Industrial Chemistry) (13:00~14:00)	Oral Presentation (Particle Technology) (13:00~15:20)
16:00~16:30	**Free Gift by Lot and Awards** **Awards Ceremony: Hoi Myung Graduate Award, DL Chemical Graduate Award, Each Contest Award**																
1F Event Hall	**Poster Posting II (09:30~11:00): Polymer, Process Systems Engineering, Thermodynamics and Molecular Simulation, Fluidization, Particle Technology, Chemical Safety**																
	Poster Posting III (14:30~16:00): Separation Technology, Materials, Catalysis and Reaction Engineering																
3F Lobby	**Promotion & Exhibition**																

October 18(Sat): ICC JEJU

09:00~12:00	**Academic and Industrial Challenges and Future-oriented Strategies in Chemical Engineering(Room 301A)**

Division General Meeting Time Schedule

October 16(Thu)

Division of Polymer	Room 201B	17:30~18:00
Division of Process Systems Engineering	Room 401	17:30~18:00
Division of Separation Technology/ Division of Thermodynamics and Molecular Simulation	Room 203	17:30~18:00
Division of Energy and Environment	Room 301	17:30~18:00
Division of Fluidization	Room 302	11:10~11:30
Division of Transport Phenomena	Room 201A	11:00~11:30
Division of Particle Technology	Room 402B	17:30~18:00
Division of Materials	Yeongju Hall A	17:20~17:50
Division of Catalysis and Reaction	Room 202A	17:30~18:00
Division of Chemical Safety	Room 303	17:30~18:00

October 17(Fri)

Division of Industrial Chemistry	Room 402A	11:00~11:30
Division of Biochemical Engineering	Room 202A	11:00~11:30

※ The registraion fee does not include lunch and accommodation.

평의원회

제주 부영호텔앤리조트, 지하 2층 '사파이어홀' 2025년 10월 15일(수), 16:30~20:00

사회: 이기봉, 한국화학공학회 총무이사

16:30 **평의원등록**

17:00 **평 의 원 회**

1. 보고사항

(1) 주요회무

(2) 차기 수석부회장 선거결과

(3) 한국화학공학회 중장기 발전 계획안 / 정찬화 수석부회장

2. 승 인 사 항

(1) 기술정보지(NICE) 편집장 선출

3. 심의사항

(1) 2026년도 사업계획(안) 및 예산(안)

(2) 제57대 임원 구성(안)

(3) 제57, 58대 감사 선출

4. 학회상/지부발전상 시상

– 범석논문상, 심강논문상, 석명우수화공인상, 형당교육상, 윤창구상, 박선원 학술상, 양정 생물화공상, 양승만 이동현상부문상, 우성일 재료상

5. 기타토의

18:30 **평의원만찬**

발 표 코 드

심포지엄 / 구두 발표 코드

심/O 고분 목 - 1
| | | | |
발표종류 발표분야 발표요일 발표순서

포스터 발표 코드

P 공업 금 - 1
| | | | |
발표종류 발표분야 발표요일 발표순서

[발표종류별 코드]
심 = 심포지엄 O = 구두 발표 P = 포스터 발표

[발표분야별 코드]
Symposiums
[에쓰-오일 과학문화재단] Symposium on Future CCU Technologies for Carbon-Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry-심(에스)
[한화솔루션/한화토탈에너지스] 화학공정/산업에서의 AI 활용 심포지엄-심(한화)
[써모피셔사이언티픽코리아] 청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄-심(써모)
2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄-심(한림)
[KAIST 양자소재연구센터] Post-InP 양자점 소재 및 디스플레이 기술 심포지엄-심(양자)
[KENTECH] 산업기술알키미스트: 탄소 중립을 위한 탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS) 심포지엄-심(탄소)
[KIAT] 신진연구자 심포지엄-심(신진)
[KIER] KETEP 에너지 수요관리 핵심기술개발: 산업공정 열에너지 전기화 전환 심포지엄-심(전기)
[KIER 국가기후기술정책센터] 2025 국가 수소 중점연구실 기술교류 심포지엄-심(기후)
[KIER 국가기후기술정책센터] 전주기 CCU 기술개발 심포지엄-심(전주기)
[KIER/한국CCUS추진단] 차세대 CCU 기술고도화: 포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 합성원유 생산기술-심(CCUS)
[KPETRO] 바이오연료의 탄소감축 효과 및 지속가능성 평가 심포지엄-심(석유)
[KRICT] KRICT 심포지엄 "글로벌TOP전략연구단 : 전기화 기반 이산화탄소 자원화(CCU) 기술"-심(CCU)
[KTR/KRICT] 폐플라스틱 화학적 재활용 기술 심포지엄-심(KTR)
[서강대 C1] C1 가스 리파이너리 밸류업 심포지엄-심(C1)
[플라즈마 폐유기물 기초원료화 사업단] 플라즈마를 활용한 폐플라스틱의 화학적 재활용 심포지엄-심(재활용)
2025 반도체특성화대학원지원(성균관대학교) 반도체 산학 교류회-심(성균)

Division Symposiums
[고분자] 기후 변화 대응용 첨단 고분자 소재 심포지엄-심(고분)
[공업화학] 미래 공업화학 기술: Bio & Energy 분야 심포지엄-심(공업)
[공정시스템] Symposium on Digital Transformation in Bioprocess and Pharmaceutical Manufacturing-심(공정)
[분리기술] 차세대 분리 기술 심포지엄: 분자 설계에서 지속가능한 공정 통합까지-심(분리)
[생물화공/한국합성생물학발전협의회] 타임캡슐 2055_미래를 빚어갈 생물화공 혁신: 산학연이 함께 나누는 비전 심포지엄-심(생물)
[에너지 환경] 탄소중립 사회를 위한 e-Fuel/e-Chemical 기술 심포지엄-심(에환)
[열역학분자모사] 탄소중립 달성을 위한 에너지 혁신 기술 심포지엄-심(열역)
[이동현상/EPiC사업단] 제4회 에너지.환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄: AI 융합을 통한 소재-공정 설계 혁신-심(이동)
[입자기술] 차세대 화학 · 바이오 나노센서 기술 연구 동향 심포지엄-심(입자)
[재료] Symposium on Soft and Nanoscale Materials and Devices-심(재료)
[공정시스템, 화학안전] 화학공학의 미래 심포지엄-심(공동)

Industry Division Symposiums
[반도체] 제4회 반도체산업 기술 교류 심포지엄-심(반도체)
[배터리] 저가 배터리의 해자 기술 심포지엄-심(배터리)
[수소] 제4회 수소산업위원회 심포지엄(부제 : 수소경제활성화를 위한 산업기술동향 및 정책 제언)-심(수소)

General Symposiums & Events
[기술교류회] 대한민국의 석유화학: 위기, 도전, 그리고 미래전략 심포지엄(제7회 프로필렌과 다운스트림 심포지엄)-심(교류)
[전문대학위원회] 제11회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄-심(전문)
WISET 2025 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과 발표대회-심(위젯)

화학공학일반 부문위원회별 발표

고분자 = 고분	공업화학 = 공업	공정시스템 = 공정	분리기술 = 분리	생물화공 = 생물
에너지 환경 = 에환	열역학분자모사 = 열역	유동층 = 유동	이동현상 = 이동	입자기술 = 입자
재료 = 재료	촉매 및 반응공학 = 촉매	화학안전 = 안전		

<협조 사항>

■ 발표자의 동의없이 포스터 및 구두 발표장의 촬영을 금지합니다.

■ 구두 발표자
- 구두 발표자는 발표자료를 파워포인트 파일로 작성하시어 USB에 저장해 오시기 바랍니다.
- 발표세션 시작전 미리 발표장에 준비된 노트북에 발표자료를 저장하여 발표가 원활하게 진행되도록 준비하여 주시기 바랍니다. (개인 노트북 사용 불가)

■ 포스터 발표자
- 포스터 보드에 발표자료를 붙일 수 있는 크기는 약 가로 95cm×세로 120cm입니다(보드 전체 사이즈 100cm×200cm)
- 모든 Poster는 부착시간에 지정된 Board에 부착하여야 하며, 포스터 제거 시간에 발표자가 철거해야 합니다.
- 포스터는 포스터 보드에 붙어있는 테이프를 사용하여 부착해주시기 바랍니다. 포스터 철거시에 테이프도 같이 철거하여 주시기 바랍니다.
- 발표자는 포스터 부착 시간에 맞춰 자료를 게시하여 주시고, 포스터 발표 시작 시간부터 40분 동안 반드시 포스터 앞에 있어야 합니다. 이를 지키지 않을 경우 no show 처리됩니다. 우수 포스터 발표상 수상 후보자는 이와 관계없이 심사위원이 심사할 동안에는 계속 포스터 앞에 있어야 합니다.
- 포스터 제거 시간에 수거하지 않은 포스터는 사무국에서 보관하지 않습니다.

Symposium on Future CCU Technologies for Carbon-Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry

Host: KIChE, S-OIL Science and Culture Foundation
Sponsor: S-OIL Science and Culture Foundation

ICC JEJU Halla Hall A — 2025. 10. 16.(Thu), 09:00~17:30

Chair: Ung Lee, KIST
Kyeongsu Kim, KIST

	Openig remarks	Dong Woo Lee, S-OIL Chemical TS&D Division Head
09:00 심(에스)목-1	[Keynote Lecture] Heterogeneous hydrogenation of CO_2 to methanol catalyzed by dinuclear iridium complex under gas-solid phase	Yuichiro Himeda, AIST
09:30 심(에스)목-2	Unlocking economically feasible CO_2 to methanol synthesis via a novel reactive capture and conversion (RCC) strategy	Ung Lee, KIST
10:00 심(에스)목-3	Deep learning representation-based analysis of catalytic mechanisms and screening of Ru-Macho catalysts for methanol production	Geun Ho Gu, KENTECH
10:30 심(에스)목-4	Simultaneous valorization of biomass and CO_2 via biomass-derived hydrogen	Young Kyu Hwang, KRICT
14:30 심(에스)목-5	Electrocatalytic pathways for liquid fuel production from CO_2	Ki Tae Park, Konkuk Univ.
15:00 심(에스)목-6	Advancing electrochemical CO_2 conversion through ion-conducting polymers	Jai Hyun Koh, KIST
15:30 심(에스)목-7	Plugging in to pull down carbon: Electrified TVSA for DAC	Dong-Yeun Koh, KAIST
16:00 심(에스)목-8	Machine learning assisted identification of CO_2 to methanol reaction mechanism	Kyeongsu Kim, KIST
16:30 심(에스)목-9	Development of technology for simultaneous capture and conversion of carbon dioxide into formic acid derivatives	Sungho Yoon, Chung-Ang Univ.
17:00 심(에스)목-10	Auto-thermal conversion of CO_2 using molten metal	Whi Dong Kim, KITECH

Keynote Lecture Speaker



Yuichiro Himeda, AIST

1991 Researcher, AIST
1994 PhD, Organic chemistry, Osaka Univ.
Present Principal Researcher, AIST

Invited Speaker



Geun Ho Gu, KENTECH

2018 PhD, Chem. Eng., Univ. of Delaware
2022 Postdoc, KAIST
Present Assist. Prof., KENTECH



Young Kyu Hwang, KRICT

2003 PhD. Chemistry, Sungkyunkwan Univ.
2022 Civilian Member, Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth
Present Director General, Green Chemistry Research Center, KRICT



Ki Tae Park, Konkuk Univ.

2011 PhD, Chem. & Bio. Eng., Korea Univ.
2022 Director, Carbon Conversion Res. Lab., KIER
Present Assist. Prof., Chem. Eng., Konkuk Univ.



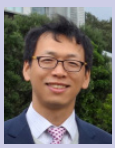
Jai Hyun Koh, KIST

2019 PhD, Chem. Eng., Univ. of Texas at Austin
Present Senior Researcher, KIST



Dong-Yeun Koh, KAIST

2013 PhD, Chem. Biomol. Eng., KAIST
2017 Postdoc, Georgia Tech
Present Assoc. Prof., Chem. Biomol. Eng., KAIST



Sungho Yoon, Chung-Ang Univ.

2004 PhD, Chemistry MIT
2017 Postdoc, Chemistry, UC Berkeley
Present Prof., Chemistry Chung-Ang Univ.



Whi Dong Kim, KITECH

2016 PhD, Chem. Eng., KAIST
2021 Postdoc, Los Alamos Nat'l Lab
Present Principal Researcher, KITECH

Organizer/Chair/Speaker



Ung Lee, KIST

2014 PhD, Chem. & Bio. Eng., Seoul Nat. Univ.
2017 Postdoc, Chem. Eng., Aachen Univ.
Present Principal Researcher KIST



Kyeongsu Kim, KIST

2019 PhD, Chem. & Bio. Eng., Seoul Nat. Univ.
2021 Postdoc, KIST
Present Senior Researcher, KIST

화학공정/산업에서의 AI 활용 심포지엄

(Symposium on AI-driven Innovation in Chemical Process and Industry)

공동주관: 한국화학공학회, 한화솔루션, 한화토탈에너지스
후　　원: 한화솔루션, 한화토탈에너지스

제주국제컨벤션센터 한라홀B　　2025년 10월 16일(목), 14:40~17:30

Chair: 조형태, 경희대학교 (Hyungtae Cho, Kyung Hee Univ.)

14:40 심(한화)목-1	산업 현장에서의 인공지능 활용: 데이터에서 통찰로 *(Application of AI in chemical industry: From data to insight)*	김동욱, 한화솔루션 *(Dongwook Kim, Hanwha Solutions)*
15:00 심(한화)목-2	재생에너지 기반 수소 생산 공정의 지능형 운영과 통합 최적화 *(Smart operation and integrated optimization of renewable-based hydrogen production systems)*	이종민, 서울대학교 *(Jong Min Lee, Seoul Nat'l Univ.)*
15:30 심(한화)목-3	원자 수준 시뮬레이션과 인공지능을 활용한 신규 촉매 설계 *(Atomic-level simulations and AI for catalyst discovery)*	백서인, 고려대학교 *(Seoin Back, Korea Univ.)*
16:00	Coffee break	
16:10 심(한화)목-4	초경질원유 정제공정의 실시간 수율 예측을 통한 운전 효율화 *(Real-time yield forecasting for efficient operation of condensate fractionation unit)*	김영진, 한화토탈에너지스 *(Youngjin Kim, Hanwha TotalEnergies)*
16:30 심(한화)목-5	해석 가능한 머신러닝 기법을 활용한 불균일계 촉매 설계 *(Interpretable machine learning-guided design of heterogeneous catalysts)*	윤용주, 포항공과대학교 *(Yongju Yun, POSTECH)*
17:00 심(한화)목-6	화공 재료 개발을 위한 AI 적용: 아민 흡수제와 촉매 개발 *(Application of AI in chemical materials: Developing amine absorbers and catalysts)*	김정환, 연세대학교 *(Junghwan Kim, Yonsei Univ.)*

Invited Speaker



김동욱, 한화솔루션
Dongwook Kim, Hanwha Solutions
2017 KAIST 화학 박사
2024 한화솔루션 기초기술센터장
현 재 한화솔루션 기반기술담당



이종민, 서울대학교
Jong Min Lee, Seoul Nat'l Univ.
2004 Georgia Tech. 화학공학 박사
2005 Univ. of Virginia 박사후연구원
2006 Univ. of Alberta 조교수
현 재 서울대 화학생물공학부 교수



백서인, 고려대학교
Seoin Back, Korea Univ.
2017 KAIST EEWS 대학원 박사
2018 Stanford Univ. 화학공학과 박사후연구원
2020 Carnegie Mellon Univ. 화학공학과 박사후연구원
현 재 고려대 KU-KIST 융합대학원, 융합에너지공학과 조교수



김영진, 한화토탈에너지스
Youngjin Kim, Hanwha TotalEnergies
2022 연세대 화공생명공학 박사
현 재 한화토탈에너지스 화성에너지연구팀 연구원



윤용주, 포항공과대학교
Yongju Yun, POSTECH
2013 Carnegie Mellon Univ. 화학공학 박사
2016 UC Berkeley 박사후연구원
현 재 POSTECH 화학공학과 부교수



김정환, 연세대학교
Junghwan Kim, Yonsei Univ.
2012 연세대 화공생명공학 박사
2023 KITECH 수석연구원/그룹장
현 재 연세대 화공생명공학과 부교수

Organizer



최인수, 강원대학교
Insoo Choi, Kangwon Nat'l Univ.
2013 서울대 화학생물공학 박사
2014 KIST 박사후연구원
2015 Univ. of Michigan 박사후연구원
현 재 강원대 그린에너지공학과 교수

Chair



조형태, 경희대학교
Hyungtae Cho, Kyung Hee Univ.
2017 연세대 화공생명공학 박사
2018 LG화학 중앙연구소 책임
2019 KITECH 선임연구원
현 재 경희대 화학공학과 조교수

청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄

(Symposium on Clean and Industrial Energy Using Spectroscopic Solutions)

공동주관: 한국화학공학회, 써모피셔사이언티픽코리아
후　　원: 써모피셔사이언티픽코리아

제주국제컨벤션센터 삼다홀A　　2025년 10월 16일(목), 14:30~17:15

Chair: 이창수, 국립부경대학교 (Chang Soo Lee, Pukyong Nat'l Univ.)
이재훈, 인천대학교 (Jae Hun Lee, Incheon Nat'l Univ.)

14:30 심(써모)목-1	청정 에너지, 환경 및 산업용 가스 분야에서 측정표준의 역할 *(The role of measurement standards in clean energy, environment, and industrial gas analysis)*	허　건, 한국표준과학연구원 *(Keon Ho, KRISS)*
15:00 심(써모)목-2	Fourier 전환 적외선 분광법을 활용한 메탄 산화용 팔라듐 나노클러스터 촉매 연구 *(Investigation of palladium nano-cluster catalysts for methane oxidation using fourier transform infrared spectroscopy)*	정호진, 한국재료연구원 *(Hojin Jeong, KIMS)*
15:25 심(써모)목-3	암모니아 연료전지를 위한 분해 및 촉매 연소 *(Ammonia decomposition and catalytic combustion for ammonia fuel cells)*	이상호, 한국기계연구원 *(Sangho Lee, KIMM)*
15:50	Coffee break	
16:00 심(써모)목-4	질소산화물 저감용 NH_3-SCR 촉매의 내황성 증진 및 운영 온도 확장을 위한 육방정 질화붕소 *(Hexagonal boron nitride heterostructure for SO_2 resistance of the NH_3-SCR catalyst over a wide temperature range)*	이명진, 한국생산기술연구원 *(Myeung-Jin Lee, KITECH)*
16:25	All-in-One 공정 라만 분석기로 구현하는 실시간 수소 모니터링 솔루션 *(Real-time hydrogen monitoring with an all-in-one process raman analyzer)*	정하나, 써모피셔사이언티픽코리아 *(Hana Jung, Thermo Fisher Scientific)*
16:50	차세대 FTIR 기술을 활용한 촉매 반응 및 정밀 가스 분석 *(Advanced catalytic reaction and precision gas analysis using next-generation FTIR solutions)*	이승목, 써모피셔사이언티픽코리아 *(Seungmok Lee, Thermo Fisher Scientific)*

Invited Speaker



허　건, 한국표준과학연구원
Keon Ho, KRISS
2020 연세대 화학공학 박사
2021 MIT 화학공학과 박사후연구원
현　재 KRISS 가스측정그룹 선임연구원



정호진, 한국재료연구원
Hojin Jeong, KIMS
2021 KAIST 생명화학공학 박사
현　재 KIMS 나노재료연구본부 선임연구원



이상호, 한국기계연구원
Sangho Lee, KIMM
2015 KAIST 기계공학 박사
현　재 KIMM 친환경에너지연구본부 선임연구원



이명진, 한국생산기술연구원
Myeung-Jin Lee, KITECH
2025 UNIST 신소재공학 박사
현　재 KITECH 울산기술실용화본부 박사후연구원



정하나, 써모피셔사이언티픽코리아
Hana Jung, Thermo Fisher Scientific
2013 상명대 환경공학 학사
2023 한국에머슨 책임
현　재 써모피셔사이언티픽코리아 Chemical Analysis Division 책임



이승목, 써모피셔사이언티픽코리아
Seungmok Lee, Thermo Fisher Scientific
2017 경북대 응용화학공학 학사
2022 지앤엘㈜ 대리
현　재 써모피셔사이언티픽코리아 Application Chemist 책임

Organizer/Chair



이창수, 국립부경대학교
Chang Soo Lee, Pukyong Nat'l Univ.
2018 연세대 화공생명공학 박사
2021 연세대 화공생명공학 박사후연구원
현　재 국립부경대 화학공학과 조교수

Chair



이재훈, 인천대학교
Jae Hun Lee, Incheon Nat'l Univ.
2019 연세대 화공생명공학 박사
2020 KIER 수소연구단 선임연구원
현　재 인천대 에너지화학공학과 조교수

2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄

(Special Symposium of NEW 2025 NAEK Members)

제주국제컨벤션센터 402A호 | 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:30

Chair: 강문성, 서강대학교 (Moon Sung Kang, Sogang Univ.)
류두열, 연세대학교 (Du-Yeol Ryu, Yonsei Univ.)

14:30 심(한림)목-1	폐배터리 리튬회수기술 및 전주기 평가 *(Lithium recovery technology and life cycle assessment from spent batteries)*	이성준, SK이노베이션 *(Seongjun Lee, SK Innovation)*
15:00 심(한림)목-2	반응레버룰, 압력핀치, 종자수화물 그리고 이산화탄소전환 및 수소생산 *(Reactive lever rule, pinch pressure, seed hydrates and CO_2 conversion & H_2 production)*	이재우, 한국과학기술원 *(Jae Woo Lee, KAIST)*
15:30 심(한림)목-3	혁신적인 접착성 바이오소재 기반 바이오메디컬 응용 *(Innovative adhesive biomaterial-based biomedical applications)*	차형준, 포항공과대학교 *(Hyung Joon Cha, POSTECH)*
16:00 심(한림)목-4	대규모 청정 생산시설 프로젝트 관리 *(Large scale clean facility project management)*	노 균, 삼성바이오로직스 *(Kun Lo, Samsung Biologics)*
16:30 심(한림)목-5	고성능 차세대 유연 태양전지 기술 *(High performance flexible next generation Photovoltaics)*	고민재, 한양대학교 *(Min Jae Ko, Hanyang Univ.)*
17:00 심(한림)목-6	재미있는 다국적기업 생활 *(Enjoyable career development in multinational enterprise)*	김영률, 아젤리스코리아 *(Young Yull Kim, Azelis Korea)*

Invited Speaker



이성준, SK이노베이션
Seongjun Lee, SK Innovation
1994 서울대 화학공학 박사
2017 SK이노베이션 환경과학기술원장
현 재 SK이노베이션 mySUNI 전문교수단 교수



이재우, 한국과학기술원
Jae Woo Lee, KAIST
2000 Carnegie Mellon Univ. 화학공학 박사
2001 City College of New York 교수
현 재 KAIST 생명화학공학과 ICT 석좌교수/ERC센터장



차형준, 포항공과대학교
Hyung Joon Cha, POSTECH
1995 서울대 화학공학 박사
2020 화학공학혁신리더교육연구단 단장
현 재 POSTECH 화학공학과 석좌교수



노 균, 삼성바이오로직스
Kun Lo, Samsung Biologics
1992 서울대 화학공학 박사
2020 삼성엔지니어링(현 삼성 E&A) 신사업본부장
현 재 삼성바이오로직스 EPCV 센터장



고민재, 한양대학교
Min Jae Ko, Hanyang Univ.
2001 서울대 재료공학 박사
현 재 한국태양광발전학회 수석부회장
한양대 화학공학과 교수



김영률, 아젤리스코리아
Young Yull Kim, Azelis Korea
1986 연세대 화학 석사
2018 한국바스프 대표이사 회장
현 재 아젤리스코리아 대표이사 회장

Organizer



이창하, 연세대학교
Changha Lee, Yonsei Univ.
1994 Pittsburgh대 화학공학 박사
현 재 국제흡착학회(IAS) Fellow
연세대 화공생명공학과 공헌교수



이진원, 서강대학교
Jinwon Lee, Sogang Univ.
1993 Carnegie Melon Univ. 화학공학 박사
2024 C1 가스 리파이너리 사업단장
현 재 서강대 화공생명공학과 교수

Chair



류두열, 연세대학교
Du-Yeol Ryu, Yonsei Univ.
2003 POSTECH 화학공학 박사
2024 APS Fellow
현 재 연세대 화공생명공학과 교수



강문성, 서강대학교
Moon Sung Kang, Sogang Univ.
2011 Univ. of Minnesota 화학공학 박사
현 재 서강대 화공생명공학과 교수

KIAT 신진연구자 심포지엄

(Symposium on KIAT-Sponsored Early-Career Researchers)

후 원: 한국산업기술진흥원

제주국제컨벤션센터 203호 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:25

Chair: 임은호, 동국대학교 (Eunho Lim, Dongguk Univ.)

14:30	인사말 및 개회	전유덕, 한국산업기술진흥원 *(Yooduk Jun, KIAT)*
14:35	기업과 함께하는 신진연구자 지원 방안 *(Supporting early-career researchers through industry collaboration)*	배진희, 한국산업기술진흥원 *(Jinhee Bae, KIAT)*
14:50	한국산업기술진흥원 지원 사업 소개 *(Introduction to KIAT support project)*	김진하, 한국산업기술진흥원 *(Jinha Kim, KIAT)*
15:20 심(신진)목-1	탄소중립 화학 공정을 위한 고효율 촉매 및 저에너지 줄 발열 반응기 개발 *(Energy-efficient catalysts and Joule-heating reactors for carbon-neutral chemical processes)*	김선규, 국립부경대학교 *(Sunkyu Kim, Pukyong Nat'l Univ.)*
15:45 심(신진)목-2	그린수소 생산을 위한 수전해용 분리막 개발 *(Membrane development for low-temperature electrolysis toward green hydrogen production)*	이재훈, 인천대학교 *(Jae Hun Lee, Incheon Nat'l Univ.)*
16:10 심(신진)목-3	적외선 광학센서를 활용한 산업공정 자율화 동향과 차세대 양자점 적외선 광부품 기술 소개 *(Trends in industrial process autonomization using infrared optical sensors and next-generation quantum dot-based infrared optoelectronic)*	백세웅, 고려대학교 *(Se-Woong Baek, Korea Univ.)*
16:35 심(신진)목-4	탈탄소화를 위한 공정시스템공학 연구 *(Process systems engineering research for decarbonization)*	허성민, 한국과학기술원 *(Seongmin Heo, KAIST)*
17:00 심(신진)목-5	리튬이온이차전지 층상계 양극소재 도핑 연구 *(Synthesis of doped layered oxide cathodes for lithium ion batteries)*	조창신, 포항공과대학교 *(Changshin Jo, POSTECH)*

Opening remarks



전유덕, 한국산업기술진흥원
Yooduk Jun, KIAT
2011 KAIST 경영학 박사
현 재 KIAT 산업혁신본부 본부장



김선규, 국립부경대학교
Sunkyu Kim, Pukyong Nat'l Univ.
2021 캘리포니아대 어바인 화공생명공학 박사
2023 델라웨어대 화공생명공학과 박사후연구원
현 재 국립부경대 에너지화학소재공학 전공 조교수



허성민, 한국과학기술원
Seongmin Heo, KAIST
2015 미네소타주립대 화학공학 박사
2020 KAIST 생명화학공학과 박사후연구원
현 재 KAIST 생명화학공학과 조교수

Speaker



배진희, 한국산업기술진흥원
Jinhee Bae, KIAT
2018 한양대 과학기술정책학 박사
현 재 KIAT 정책기획실 실장



김진하, 한국산업기술진흥원
Jinha Kim, KIAT
현 재 KIAT 규제혁신단 단장



이재훈, 인천대학교
Jae Hun Lee, Incheon Nat'l Univ.
2019 연세대 화공생명공학 박사
현 재 KIER 수소연구단 선임연구원
인천대 에너지화학공학과 조교수



백세웅, 고려대학교
Se-Woong Baek, Korea Univ.
2017 KAIST EEWS 대학원 박사
2020 Univ. of Toronto 박사후연구원
현 재 고려대 부교수

Organizer



이창수, 국립부경대학교
Chang Soo Lee, Pukyong Nat'l Univ.
2018 연세대 화공생명공학 박사
2021 연세대 화공생명공학 박사후연구원
현 재 국립부경대 화학공학과 조교수

Organizer/Speaker



조창신, 포항공과대학교
Changshin Jo, POSTECH
2016 POSTECH 화학공학 박사
2020 Univ. of Cambridge 연구원
현 재 POSTECH 배터리공학과 · 화학공학과 조교수

Chair



임은호, 동국대학교
Eunho Lim, Dongguk Univ.
2017 POSTECH 환경공학 박사
2024 KRICT 선임연구원
현 재 동국대 화공생물공학과 조교수

차세대 CCU 기술고도화: 포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 합성원유 생산기술 심포지엄

(Next-generation CCU technology advancement: Production of Syncrude Oil from Captured CO_2 and Electrolytic Hydrogen)

주 관: 한국에너지기술연구원, 한국CCUS추진단
후 원: 한국CCUS추진단

제주국제컨벤션센터 402B호 | 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:30

Chair: 윤민혜, 한국에너지기술연구원 (Min Hye Youn, KIER)

14:30 심(CCUS)목-1	e-Fuel 합성원유 생산을 위한 피셔-트롭쉬 합성기술 *(Fischer-tropsch synthesis technology for e-Fuel syncrude production)*	천동현, 한국에너지기술연구원 *(Dong Hyun Chun, KIER)*
15:00 심(CCUS)목-2	합성가스 생산을 위한 역수성가스전환(RGWS) 촉매반응 기술 *(Catalytic reaction technology for syngas production via the Reverse Water-Gas Shift(RWGS))*	구기영, 한국에너지기술연구원 *(Kee Young Koo, KIER)*
15:20 심(CCUS)목-3	합성원유 고부가화를 위한 후처리 기술개발 현황 *(Current status of upgrading technologies for high-value products from synthetic crude oil)*	박선영, 한국화학연구원 *(Sunyoung Park, KRICT)*
15:40 심(CCUS)목-4	FT 공정 후단가스 고부가화를 위한 촉매반응기술 *(Catalytic reaction technologies for high-value utilization of FT process tail gas)*	주지봉, 건국대학교 *(Ji Bong Joo, Konkuk Univ.)*
16:00 심(CCUS)목-5	공정 자동화 및 효율화 기술 *(Process automation and efficiency improvement technology)*	성수환, 경북대학교 *(Su Whan Sung, Kyungpook Nat'l Univ.)*
16:20 심(CCUS)목-6	합성원유내 올레핀 업그레이드 기술 *(Upgrading of higher olefins in synthetic fuels)*	정영민, 국립군산대학교 *(Young-Min Chung, Kunsan Nat'l Univ.)*
16:40 심(CCUS)목-7	국내외 CCU 기술 인증 및 사업화 현황 *(Global CCU technology certification and commercialization status)*	김대희, 한국CCUS추진단 *(Dae Hee Kim, Korea CCUS Association)*
17:00	종합토론 – 수요기업 협의체	김대희, 한국CCUS추진단 *(Dae Hee Kim, Korea CCUS Association)*

Speaker



천동현, 한국에너지기술연구원
Dong Hyun Chun, KIER
2006 Nat'l Inst. for Mat. Sci. 방문연구원
2007 KAIST 신소재공학 박사
현 재 KIER 책임연구원



주지봉, 건국대학교
Ji Bong Joo, Konkuk Univ.
2009 서울대 화학생물공학 박사
2013 UC Riverside 박사후연구원
2016 KIER 선임연구원
현 재 건국대학교 교수



구기영, 한국에너지기술연구원
Kee Young Koo, KIER
2008 KAIST 생명화학공학 박사
2021 산업통상자원부 전문관
현 재 KIER 수소연구단 책임연구원



성수환, 경북대학교
Su Whan Sung, Kyungpook Nat'l Univ.
1997 POSTECH 박사
2003 LG화학기술연구원 연구원
현 재 경북대 화학공학과 교수



박선영, 한국화학연구원
Sunyoung Park, KRICT
2012 서울대 화학생물공학 박사
2013 Northwestern Univ. 박사후연구원
현 재 KRICT 책임연구원



정영민, 국립군산대학교
Young-Min Chung, Kunsan Nat'l Univ.
2003 서울대 응용화학 박사
2012 SK이노베이션 수석연구원
현 재 국립군산대 화학공학과 교수

Organizer/Speaker



김대희, 한국CCUS추진단
Dae Hee Kim, Korea CCUS Association
2014 공주대 지질환경과학 석사
2017 한국원자력연구원 석사후연구원
현 재 한국CCUS추진단 책임연구원

Organizer/Chair



윤민혜, 한국에너지기술연구원
Min Hye Youn, KIER
2010 서울대 화학생물공학 박사
2013 롯데케미칼 책임연구원
현 재 KIER 책임연구원

전주기 CCU 기술개발 심포지엄

(Symposium on Full-Cycle CCU Technology Development)

주 관/후 원: 한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터

제주국제컨벤션센터 삼다홀B | 2025년 10월 16일(목), 09:00~11:00

Chair: 천동현, 한국에너지기술연구원 (Dong Hyun Chun, KIER)

09:00 심(전주기)목-1	국가기후기술정책센터의 기술 정책 수립 및 R&D 기획 현황 *(Introduction to technology policy and strategy establishment and R&D planning at NCTC)*	이정인, 한국에너지기술연구원 *(Jeong In Lee, KIER)*
09:20 심(전주기)목-2	포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 고에너지밀도(40 MJ/kg) 고상 합성원유 생산을 위한 CCU통합공정 개발 *(Development of an integrated CCU process for high-energy-density(≥ 40 MJ/kg) solid syncrude production from captured CO_2 and electrolytic hydrogen)*	윤민혜, 한국에너지기술연구원 *(Min Hye Youn, KIER)*
09:40 심(전주기)목-3	제철 부생가스 CO_2 전환을 통한 고에너지밀도 액상연료 생산 실증기술 개발 *(Development of demonstration technology for producing high-energy-density liquid fuel through conversion of CO_2 in steel off-gas)*	신혜선, 포항산업과학기술연구원 *(Hye Sun Shin, RIST)*
10:00 심(전주기)목-4	CO_2 다배출원 대상 초격차 CO_2 포집기술 개발 – Global CLEAN *(Development of a super gap CO_2 capture technology for multiple CO_2 emission sources - Global CLEAN)*	윤여일, 한국에너지기술연구원 *(Yeo Il Yoon, KIER)*
10:20 심(전주기)목-5	네거티브 에미션 구현을 위한 구조화 흡착제 기반의 직접공기 포집 기술개발 *(Development of structured adsorber-based direct air capture technology for achieving negative emission)*	배태현, 한국과학기술원 *(Tae Hyun Bae, KAIST)*
10:40 심(전주기)목-6	무탄소에너지를 활용한 e-SAF 핵심기술 및 공정 시스템 개발 *(Development of core technologies and process system for e-SAF production using carbon-free energy)*	서정길, 한양대학교 *(Jeong Gil Seo, Hanyang Univ.)*

Speaker



윤민혜, 한국에너지기술연구원
Min Hye Youn, KIER
2010 서울대 화학생물공학 박사
2013 롯데케미칼 책임연구원
현 재 KIER 탄소전환연구실 책임연구원



신혜선, 포항산업과학기술연구원
Hye Sun Shin, RIST
2018 KAIST 화학 박사
2019 KRICT 박사후연구원
현 재 RIST 산업가스연구그룹 수석연구원



윤여일, 한국에너지기술연구원
Yeo Il Yoon, KIER
2004 고려대 화공생명공학 박사
2003 KIER 선임/책임연구원
현 재 KIER CCS연구단 단장



배태현, 한국과학기술원
Tae Hyun Bae, KAIST
2010 Georgia Tech 화학공학 박사
2013 (싱가폴) 난양공대 조교수
현 재 KAIST 생명화학공학과 부교수



서정길, 한양대학교
Jeong Gil Seo, Hanyang Univ.
2011 서울대 화학생물공학 박사
2019 Waseda Univ. 초청교수
현 재 한양대 화학공학과 교수

Organizer/Speaker



이정인, 한국에너지기술연구원
Jeong In Lee, KIER
2009 POSTECH 화학공학 박사
2013 Univ. of Wisconsin-Madison 박사후연구원
현 재 KIER 국가기후기술정책센터장

Chair



천동현, 한국에너지기술연구원
Dong Hyun Chun, KIER
2006 Nat'l Inst. for Mat. Sci. 방문연구원
2007 KAIST 신소재공학 박사
현 재 KIER 탄소전환연구실 책임연구원

2025 국가 수소 중점연구실 기술교류 심포지엄

(Symposium on National Hydrogen Hub Laboratory Technology)

주 관/후 원: 한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터

제주국제컨벤션센터 삼다홀B | 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:00

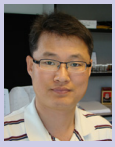
Chair: 강경수, 한국에너지기술연구원 (Kyoung-soo Kang, KIER)

14:30 심(기후)목-1	알칼라인 국가 수소 중점연구실 전극 개발 현황 *(Progress in electrode development at the National Hydrogen Hub Laboratory for Alkaline Water Electrolysis)*	이현준, 한국에너지기술연구원 *(Hyunjoon Lee, KIER)*
14:50 심(기후)목-2	수전해 수소 생산 및 저장 *(Green hydrogen production & storage)*	백종범, 울산과학기술원 *(Jong-Beom Baek, UNIST)*
15:10 심(기후)목-3	수전해용 고안정성 고분자 전해질막의 소재 설계 *(Materials design of highly stable PEMs for water electrolysis)*	김태호, 한국화학연구원 *(Tae-Ho Kim, KRICT)*
15:30 심(기후)목-4	SOEC 시스템의 BOP 고장모사 및 응답특성 분석 *(BOP fault simulation and response characteristic analysis of SOEC system)*	김영상, 한국기계연구원 *(Young Sang Kim, KIMM)*
15:50	Coffee break	
16:00 심(기후)목-5	고활성 고내구성 수전해 전극 개발 및 평가 *(Development and evaluation of highly active and durable water electrolysis electrode)*	정동영, 한국과학기술원 *(Dong Young Chung, KAIST)*
16:20 심(기후)목-6	고효율 · 소형화 LOHC 수소 추출 시스템 핵심 기술 개발 *(Development of enabling technologies for compact, high-efficiency LOHC hydrogen release)*	정향수, 한국과학기술연구원 *(Hyangsoo Jeong, KIST)*
16:40 심(기후)목-7	LOHC 탈수소화 반응을 위한 원자수가 제어된 클러스터 촉매 *(Cluster catlayst with atom counts for LOHC dehydrogenation)*	박정원, 서울대학교 *(Jungwon Park, Seoul Nat'l Univ.)*

Speaker



이현준, 한국에너지기술연구원
Hyunjoon Lee, KIER
2022 서울대 화학생물공학 박사
현 재 KIER 수소연구단 선임연구원



백종범, 울산과학기술원
Jong-Beom Baek, UNIST
1998 에크런대 박사
2003 미국공군연구소 연구원
현 재 UNIST 특훈교수



김태호, 한국화학연구원
Tae-Ho Kim, KRICT
2008 서울대 화학생물공학 박사
2010 삼성전자 책임연구원
현 재 KRICT 책임연구원



김영상, 한국기계연구원
Young Sang Kim, KIMM
2016 서울대 기계공학 박사
현 재 KIMM 책임연구원



정동영, 한국과학기술원
Dong Young Chung, KAIST
2014 서울대 화학생물공학 박사
2021 아르곤국립연구소 박사후연구원
현 재 KAIST 생명화학공학과 부교수



정향수, 한국과학기술연구원
Hyangsoo Jeong, KIST
2015 MIT 화학 박사
2017 UC Berkeley 박사후연구원
현 재 KIST 선임연구원

Organizer



박정원, 서울대학교
Jungwon Park, Seoul Nat'l Univ.
2012 UC Berkeley 화학 박사
2016 Harvard Univ. Research Asscoiate
현 재 서울대 화학생물공학부 교수



이정인, 한국에너지기술연구원
Jeong In Lee, KIER
2009 POSTECH 화학공학 박사
2013 Univ. of Wisconsin-Madison 박사후연구원
현 재 KIER 국가기후기술정책센터장

Chair



강경수, 한국에너지기술연구원
Kyoung-soo Kang, KIER
2011 고려대 화학공학 박사
2005 KIER 책임연구원
현 재 KIER 수소연구소장

KETEP 에너지 수요관리 핵심기술개발: 산업공정 열에너지 전기화 전환 심포지엄

(KETEP Energy Demand Management Core Technology Development: Symposium on the Conversion of Thermal Energy to Electrification in Industrial Processes)

주 관: 한국에너지기술연구원
참 여: 삼우에코, 전진엔텍, 코카브

제주국제컨벤션센터 302호 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:30

Chair: 이석구, 한국에너지기술연구원 (SeokGoo Lee, KIER)
유경환, 국립순천대학교 (KyungHwan Ryu, Sunchon Univ.)

14:30 심(전기)목-1	산업공정 열에너지 전기화 전환을 위한 핵심 기술 개발: 현황 및 연구개발사업소개 *(Development of core technologies for converting thermal energy to electrification in industrial processes)*	조동우, 한국에너지기술연구원 *(DongWoo Cho, KIER)*
14:55 심(전기)목-2	[Keynote Lecture] 고급 공정 제어 및 공장 자동화 기술 *(Advanced process control and plant automation)*	성수환, 경북대학교 *(SuWhan Sung, Kyungpook Nat'l Univ.)*
15:20 심(전기)목-3	연속식 소둔로 및 회분식 증류탑 사례 연구를 통한 산업공정 전기화의 탄소 배출 저감 효과 분석 *(Analysis of carbon emission reduction through electrification of industrial processes: case studies on batch distillation column and continuous annealing furnace)*	유경환, 국립순천대학교 *(KyungHwan Ryu, Sunchon Univ.)*
15:45	Coffee break	
15:55 심(전기)목-4	산업 열설비 전기화 전환용 탄화규소 발열체 개발 *(Development of silicon carbide heating elements for the electrification transition of industrial thermal systems)*	성영훈, 한국에너지기술연구원 *(YoungHoon Seong, KIER)*
16:20 심(전기)목-5	전기로 열처리에 따른 저탄소강의 재결정 및 결정조직 변화 *(Recrystallization and texture evolution in low-carbon steel annealed using an electric furnace)*	오민석, 전북대학교 *(MinSuk Oh, Jeonbuk Univ.)*
16:45 심(전기)목-6	Dv-Xα 이론 기반 열처리용 롤러 소재용 고온 합금 설계 및 특성 평가 *(Design and mechanical evaluation of Fe-Ni-based heat-resistant alloys using Dv-Xα bonding theory)*	염동선, 국립순천대학교 *(DongSun Yeom, Sunchon Univ.)*
17:10	폐회사 *(Closing remarks)*	

Keynote Lecture Speaker



성수환, 경북대학교
SuWhan Sung, Kyungpook Nat'l Univ.
1997 POSTECH 박사
2003 LG화학기술연구원 연구원
현 재 경북대 화학공학과 교수



오민석, 전북대학교
MinSuk Oh, Jeonbuk Univ.
2008 GIST 신소재공학과 박사
2016 POSCO 전문연구원
2018 KITECH 책임연구원
현 재 전북대 신소재공학과 부교수

Speaker



유경환, 국립순천대학교
KyungHwan Ryu, Sunchon Univ.
2019 KAIST 생명화학공학과 박사
2020 KIER 박사후연구원
현 재 국립순천대 부교수



염동선, 국립순천대학교
DongSun Yeom, Sunchon Univ.
2013 국립순천대 인쇄전자공학과 박사
2023 ㈜파루 선임연구원
현 재 국립순천대 산학협력단 책임연구원



성영훈, 한국에너지기술연구원
YoungHoon Seong, KIER
2013 KAIST 신소재공학과 박사
2014 KIER 박사후연구원
현 재 KIER 책임연구원

Organizer/Speaker



조동우, 한국에너지기술연구원
DongWoo Cho, KIER
2012 서울대 화학생물공학부 박사
현 재 KIER 책임연구원
KIER 탄소전환연구실 실장

Chair



이석구, 한국에너지기술연구원
SeokGoo Lee, KIER
2018 서울대 화학생물공학부 박사
현 재 KIER 선임연구원



유경환, 국립순천대학교
KyungHwan Ryu, Sunchon Univ.
2019 KAIST 생명화학공학과 박사
2020 KIER 박사후연구원
현 재 국립순천대 부교수

청정수소 저장·활용 전략 연구 (비공개)

(Clean Hydrogen Storage and Utilization Strategy Research (Closed))

공동주관: 한국화학공학회, 고효율·고안전 청정수소 저장·활용 전략연구단

제주국제컨벤션센터 202A호 | 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:30

Chair: 최승환, 한국과학기술연구원 (Seung Hwan Choi, KIST)

14:30	청정수소 저장 활용 글로벌탑 전략연구 Ⅰ *(Strategy reswarch for clean hydrogen storage and utilization I)*	전략연구단 1세부, 한국과학기술연구원 *(Sub Group1, KIST)*
15:00	청정수소 저장 활용 글로벌탑 전략연구 Ⅱ *(Strategy reswarch for clean hydrogen storage and utilization II)*	전략연구단 2세부,한국과학기술연구원 *(Sub Group2, KIST)*
15:40	청정수소 저장 활용 글로벌탑 전략연구 Ⅲ *(Strategy reswarch for clean hydrogen storage and utilization III)*	전략연구단 3세부, 한국생산기술연구원 *(Sub Group3, KITECH)*
16:30	청정수소 저장 활용 글로벌탑 전략연구 Ⅳ *(Strategy reswarch for clean hydrogen storage and utilization IV)*	전략연구단 4세부, 한국에너지기술연구원 *(Sub Group4, KIER)*
17:00	청정수소 저장 활용 글로벌탑 전략연구 Ⅴ *(Strategy reswarch for clean hydrogen storage and utilization V)*	전략연구단 5세부, 한국과학기술연구원 *(Sub Group5, KIST)*

Organizer



이관영, 한국과학기술연구원
Kwan-Young Lee, KIST
1990 동경대 합성화학 박사
2023 고려대 연구부총장/대학원장
현 재 KIST 청정수소저장활용전략 연구단 단장

Chair



최승환, 한국과학기술연구원
Seung Hwan Choi, KIST
1994 서울대 화학공학 박사
2016 SK이노베이션(주) 기술전략실장
현 재 KIST 책임연구원

바이오연료의 탄소감축 효과 및 지속가능성 평가 심포지엄

(Symposium on Assessment of Carbon Reduction Effects and Sustainability of Biofuels)

공동주관: 한국석유관리원, 한양대학교
후　　원: 산업통상자원부 국가기술표준원

제주국제컨벤션센터 201A호 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:30

Chair: 김 신, 한국석유관리원 (Shin Kim, KPETRO)

14:30	Opening remarks	황인하, 한국석유관리원 (In-Ha Hwang, KPETRO)
14:35 심(석유)목-1	열분해유 유래 지속가능항공유 개발을 위한 프레임 워크 *(The framework for the development of fast pyrolysis bio-oil derived SAF)*	전화연, 한국석유관리원 (Hwayeon Jeon, KPETRO)
15:00 심(석유)목-2	해외 미활용 목 · 초본 바이오매스를 활용한 SAF 생산기술 개발 *(Development of SAF production technology from unused biomass in oversea)*	오창호, ㈜디알티 (Chang Ho Oh, DRT)
15:25 심(석유)목-3	혐기발효 공정을 이용한 지속가능 바이오연료 생산 기술 개발 *(Sustainable biofuel production technology based on anaerobic fermentation)*	상병인, 한양대학교 (Byoung-In Sang, Hanyang Univ.)
15:50	Coffee break	

Chair: 상병인, 한양대 (Byoung-In Sang, Hanyang Univ.)

16:00 심(석유)목-4	목질계 바이오매스 전처리 및 바이오연료 생산기술개발 *(Wood-based biomass pretreatment and biofuel production technology)*	김재훈, 성균관대학교 (Jaehoon Kim, Sungkyunkwan Univ.)
16:25 심(석유)목-5	유기산 및 알코올 기반 지속가능 바이오연료 생산 기술 개발 *(Development of sustainable biofuels from organic acids and alcohols)*	서정길, 한양대학교 (Jeong Gil Seo, Hanyang Univ.)
16:50 심(석유)목-6	지속가능 바이오연료 인증 소개 및 역할에 대한 안내 *(Introduction to sustainable biofuel certification and role)*	김효준, ㈜컨트롤유니온코리아 (Henry Kim, CONTROLUNION)
17:15	Wrap-up discussion & Closing remarks	

Speaker



전화연, 한국석유관리원
Hwayeon Jeon, KPETRO
2025 고려대 환경공학 박사
현 재 KPETRO 미래기술연구소 선임연구원
2025 PhD, Environ. Eng. Korea Univ.
2016 Senior Researcher, KPETRO



오창호, ㈜디알티
Chang Ho Oh, DRT
2019 호서대 융합공학기술학 박사
2023 대경에스코 기업부설연구소 소장
현 재 ㈜디알티 부사장



김재훈, 성균관대학교
Jaehoon Kim, Sungkyunkwan Univ.
2005 North Carolina State Univ. 화학생물공학 박사
2007 US Army Research Office, Research Associate
2013 KIST 선임연구원
현 재 성균관대 기계공학부/화학공학부/성균나노기술원 교수



서정길, 한양대학교
Jeong Gil Seo, Hanyang Univ.
2011 서울대 화학생물공학부 박사
2019 Waseda Univ. 초청교수
현 재 한양대 화학공학과 교수



김효준, ㈜컨트롤유니온코리아
Henry Kim, CONTROLUNION
2020 서울시립대 환경공학과 석사
현 재 ㈜컨트롤유니온코리아 부대표 겸 바이오에너지팀 팀장

Organizer



김재곤, 한국석유관리원
JaeKon Kim, KPETRO
2003 부산대 화학 박사
2006 Univ. of Pittsburgh 화학과 Post-doc.
현 재 KPETRO 미래기술연구소 팀장

Chair/Speaker



상병인, 한양대학교
Byoung-In Sang, Hanyang Univ.
2001 동경공업대 생물공학 박사
현 재 한양대 화학공학과 교수

Chair



김 신, 한국석유관리원
Shin Kim, KPETRO
2016 충북대 화학공학 박사
현 재 KPETRO 미래기술연구소 팀장

KRICT 심포지엄 "글로벌TOP전략연구단 : 전기화 기반 이산화탄소 자원화(CCU) 기술"

(KRICT Symposium: Electrification–Based CO_2 Utilization (CCU) Technologies)

공동주관: 한국화학연구원 탄소중립전략센터, 화학공정연구본부

제주국제컨벤션센터 303호 **2025년 10월 16일(목), 14:30~17:30**

Chair: 황영규, 한국화학연구원 (Young Kyu Hwang, KRICT)

14:30	개회사 *(Opening remarks)*	최 선, 한국화학연구원 *(Sun Choi, KRICT)*
14:40 심(CCU)목-1	항공유 및 플라스틱 생산을 위한 전기화 기술 개발 *(Electrification technology development for SAF and plastics production)*	김용태, 한국화학연구원 *(Yong Tae Kim, KRICT)*
15:00 심(CCU)목-2	양이온 교환막 기반 CO_2 전해 연구 *(Strategies for CO_2 electroreduction in cation exchange membrane electrode assembly)*	오형석, 한국과학기술연구원 *(Hyung-Suk Oh, KIST)*
15:20 심(CCU)목-3	미세조류 기반 생물학적 CO_2 활용(CCU) 기술: 현황과 전망 *(Microalgae-based biological CCU technology: Current status and prospectus)*	김희식, 한국생명공학연구원 *(Hee-Sik Kim, KRIBB)*
15:40 심(CCU)목-4	고체흡수제 기반 직접공기포집(DAC) 기술개발 현황 *(S-DAC: Recent developments and future prospects)*	박영철, 한국에너지기술연구원 *(Young Cheol Park, KIER)*
16:00	Coffee break	
16:10 심(CCU)목-5	탄소 포집 공정 및 저탄소 화학 공정 개발 *(Development of CO_2 capture and low carbon chemical process)*	김기웅, 한국화학연구원 *(Kiwoong Kim, KRICT)*
16:30 심(CCU)목-6	다양한 화학 변환을 위한 전기화학 기반 합성 방법론 *(Electrochemically driven toolkit for diverse chemical transformations)*	진경석, 고려대학교 *(Kyoungsuk Jin, Korea Univ.)*
16:50 심(CCU)목-7	전기화학적 일산화탄소 전환을 통한 에틸렌, 프로필렌 생산 기술 *(Electrochemical conversion of carbon monoxide for the production of ethylene and propylene)*	이찬우, 국민대학교 *(Chan Woo Lee, Kookmin Univ.)*
17:10	폐 회 *(Closing remarks)*	

Speaker



김용태, 한국화학연구원
Yong Tae Kim, KRICT
2011 아주대 화학공학 박사
2014 Univ. Wisconsin 박사후연구원
현 재 KRICT 책임연구원



오형석, 한국과학기술연구원
Hyung-Suk Oh, KIST
2012 연세대 화공생명공학 박사
2017 베를린 공과대 박사후연구원
현 재 KIST 청정에너지연구센터 센터장



김희식, 한국생명공학연구원
Hee-Sik Kim, KRIBB
2000 일본NAIST 생명과학 박사
현 재 UST 생명공학 전공책임교수
현 재 생명(연) 세포공장연구센터장



박영철, 한국에너지기술연구원
Young Cheol Park, KIER
2007 KAIST 화학공학 박사
2007 KIER 선임연구원
현 재 KIER 책임연구원



김기웅, 한국화학연구원
Kiwoong Kim, KRICT
2015 서강대 화공생명공학 박사
현 재 KRICT LCP융합연구단 책임연구원



진경석, 고려대학교
Kyoungsuk Jin, Korea Univ.
2016 서울대 재료공학 박사
2020 MIT 화학공학부 박사후연구원
현 재 고려대 화학과 부교수



이찬우, 국민대학교
Chan Woo Lee, Kookmin Univ.
2017 서울대 재료공학 박사
2019 KIST 박사후연구원
현 재 국민대 응용화학부 부교수

Organizer/Chair



황동원, 한국화학연구원
Dong Won Hwang, KRICT
2003 POSTECH 화학공학 박사
2009 삼성전자 책임연구원
현 재 KRICT 화학공정연구본부장

Organizer



이기백, 한국화학연구원
Ki Baek Lee, KRICT
2017 KAIST 기술경영 박사
2010 ETRI 우정물류기술연구부 연구원
현 재 KRICT 탄소중립전략센터장

Chair



황영규, 한국화학연구원
Young Kyu Hwang, KRICT
2003 성균관대 화학 박사
2022 탄소중립녹색성장위원회 민간위원
현 재 KRICT 그린탄소연구센터장

폐플라스틱 화학적 재활용 기술 심포지엄

(Symposium on Technical Symposium for chemical recycling of plastic waste)

공동주관: 한국화학융합시험연구원, 한국화학연구원
후　　원: 과학기술정보통신부, 한국연구재단

제주국제컨벤션센터 201B호　　2025년 10월 16일(목), 14:30~16:15

Chair: 김경문, 한국화학융합시험연구원 (Kyoungmun Kim, KTR)

14:30 심(KTR)목-1	석유대체 친환경 화학기술 기반구축 사업 소개 *(Introduction of the research project on the establishment of eco-friendly chemical technology base instead of petroleum)*	박백수, 한국생산기술연구원 *(Beaksoo Park, KITECH)*
14:50	폐플라스틱 리파이너리 연구단 소개 *(Overview of the waste plastic refinery research project)*	김도경, 한국화학연구원 *(Dokyoung Kim, KRICT)*
15:00 심(KTR)목-2	친환경 플라스틱 원료 제조를 위한 폐플라스틱의 촉매 분해 기술 *(Catalytic cracking of waste plastics toward sustainable plastic feedstock production)*	김도경, 한국화학연구원 *(Dokyoung Kim, KRICT)*
15:15 심(KTR)목-3	벤치 규모 폐플라스틱 유동층 열분해기를 이용한 왁스형 오일 생성 및 운전 조건별 특성 분석 *(Bench-scale fluidized bed pyrolysis of waste plastic: waxy oil production and characterization)*	김주식, 서울시립대학교 *(Joosik Kim, University of Seoul)*
15:25 심(KTR)목-4	탄소제로 폐플라스틱 리파이너리 기술 전주기 평가 *(Lifecycle assessment of waste plastic refinery with net-zero carbon emission)*	한지훈, 포항공과대학교 *(Jeehoon Han, POSTECH)*
15:35 심(KTR)목-5	p-Xylene 선택적 제조를 위한 폐PET 전환 촉매 기술 *(Catalytic upcycling of waste PET for selective production of p-Xylene)*	홍도영, 한국화학연구원 *(Do-Young Hong, KRICT)*
15:50 심(KTR)목-6	폐 PET로부터 BTX 생산을 위한 촉매 및 반응 속도론 개발 *(Catalyst and kinetic studies for BTX production from waste PET)*	유천재, 한국과학기술연구원 *(Chun-Jae Yoo, KIST)*
16:00 심(KTR)목-7	실험실 수준의 화학 기술에 대한 환경 · 기술 경제성 평가 방법 개발에 관한 연구 *(Study on the development of methods for life-cycle assessment and techno-economic assessment of chemical technology in laboratory level)*	김아연, 한국생산기술연구원 *(Ayeon Kim, KITECH)*
16:15	Coffee break	

Speaker



박백수, 한국생산기술연구원
Beaksoo Park, KITECH
2011 교토대 도시환경공학 박사
현 재 KITECH 수석연구원



김주식, 서울시립대학교
Joosik Kim, University of Seoul
1997 독일 함부르크대 화학 박사
2001 독일 에어랑엔대학교 박사후연구원
현 재 서울시립대 환경공학과 교수



한지훈, 포항공과대학교
Jeehoon Han, POSTECH
2012 POSTECH 화학공학 박사
2022 전북대 화학공학부 교수
현 재 POSTECH 화학공학과 부교수



홍도영, 한국화학연구원
Do-Young Hong, KRICT
2006 한양대 화학공학 박사
2012 Univ. of Minnesota 박사후연구원
현 재 KRICT 책임연구원



유천재, 한국과학기술연구원
Chun-Jae Yoo, KIST
2018 Georgia Tech 화학공학 박사
2020 Univ. of Minnesota 박사후연구원
현 재 KIST 책임연구원



김아연, 한국생산기술연구원
Ayeon Kim, KITECH
2024 UNIST 화학공학 박사
현 재 KITECH 박사후연구원

Organizer/Chair



김경문, 한국화학융합시험연구원
Kyoungmun Kim, KTR
2022 한국기술교육대 응용화학공학 박사
현 재 KTR 고분자재료센터장

Organizer/Speaker



김도경, 한국화학연구원
Dokyoung Kim, KRICT
2006 Saarland Univ. 화학공학 박사
2008 UC Berkeley 박사후연구원
현 재 KRICT 폐플라스틱 리파이너리 연구단장

폐플라스틱 화학적 재활용 기술 심포지엄

(Symposium on Technical Symposium for chemical recycling of plastic waste)

공동주관: 한국화학융합시험연구원, 한국화학연구원
후　　원: 과학기술정보통신부, 한국연구재단

제주국제컨벤션센터 201B호　　2025년 10월 16일(목), 16:30~17:30

16:30	용융 금속 촉매 기반 플라스틱으로부터 수소 수율 향상을 위한 연구	이영재, 한국생산기술연구원
심(KTR)목-8	*(Study on improving hydrogen yield in plastic pyrolysis using molten metal catalyst)*	*(Youngjae Lee, KITECH)*
16:45	플라스틱 열촉매 공정에서의 용융합금촉매의 한계와 가능성	김유권, 아주대학교
심(KTR)목-9	*(Advances and challenges of molten alloy catalysts in catalytic plastic pyrolysis)*	*(Yukwon Kim, Ajou Univ.)*
16:55	VOC 흡착 제거를 위한 제올라이트계열 흡착소재 개발	박민범, 인천대학교
심(KTR)목-10	*(Development of zeolite-based adsorbents for VOC adsorption)*	*(Min Bum Park, Incheon Nat'l Univ.)*
17:10	폐스티로폼 업사이클링을 통한 활성탄 제조 및 슈퍼커패시터 전극 소재로의 응용	이수홍, 한국화학연구원
심(KTR)목-11	*(Upcycling of waste polystyrene into activated carbon for high-performance supercapacitor electrodes)*	*(Soohong Lee, KRICT)*
17:20	줄히팅을 활용한 VOC 처리 기술	이진희, 한국화학연구원
심(KTR)목-12	*(VOC removal by joule heating)*	*(Jin Hee Lee, KRICT)*

Speaker



이영재, 한국생산기술연구원
Youngjae Lee, KITECH
2013 POSTECH 기계공학 박사
현 재 KITECH 수석연구원



김유권, 아주대학교
Yukwon Kim, Ajou Univ.
1999 KAIST 물리화학 박사
2006 PNNL 박사후연구원
현 재 아주대 화학과 교수



박민범, 인천대학교
Min Bum Park, Incheon Nat'l Univ.
2014 POSTECH 화학공학 박사
2015 ETHZ 박사후연구원
현 재 인천대학교 교수



이수홍, 한국화학연구원
Soohong Lee, KRICT
2018 서울대 화학생물공학 박사
2021 Lawrence Berkeley Nat'l Lab. 박사후연구원
현 재 KRICT 선임연구원



이진희, 한국화학연구원
Jin Hee Lee, KRICT
2012 POSTECH 화학 박사
2016 스위스 ETHZ/PSI 박사후연구원
현 재 KRICT 책임연구원

Organizer/Chair



김경문, 한국화학융합시험연구원
Kyoungmun Kim, KTR
2022 한국기술교육대 응용화학공학 박사
현 재 KTR 고분자재료센터장

Organizer/Speaker



김도경, 한국화학연구원
Dokyoung Kim, KRICT
2006 Saarland Univ. 화학공학 박사
2008 UC Berkeley 박사후연구원
현 재 KRICT 폐플라스틱 리파이너리 연구단장

산업통상자원부

2025 반도체특성화대학원지원(성균관대학교) 반도체 산학 교류회

(Semiconductor Industry–Academic Exchange Conference)

공동주관: 반도체특성화대학원사업단(산업통상자원부)/성균관대학교 반도체융합공학과
후　　원: 산업통상자원부/성균관대학교

제주국제컨벤션센터 202B호　　2025년 10월 16일(목), 13:00~18:00

Chair: 한재현, 성균관대학교 (Jae Hyun Han, Sungkyunkwan Univ.)

13:00	[Keynote Lecture] 산업용 AI 개발과 활용 *(Development and utilization of industrial AI)*	백도현, 성균관대학교 *(Do-Hyun Baek, Sungkyunkwan Univ.)*
13:50	[Keynote Lecture] CVD공정에서 샤워헤드 표면특성이 공정에 미치는 영향 *(Effect of the characteristics change on surface of shower head in CVD equipment)*	이도형, 에이플어스 *(Do-Hyeong Lee, Aplearth)*
14:40	[Keynote Lecture] 반도체 기술 혁신을 위한 소재 개발 *(Material for semiconductor technology innovation)*	박성준, 연세대학교 *(Seong-Jun Park, Yonsei Univ.)*
15:30	[Keynote Lecture] 차세대 트렌지스터 공정용 박막 기술 개발 *(Thin Film technologies for next genertation transistor manufacturing)*	이병훈, 삼성전자 *(Byounghoon Lee, Samsung Electronics)*
16:20	[Keynote Lecture] AI 시대를 대비한 Package 소재 동향 *(Material develop trend for package of AI related chips manufacturing)*	고영관, 삼성전자 *(Young-Gwan Ko, Samsung Electronics)*
17:10	[Keynote Lecture] 차세대 디바이스에서의 몰리브덴 메탈 적용 사례 *(Molybdenum application case in the next generation device)*	김오현, 에어리퀴드 *(Oh-Hyun Kim, Air Liquide)*
18:00	Wrap-up	김원식, 성균관대학고 *(Won-Sik Kim, Sungkyunkwan Univ.)*

Keynote Lecture Speaker



고영관, 삼성전자
Young-Gwan Ko, Samsung Electronics
2002 서울대 화학공학 박사
2015 삼성전기 FOPLP TF장 상무
2022 삼성전자 TSP소재기술팀장 상무
현 재 삼성전자 DS부문 협력사경영 자문단



이도형, 에이플어스
Do-Hyeong Lee, Aplearth
1996 충남대 신소재공학 석사
2005 삼성전자 책임 연구원
2008 원익IPS 연구소장
현 재 ㈜에이플어스 대표



박성준, 연세대학교
Seong-Jun Park, Yonsei Univ.
2003 Stanford 화학공학 박사
2018 SAIT 무기소재 랩장
2021 삼성전자 소재개발팀장
현 재 연세대 시스템반도체공학과 교수



이병훈, 삼성전자
Byounghoon Lee, Samsung Electronics
2010 한양대 나노화학 박사
2012 Colorado Univ. 박사후연구원
현 재 삼성전자 차세대공정개발 수석연구원



백도현, 성균관대학교
Do-Hyun Baek, Sungkyunkwan Univ.
2004 아리조나 주립대 반도체 박사
2008 미국 인텔
2012 삼성 전자 메모리 사업부
2023 삼성 SDI 이차 전지 개발
현 재 성균관대 전기전자공학부 연구교수



김오현, 에어리퀴드
Oh-Hyun Kim, Air Liquide Solutions Korea
2009 Univ. of Florida 화학공학 박사
2021 SK hynix, Chief Design Officer
현 재 Air Liquide Solutions Korea 대표이사

Organizer/Chair



한재현, 성균관대학교
Jae Hyun Han, Sungkyunkwan Univ.
1996 서울대 화학공학 박사
2004 삼성전자 수석(DRAM, 공정개발, 설비개발)
현 재 성균관대 반도체융합공학과 산학교수

C1 가스 리파이너리 밸류업 심포지엄

(Symposium on C1 Gas Refinery Value-up)

주 관: 서강대학교 C1 가스 리파이너리 밸류업 기술개발

제주국제컨벤션센터 삼다홀B 2025년 10월 17일(금), 08:50~11:00

Chair: 나정걸, 서강대학교 (Jeong-Geol Na, Sogang Univ.)

08:50	Opening remarks	
09:00 심(C1)금-1	저등급 CO_2/CH_4 이용 생분해성 고분자 생산 기술 개발 *(Reshaping petchem industry)*	김민식, 한국에너지기술연구원 *(Min-Sik Kim, KIER)*
09:30 심(C1)금-2	부생 탄소 자원의 공학적 가치 창출: 생물학적 제철 부생가스 전환을 위한 융합적 접근 *(Engineering value from waste carbon: Bioconversion of steel mill off-gas in a collaborative framework)*	나정걸, 서강대학교 *(Jeong-Geol Na, Sogang Univ.)*
10:00 심(C1)금-3	산업 부생가스 활용 저탄소 연/원료 합성 연구 *(Study of low carbon fuel/material using industrial byproduct gas)*	정천우, (재)포항산업과학연구원 *(Cheonwoo Jeong, RIST)*
10:30 심(C1)금-4	카보닐화를 통한 에폭사이드 Value-up 방향성 *(Value-up strategy for epoxides via carbonylation)*	윤성호, 중앙대학교 *(Sungho Yoon, Chung-Ang Univ.)*

Speaker



김민식, 한국에너지기술연구원
Min-Sik Kim, KIER
2007 서울대 생명과학 박사
2009 한국해양과학기술원 Postdoc
현 재 KIER 책임연구원



정천우, (재)포항산업과학연구원
Cheonwoo Jeong, RIST
2018 한양대 화학공학 박사
현 재 RIST 수석연구원



윤성호, 중앙대학교
Sungho Yoon, Chung-Ang Univ.
2004 MIT 생무기화학 박사
2007 국민대 응용화학과 교수
현 재 중앙대 화학과 교수

Organizer/Chair/Speaker



나정걸, 서강대학교
Jeong-Geol Na, Sogang Univ.
2001 KAIST 화학공학 박사
2004 KIER 책임연구원
현 재 서강대 화공생명공학과 부교수

Post-InP 양자점 소재 및 디스플레이 기술 심포지엄

(Symposium on Post-InP Quantum Dots for Display Applications)

주 관/후 원: KAIST 양자소재연구센터

제주국제컨벤션센터 삼다홀A | 2025년 10월 17일(금), 13:00~16:00

Chair: 정병국, 부산대학교 (Byeong Guk Jeong, Pusan Nat'l Univ.)
조성용, 한양대학교 (Seong-Yong Cho, Hanyang Univ.)

13:00 심(양자)금-1	Post-InP 양자점 소재 개발 현황 *(Post-InP quantum dots for display application)*	이도창, 한국과학기술원 *(Doh Chang Lee, KAIST)*
13:20 심(양자)금-2	PL & EL QD 소재 *(PL & EL QD materials)*	배완기, 성균관대학교 *(Wan Ki Bae, Sungkyunkwan Univ.)*
13:40 심(양자)금-3	고색재현 Post-InP 양자점용 신규 전구체 및 잉크 *(New precursors and inks for Post-InP quantum dots)*	이수연, 한국화학연구원 *(Su Yeon Lee, KRICT)*
14:00	Coffee break	
14:20 심(양자)금-4	양자점의 초고해상도 광패터닝 공정 개발 *(Photolithographic patterning of QD pixels through ligand photocrosslinking)*	강문성, 서강대학교 *(Moon Sung Kang, Sogang Univ.)*
14:50 심(양자)금-5	광이득 양자점 소재를 활용한 차세대 광원 기술 개발 *(Exploring optical gain in quantum dots for future light sources)*	함동효, 한양대학교 *(Donghyo Hahm, Hanyang Univ.)*
15:20 심(양자)금-6	적외선 광기능성 양자점 소재의 개발 *(Development of infrared-active quantum dot materials)*	노정철, 홍익대학교 *(Jungchul Noh, Hongik Univ.)*
15:50	패널 토론 *(Panel discussion)*	정병국, 조성용, 함동효, 노정철 *(Byeong Guk Jeong, Seong-Yong Cho, Donghyo Hahm, Jungchul Noh)*

Speaker



강문성, 서강대학교
Moon Sung Kang, Sogang Univ.
2011 Univ. of Minnesota 화학공학 박사
2012 서울대 물리천문학부 박사후 연구원
현 재 서강대 화공생명공학과 교수



함동효, 한양대학교
Donghyo Hahm, Hanyang Univ.
2020 서울대 화학생물공학 박사
2025 Los Alamos Nat'l Lab. 박사후연구원
현 재 한양대 화학공학과 교수



노정철, 홍익대학교
Jungchul Noh, Hongik Univ.
2022 Univ. Texas at Austin 화학공학 박사
현 재 Los Alamos Nat'l Lab. 박사후연구원
홍익대 화학공학과 교수

Organizer/Speaker



이도창, 한국과학기술원
Doh Chang Lee, KAIST
2007 Univ. Texas at Austin 화학공학 박사
2018 Columbia Univ. 방문교수
현 재 KAIST 생명화학공학과 교수



배완기, 성균관대학교
Wan Ki Bae, Sungkyunkwan Univ.
2009 서울대 화학생물공학 박사
2018 KIST 선임연구원
현 재 성균관대 교수



이수연, 한국화학연구원
Su Yeon Lee, KRICT
2011 KAIST 생명화학공학 박사
2014 Univ. of Pennsylvania 박사후연구원
현 재 KRICT 책임연구원

Chair



조성용, 한양대학교
Seong-Yong Cho, Hanyang Univ.
2015 서울대 재료공학 박사
2017 미국 일리노이주립대 박사후연구원
현 재 한양대 ERICA 교수



정병국, 부산대학교
Jeong, Byeong Guk
2019 KAIST 생명화학공학 박사
2022 Purdue Univ. 의생명공학부 박사후연구원
현 재 부산대 화공생명공학과 교수

산업기술알키미스트: 탄소 중립을 위한 탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS) 심포지엄

(Industrial Technology Alchemist Project: Symposium on Carbon Capture, Utilization and Storage for Carbon Neutralization)

주 관: 한국에너지공과대학교 산업기술알키미스트 프로젝트 사업단
후 원: 한국산업기술기획평가원

제주국제컨벤션센터 삼다홀A — **2025년 10월 17일(금), 09:00~11:00**

Chair: 김창우, 국립부경대학교 (Chang Woo Kim, Pukyoung Nat'l Univ.)

09:00 심(탄소)금-1	탄소 자원의 변환 기술 *(Carbon resources conversion technology)*	강영수, 한국에너지공과대학교 *(Young Soo Kang, KENTECH)*
09:25 심(탄소)금-2	액체연료 생산을 위한 고체전해질 반응시스템 개발 *(Porous solid electrolyte system for liquid fuel production)*	박기태, 건국대학교 *(Ki Tae Park, Konkuk Univ.)*
09:50	Coffee break	

Chair: 강명종, 국립강릉원주대학교 (Myung Jong Kang, Gangneung-Wonju Nat'l Univ.)

10:00 심(탄소)금-3	이산화탄소 저에너지 · 고효율 전환을 위한 집적형 줄 발열 공정 개발 *(Integrated joule-heating-based process for energy-efficient and high-performance CO_2 conversion)*	김선규, 국립부경대학교 *(Sunkyu Kim, Pukyoung Nat'l Univ.)*
10:20 심(탄소)금-4	초분자 흡착제를 이용한 이산화탄소 포집 *(Supramolecular adsorbents for CO_2 capture)*	김현욱, 고려대학교 *(Hyunuk Kim, Korea Univ.)*
10:40 심(탄소)금-5	효율적 에탄올 생산을 위한 Cu 합금 기반 전기화학 CO_2 환원 촉매의 계면 제어 *(Interface control of Cu-based CO_2 electroreduction catalysts for efficient ethanol production)*	남대현, 고려대학교 *(Dae-Hyun Nam, Korea Univ.)*

Speaker



박기태, 건국대학교
Ki Tae Park, Konkuk Univ.
2011 고려대 화공생명공학 박사
2022 KIER 책임연구원
현 재 건국대 화학공학부 교수



김선규, 국립부경대학교
Sunkyu Kim, Pukyoung Nat'l Univ.
2021 Univ. of California, Irvine 화공생명공학 박사
2023 Univ. of Delaware, 박사후연구원
현 재 국립부경대 에너지화학소재공학전공 조교수



김현욱, 고려대학교
Hyunuk Kim, Korea Univ.
2009 POSTECH 화학 박사
2011 Stanford Univ. 화학과 박사후연구원
2024 KIER 책임연구원
현 재 고려대 세종캠퍼스 신소재화학과 부교수



남대현, 고려대학교
Dae-Hyun Nam, Korea Univ.
2017 서울대 재료공학 박사
2020 Univ. of Toronto 박사후연구원
2024 DGIST 조교수
현 재 고려대 신소재공학부 부교수

Organizer/Speaker



강영수, 한국에너지공과대학교
Young Soo Kang, KENTECH
1992 University of Houston 박사
2008 부경대 화학과 교수
2022 서강대 화학과 교수
현 재 KENTECH 교수

Chair



김창우, 국립부경대학교
Chang Woo Kim, Pukyoung Nat'l Univ.
2012 서강대 화학 박사
2017 Univ. of Texas Austin 박사후연구원
현 재 부경대학교 나노융합반도체공학부 부교수



강명종, 국립강릉원주대학교
Myung Jong Kang, Gangneung-Wonju Nat'l Univ.
2018 서강대 화학 박사
2020 KRICT 박사후연구원
현 재 국립강릉원주대 화학신소재학과 부교수

수소로 여는 에너지 전환의 미래 심포지엄

(Symposiumm on Hydrogen as a Key to the Future Energy Transition)

주 관: 국가녹색기술연구소
후 원: 국가과학기술연구회

제주국제컨벤션센터 한라홀B | 2025년 10월 17일(금), 09:30~16:30

Organizer: 이상협, 국가녹색기술연구소 (Sanghyup Lee, NIGT)

개회식

09:30	개회사 *(Opening remarks)*	이상협, 국가녹색기술연구소 *(Sanghyup Lee, NIGT)*
09:35	축사 *(Congratulatory remarks)*	TBD
09:40	사진 촬영 *(Group photo)*	

세션 1: 글로벌 수소 공급망 구축을 위한 대외 협력
(Session I: Collaboration for the Establishment of a Global Hydrogen Supply Chain)

Chair: 신종석, 국가녹색기술연구소 (Jongseok Shin, NIGT)

09:50	그린수소 경제성과 글로벌 수소 무역 *(Green hydrogen economics and global hydrogen trade)*	Dolf Gielen, World Bank
10:10	한국과 생산국을 잇는 대륙 간 수소 공급망 협력 사례 *(Case studies on intercontinental hydrogen supply chain cooperation: Korea and producing countries)*	정기석, 삼성물산 *(Kisuk Jung, Sansung C&T)*
10:30	한-호주 수소 협력: 협력을 위한 공동 정책 연구 *(Korea-Australia hydrogen cooperation: Joint policy research)*	호주 NSW주 관계자 *(Government Official, Australia)*
10:50	패널토론 및 Q&A *(Panel discussion and Q&A)*	
11:20	Lunch	

Organizer



이상협, 국가녹색기술연구소
Sanghyup Lee, NIGT
1998 서울대 도시공학 박사
2004 KIST 영년직 연구원
현 재 국가녹색기술연구소. 소장

Chair



신종석, 국가녹색기술연구소
Jongseok Shin, NIGT
2015 KAIST 건설및환경공학
2017 캄보디아 iWc(글로벌 물 거점센터) TPC 단원
현 재 NIGT 글로벌전략센터장

수소로 여는 에너지 전환의 미래 심포지엄

(Symposiumm on Hydrogen as a Key to the Future Energy Transition)

주 관: 국가녹색기술연구소
후 원: 국가과학기술연구회

제주국제컨벤션센터 한라홀B 2025년 10월 17일(금), 09:30~16:30

세션 2: 수소 에너지로의 전환을 위한 수소 저장·운송·활용
(Session II: Advancing the Energy Transition through Hydrogen Storage, Transport, and Utilization)

Chair: 손현태, 한국과학기술연구원 (Hyuntae Sohn, KIST)

13:00	수소 저장 · 운송 기술을 활용한 글로벌 동향 *(Utilization of hydrogen storage & transportation technology)*	TBD
13:20	수소 운송 · 저장을 위한 화학적 저장 기술에 대한 혁신적 솔루션 및 미래 도전과제 *(Innovative chemical hydrogen storage technologies: Solutions and future challenges for transport and storage)*	Daniel Teichmann, Hydrogenious
13:40	한국의 수소 운송 · 저장 기술 연구개발 동향 및 미래 전망 *(R&D trends and future prospects of hydrogen transport and storage technologies in Korea)*	TBD
14:00	패널토론 및 Q&A *(Panel discussion and Q&A)*	
14:30	Coffee break	

세션 3: 미래 에너지로서의 수소 생산
(Session III: Hydrogen Production for the Future Energy Transition)

Chair: 김용민, 한국과학기술연구원 (Yongmin Kim, KIST)

14:50	수소 생산을 위한 기술혁신 동향 및 전망 *(Trends and prospects of technological innovations for hydrogen production)*	TBD
15:10	수소 생산을 위한 주요국의 노력 *(Efforts of major countries in hydrogen production)*	Alexandar Trattner, HyCentA
15:30	한국의 수소 생산기술 개발 현황 *(Current status of hydrogen production technology development in Korea)*	TBD
15:50	패널토론 및 Q&A *(Panel discussion and Q&A)*	
16:20	마무리 및 폐회 *(Wrap-up and closing)*	

Organizer



이상협, 국가녹색기술연구소
Sanghyup Lee, NIGT
1998 서울대 도시공학 박사
2004 KIST 영년직 연구원
현 재 국가녹색기술연구소. 소장

Chair



손현태, 한국과학기술연구원
Hyuntae Sohn, KIST
2016 오하이오 주립대 화학공학 박사
2018 미국 아르곤국립연구소 박사후연구원
현 재 UST 에너지-환경 융합 부교수
KIST 수소 · 연료전지연구단 책임연구원



김용민, 한국과학기술연구원
Yongmin Kim, KIST
2019 스탠포드 기계공학 박사
현 재 KIST 수소 · 연료전지연구단 책임연구원

플라즈마를 활용한 폐플라스틱의 화학적 재활용 심포지엄

(Symposium on Chemical Recycling of Waste Plastics Using Plasma)

주 관: 플라즈마 폐유기물 기초원료화 사업단
후 원: 환경부 · 과학기술정보통신부

제주국제컨벤션센터 303호 | 2025년 10월 17일(금), 08:40~11:00

Chair: 이대훈, 한국기계연구원 (Dae Hoon Lee, KIMM)

08:40	플라즈마활용 폐유기물 기초원료화 사업단 소개 *(Overview of plasma process for organic material recycling Project)*	이대훈, 한국기계연구원 *(Dae Hoon Lee, KIMM)*
08:50 심(재활용)금-1	플라즈마 활용 혼합 폐플라스틱 화학전환 공정 개발 *(Development of plasma chemical conversion process for mixed plastic wastes)*	이대훈, 한국기계연구원 *(Dae Hoon Lee, KIMM)*
09:10 심(재활용)금-2	파일럿 규모 오거 시스템 이용 폐플라스틱 열적 해중합 *(Thermal depolymerization of post-consumer plastics in a pilot-scale auger system)*	정수화, 한국생산기술연구원 *(Soo-Hwa Jeong, KITECH)*
09:30 심(재활용)금-3	폐기물에서 가치로: 물 첨가로 활성화된 폐플라스틱 업사이클링 *(From waste to worth: Water-promoted mechanisms in catalytic plastic recycling)*	노인수, 고려대학교 *(Insoo Ro, Korea Univ.)*
09:50	Coffee break	
10:00 심(재활용)금-4	폐PET 및 폐폴리에스터 섬유의 해중합 기술 *(Depolymerization of waste PET and polyester fiber)*	홍도영, 한국화학연구원 *(Do-Young Hong, KRICT)*
10:20 심(재활용)금-5	폴리에스터/PET 분해산물로부터 기초화학원료 생산 촉매화학기술 개발 *(Catalysis for producing chemicals from polyester/PET monomers)*	하정명, 한국과학기술연구원 *(Jeong-Myung Ha, KIST)*
10:40 심(재활용)금-6	플라즈마 활용 혼합 폐플라스틱 업사이클링 기술의 공정 단위 기술경제성 평가 *(Process-wise economic evaluation of plasma pyrolysis for mixed plastic upcycling)*	김경수, 한국과학기술연구원 *(Kyeongsu Kim, KIST)*
11:00 심(재활용)금-7	MOF를 이용한 C2 흡착분리 및 에틸렌 정제공정 기술 *(C2 adsorption separation and ethylene purification process using MOF)*	이우황, 한국화학연구원 *(U-Hwang Lee, KRICT)*

Speaker



정수화, 한국생산기술연구원
Soo-Hwa Jeong, KITECH
2013 서울시립대 에너지시스템공학 박사
2025 KITECH 선임연구원
현 재 KITECH 수석연구원



노인수, 고려대학교
Insoo Ro, Korea Univ.
2017 Univ. of Wisconsin-Madison 화학공학 박사
2025 서울과기대교 화공생명공학과 부교수
현 재 고려대 화공생명공학과 부교수



하정명, 한국과학기술연구원
Jeong-Myung Ha, KIST
2006 Univ. of Minnesota 화학공학 박사
2004 Univ. of California at Berkeley 박사후연구원
현 재 KIST 책임연구원



김경수, 한국과학기술연구원
Kyeongsu Kim, KIST
2019 서울대 화학생물공학 박사
2021 KIST 박사후연구원
현 재 KIST 선임연구원



이우황, 한국화학연구원
U-Hwang Lee, KRICT
2007 성균관대 이화학 박사
2009 Brown Univ. 박사후연구원
현 재 KRICT 책임연구원

Organizer/Chair/Speaker



이대훈, 한국기계연구원
Dae Hoon Lee, KIMM
2003 KAIST 기계공학(항공우주전공) 박사
2004 KAIST 정보전자연구소 연수연구원
현 재 KIMM 질소자원화 글로벌TOP 전략연구단 단장

Organizer/Speaker



홍도영, 한국화학연구원
Do-Young Hong, KRICT
2006 한양대 화학공학 박사
2012 Univ. of Minnesota 박사후연구원
현 재 KRICT 책임연구원

기후 변화 대응용 첨단 고분자 소재 심포지엄

(Symposium on Advanced Polymer Materials for Climate Change Response)

주 관: 고분자부문위원회

제주국제컨벤션센터 201B호 2025년 10월 17일(금), 08:30~11:00

Chair: 박정태, 연세대학교 (Jung Tae Park, Yonsei Univ.)
송슬기, 충남대학교 (Seulki Song, Chungnam Nat'l Univ.)

08:30 심(고분)금-1	[Keynote Lecture] 차세대 이차전지용 유연 고분자 전해질 *(Flexible polymer electrolytes for next generation secondary batteries)*	김덕준, 성균관대학교 *(Dukjoon Kim, Sungkyunkwan Univ.)*
09:00 심(고분)금-2	[Keynote Lecture] 기후위기 대응 R&D 전략 *(R&D strategy for global warming)*	정희태, 한국과학기술원 *(Hee-Tae Jung, KAIST)*
09:30 심(고분)금-3	[Keynote Lecture] 키랄성 초분자/융복합 나노소재 기반 에너지 · 바이오 미래기술 *(Energy · bio future technology based on chiral supramolecules and convergence nanomaterials)*	김동하, 이화여자대학교 *(Dong Ha Kim, Ewha Womans Univ.)*
10:00 심(고분)금-4	Eco-friendly aqueous polymerization of aromatic polyimides: Synthetic mechanism and electronic applications	김윤호, 한국화학연구원 *(Yun Ho Kim, KRICT)*
10:20 심(고분)금-5	Polymer materials for energy and battery applications	송우진, 충남대학교 *(Woo-Jin Song, Chungnam Nat'l Univ.)*
10:40 심(고분)금-6	Next-generation membranes for water electrolysis in green hydrogen production	이재훈, 인천대학교 *(Jae-Hun Lee, Incheon Nat'l Univ.)*

Keynote Lecture Speaker



김덕준, 성균관대학교
Dukjoon Kim, Sungkyunkwan Univ.
1993 Purdue Univ. 화학공학 박사
1994 Lehigh Univetsity 연구원
현 재 성균관대 화학공학부 교수



정희태, 한국과학기술원
Hee-Tae Jung, KAIST
1998 Case Western Reserve Univ. 고분자공학 박사
현 재 KAIST 생명화학공학과 교수
KAIST-사우디아람코 CO_2 센터장
한국환경과학회 회장



김동하, 이화여자대학교
Dong Ha Kim, Ewha Womans Univ.
2000 서울대 섬유고분자공학 박사
2003 Univ. of Massachusetts at Amherst 박사후연구원
2005 Max Planck Institute for Polymer Research 박사후연구원
현 재 이화여대 화학나노과학과 교수
Fellow of Royal Society of Chemistry

Invited Speaker



김윤호, 한국화학연구원
Yun Ho Kim, KRICT
2010 KAIST 생명화학공학 박사
2011 Washington Univ. in St. Louis 박사후연구원
2011 KRICT 선임연구원
현 재 KRICT 책임연구원/센터장



송우진, 충남대학교
Woo-Jin Song, Chungnam Nat'l Univ.
2018 UNIST 에너지공학 박사
2019 POSTECH 신소재공학과 박사후연구원
2020 스탠퍼드대 화학공학과 박사후연구원
현 재 충남대 유기재료공학과 부교수



이재훈, 인천대학교
Jae-Hun Lee, Incheon Nat'l Univ.
2019 연세대 화공생명공학 박사
2020 KIER 선임연구원
현 재 인천대 에너지화학공학과 조교수

Organizer/Chair



박정태, 연세대학교
Jung Tae Park, Yonsei Univ.
2012 연세대 화공생명공학 박사
2013 MIT 화학공학과 박사후연구원
현 재 연세대 디스플레이융합공학과 부교수



송슬기, 충남대학교
Seulki Song, Chungnam Nat'l Univ.
2017 POSTECH 박사
2018 막스플랑크 연구소 박사후연구원
현 재 충남대 응용화학공학과 조교수

미래 공업화학 기술: Bio & Energy 분야 심포지엄

(Future Industrial Chemistry: Symposium on Bio & Energy Technologies)

주 관: 공업화학부문위원회

제주국제컨벤션센터 402A호 2025년 10월 17일(금), 08:40~11:00

Chair: 진준형, 경기대학교 (Joon-Hyung Jin, Kyonggi Univ.)

08:40 심(공업)금-1	[Keynote Lecture] 용액공정 기반 뉴로모픽 소자 개발 *(Development of neuromorphic devices based on a solution process)*	김영진, 경기대학교 *(Youngjin Kim, Kyonggi Univ.)*
09:10 심(공업)금-2	[Keynote Lecture] 추진기관용 액체추진제 개발동향 *(The development trend of liquid propellant for propulsion engine)*	정병훈, 국방과학연구소 *(Byung Hun Jeong, Agency for Defense Development)*
09:40	Coffee break	
09:50 심(공업)금-3	[Keynote Lecture] 목질계 바이오매스를 이용한 탄소저감형 화이트바이오 소재기술개발 *(R&D of sustainable white biochemicals with reduced carbon emissions using lignocelullosic biomass)*	김태현, 한양대학교 *(Tae Hyun Kim, Hanyang Univ.)*
10:20 심(공업)금-4	[Keynote Lecture] 인공수정체의 반짝임 변성 감소를 위한 소재 개발 *(Development of materials to reduce the glistening in intraocular lens)*	송기창, 건양대학교 *(Ki Chang Song, Konyang Univ.)*

Keynote Lecture Speaker



김영진, 경기대학교
Youngjin Kim, Kyonggi Univ.
2018 고려대 NBIT 융합대학원 박사
2023 삼성전자 FLASH PA1팀 CL3
현 재 경기대 화학공학과 교수



정병훈, 국방과학연구소
Byung Hun Jeong,
Agency for Defense Development
2007 충남대 공업화학 박사
2024 국방과학연구소 추진기관부 수석연구원
현 재 국방과학연구소 책임연구원



김태현, 한양대학교
Tae Hyun Kim, Hanyang Univ.
2004 Auburn Univ. Chemical Eng., 박사
1994 LG화학 사원
1995 삼성엔지니링 주임
2005 USDA-ARS-ERRC 연구원
2007 Iowa State Univ 조교수
2012 공주대학교 부교수
현 재 한양대 차세대반도체융합공학부 교수

Organizer/Chair



송기창, 건양대학교
Ki Chang Song, Konyang Univ.
1989 KAIST 화학공학 박사
2000 스위스 취리히공대 방문교수
현 재 건양대 의료신소재학과 교수



진준형, 경기대학교
Joon-Hyung Jin, Kyonggi Univ.
2003 고려대 생명공학 박사
2017 경기대 화학공학과 교수
현 재 경기대 화학공학과 교수

Symposium on Digital Transformation in Bioprocess and Pharmaceutical Manufacturing

Host: Division of Process Systems Engineering

ICC JEJU 401 | 2025. 10. 16.(Thu), 14:30~17:00

Chair: Moo Sun Hong, Seoul Nat'l Univ.

14:30 심(공정)목-1	Flexible bioreactor operation platform for biologics	Seongkyu Yoon, Umass Lowell
15:00 심(공정)목-2	Process systems engineering tools for pharmaceutical development	Salvador García Muñoz, Eli Lilly and Company
15:30 심(공정)목-3	Advanced biotherapeutics: Global regulatory & CMC challenges and strategies	Jun Park, KHIDI
16:00 심(공정)목-4	Application of process systems engineering approaches for establishing quality control strategies in continuous pharmaceutical manufacturing	Hae Woo Lee, KMEDI-hub
16:30 심(공정)목-5	CJ bio process research advancing with AI-hybrid modeling	Chanhun Park, CJ CheilJedang

Invited Speaker



Seongkyu Yoon, Umass Lowell

2001 PhD, Chem. Eng., McMaster Univ.
2010 Group Lead, Manufacturing Sciences Group Biogen
Present Prof., Chem. Eng., UMass Lowell



Salvador García Muñoz, Eli Lilly and Company

2004 PhD, Chem. Eng., McMaster Univ.
Present Executive Director, Eli Lilly and Company



Jun Park, KHIDI

1990 PhD, Biochem. Eng., WPI
2017 CMC Reviewer, US FDA/CDER
Present Executive Consultant, KHIDI



Hae Woo Lee, KMEDI-hub

2010 PhD, Chem. Eng., POSTECH
2013 Postdoc, Chem. Eng., Univ. of Massachusetts
Present Principal Researcher, KMEDI-hub



Chanhun Park, CJ CheilJedang

2016 PhD, Chem. Eng., Hanyang Univ.
2018 Team Lead, Material Development Team BMDRC
Present Group Manager, BIO Research Institute CJ CheilJedang

Organizer/Chair



Moo Sun Hong, Seoul Nat'l Univ.

2021 PhD, Chem. Eng., MIT
2023 Postdoc, Chem. Eng., MIT
Present Prof., Chem. and Bio. Eng., Seoul Nat'l Univ.

Organizer



Kyeongsu Kim, KIST

2019 PhD, Chem. and Bio. Eng., Seoul Nat'l Univ.
2021 Postdoc, KIST
Present Senior Research Scientist, KIST

차세대 분리 기술 심포지엄: 분자 설계에서 지속가능한 공정 통합까지

(Symposium on Separation Frontiers: Advanced Molecular Design and Sustainable Integration)

주 관: 분리기술부문위원회

제주국제컨벤션센터 203호 2025년 10월 17일(금), 08:30~10:30

Chair: 이종석, 서강대학교 (Jong Suk Lee, Sogang Univ.)
이찬현, 울산대학교 (Chan Hyun Lee, Univ. of Ulsan)

08:30 심(분리)금-1
지속 가능한 저에너지/고회수율 수처리를 위한 hybrid semi-batch/batch reverse osmosis 시스템의 bench-scale 규모 실증 테스트, 모델 최적화 및 전과정평가
(Bench-scale implementation, model optimization, and life cycle assessment of hybrid semi-batch/batch reverse osmosis for sustainable desalination system with low-energy and high recovery)
박기호, 한양대학교 *(Kiho Park, Hanyang Univ.)*

09:00 심(분리)금-2
[Keynote Lecture] MOF기반 이산화탄소 포집제 연구
(MOF-based carbon dioxide adsorbents)
홍창섭, 고려대학교 *(Chang Seop Hong, Korea Univ.)*

09:30 심(분리)금-3
고분자 기체 분리막을 위한 분자시뮬레이션
(Molecular simulation for polymeric membranes for gas separation)
박치훈, 경상국립대학교 *(Chi Hoon Park, Gyeongsang Nat'l Univ.)*

10:00 심(분리)금-4
미세다공성 고분자 기반 기체 분리막: 소재 설계 및 박막화 기술
(Polymers of intrinsic microporosity for gas separation: From materials to thin-films)
이태훈, 성균관대학교 *(Tae Hoon Lee, Sungkyunkwan Univ.)*

Keynote Lecture Speaker



홍창섭, 고려대학교
Chang Seop Hong, Korea Univ.
1999 KAIST 화학 박사
2002 UC Berkeley 박사후연구원
현 재 고려대 화학과 교수

Invited Speaker



박기호, 한양대학교
Kiho Park, Hanyang Univ.
2018 고려대 화공생명공학 박사
2021 Univ. of Birmingham, Research fellow
현 재 한양대 화학공학과 부교수



박치훈, 경상국립대학교
Chi Hoon Park, Gyeongsang Nat'l Univ.
2010 한양대 화학공학 박사
2014 ITM-CNR Postdoc
현 재 경상국립대 에너지공학과 교수

Organizer/Chair



이태훈, 성균관대학교
Tae Hoon Lee, Sungkyunkwan Univ.
2021 한양대 에너지공학 박사
2025 MIT 박사후연구원
현 재 성균관대 미래에너지공학과 조교수



이종석, 서강대학교
Jong Suk Lee, Sogang Univ.
2011 Georgia Tech 화학공학 박사
2016 KIST 선임연구원
현 재 서강대 화공생명공학과 교수

Chair



이찬현, 울산대학교
Chan Hyun Lee, Univ. of Ulsan
2017 고려대 화공생명공학 박사
2022 KIER 선임연구원
현 재 울산대 에너지화학공학부 조교수

타임캡슐 2055_미래를 빚어갈 생물화공 혁신: 산학연이 함께 나누는 비전 심포지엄

(Time Capsule 2055_Biochemical Innovations Shaping Our Future: A Vision Shared by Academia, Industry, and Research)

공동주관: 생물화공부문위원회, 한국합성생물학발전협의회

제주국제컨벤션센터 202A호 2025년 10월 17일(금), 08:30~11:00

Chair: 김동혁, 울산과학기술원 (Donghyuk Kim, UNIST)
서상우, 서울대학교 (Sang Woo Seo, Seoul Nat'l Univ.)

08:30 심(생물)금-1	[Keynote Lecture] CJ BIO의 미래를 설계하다 : 원료 다변화, 제품의 혁신 *(Engineering the future of CJ Bio : New inputs, New outputs)*	서창일, CJ제일제당 *(Changil Seo, CJ cheiljedang)*
09:00 심(생물)금-2	생물분자의 설계에서 생명현상의 설계로 *(From the design of biomolecules to the design of biological phenomena)*	이상민, 포항공과대학교 *(Sangmin Lee, POSTECH)*
09:30 심(생물)금-3	바이오 제조 가속화를 위한 미생물 세포 공장 재설계 *(Microbial cell factory engineering to accelerate the transition to biomanufacturing)*	임현규, 인하대학교 *(Hyun Gyu Lim, Inha University)*
10:00 심(생물)금-4	시스템 및 합성 생물학을 활용한 미생물 활용 극대화 *(Unlocking the full genetic potential of microbes through synergizing systems & synthetic biology)*	이남일, 한국과학기술원 *(Namil Lee, KAIST)*
10:30 심(생물)금-5	2055년 청정사회를 위한 미생물 해법 *(Bioprocessing the future: Microbial solutions for a clean society by 2055)*	안정호, 한국과학기술연구원 *(Jung Ho Ahn, KIST)*

Keynote Lecture Speaker



서창일, CJ제일제당
Changil Seo, CJ cheiljedang
2003 고려대 생명공학 석사
2006 종근당 생물공학실 연구원
현 재 CJ제일제당 BIO R&D 상무

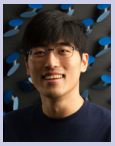


이남일, 한국과학기술원
Namil Lee, KAIST
2020 KAIST 생명공학 박사
2025 UC Berkeley & JBEI, 박사후연구원
현 재 KAIST 공학생물학 대학원 조교수



주계일, 이화여자대학교
Kye Il Joo, Ewha Womans Univ.
2009 Univ. of Southern California 화학공학 박사
2016 Voyager Therpeutics, USA 선임연구원
현 재 이화여대 화공신소재공학과 부교수

Invited Speaker



이상민, 포항공과대학교
Sangmin Lee, POSTECH
2021 Univ. of Michigan 화학공학 박사
2023 Univ. of Washington 생화학과 박사후연구원
현 재 POSTECH 화학공학과 조교수



안정호, 한국과학기술연구원
Jung Ho Ahn, KIST
2019 KAIST 생명화학공학 박사
2019 KIST 생물공정연구센터 박사후연구원
현 재 KIST 선임연구원

Chair



김동혁, 울산과학기술원
Donghyuk Kim, UNIST
2014 Univ. of California, San Diego, Bioengineering 박사
2018 경희대 유전공학과 조교수
현 재 UNIST 에너지화학공학과 부교수



임현규, 인하대학교
Hyun Gyu Lim, Inha University
2017 POSTECH 화학공학 박사
2023 UCSD Bioengineering 박사후연구원
현 재 인하대 생명공학과 조교수

Organizer



이정욱, 포항공과대학교
Jeong Wook Lee, POSTECH
2009 KAIST 생명화학공학 박사
2017 하버드 Wyss 연구소 선임연구원
현 재 POSTECH 화학공학과 부교수



서상우, 서울대학교
Sang Woo Seo, Seoul Nat'l Univ.
2012 POSTECH 화학공학 박사
2015 Univ. of California, San Diego 박사후연구원
현 재 서울대 화학생물공학부 교수

탄소중립 사회를 위한 e-Fuel/e-Chemical 기술 심포지엄

(Symposium on e-Fuel and e-Chemical Technologies toward a Carbon-Neutral Society)

주 관: 에너지 환경부문위원회

제주국제컨벤션센터 301호 | 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:30

Chair: 김상경, 한국에너지기술연구원 (Sang-Kyung Kim, KIER)

14:30 심(에환)목-1	e-메탄 생산 시스템 파일럿 규모(30 Nm^3/h) 운전 결과 및 기술경제성 평가 *(Pilot-scale (30 Nm^3/h) operation results and techno-economic evaluation of e-methane production system)*	김수현, 고등기술연구원 *(Suhyun Kim, IAE)*
15:00 심(에환)목-2	CO_2 직접수소화를 통해 액체 탄화수소 제조하는 Power-to-Liquid 핵심 요소 실증기술 개발 *(Development of core demonstration technology of Power-to-Liquid for liquefied hydrocarbon production via CO_2 Direct Hydrogenation*	김정랑, 한국화학연구원 *(Jeong-Rang Kim, KRICT)*
15:30 심(에환)목-3	마이크로채널 반응기를 이용한 이퓨얼 생산 *(E-fuel production in a microchannel reactor)*	김 영, 한국기계연구원 *(Young Kim, KIMM)*
16:00	Coffee break	
16:20 심(에환)목-4	차세대 선박연료로서의 메탄올 제조기술 현황 *(Overview of methanol production technology as an alternative marine fuel*	김학주, 한국에너지기술연구원 *(HakJoo Kim, KIER)*
16:50 심(에환)목-5	전기화학적 CO_2 전환 e-Chemical 생산 연구 *(Electrochemical CO_2 reduction for sustainable e-Chemicals production)*	오형석, 한국과학기술연구원 *(Hyung-Suk Oh, KIST)*

Invited Speaker



김수현, 고등기술연구원
Suhyun Kim, IAE
2011 아주대 에너지공학 박사
현 재 아주대 에너지시스템학부 겸임교수
IAE 에너지환경연구센터
수석연구원



김정랑, 한국화학연구원
Jeong-Rang Kim, KRICT
2009 KAIST 화학공학 박사
2013 삼성토탈(現 한화토탈)
화성연구팀 과장
현 재 KRICT 수소C1가스연구센터
책임연구원



김 영, 한국기계연구원
Young Kim, KIMM
2008 KAIST 생명화학공학 박사
2008 KAIST 응용과학연구소
박사후연구원
현 재 KIMM 히트펌프연구센터
책임연구원



김학주, 한국에너지기술연구원
HakJoo Kim, KIER
2004 고려대 화학공학 박사
2005 동경대 응용화학과 박사후연구원
현 재 KIER CCS연구단 책임연구원



오형석, 한국과학기술연구원
Hyung-Suk Oh, KIST
2012 연세대 화공생명공학 박사
2017 베를린 공대 박사후연구원
현 재 KIST 청정에너지연구센터 센터장

Organizer/Chair



김상경, 한국에너지기술연구원
Sang-Kyung Kim, KIER
2004 KAIST 화학공학 박사
2013 메릴랜드주립대 방문연구원
현 재 KIER 수소연구단 책임연구원

Organizer



임탁형, 한국에너지기술연구원
Tak Hyoung Lim, KIER
2004 KAIST 생명화학공학 박사
현 재 KIER 수소연료전지연구실
책임연구원



이도연, 한밭대학교
Doyeon Lee, Hanbat Nat'l Univ.
2015 KAIST 생명화학공학 박사
2021 KIER 온실가스연구실 선임연구원
현 재 국립한밭대 건설환경공학과 부교수

탄소중립 달성을 위한 에너지 혁신 기술 심포지엄

(Symposium on Energy Innovation Technologies for Achieving Carbon Neutrality)

주 관: 열역학분자모사부문위원회

제주국제컨벤션센터 202B호 2025년 10월 17일(금), 08:50~11:00

Chair: 최원중, 국립창원대학교 (Wonjung Choi, Changwon Nat'l Univ.)

08:50 심(열역)금-1	[Keynote Lecture] CO_2 활용 및 H_2 생산을 위한 케미컬 루핑 공정 *(Chemical looping processes for CO_2 utilization and H_2 generation)*	이재우, 한국과학기술원 *(Jae Woo Lee, KAIST)*
09:20 심(열역)금-2	[Keynote Lecture] CO_2 포집 · 저장 · 수송 기술과 클러스레이트 하이드레이트 *(CO_2 capture, storage, transportation technologies and clathrate hydrate)*	서용원, 울산과학기술원 *(Yongwon Seo, UNIST)*
09:50 심(열역)금-3	[Keynote Lecture] 에너지 전환 대응 플랜트 사업의 진화 *(Evolution of plant business cope with energy transition)*	서유택, 서울대학교 *(Yutaek Seo, Seoul Nat'l Univ.)*
10:20 심(열역)금-4	CO_2 고체화 위험 완화 및 주입 플랫폼 설계를 위한 첨단 전략 *(Advanced strategies for CO_2 solidification risk mitigation and injection platform design)*	이준섭, HD한국조선해양 *(Joonseop Lee, HD Korea Shipbuilding & Offshore Engineering)*
10:40 심(열역)금-5	이산화탄소와 수소로부터 고부가가치 화합물 생산을 위한 촉매 기술 *(Catalytic technologies for the production of value-added compounds from carbon dioxide and hydrogen)*	김광영, 한국에너지기술연구원 *(Kwangyoung Kim, KIER)*

Keynote Lecture Speaker



이재우, 한국과학기술원
Jae Woo Lee, KAIST
2000 Carnegie Mellon Univ. 화학공학 박사
2012 City College of New York 교수
현 재 KAIST 생명화학공학과 ICT 석좌교수/ERC센터장



서용원, 울산과학기술원
Yongwon Seo, UNIST
2003 KAIST 화학생명공학 박사
2012 국립창원대 부교수
현 재 UNIST 지구환경도시건설공학과/탄소중립대학원 교수



서유택, 서울대학교
Yutaek Seo, Seoul Nat'l Univ.
2003 KAIST 화학생명공학 박사
2012 CRISO Petroluem, Group leader
현 재 서울대 조선해양공학과 교수(휴직)
현대건설 기술연구원 상무

Invited Speaker



이준섭, HD한국조선해양
Joonseop Lee, HD Korea Shipbuilding & Offshore Engineering
2021 UNIST 환경과학공학 박사
현 재 HD한국조선해양 책임연구원



김광영, 한국에너지기술연구원
Kwangyoung Kim, KIER
2022 UNIST 화학공학 박사
현 재 KIER 선임연구원

Organizer/Chair



최원중, 국립창원대학교
Wonjung Choi, Changwon Nat'l Univ.
2021 UNIST 환경과학공학 박사
2022 Colorado School of Mines 박사후연구원
현 재 국립창원대 에너지화학공학과 조교수

제4회 에너지·환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄 : AI 융합을 통한 소재-공정 설계 혁신

(4th Symposium on Energy and Environmental Materials Process Integration Research : AI-Driven Design of Materials and Process)

공동주관: 이동현상부문위원회, 에너지·환경소재공정조합설계연구단
후　　원: 한국연구재단

제주국제컨벤션센터 201A호　　2025년 10월 16일(목), 09:00~11:00

Chair: 김동재, 순천향대학교(Dongjae Kim, Soonchunhyang Univ.)

09:00 심(이동)목-1	[Keynote Lecture] AI 기반 전주기 데이터 플랫폼 구축을 통한 Lab-to-Fab 격차 해소 *(Bridging the lab-to-fab gap: Toward an AI-driven, end-to-end data platform)*	박인철, 포스코홀딩스 *(Inchul Park, POSCO N.EX.T Hub)*
09:20 심(이동)목-2	현탁액 코팅 및 건조 공정에서 입자 역학 최신 동향 *(Recent trends in particle behavior in suspension coating and drying processes)*	정현욱, 고려대학교 *(Hyunwook Jung, Korea Univ.)*
09:35 심(이동)목-3	리튬이차전지 에너지 밀도 및 성능 향상을 위한 고밀도 후막 전극 개발 전략 *(Development strategies of high-density thick electrodes for enhancing the energy density and performance of lithium-ion batteries)*	유정근, 한국과학기술연구원 *(Jeongkeun Yoo, KIST)*
09:50	Coffee break	
10:00 심(이동)목-4	AI의 문맥학습을 활용한 고분자 설계 *(When AI learns the context of polymer chemistry: The HAPPY paradigm)*	허수미, 전남대학교 *(Su-Mi Hur, Chonnam Univ.)*
10:15 심(이동)목-5	인공지능을 활용한 고분자 복합소재 설계: 기회와 도전 *(AI-powered polymer composites design: opportunities and challenges)*	김　인, 한국화학연구원 *(In Kim, KRICT)*
10:30 심(이동)목-6	유변학-인공지능 융합분석 기반 소재 및 공정 분석 *(Rheology-AI integrated analysis for material and process characterization)*	박준동, 숙명여자대학교 *(Jundong Park, Sookmyeong Womens Univ.)*
10:45 심(이동)목-7	통계적 형상 분석법을 이용한 코팅층 형상 예측 *(Predicting coating layer shapes using statistical shape analysis)*	송지수, 서울대학교 *(Jisoo Song, Seoul Nat'l Univ.)*

Keynote Lecture Speaker



박인철, 포스코홀딩스
Inchul Park, POSCO N.EX.T Hub
2017 서울대 재료공학부 공학박사
2023 RIST 이차전지소재연구소 책임연구원
현　재 포스코홀딩스 미래기술연구원 수석연구원



허수미, 전남대학교
Su-Mi Hur, Chonnam Univ.
2011 Univ. of California Santa Barbara 박사
2014 Postdoctorial Appointee, Argonne Nat'l Lab.
현　재 전남대 고분자융합소재공학부 교수



송지수, 서울대학교
Jisoo Song, Seoul Nat'l Univ.
2025 서울대 화학생물공학 박사
현　재 서울대 박사후연구원

Speaker



정현욱, 고려대학교
Hyunwook Jung, Korea Univ.
1999 고려대 화학공학 박사
2001 Univ. of Minnesota Postdoc Fellow
현　재 고려대 화공생명공학과 교수



김　인, 한국화학연구원
In Kim, KRICT
2018 KAIST EEWS대학원 공학박사
2018 한국과학기술정보연구원 박사후연구원
현　재 KRICT 디지털화학연구센터 선임연구원

Organizer



남재욱, 서울대학교
Jaewook Nam, Seoul Nat'l Univ.
2009 Univ. of Minnesota 공학박사
2012 Rice Univ. 박사후연구원
현　재 서울대 화학생물공학부 교수



유정근, 한국과학기술연구원
Jeongkeun Yoo, KIST
2015 KAIST 신소재공학 박사
2017 LG화학 전지사업본부 배터리연구소 책임연구원
현　재 KIST 에너지저장연구센터 책임연구원



박준동, 숙명여자대학교
Jundong Park, Sookmyeong Womens Univ.
2016 서울대 화학생물공학 박사
2019 Univ. of Illinois at Urbana-Champaign Post Doctoral Researcher
현　재 숙명여대 화공생명공학부 부교수

Chair



김동재, 순천향대학교
Dongjae Kim, Soonchunhyang Univ.
2018 성균관대 화학공학 박사
2022 Columbia Univ. 박사후연구원
현　재 순천향대 나노화학공학과 조교수

차세대 화학·바이오 나노센서 기술 연구 동향 심포지엄

(Symposium on Energy Innovation Technologies for Achieving Carbon Neutrality)

주 관: 입자기술부문위원회

제주국제컨벤션센터 402B호 2025년 10월 17일(금), 08:30~11:00

Chair: 정상화, 부산대학교 (Sanghwa Jeong, Pusan Nat'l Univ.)

08:30 심(입자)금-1	신경화학물질 분석을 위한 CNT FET 기반 단일분자 압타머 센서 연구 *(Carbon-nanotube field-effect transistors for resolving single-molecular neurotransmitter sensor)*	이윤희, 대구경북과학기술원 *(Yoonhee Lee, DGIST)*
09:00 심(입자)금-2	[Keynote Lecture] 다양한 오가노이드 분석 및 성장에 필요한 기계 및 자기적 디바이스 연구 *(Research on mechanical and magnetic devices for organoid analysis and growth)*	홍성민, 한국전자기술연구원 *(Sung-Min Hong, KETI)*
09:30 심(입자)금-3	요역 동학검사를 위한 방광압 측정 센서 연구 *(Study on a bladder pressure measurement sensor for urodynamic testing)*	신규식, 한국전자기술연구원 *(Kyu-Sik Shin, KETI)*
10:00 심(입자)금-4	헬스케어를 위한 전기화학 바이오센서 인터페이스 연구 *(Engineering electrochemical biosensing interface for healthcare)*	김자영, 연세대학교 *(Jayoung Kim, Yonsei Univ.)*
10:30 심(입자)금-5	유도진화 기반 근적외선 탄소나노튜브 신경전달물질 나노센서와 실시간 이미징 나노센서 연구와 그 응용 *(Evolution-based screening of fluorescent SWCNT nanosensor and its application)*	정상화, 부산대학교 *(Sanghwa Jeong, Pusan Nat'l Univ.)*

Keynote Lecture Speaker



홍성민, 한국전자기술연구원
Sung-Min Hong, KETI
2003 아주대 전자재료 박사
현 재 차세대 반도체 기반 융합 부품 제조 플랫폼 사업단 단장
KETI 수석 연구원

Invited Speaker



이윤희, 대구경북과학기술원
Yoonhee Lee, DGIST
2013 POSTECH 화학 박사
2016 Columbia Univ. 박사후연구원
현 재 DGIST 바이오메디컬연구부 선임연구원



신규식, 한국전자기술연구원
Kyu-Sik Shin, KETI
2018 서울시립대 신소재공학 박사
현 재 마이크로전자 패키징연구조합 총무이사
KETI 수석 연구원

Organizer/Chair/Speaker



김자영, 연세대학교
Jayoung Kim, Yonsei Univ.
2018 UC San Diego 재료공학 박사
2021 Stanford Univ. 박사후연구원
현 재 연세대 의대 의학공학교실 조교수



정상화, 부산대학교
Sanghwa Jeong, Pusan Nat'l Univ.
2015 POSTECH 화학 박사
2016 POSTECH 박사후연구원
2021 UC Berkeley 박사후연구원
현 재 부산대학교 의생명융합공학부 부교수

Symposium on Soft and Nanoscale Materials and Devices

Host: Division of Materials

ICC JEJU Yeongju Hall A | 2025. 10. 16.(Thu), 14:30~17:15

Chair: Dae-Hyeong Kim, Seoul Nat'l Univ.

14:30 심(재료)목-1	[Keynote Lecture] Implantable acoustic soft materials for ultrasound sensors on monitoring physiological signals	Jianfeng Zang, Huazhong Univ. of Sci. and Tech.
14:55 심(재료)목-2	[Keynote Lecture] Understanding the working mechanism of LEDs using electrically excited transient absorption spectroscopy	Fengjia Fan, Univ. of Sci. and Tech. of China
15:20 심(재료)목-3	[Keynote Lecture] High stability QD-LED at high brightness	Huaibin Shen, Henan Univ.
15:45 심(재료)목-4	Design principle for bright and robust colloidal semiconductor heterostructures	Byeong Guk Jeong, Pusan Nat'l Univ.
16:00 심(재료)목-5	Eco-friendly process of Perovskite nanomaterials for next-generation optoelectronics	Min Kim, Univ. of Seoul
16:15 심(재료)목-6	Confining free carriers in nanocrystals: Implications and futures in semiconductor device deployment	Shin Hum Cho, Keimyung Univ.
16:30 심(재료)목-7	Nanocrystal seeded growth for defect engineered thin-films	Myoung Hwan Oh, KENTECH
16:45 심(재료)목-8	Reactive capture of CO_2 from carbonates: Progress in efficient upgrade to fuel intermediates	Geonhui Lee, Seoul Nat'l Univ.
17:00 심(재료)목-9	Designing safe and sustainable next-generation batteries: Flow and solid-state systems	Wonmi Lee, Kongju Nat'l Univ.

Keynote Lecture Speaker



Jianfeng Zang, Huazhong Univ. of Sci. and Tech.

2009 PhD, Microelectronics, NTU, Singapore
2014 Postdoc, Mech. Eng. and Mat. Sci., Duke, USA
Present Prof., Biomed. Eng., Huazhong Univ. of Sci. and Tech.(HUST), China



Fengjia Fan, Univ. of Sci. and Tech. of China

2017 PhD, Univ. of Sci. and Tech. of China
2021 Postdoc, Univ. of Sci. and Tech. of China
Present Prof., Univ. of Sci. and Tech. of China



Huaibin Shen, Henan Univ.

2011 PhD, Physical Chemistry, Jilin Univ., Changchun, P. R. China
Present Assist. Prof./ Prof., Key Lab for Special Functional Materials, Henan Univ., Kaifeng, China



Min Kim, Univ. of Seoul

2014 PhD, Chem. Eng., POSTECH
2024 Assist. Prof., Chem. Eng., Jeonbuk Nat'l Univ.
Present Prof., Chem. Eng., Univ. of Seoul



Shin Hum Cho, Keimyung Univ.

2020 PhD, Chem. Eng., UT Austin
2021 Staff Engineer, Samsung Semiconductor R&D
Present Prof., Chem. Eng., Keimyung Univ.



Myoung Hwan Oh, KENTECH

2013 PhD, Chem. and Biol. Eng., Seoul Nat'l Univ.
2021 Chemistry Scientist, Joint Center for Artificial Photosynthesis (JCAP), Lawrence Berkeley Nat'l Laboratory (LBNL)
Present Assoc. Prof., Energy Eng., KENTECH

Invited Speaker



Byeong Guk Jeong, Pusan Nat'l Univ.

2019 PhD, Chem. and Biomol. Eng., KAIST
2022 Postdoc, Biomed. Eng., Purdue Univ.
Present Prof., Chem. and Biomol. Eng., PNU



Geonhui Lee, Seoul Nat'l Univ.

2023 PhD, Elec. Eng., UT
2024 Postdoc, Chem., UCB
Present Prof., Chem. and Biol. Eng., Seoul Nat'l Univ.

Organizer/Chair



Wonmi Lee, Kongju Nat'l Univ.

2022 PhD, New Energy Eng., Seoultech
2025 Postdoc, Mat. Sci. Eng., UW Madison
Present Prof., Chem. Eng., Kongju Nat'l Univ.



Dae-Hyeong Kim, Seoul Nat'l Univ.

2009 PhD, Mat. Sci. and Eng., UIUC
2011 Postdoc, Mat. Sci. and Eng., UIUC
Present Prof., Chem. and Biol. Eng., Seoul Nat'l Univ.

Organizer



Young-Ki Kim, POSTECH

2015 PhD, Chemical Physics, Liquid Crystal Institute, Kent State Univ.
2019 Postdoc, Chem. Eng., Univ. Wisconsin-Madison & Cornell Univ.
Present Assoc. Prof., Chem. Eng., POSTECH

화학공학의 미래 심포지엄

(Symposium on The Future of Chemical Engineering)

공동주관: 공정시스템부문위원회, 화학안전부문위원회

제주국제컨벤션센터 400호 | 2025년 10월 17일(금), 08:30~11:00

Chair: 김정환, 연세대학교 (Junghwan Kim, Yonsei Univ.)

08:30 심(공동)금-1	[Keynote Lecture] 한국화학공정시스템 부문의 역할과 미래 *(The role and future of the korean chemical process systems engineering)*	이의수, 동국대학교 *(Euy Soo Lee, Dongguk Univ.)*
08:50 심(공동)금-2	화학 산업에서의 AI Transformation 및 응용사례 *(AI transformation and its applications in chemical industries)*	이호경, LG화학 *(Hokyung Lee, LG Chem, Ltd)*
09:10 심(공동)금-3	PSE Foundation Model의 비전 *(Vision of PSE-specific foundation models)*	신동일, 명지대학교 *(Dongil Shin, Myongji Univ.)*
09:30 심(공동)금-4	자율형 공정 시스템을 향하여: PID에서 강화학습, 그리고 자율 제어로 *(Toward autonomous process systems: From PID to reinforcement learning and beyond)*	이종민, 서울대학교 *(Jong Min Lee, Seoul Nat'l Univ.)*
09:50 심(공동)금-5	국내 PSM 제도의 성과와 향후 발전방안 *(Achievement and future directions of the PSM system in Korea)*	권혁면, 연세대학교 *(Hyuckmyun Kwon, Yonsei Univ.)*
10:05 심(공동)금-6	인공지능 기술의 진화: 현재의 패러다임의 변화 *(Evolution of AI technology: Change of AI paradigm in the present)*	윤형준, ㈜유티이씨 *(Hyungjoon Yoon, UTEC. Co., Ltd.)*
10:20 심(공동)금-7	인공지능과 함께 여는 공정시스템 공학의 새로운 미래 *(Shaping the future of process systems engineering through artificial intelligence)*	김지용, 성균관대학교 *(Jiyong Kim, Sungkyunkwan Univ.)*
10:35 심(공동)금-8	미래 화학공학을 위한 양자컴퓨팅의 활용 *(Quantum computing technologies for future chemical engineering)*	김정환, 연세대학교 *(Junghwan Kim, Yonsei Univ.)*
10:50	화학공학의 미래를 위한 토의	

Keynote Lecture Speaker



이의수, 동국대학교
Euy Soo Lee, Dongguk Univ.
1988 Purdue Univ. 화학공학 박사
2013 한국공학교육학회 회장
현 재 동국대 화공생물공학과 명예교수



이종민, 서울대학교
Jong Min Lee, Seoul Nat'l Univ.
2004 Georgia Tech. 화학공학 박사
2005 Univ. of Virginia 박사후연구원
2006 Univ. of Alberta 조교수
현 재 서울대 화학생물공학부 교수



김지용, 성균관대학교
Jiyong Kim, Sungkyunkwan Univ.
2008 연세대 화학공학 박사
2013 UW-Madison 박사후연구원
현 재 성균관대 화학공학과 부교수

Invited Speaker



이호경, LG화학
Hokyung Lee, LG Chem, Ltd
1995 POSTEC 화학공학 박사
1998 Purdue Univ. 화학공학 박사후연구원
현 재 LG화학 기술기획담당 상무



권혁면, 연세대학교
Hyuckmyun Kwon, Yonsei Univ.
2003 연세대 화학공학 박사
2012 안전보건공단 울산본부장
2014 산업안전보건연구원장
현 재 연세대 산학협력단 연구교수



김정환, 연세대학교
Junghwan Kim, Yonsei Univ.
2012 연세대 화공생명공학 박사
2023 KITECH 친환경재료공정연구그룹 수석연구원/그룹장
현 재 연세대 화공생명공학과 부교수



신동일, 명지대학교
Dongil Shin, Myongji Univ.
1997 Purdue Univ. 화학공학 박사
현 재 산업부 가스기술기준위원장
명지대 화학공학과 · 재난안전학과 교수



윤형준, ㈜유티이씨
Hyungjoon Yoon, UTEC. Co., Ltd.
2002 연세대 화학공학 박사
현 재 한국화학공학회 화학안전부문 위원장
연세대 산학협력단 연구교수
㈜유티이씨 대표이사

Organizer



문 일, 연세대학교
il Moon, Yonsei Univ.
1992 Carnegie Mellon Univ., 화학공학 박사
2022 한국공학교육학회 회장
2020 연세대 연구부총장
2017 한국연구재단 국책본부장
현 재 연세대 화공생명공학과 교수

제4회 반도체 산업 기술교류 심포지엄

(4th Symposium on Chemical Engineering–based Semiconductor Technology)

주 관: 반도체산업위원회

제주국제컨벤션센터 한라홀A | 2025년 10월 17일(금), 08:30~11:00

Chair: 김오현, 에어리퀴드 (Oh-Hyun Kim, Air Liquide)

08:30	개회사 *(Opening remarks)*	김오현, 에어리퀴드 *(Oh-Hyun Kim, Air Liquide)*
08:40 심(반도체)금-1	[Keynote Lecture] 반도체 소자 미세화에 따른 소재개발 방향 *(Recent semiconductor process material trends)*	박성준, 연세대학교 *(Seongjun Park, Yonsei Univ.)*
09:15 심(반도체)금-2	[Keynote Lecture] AI시대의 첨단 패키지 개발 방향 *(Packaging in AI era – Building a path forward)*	고영관, 삼성전자 *(Young-Gwan Ko, Samsung Elec.)*
09:50 심(반도체)금-3	[Keynote Lecture] V낸드 차세대 HARC 기술 – 고종횡비, 고선택비, 고식각율 방향 *(Next generation HARC etch technologies requiring ultra high aspect ratio, high selectivity, and very high etch rate for VNAND device.)*	민재호, 삼성전자 *(Jae-Ho Min, Samsung Elec.)*
10:25 심(반도체)금-4	[Keynote Lecture] 몰리브덴 메탈의 첨단 노드 상용화 *(Commercialization of Molybdenum for advanced node device applications)*	김오현, 에어리퀴드 *(Oh-Hyun Kim, Air Liquide)*

Keynote Lecture Speaker



박성준, 연세대학교
Seongjun PARK, Yonsei Univ.
2003 Stanford Univ. 화학공학 박사
2021 삼성전자 소재개발팀장 부사장
현 재 연세대 시스템반도체공학 교수



고영관, 삼성전자
Young-Gwan KO, Samsung Elec.
2002 서울대 화학공학 박사
2022 삼성전자 TSP 소재기술팀장 상무
현 재 삼성전자 DS부문 협력사경영 자문단



민재호, 삼성전자
Jae-Ho MIN, Samsung Elec.
2006 서울대 화학공학 박사
2022 삼성전자 Flash 공정개발팀 상무
현 재 삼성전자 Flash 공정개발팀 마스터

Organizer/Chair/Speaker



김오현, 에어리퀴드
Oh-Hyun KIM, Air Liquide
2009 Univ. of Florida 화학공학 박사
2021 SK하이닉스 Chief Design Officer
현 재 Air Liquide Solutions Korea 대표이사

제4회 수소산업위원회 심포지엄

(부제 : 수소경제활성화를 위한 산업기술동향 및 정책 제언)

(4th Symposium on Hydrogen Industry Committee

(Subtitle : Industrial Technology Trends and Policy Recommendations for Advancing the Hydrogen Economy))

주 관: 수소산업위원회

제주국제컨벤션센터 한라홀B | 2025년 10월 16일(목), 09:00~11:00

Chair: 한종희, 한국에너지공과대학교 (Jonghee Han, KENTECH)

09:00 심(수소)목-1	신재생에너지와 청정수소/청정수소화합물을 통한 탄소중립 고속도로와 RE100산단화 *(Carbon-neutral highways and RE100 industrial complexes through renewable energy and clean hydrogen/hydrogen compounds)*	김기동, 아헤스 *(Kidong Kim, Ahes)*
09:30 심(수소)목-2	상용차용 대형 수소충전소의 구축과 운영 및 발전방향 *(Construction, operation, and development of large-scale hydrogen refueling stations for commercial vehicles)*	이경실, 코하이젠(주) *(Kyoungsil Lee, KOHYGEN)*
10:00 심(수소)목-3	암모니아 크래킹에 의한 수소 생산 *(Hydrogen production by ammonia cracking)*	박남수, KBR *(Nam Soo Park, KBR)*
10:30 심(수소)목-4	한화 친환경 가스터빈 기술 동향 *(Hanwha's eco-friendly gas turbine technology)*	윤용일, 한화파워시스템 *(Yongil Yun, Hanwha Power Systems)*

Invited Speaker



김기동, 아헤스
Kidong Kim, Ahes
1994 POSTCH 화학공학 석사
1996 한국가스공사 가스연구원
현 재 아헤스



이경실, 코하이젠(주)
Kyoungsil Lee, KOHYGEN
2017 서울과기대 에너지환경대학원 경제학 박사
2021 한국지역난방공사 부사장
현 재 코하이젠(주) 대표이사



박남수, KBR
Nam Soo Park, KBR
1992 서울대 화학공학 석사
2012 SK Innovation, AspenTech
현 재 KBR 한국지사 대표



윤용일, 한화파워시스템
Yongil Yun, Hanwha Power Systems
2006 서울대 기계공학 박사
2014 삼성엔지니어링 기계설계 LE
2021 지멘스에너지 EM
현 재 한화파워시스템 친환경GT개발 EM

Organizer



김철진, SK어드밴스드
Chul Jin Kim, SK Advanced
1990 서울대 화학공학 석사
2000 ㈜SK 사장실 과장
현 재 SK가스 가스화학사업총괄(겸) SK Advanced 대표

Chair



한종희, 한국에너지공과대학교
Jonghee Han, KENTECH
1996 Univ. of Cincinnati 화학공학 박사
2021 KIST 청정신기술연구소장
현 재 KENTECH 수소에너지 교수/ 연구소장

저가 배터리의 해자 기술 심포지엄

(Symposium on Key Moat Technologies for Low-Cost Batteries)

주 관: 배터리산업위원회
후 원: 포엔

제주국제컨벤션센터 402A호 2025년 10월 16일(목), 09:00~11:00

NIB의 해자 기술

Chair: 남관우, 이화여자대학교 (Kwan Woo Nam, Ewha Womans Univ.)

09:00 심(배터리)목-1 **[Keynote Lecture] 차세대 소듐 전고체전지의 개발**
(Next-generation batteries: All-solid-state sodium-ion batteries)
장지현, 서강대학교 *(Jihyun Jang, Sogang Univ.)*

09:30 심(배터리)목-2 **[Keynote Lecture] 폴리음이온계 양극재-집전체 계면 공유결합을 통한 소듐 이온 전지 성능 최적화**
(Covalent interfacial engineering of polyanion cathodes for enhanced sodium-ion battery performance)
김영진, 강원대학교 *(Youngjin Kim, Kangwon Nat'l Univ.)*

10:00 심(배터리)목-3 **[Keynote Lecture] 고성능 나트륨 이온 전지용 양극소재 개발**
(Development of cathode materials for high-performance Na-ion batteries)
황장연, 한양대학교 *(Jang-Yeon Hwang, Hanyang Univ.)*

10:30 심(배터리)목-4 **[Keynote Lecture] 캐즘 극복을 위한 나트륨 이차전지 시장 전망과 기술개발 과제**
(Sodium secondary battery market outlook and technology development challenges to overcome the chasm)
하영균, 에너지11 *(Young Kyun Ha, Energy11)*

Keynote Lecture Speaker



장지현, 서강대학교
Jihyun Jang, Sogang Univ.
2015 서울대 화학생물공학 박사
2021 삼성전자 종합기술원 & 삼성 SDI 책임연구원
2023 UC San Diego 박사후연구원
현 재 서강대 화학과 조교수



김영진, 강원대학교
Youngjin Kim, Kangwon Nat'l Univ.
2016 서울대 화학생물공학 박사
2021 Univ. of Texas at Austin 박사후연구원
현 재 강원대 배터리융합공학과 조교수



황장연, 한양대학교
Jang-Yeon Hwang, Hanyang Univ.
2018 한양대 에너지공학 박사
2021 전남대 신소재공학부 조교수/부교수
현 재 한양대 에너지공학과 부교수



하영균, 에너지11
Young Kyun Ha, Energy11
1988 서울대 응용생물학 학사
2014 이스퀘어택 부사장
2019 인터파크 비즈마켓 센터장
현 재 에너지11 대표이사

Organizer



주용락, 삼성SDI
Yong Lak Joo, Samsung SDI
1993 Stanford Univ. 화학공학 박사
2001 Cornell Univ. 화학공학 교수
현 재 삼성 SDI 연구소 부사장



최장욱, 서울대학교
Jang Wook Choi, Seoul Nat'l Univ.
2007 Caltech 화학공학 박사
2010 KAIST EEWS대학원 조/부교수
현 재 서울대 화학생물공학부 교수

Organizer/Chair



남관우, 이화여자대학교
Kwan Woo Nam, Ewha Womans Univ.
2016 KAIST EEWS 대학원 박사
2018 Northwestern Univ. 박사후연구원
현 재 이화여대 화공신소재공학과 부교수



임희대, 한양대학교
Hee-Dae Lim, Hanyang Univ.
2016 서울대 재료공학 박사
2023 KIST 에너지저장연구센터 선임연구원
현 재 한양대 화학공학과 부교수



윤하나, 한국에너지기술연구원
Hana Yoon, KIER
2011 KAIST 화학 박사
2024 Harvard Univ. Visiting Scholar
현 재 KIER 에너지저장연구단 책임연구원

저가 배터리의 해자 기술 심포지엄

(Symposium on Key Moat Technologies for Low-Cost Batteries)

주 관: 배터리산업위원회
후 원: 포엔

제주국제컨벤션센터 영주홀B | 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:30

LIB의 해자 기술

Chair: 임희대, 한양대학교 (Hee-Dae Lim, Hanyang Univ.)

14:30 심(배터리)목-5 **[Keynote Lecture]** 대한민국 이차전지산업의 도전 — 김명환, 한국화학연구원
(Korea's secondary battery industry: Challenges and opportunities) — *(Myung Hwan Kim, KRICT)*

15:00 심(배터리)목-6 **[Keynote Lecture]** Lithium-rich 양극: LIB to 전고체전지 — 김상륜, 광주과학기술원
(Lithium-rich cathodes: LIBs to solid-state batteries) — *(Sangryun Kim, GIST)*

15:25 심(배터리)목-7 **[Keynote Lecture]** Co-Free 플랫폼으로서의 LFP와 LNMO: 저가 양극재의 설계 전략 — 이현정, 울산과학기술원
(LFP and LNMO as Co-free platform: Design strategies for low-cost cathodes) — *(Hyeon Jeong Lee, UNISTI)*

15:50 Coffee break

ZIB 및 MIB의 해자 기술

Chair: 윤하나, 한국에너지기술연구원 (Hana Yoon, KIER)

16:00 심(배터리)목-8 **[Keynote Lecture]** 장수명 수계 아연전지를 위한 계면 설계 및 안정화 전략 — 이진홍, 한국에너지기술연구원
(Interfaces design and stabilization strategies for long-life aqueous zinc batteries) — *(Jin Hong Lee, KIER)*

16:30 심(배터리)목-9 **[Keynote Lecture]** 수계 아연 이차전지를 위한 전해액 개선 — 허지윤, 가천대학교
(Modifying electrolytes for aqueous Zn-ion batteries) — *(Jiyun Heo, Gachon Univ.)*

17:00 심(배터리)목-10 **[Keynote Lecture]** 마그네슘 전지용 진보된 전해액 기술 — 최장욱, 서울대학교
(Electrolyte advances for Mg-ion batteries) — *(Jang Wook Choi, Seoul Nat'l Univ.)*

Keynote Lecture Speaker



김명환, 한국화학연구원
Myung Hwan Kim, KRICT
1990 Univ. of Arkon 박사
2016 LG에너지솔루션 사장
현 재 KRICT 차세대이차전지 글로벌 TOP 전략연구단장



김상륜, 광주과학기술원
Sangryun Kim, GIST
2014 Tokyo Institute of Technology 박사
2017 KAIST 박사후연구원
현 재 GIST 화학과/에너지융합대학원 부교수



이현정, 울산과학기술원
Hyeon Jeong Lee, UNISTI
2018 KAIST EEWS 대학원 박사
2022 Univ. of Oxford 박사후연구원
현 재 UNIST 신소재공학과 조교수



이진홍, 한국에너지기술연구원
Jin Hong Lee, KIER
2020 KAIST 생명화학공학 박사
2022 SK온 배터리 연구소 선행개발센터 PM
현 재 KIER 에너지저장연구단 선임연구원



허지윤, 가천대학교
Jiyun Heo, Gachon Univ.
2023 KAIST 생명화학공학 박사
2025 Univ. of Maryland 박사후연구원
현 재 가천대 화공생명배터리공학부 조교수

Organizer



주용락, 삼성SDI
Yong Lak Joo, Samsung SDI
1993 Stanford Univ. 화학공학 박사
2001 Cornell Univ. 화학공학 교수
현 재 삼성 SDI 연구소 부사장

Organizer/Speaker



최장욱, 서울대학교
Jang Wook Choi, Seoul Nat'l Univ.
2007 Caltech 화학공학 박사
2010 KAIST EEWS대학원 조/부교수
현 재 서울대 화학생물공학부 교수

Organizer/Chair



남관우, 이화여자대학교
Kwan Woo Nam, Ewha Womans Univ.
2016 KAIST EEWS 대학원 박사
2018 Northwestern Univ. 박사후연구원
현 재 이화여대 화공신소재공학과 부교수



임희대, 한양대학교
Hee-Dae Lim, Hanyang Univ.
2016 서울대 재료공학 박사
2023 KIST 에너지저장연구센터 선임연구원
현 재 한양대 화학공학과 부교수



윤하나, 한국에너지기술연구원
Hana Yoon, KIER
2011 KAIST 화학 박사
2024 Harvard Univ. Visiting Scholar
현 재 KIER 에너지저장연구단 책임연구원

대한민국의 석유화학: 위기, 도전, 그리고 미래전략 심포지엄 (제7회 프로필렌과 다운스트림 심포지엄)

(Korea's Petrochemical Industry: Crisis, Challenges, and Future Strategies (7th Symposium on Propylene and Downstream Technology))

주 관: 산학연관 협력위원회

제주국제컨벤션센터 삼다홀A | 2025년 10월 16일(목), 09:00~11:00

Chair: 문종호, 충북대학교 (Jong-Ho Moon, Chungbuk Nat'l Univ.)

09:00 심(교류)목-1	[Keynote Speaker] 아시아 올레핀 산업 – 회복과 미래 재편 *(Asia's olefin industry: Recovering from the trough and reshaping the future)*	주용윤, S&P 글로벌 *(Paul Joo, S&P global Commodity Insights)*
09:30 심(교류)목-2	[Keynote Speaker] 패러다임 전환기의 한국 석유화학: 이슈와 생존 전략 *(The petrochemical industry in a paradigm shift: Issues and survival strategies)*	임지수, LG경영연구원 *(Jisoo Lim, LG Business Research Ins.)*
10:00 심(교류)목-3	[Keynote Speaker] 석유화학 산업의 (구조적) 전환기, 한화토탈에너지스의 지속가능한 미래 전략 *(The petrochemical industry at a structural turning point: Hanwha Totalenergies' sustainable future strategy)*	홍원종, 한화토탈에너지스 *(Won-Jong Hong, Hanwha TotalEnergies)*
10:20 심(교류)목-4	[Keynote Speaker] 정유 석유화학 산업의 위기 및 대응방안 *(crisis and mitigation strategies in the refining and petrochemical industry)*	박덕수, SK가스 *(Deuk Soo Park, SK gas)*
10:40 심(교류)목-5	[Keynote Speaker] 석유화학의 원료다변화와 차세대 프로필렌 생산 기술 *(feed flexibility in petrochemicals and advanced propylene production)*	박대성, 한국화학연구원 *(Dae Sung Park, KRICT)*
11:00	토론 및 마무리	

Keynote Lecture Speaker



주용윤, S&P 글로벌
Paul Joo, S&P global Commodity Insights
1988 성균관대 영문과 학사
2014 YNCC 영업구매 총괄임원 겸 ㈜폴리미래 등기임원
2020 ㈜한국 PEM 대표이사
현 재 S&P Global Commodity Insights 아시아 Olefin 담당 Executive Director(상무)



임지수, LG경영연구원
Jisoo Lim, LG Business Research Ins.
2002 서강대 경제대학원 석사
2010 신한금융투자 화학/정유 애널리스트
현 재 LG경영연구원 수석연구위원



홍원종, 한화토탈에너지스
Won-Jong Hong, Hanwha TotalEnergies
2011 교토대 물질에너지 박사
2018 현대중공업 극저온연구실 프로
현 재 한화토탈에너지스 공정연구팀 팀장



박덕수, SK가스
Deuk Soo Park, SK gas
1986 중앙대 화학공학 석사
2020 SK가스 연구소장
현 재 SK가스 연구소 Master



박대성, 한국화학연구원
Dae Sung Park, KRICT
2014 서울대 화학생물공학 박사
2017 Univ. of Minnesota, Twin Cities Postdoc
현 재 한국화학연구원 LCP융합연구단 책임연구원

Organizer



김철진, SK어드밴스드
Chul Jin Kim, SK Advanced
1990 서울대 화학공학 석사
2000 ㈜SK 사장실 과장
현 재 SK가스 가스화학사업총괄(겸) SK Advanced 대표



김희연, 한국에너지기술연구원
Heeyeon Kim, KIER
2003 서울대 화학공학 박사
1996 KRICT 연구원
1998 KAERI 연구원
현 재 KIER 수소에너지연구본부 책임연구원, UST 에너지공학과 (수소에너지공학) 전임교수

Chair



문종호, 충북대학교
Jong-Ho Moon, Chungbuk Nat'l Univ.
2007 연세대 화학공학 박사
2019 KIER 책임연구원
현 재 충북대 화학공학과 부교수

여성화공인상 수상자 초청 기술 심포지엄

(Technical Symposium of Women Chemical Engineering Award Winners)

주 관: 여성위원회
후 원: 한국여성과학기술단체총연합회

제주국제컨벤션센터 303호 2025년 10월 16일(목), 09:00~10:50

Chair: 김수현, 고등기술연구원(Suhyun Kim, IAE)

09:00	여성위원회 소개 및 인사말 *(Opening remarks)*	김수현, 고등기술연구원 *(Suhyun Kim, IAE)*
09:10	C1 가스로부터 바이오 C6 유기산 및 알코올의 탄소중립적 생산 *(Carbon-neutral production of bio-C6 acid and alcohol from C1 gases)*	엄영순, 한국과학기술연구원 *(Youngsoon Um, KIST)*
09:35	탄소중립을 위한 수소에너지 기술 *(Hydrogen energy technology for Net Zero)*	김상경, 한국에너지기술연구원 *(Sang-Kyung Kim, KIER)*
10:00	수소발전 입찰 및 그린수소 생태계 구축 *(CHPS bidding market and green hydrogen ecosystem development)*	이그라시아, 롯데케미칼 *(Gracia Lee, Lotte Chemical Corporation)*
10:25	질의 응답 *(Q & A)*	

Speaker



엄영순, 한국과학기술연구원
Youngsoon Um, KIST
2004 Univ. of Maryland
화학공학 박사
2005 Univ. of Connecticut
화학공학 박사후연구원
현 재 KIST 청정에너지연구센터
책임연구원



김상경, 한국에너지기술연구원
Sang-Kyung Kim, KIER
2004 KAIST 화학공학 박사
2013 메릴랜드주립대 방문연구원
현 재 KIER 수소연구단 책임연구원



이그라시아, 롯데케미칼
Gracia Lee, Lotte Chemical Corporation
2006 The Univ. of Manchester 박사
2011 포스코 신성장사업실 매니저
2013 한화토탈 연구소/사업개발 수석
(구 삼성토탈)
현 재 롯데케미칼 수소사업개발 그룹장

Organizer/Chair



김수현, 고등기술연구원
Suhyun Kim, IAE
2011 아주대 에너지공학 박사
2013 UCR 에너지환경연구소
방문연구원
현 재 IAE 에너지환경연구센터
에너지저장및전환연구그룹장

제11회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄

(11th Symposium on Technical Education for University College)

주 관: 전문대학위원회

제주국제컨벤션센터 300호 2025년 10월 16일(목), 14:30~17:00

Chair: 최유성, 조선이공대학교 (Choi, Yoo Sung, Chosun college of sci. and tech.)

14:30 심(전문)목-1	전문대학 RISE 사업 기반의 화공분야 인재양성 모델 고찰과 제언 *(RISE-based workforce development in chemical eegineering: Policy directions and challenges)*	이종민, 영남이공대학교 *(Lee, Jong Min, Yeungnam Univ. College)*
15:00 심(전문)목-2	취업역량 제고를 위한 전문대학 중심의 융합형 실무교육 모델 : 캡스톤디자인, 산업체 조사, 인성검사 대비 활동 중심으로 *(A practical education model for enhancing employment competency in junior colleges: Focusing on capstone design, industry survey, and personality test preparation)*	이화수, 동의과학대학교 *(Lee, Hwa Soo, Dong-Eui Inst. of tech.)*
15:30 심(전문)목-3	에너지신산업 혁신융합대학사업 성과를 통한 현장 맞춤형 인재 양성 *(Field-oriented workforce development through the achievements of new energy industry convergence and open sharing system)*	김봉수, 경남정보대학교 *(Kim, Bong Soo, Kyungnam College of Info. and Tech.ology)*
16:00 심(전문)목-4	국제협력선도대학사업의 성과 공유 및 확산 *(Sharing and spreading the achievements of LUPIC (leading university project for international cooperation))*	이재성, 인하공업전문대학 *(Jaesung Lee, Inha Technical College)*
16:30 심(전문)목-5	smart 표적성 약물 전달시스템을 이용한 암 치료제 연구 개발 소개 *(Development of cancer therapy agent using smart-targeted drug delivery system)*	정경원, 조선이공대학교 *(Gyeong-Won Jeong, Chosun College of Sci. and Tech.)*

Speaker



이종민, 영남이공대학교
Lee, Jong Min, Yeungnam Univ. College
2016 서강대 기계공학 박사
현 재 영남이공대 교수학습센터장
현 재 영남이공대 화장품화공계열 조교수



이화수, 동의과학대학교
Lee, Hwa Soo, Dong-Eui Inst. of tech.
2003 부산대 화학공학 박사
1996 이수화학㈜ 기술부
현 재 동의과학대 화학공학과 교수



김봉수, 경남정보대학교
Kim, Bong Soo, Kyungnam College of Info. and Tech.ology
2012 부산대 고분자공학 박사
2002 큐슈대 재료물질공학부 연구원
현 재 경남정보대 화공에너지공학과 교수



이재성, 인하공업전문대학
Jaesung Lee, Inha Technical College
2005 Univ. of California, San Diego(UCSD) 화학공학 박사
2010 SK이노베이션
현 재 인하공전 화학생명공학과 교수



정경원, 조선이공대학교
Gyeong-Won Jeong, Chosun College of Sci. and Tech.
2018 순천대 고분자공학 박사
2017 한국화학융합시험 연구원
현 재 조선이공대 생명환경화공과 교수

Organizer/Chair



최유성, 조선이공대학교
Choi, Yoo Sung, Chosun college of sci. and tech.
2010 조선대 화학공학 박사
2021 ㈜럭키산업 연구/품질개발팀장
현 재 조선이공대 생명환경화공과 조교수

WISET 2025 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과발표대회
- 화학공학 분야 -

공동주관: 여성위원회, (재)한국여성과학기술인지원센터

제주국제컨벤션센터 302호 2025년 10월 15일(수), 13:00~17:00

Chair: 홍수린, 차의과학대학교 (Surin Hong, Cha Univ.)

발표번호	시간	발표제목	발표자/소속	공동저자
심(위젯)수-1	13:00~13:15	친환경 기계식 화학 반응을 이용한 전기차 폐리튬이온배터리 내 리튬의 회수 및 메커니즘 첫 규명	김성령, 국립창원대학교	김동근, 문수인, 최진영
심(위젯)수-2	13:15~13:30	나노센서의 고분자 3D 미세인터페이스를 이용한 광학 코 개발	윤민영, 성균관대학교	정균성, 조정현, 차정민
심(위젯)수-3	13:30~13:45	친환경 Ag2Te 양자점 기반 단적외선 고발광 소재 및 응용 기술 개발	권가연, 동국대학교	백재민, 이준희, 최지호
심(위젯)수-4	13:45~14:00	결정 차원이 조절된 페로브스카이트를 이용한 고감도 · 고성능 유기 가스 센서 개발	구나현, 인천대학교	강신혁, 손다은, 최슬기
심(위젯)수-5	14:00~14:15	리튬이온전지용 고에너지밀도 실리콘 음극을 위한 다기능성 바인더 설계	우상현, 충남대학교	박지환, 박형민, 송민주, 왕태수, 정인애
심(위젯)수-6	14:15~14:30	항암 면역치료를 위한 암 유래 세포외소포체 분비 저해 기능성 고분자–약물 접합체 개발	조유진, 성균관대학교	신 솔
심(위젯)수-7	14:30~14:45	CO_2 레이저로 합성한 Cu/Cu_2O/rGO 촉매를 이용한 질산염 환원 반응 기반 암모니아 합성과 에너지 생산	고원지, 경상국립대학교	박주현, 이다현, 이상경
심(위젯)수-8	14:45~15:00	근관 치료 성공률 향상을 위한 다원소 나노복합체 기반 고항균성 실러 개발	김세연, 한국기술교육대학교	진장현, 채수연, 허 인
15:00~15:15		Coffee break		
심(위젯)수-9	15:15~15:30	부피팽창 제어 및 전도성 향상을 위한 리튬 이온 배터리용 실리콘 기반 다공성 탄소 코팅 음극 소재 개발	김민지, 전남대학교	임정규, 정선민, 최서호
심(위젯)수-10	15:30~15:45	발광 나노 복합체 기반 효과적인 가스 감지 연구	부지영, 인하대학교	신소연, 윤선중, 조유이
심(위젯)수-11	15:45~16:00	자가면역 염증 질환 치료용 면역세포 레귤레이팅 엑소좀 개발	김성윤, 성균관대학교	김찬호
심(위젯)수-12	16:00~16:15	악성 종양 표적 광역학 치료물질 개발	김희주, 중앙대학교	김연수, 임도연, 조재준
심(위젯)수-13	16:15~16:30	우울증 바이오마커 정량 검출을 위한 무기나노입자–단백질 복합체 제조 및 특성 분석	박채이, 명지대학교	류세희, 이재헌, 이효원
심(위젯)수-14	16:30~16:45	PET Glycolysis 공정을 위한 물리 기반 디지털 트윈 및 실시간 공정 최적 제어 AI 에이전트 개발	노 현, 이화여자대학교	여민경, 정유림, 최은아
심(위젯)수-15	16:45~17:00	결함 엔지니어링 기반 초고효율 MOF 촉매 개발을 통한 산업용 PET 해중합	나주영, 전남대학교	이지은

Tutorial 1: 제약산업의 기술/시장동향 및 분리 공정 기술

(Technology and Market Trend in the Pharmaceutical Industry: Role of Separation Process)

공동주관: 교육 인재양성위원회, 분리기술부문위원회

제주국제컨벤션센터 삼다홀A　　2025년 10월 15일(수), 13:00~18:00

Chair: 김대우, 연세대학교 (Dae Woo Kim, Yonsei Univ.)
이창수, 국립부경대학교 (Chang Soo Lee, Pukyong Nat'l Univ.)

13:00	바이오세기의 도래, 그 중심에 선 분리막 기술 *(The dawn of the blo-century: Membrane technology at its core)*	김 정, 경희대학교 *(Jeong Kim, Kyunghee Univ.)*
14:00	연속 흡착분리기술을 이용한 의약품의 고순도 및 고속 분리 정제 *(High-purity and high-speed purification of pharmaceuticals using continuous-mode adsorption separation technology)*	문성용, 한양대학교 *(SungYong Mun, Hanyang Univ.)*
15:00	바이오의약품 제조 산업의 공정 기술 현황 및 차세대 기술 동향 *(Current status of process technology in the biopharmaceutical manufacturing industry)*	차범준, 삼성바이오로직스 *(BumJoon Cha, Samsung Biologics)*
16:00	제약산업의 시장동향과 글로벌 신약 R&D방향 *(Market trends and R&D direction in the pharmaceutical industry)*	이희봉, LG화학 *(Hee Bong Lee, LG Chemical)*
17:00	올리고머 시장 및 합성 기술 동향 *(Oligonucleotide & oligopeptide market and synthesis trend)*	노영훈, 아이티켐그룹 *(Younghoon Noh, IT-CHEM)*

등록비(교재 포함)

* 사전등록 마감: 9월 17일(수)

	정/종신회원	학생회원	비회원
사전등록	200,000원	100,000원	220,000원
현장등록	220,000원	120,000원	250,000원

Speaker



김 정, 경희대학교
Jeong Kim, Kyunghee Univ.
2014 Imperial College London 화학공학 박사
2016 KRICT 분리막센터 선임연구원
현 재 경희대 화학공학과 부교수



문성용, 한양대학교
SungYong Mun, Hanyang Univ.
2002 Purdue Univ. 화학공학 박사
2004 Purdue Univ. 박사후연구원
현 재 한양대 화학공학과 교수



차범준, 삼성바이오로직스
BumJoon Cha, Samsung Biologics
2013 연세대 화학공학 박사
2017 Unive. of Massachusetts Lowell, 박사후연구원
현 재 삼성바이오로직스 공정기술담당 Manufacturing Sci. And Tech. Digitalization 그룹장



이희봉, LG화학
Hee Bong Lee, LG Chemical
2001 서울대 화학생물공학 박사
LG 생명과학/LG화학 생명과학 사업본부 연구원/연구소장/연구부문장
현 재 LG화학 생명과학 연구개발 부문장

Organizer/Chair



노영훈, 아이티켐그룹
Younghoon Noh, IT-CHEM
2006 서울대 화학생물공학 석사
2024 LGD Global Open Innovation 팀장
현 재 ㈜아이티켐 기술전략총괄



김대우, 연세대학교
Dae Woo Kim, Yonsei Univ.
2015 KAIST 생명화학공학 박사
2017 Univ of Minnesota 화학공학 Research Associate
현 재 연세대 화공생명공학과 부교수



이창수, 국립부경대학교
Chang Soo Lee, Pukyong Nat'l Univ.
2018 연세대 화공생명공학 박사
2021 연세대 화공생명공학 박사후연구원
현 재 국립부경대 화학공학과 조교수

Tutorial 2: 유동층 반응기 기술 입문 – 16

(Introduction to Fluidized Bed Reactor – 16)

Theme: 유동층/다상 반응 및 반응기에서의 AI 응용 기법 활용
(Application of AI Techniques in the Research on Fluidized Bed/Multiphase reactors)

공동주관: 교육 인재양성위원회, 유동층부문위원회, 다상흐름반응기술 포럼,
성균관대학교 화공융합기술연구소, 한국교통대학교 응용화학기술연구소

제주국제컨벤션센터 삼다홀B 2025년 10월 15일(수), 13:00~18:00

Chair: 김성원, 한국교통대학교 (Sung Won Kim, Korea Nat'l Univ. of Transportation)

13:00	개회사 *(Opening remark)*	김성원, 한국교통대학교 *(Sung Won Kim, Korea Nat'l Univ. of Transportation)*
13:05	공학 연구자를 위한 인공지능과 머신러닝 이해 *(Understanding artificial intelligence and machine learning for engineering researchers)*	김주영, 명지대학교 *(Jooyoung Kim, Myongji Univ.)*
13:50	제조 혁신을 위한 생성형 AI 기술의 개요와 활용 사례 *(Overview and applications of generative AI technologies for manufacturing innovation)*	김주영, 명지대학교 *(Jooyoung Kim, Myongji Univ.)*
14:40	Coffee break	
15:00	머신러닝을 활용한 공정 최적화 및 최적 공정 설계 *(Machine learning-based process optimization and optimal process design)*	김기웅, 한국화학연구원 *(Kiwoong Kim, KRICT)*
15:50	고형 연료 열분해 반응기에 대한 데이터 기반 예측 기법 *(Data-based prediction for solid fuel pyrolysis reactor)*	최항석, 연세대학교 *(Hang Seok Choi, Yonsei Univ.)*
16:40	유동층 반응기 설계를 위한 인공지능 기법 소개 *(An introduction to artificial intelligence techniques for fluidized bed reactor design)*	김준영, 가톨릭대학교 *(Jun Young Kim, Catholic Univ. of Korea)*
17:30	종합 토론 *(Discussion and Q&A)*	발표 연사 패널 *(Panel)*

등록비(교재 포함)

* 사전등록 마감: 9월 17일(수)

	정/종신회원	학생회원	비회원
사전등록	200,000원	100,000원	220,000원
현장등록	220,000원	120,000원	250,000원

Speaker



김주영, 명지대학교
Jooyoung Kim, Myongji Univ.
2022 연세대 전기전자공학 박사
2024 SK주식회사 C&C 수석
현 재 명지대 융합소프트웨어학부 조교수



김기웅, 한국화학연구원
Kiwoong Kim, KRICT
2015 서강대 화공생명공학 박사
현 재 KRICT LCP융합연구단 책임연구원



최항석, 연세대학교
Hang Seok Choi, Yonsei Univ.
2004 Kyoto Univ. 기계공학 박사
2012 한국기계연구원 선임연구원
현 재 연세대 미래캠퍼스 환경에너지공학부 교수



김준영, 가톨릭대학교
Jun Young Kim, Catholic Univ. of Korea
2020 브리티시컬럼비아대 박사
2024 성균관대 박사후연구원
현 재 가톨릭대 바이오메디컬화학공학과/인공지능학과 조교수

Organizer/Chair



김성원, 한국교통대학교
Sung Won Kim, Korea Nat'l Univ. of Transportation
2002 KAIST 화학공학 박사
2015 SK이노베이션 기술원 수석연구원
현 재 한국교통대 화공생물공학과 교수

Tutorial 3: 기계학습 기반 이동현상 데이터 분석 실습

(Hands-on Data Analysis of Transport Phenomena Using Machine Learning)

공동주관: 교육 인재양성위원회, 이동현상부문위원회

제주국제컨벤션센터 한라홀B　　2025년 10월 15일(수), 13:00~18:00

Chair: 유재범, 충남대학교 (Jae Bem You, Chungnam Nat'l Univ.)

13:00	인공지능 시대의 화학공학: 머신러닝으로 여는 데이터 해석 *(Chemical engineering in the AI era: Data-driven insights with machine learning)*	김동재, 순천향대학교 *(Dongjae Kim, Soonchunhyang Univ.)*
14:00	다양한 기계학습 기법을 활용한 데이터 분석 *(Machine learning-based data analysis using multiple techniques)*	박준동, 숙명여자대학교 *(Jun Dong Park, Sooknyong Women's Univ.)*
15:30	합성곱 신경망을 이용한 DNA의 시공간 동역학 분석 *(Spatiotemporal analysis of DNA dynamics using convolution neural network)*	이효민, 제주대학교 *(Hyomin Lee, Jeju Nat'l Univ.)*
17:00	생성형 AI, 화학공학자를 만나다: 연구와 발표의 새로운 파트너 *(Generative AI meets chemical engineers: A new partner for research and presentation)*	임창용, 경북대학교 *(Changyong Yim, Kyungpook Nat'l Univ.)*

등록비(교재 포함)

* 사전등록 마감: 9월 17일(수) / 일반등록 마감: 9월 30일(화)

	정/종신회원	학생회원	비회원
사전등록	220,000원	150,000원	250,000원
현장등록	270,000원	170,000원	350,000원

[안내] Tutorial 당일의 실습을 위해 개인 PC를 지참해야 합니다.
실습을 위한 프로그래밍 언어 설치 방법을 사전에 이메일을 통해 공지합니다.
사전 준비를 위해 일반등록 마감(9월 30일(화)) 이후 온라인 및 현장등록은 불가합니다.

Speaker



김동재, 순천향대학교
Dongjae Kim, Soonchunhyang Univ.
2018 성균관대 화학공학 박사
2022 컬럼비아대 박사후연구원
현 재 순천향대 나노화학공학과 조교수



박준동, 숙명여자대학교
Jun Dong Park, Sooknyong Women's Univ.
2016 서울대 화학공학 박사
2019 일리노이대 박사후연구원
현 재 숙명여대 화공생명공학부 부교수



임창용, 경북대학교
Changyong Yim, Kyungpook Nat'l Univ.
2015 POSTECH 화학공학 박사
2020 포항산업과학연구원 수석연구원
현 재 경북대 에너지화학공학과 부교수

Organizer/Speaker



이효민, 제주대학교
Hyomin Lee, Jeju Nat'l Univ.
2015 POSTECH 화학공학 박사
2018 서울대 화학공학과 BK연구교수
현 재 제주대 화학공학과 부교수

Chair



유재범, 충남대학교
Jae Bem You, Chungnam Nat'l Univ.
2017 KAIST 생명화학공학 박사
2019 토론토대 박사후연구원
현 재 충남대 응용화학공학과 조교수

Tutorial 4: 멀티스케일 촉매 설계, 해석 및 응용

(Multiscale catalyst design, analysis and applications)

공동주관: 교육 인재양성위원회, 촉매부문위원회

제주국제컨벤션센터 한라홀A | 2025년 10월 15일(수), 13:00~17:20

Chair: 김경학, 한양대학교 (Kyeounghak Kim, Hanyang Univ.)
이열림, 계명대학교 (Yeol-Lim Lee, Keimyung Univ.)

13:00	나노 수준 촉매 합성 *(Nano-level catalyst synthesis)*	이재하, 경북대학교 *(Jaeha Lee, Kyungpook Nat'l Univ.)*
13:40	나노 수준 시뮬레이션/계산 *(Nano-level simulation/calculation)*	한정우, 서울대학교 *(Jeong Woo Han, Seoul Nat'lUniv.)*
14:20	Lab-scale 반응기 설계 및 반응 실험 *(Lab-scale reactor design and reaction experiments)*	강종헌, 서울대학교 *(Jong Hun Kang, Seoul Nat'l Univ.)*
15:00	Coffee break	
15:20	Lab-scale 촉매 반응 유동 해석 *(Lab-scale catalytic reaction fluid dynamics)*	나종걸, 이화여자대학교 *(Jonggeol Na, Ewha Womans Univ.)*
16:00	촉매 scale-up 및 양산 *(Catalyst scale-up and mass production)*	김호동, 희성촉매 *(Ho-Dong Kim, Heesung Catalysts)*
16:40	플랜트 운전 *(Plant operation)*	고재현, SK이노베이션 *(Jae Hyun Koh, SK innovation)*

등록비(교재 포함)

* 사전등록 마감: 9월 17일(수)

	정/종신회원	학생회원	비회원
사전등록	200,000원	100,000원	220,000원
현장등록	220,000원	120,000원	250,000원

Speaker



이재하, 경북대학교
Jaeha Lee, Kyungpook Nat'l Univ.
2020 서울대 화학생물공학 박사
2024 UC Santa Barbara Postdoc
현 재 경북대 응용화학과 조교수



한정우, 서울대학교
Jeong Woo Han, Seoul Nat'l Univ.
2010 Georgia Tech 화학생명공학 박사
2012 MIT Postdoc
현 재 서울대 재료공학부 부교수



강종헌, 서울대학교
Jong Hun Kang, Seoul Nat'l Univ.
2019 Caltech 화학공학 박사
2020 MIT Postdoc
현 재 서울대 화학생물공학부 부교수



나종걸, 이화여자대학교
Jonggeol Na, Ewha Womans Univ.
2018 서울대 화학생물공학 박사
2020 Carnegie Mellon Postdoc
현 재 이화여대 화공신소재공학과 부교수



김호동, 희성촉매
Ho-Dong Kim, Heesung Catalysts
2013 연세대 화공생명공학 박사
현 재 희성촉매㈜ 수석연구원



고재현, SK이노베이션
Jae Hyun Koh, SK innovation
2009 서울대 화학생물공학 박사
2024 SK이노베이션 환경과학기술원 나노소재팀 연구원
현 재 SK이노베이션 환경과학기술원 전문연구원(촉매)

Organizer/Chair



이열림, 계명대학교
Yeol-Lim Lee, Keimyung Univ.
2019 연세대(미래) 환경공학 박사
2022 연세대(미래) Postdoc/연구교수
현 재 계명대 화학공학과 조교수

Chair



김경학, 한양대학교
Kyeounghak Kim, Hanyang Univ.
2021 POSTECH 화학공학 박사
현 재 한양대 화학공학과 조교수

10월 15일(수): 구두 발표

구두발표(재 료 I)			
영주홀A			좌장: 조신흠(계명대), 허성연(서울과기대)
O재료수-1	14:00 ~ 14:15	Cation Effect of Fe(BIS-TRIS) Complex as Active Material of Aqueous Flow Batteries **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울과기대) 어 진, 박성민, 권용재
O재료수-2	14:15 ~ 14:30	Multi-layered Artificial SEI Engineering for High-Rate Lithium Metal Anodes **(우수 구두 발표상 후보)**	(중앙대) 김혜인, 장해성
O재료수-3	14:30 ~ 14:50	촉매 종류에 따른 메탄 열분해 탄소의 결정성 평가 및 소듐이온전지 적용 가능성 연구	(POSTECH) 박영준, 위태규, 강우석, 조창신, 강윤배, (연세대) 이승연, 손 일
14:50~14:55		Coffee break	
O재료수-4	14:55~15:10	Spatially Engineered Heterogeneous Electrodes for Improving Reaction Homogeneity in Lithium-Sulfur Batteries **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대) 정민호, 문준혁
O재료수-5	15:10~15:25	Metal-Organic Framework-Modified Porous Structured Polymer-Based Separator for Advanced Li-S Batteries	(성균관대) 안종복, 김수찬, 유필진
O재료수-6	15:25~15:40	아연-아이오딘 배터리를 위한 고율 특성과 고안정성을 갖는 메조다공성 티타늄 질화물/탄소 복합 양극재 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 임정현, 김성섭
O재료수-7	15:40~15:55	Electrochemical Exfoliation of Carbon Paper Electrodes for Aqueous All-Iron Batteries **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울과기대) 오유민, 신민규, 권용재
15:55~16:00		Coffee break	
O재료수-8	16:00~16:15	수계 징크이온전지용 MnO_2양극재의 구조 안정성 향상을 위한 코발트 보라이드 코팅 기반 표면 공학 **(우수 구두 발표상 후보)**	(중앙대) 김성관, 장해성
O재료수-9	16:15~16:30	속도론적 제어를 통해 매크로 기공 연결성 조절이 가능한 계층적 다공성 소재의 단일 용기 합성 및 차세대 수계 아연-황 전지 양극으로의 응용 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 이승진, 김성섭
O재료수-10	16:30~16:45	N-도핑 렌즈모양 메조포러스 카본 캐소드를 활용한 수계 Zn-S 배터리의 성능 향상 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 정재훈, 김성섭
O재료수-11	16:45~17:00	웨이퍼 스케일 대면적 전이금속 칼코겐화물의 특성 제어 합성을 통한 차세대 반도체 집적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(성균관대) 최현빈, 손시훈, 김건욱, 김태성, (MIT) 석현호
O재료수-12	17:00~17:15	Ln^{3+}-doped Core-multi shell Nanocrystals for Anticounterfeiting and Sensing Applications	(전남대) Adusumalli Venkata Nanda Kishor Babu, Danial Aiman Bin Kamaruzaman, 유현중, 박용일
O재료수-13	17:15~17:30	고성능 메탄올 가스 센서를 위한 다중 도핑 SnO_2 분말의 고분자 보조 합성 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH, 고려대) 김어진, (KITECH) 양승민, 박경배

학생 구두발표(촉매 및 반응공학 I)			
영주홀B			좌장: 강종헌(서울대), 김경수(전북대)
O촉매수-1	14:00 ~ 14:10	Development of K_2CO_3-based Adsorbents for Direct Air Capture using Real Atmospheric Air **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST) 류경훈, 김도영, 강지현, 김동민, 강성봉
O촉매수-2	14:10 ~ 14:20	니켈이 담지된 알루미나 촉매의 지지체 기공 크기 조절에 따른 메탄 건식 개질에서의 안정성 비교 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전남대) 박관중, 김수지, 고창현
O촉매수-3	14:20 ~ 14:30	란타넘족 금속이 니켈 기반 촉매를 통한 CO_2 메탄화 반응에서 메커니즘에 미치는 영향 **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 이지윤, 김성탁, Putrakumar Balla
O촉매수-4	14:30 ~ 14:40	역수성가스전환 및 피셔-트롭쉬 합성을 통한 올레핀 생산을 위한 내마모성 Fe 기반 촉매 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH, 한양대) 윤대훈, (KITECH) 박경배, 양승민
O촉매수-5	14:40 ~ 14:50	Engineering Oxygen Vacancies with Atomically Dispersed WOx: A Strategy for Superior CO_2 Hydrogenation Performance and Stability on Pd/CeO_2 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울과기대) 김미르, (숙명여대) 백준현, (고려대) 노인수
O촉매수-6	14:50 ~ 15:00	아민에 따른 CO_2 포집 및 메탄올 수소화 반응의 메커니즘 이론적 규명 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대) 최진우, 유종석, 전영현
O촉매수-7	15:00 ~ 15:10	용출법·함침법 기반 Ni-Co 촉매의 DRM 반응 특성 및 재생 거동 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 권예지, 김동현, 이규복
O촉매수-8	15:10 ~ 15:20	메탄 건식 개질 반응용 $Ni-Ce_{0.8}Zr_{0.2}O_2$ 촉매의 침전제 적정 시간 조절을 통한 Ce 피복과 Ni 분산도의 균형 조절 **(우수 구두 발표상 후보)**	(계명대) 이건형, 강현석, 이정훈, 김동성, 이열림, (연세대) 노현석
O촉매수-9	15:20 ~ 15:30	메탄 열분해를 위한 용융 금속의 촉매 활성도 선택적 측정 및 열역학적 해석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 위태규, 박영준, 강윤배, (KITECH) 이은도
15:30 ~ 15:40		Coffee break	
O촉매수-10	15:40 ~ 15:50	$Ni-Ce/Al_2O_3$ 촉매를 이용한 메탄 분해 반응과 청정수소 생산 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전남대) 윤병선, 고창현, (KIER) 김기철, 김민재, 윤재랑, 김민철, 정태성, 전상구, 김우현
O촉매수-11	15:50 ~ 16:00	이산화탄소로 젖산을 생산하는 생물 전기 하이브리드 시스템 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 이재원, 이현주, 이제건, 이상엽
O촉매수-12	16:00 ~ 16:10	고분산 니켈 기반 촉매 설계를 위한 Kinetic Quenching-유도 단일 분무 열분해 합성: 메탄 건식 개질 반응용 촉매의 고성능화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 구본준, 이규복
O촉매수-13	16:10 ~ 16:20	Design principles for Fe-based CO_2 hydrogenation catalysts: alkali promotion and Zn based supports **(우수 구두 발표상 후보)**	(KRICT, 연세대) 이진주, (KRICT) 전우송, (연세대) 배윤상, (KRICT, UST) 김용태
O촉매수-14	16:20 ~ 16:30	Sustainable Coproduction of Xylonic acid and Xylitol using Transfer Hydrogenation and Sustainable Bipolar Membrane Electrodialysis **(우수 구두 발표상 후보)**	(KRICT) Ali Awad, Macchindra G Chandgude, Muhammad Younas, Muhammad Abu Bakar, 오경렬, 황영규
O촉매수-15	16:30 ~ 16:40	Chloride-free indium(III)-catalyzed glucose-to-HMF conversion **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대) 정하영, 한정우, (KITECH) 금예섭, 김용진, 백자연, (한국기술교육대) 김태용
O촉매수-16	16:40 ~ 16:50	폐식용유와 대두유의 그린디젤 전환을 위한 촉매 수첨반응 비교 연구: 중질 유기 불순물의 영향 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 이경진, 최민기
O촉매수-17	16:50 ~ 17:00	소비 후 PET의 BHET로의 효율적인 해중합을 위한 산소결함을 가진 Mn-치환 $MgAl_2O_4$ 스피넬 촉매 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KRICT, 연세대) 최종인, (연세대) 배윤상, (KRICT, UST) 홍도영

O촉매수-18	17:00 ~ 17:15	통합 직접 공기 포집 및 메탄화를 위한 γ-Al_2O_3에 대한 Ni 및 K_2CO_3의 상승적 상호작용 **(회명 대학원 연구상 후보)**	(GIST) 김도영, 류경훈, 강지현, 강성봉
O촉매수-19	17:15 ~ 17:30	Rh 클러스터 촉매를 통한 경질 올레핀 하이드로포밀화 반응 활성에 관한 연구 **(회명 대학원 연구상 후보)**	(UNIST) 오대원, 안광진, (서울대) 김미연, 한정우
O촉매수-20	17:30 ~ 17:45	사용 후 폴리스타이렌 폐기물의 액상 유기 수소 운반체로 업사이클링 **(회명 대학원 연구상 후보)**	(UNIST) 이현건, 안광진
O촉매수-21	17:45 ~ 18:00	개질된 TS-1 촉매를 이용한 현장 과산화수소 생성 기반 자기구동형 프로필렌 에폭시화 **(회명 대학원 연구상 후보)**	(UNIST) 김광현, 황선우, 장지욱, 곽자훈, (전남대) 조성준
학생 구두발표(에너지 환경 I)			
301호			**좌장: 권익선(국립군산대), 이홍식(KITECH)**
O에환수-1	14:00 ~ 14:10	Influence of inherent metals in cattle manure on the thermal degradation behavior during pyrolysis **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH, 국립한경대) 윤희선, (KITECH) 이진기, 김성주, 김유정, 신명철, (KITECH, 연세대) 박효경, (국립한경대) 엄병환
O에환수-2	14:10 ~ 14:20	등온 열분해를 통한 리그노셀룰로직과 비리그노셀룰로직 바이오매스의 열화학적 특성 비교 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH) 박효경, 김유정, 김성주, 이진기, 신명철, (KITECH, 국립한경대) 윤희선, (연세대) 황정호
O에환수-3	14:20 ~ 14:30	Catalytic co-pyrolysis of waste cashew nut shell and high density polyethylene over HZSM-5 to produce high quality liquid fuels from pyrolysis oil	(KITECH) 김형진, 김종수, 정수화
O에환수-4	14:30 ~ 14:40	폐 폴리프로필렌 열분해 오일과 캐슈넛 껍질의 열화학적 전환을 통한 프로듀서 가스 특성	(KITECH, 한양대) 윤주형, (KITECH) 김종수, 정수화
O에환수-5	14:40 ~ 14:50	$LaFeO_3$의 A-site 도핑에 의한 페로브스카이트 내 산소 이동성 제어와 그에 따른 매체순환식 수증기 메탄 개질 반응에서의 탄소 침적 억제 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 하정인, 김현석, 김이겸, 김현중, Surya Ayuati Ning Asih, 이재우
O에환수-6	14:50 ~ 15:00	Strongly Segregated Bottlebrush Copolymer Electrolytes with Dual Ion Pathways: Insights from Experiments and Simulations **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대) 노혁진, 김진혁, 문우진, 김종학
O에환수-7	15:00 ~ 15:10	유기 고체 화합물의 촉매화학적 산화-환원 표적 반응을 활용한 바나듐 레독스 흐름 전지의 에너지 저장량 증대 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대) 조재호, 심홍섭, 이두환
15:10 ~ 15:30		Coffee break	
O에환수-8	15:30 ~ 15:40	메탄화 반응이 억제된 RWGS 반응용 Cu-Ce(x)Zr(1-x)O_2 촉매 최적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(원광대) 임재학, 전이정, 김창현, 윤은수, 윤채민, 심재오, (국립군산대) 전경원
O에환수-9	15:40 ~ 15:50	Global Warming Potential Assessment of an Integrated Blast Furnace and Bio-Methane Production via Biomass Pyrolysis for Alternative Fuel **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 유지윤, 한지훈, (전남대) 김진수
O에환수-10	15:50 ~ 16:00	Process design and environmental assessment of methanol production from biogenic carbon dioxide utilization via anaerobic digestion of food wastes **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 최민교, 한지훈
O에환수-11	16:00 ~ 16:10	CeO_2의 표면 특성에 따른 radical scavenging 효과연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대) 홍승희, 이두환

O에환수-12	16:10 ~ 16:20	Designing Biomass-Derived Solvent Systems for PSCs: AI-Experiment Collaboration and Techno-Economic Analysis Guided Process Recipes **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 배종일, 한지훈, (서울시립대) 차정범, 김 민
O에환수-13	16:20 ~ 16:30	인 도핑 다공성 탄소의 리튬-황 전지 양극 적용 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 김혜인, 박찬영, 이다연, 윤원찬, 엄호현, 이재우
16:30 ~ 16:40		Coffee break	
O에환수-14	16:40 ~ 16:50	230 nm 박막 음극을 활용한 저압 전고체 전지 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대) 오지훈, 최장욱
O에환수-15	16:50 ~ 17:00	동적 구동 조건에서 리튬 이차전지의 경로 의존적 열화 예측 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대) 김인우, 최장욱
O에환수-16	17:00 ~ 17:10	수소 매개 지속가능항공연료(SAF) 생산 경로의 전주기 온실가스 배출 평가: 공정 모사와 LCA 기반 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대) 최언준, 고재락, 이위진, 황보순호
O에환수-17	17:10 ~ 17:20	이가 음이온 유도 격자 구조 제어를 통한 전고체전지용 할라이드 고체전해질 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 김재승, 서동화
O에환수-18	17:20 ~ 17:30	Ag 촉매 전기화학적 CO_2 환원에서 음이온교환막의 이온교환용량이 미치는 영향 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIST, 성균관대) 박지수, (성균관대) 김정규, (KIST) 고재현
O에환수-19	17:30 ~ 17:40	고순도 카본블랙과 활성탄 생산을 위한 폐타이어 열분해 촤 정제 및 활성화 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH, 서울시립대) 이다경, (KITECH) 윤주형, 김종수, 정수화, (현대자동차) 주용태, 김창용
O에환수-20	17:40 ~ 17:50	금속 가공 공정의 대기오염물질 및 탄소발자국 예측을 위한 하이브리드 기계학습 모델 **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대) 이위진, 고재락, 최언준, 황보순호
O에환수-21	17:50 ~ 18:00	니켈-아연 전지를 위한 유연한 $Ni(OH)_2$/버키페이퍼-PDMS 전극 제조 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울과기대) 임세미, 권용재, (서울과기대, KIST) 이준영

학생 구두발표(공정시스템 I)

303호 — **좌장: 가성빈(울산대), 유경환(순천대)**

O공정수-1	14:00 ~ 14:10	Optimal Synthesis of Bacterial Fermentation-based Biorefinery Utilizing Lignocellulosic Biomass **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 김다미, 노고산, (KAIST) 김지연, 이상엽
O공정수-2	14:10 ~ 14:20	국내 제철 부생가스를 활용한 메탄올 생산 공정의 설계 및 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(홍익대) 임준택, 조예은, 천동준, 김도현, 윤지호, 이호재
O공정수-3	14:20 ~ 14:30	Serial Hybrid Modeling Framework for CO_2-to-Acetate Conversion in Microbial Electrosynthesis Systems **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대) 김지훈, 손상환
O공정수-4	14:30 ~ 14:40	Symbolic Regression-Based Two-Stage Stochastic Optimization of Wet Scrubber Performance under Uncertainty in Nuclear Fusion Fuel Cycle **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 이원호, 한지훈
O공정수-5	14:40 ~ 14:50	Process Simulation of High-Purity Cellulose from Kenaf using Deep Eutectic Solvents and Oxalic acids **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 권기현, 한지훈, (전남대) 변재원, (KICET) 이진형
O공정수-6	14:50 ~ 15:00	고압 운전을 통한 eRCC 공정의 CO 전환 효율 향상	(KIST, 고려대) 이정연, (KIST) 박준우, 최원용, 이 웅
O공정수-7	15:00 ~ 15:10	회전식충전탑 기반 CO_2 포집 공정의 격상 설계 및 경제성 검토 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대) 김형준, 김진국
O공정수-8	15:10 ~ 15:20	전해조 동역학을 통합한 다기간 AC 전력망 최적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(이화여대) 송근서, 나종걸, (MIT) Dirk Lauinger, 신성호
O공정수-9	15:20 ~ 15:30	다양한 열원 기반 축열식 메탄 열분해 반응기의 동특성 해석 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH, 연세대) 박지선, (KITECH) 이영재, 이은도, 양 원, 김성일, (연세대) 홍종섭

O공정수-10	15:30 ~ 15:40	Zero 및 low cross-flow 조건에서의 새로운 정삼투 담수화 시스템 모델링: 적용 가능성과 역삼투 담수화의 비교적 고찰 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대) 송인서, 박기호, 김건영, (국립금오공대) 장지웅
O공정수-11	15:40 ~ 15:50	Batch EARL-BO: 배치 베이지안 최적화를 위한 강화학습 기반 다단계 의사결정 알고리즘 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 천무진, 고동연, (Univ. of Southern California) 이재형, (Imperial College London) Calvin Tsay
O공정수-12	15:50 ~ 16:00	제조공정의 머신러닝 기반 에너지·환경성·경제성 다목적 최적화 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH) 최현록, 박지선, 양 원, 김성일
O공정수-13	16:00 ~ 16:10	최적 커널 및 획득 함수 선택 기법을 적용한 베이지안 최적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 박준현, 천무진, 고동연
O공정수-14	16:10 ~ 16:20	Sustainable blast furnace operation via waste plastic-derived syngas: A three-stage stochastic approach **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 류희도, 한지훈, (전남대) 김진수
O공정수-15	16:20 ~ 16:30	Techno-Economic Analysis of Sodium Bicarbonate Production Using Carbon Dioxide in Steel Plant Off-Gas **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 배종일, 이가영, 한지훈
O공정수-16	16:30 ~ 16:40	Process Design of Low-Temperature CO_2 Reactive Capture and Conversion to Methanol: Techno-Economic and Life Cycle Analysis	(KIST) Margareth, 이 웅
O공정수-17	16:40 ~ 16:50	Designing Supply Chain Networks for Biomass-Derived Furan Diester Using a Multi-Objective Static Deterministic Model in a 2030 Korea Case Study **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 김희정, 한지훈
O공정수-18	16:50 ~ 17:00	CPFD 시뮬레이션 및 멀티모달 트랜스포머를 이용한 수소 환원 제철 공정 유동층 반응기의 이상 진단 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대) 박지훈, 노해랑, 이종민, (POSCO) 윤시경
O공정수-19	17:00 ~ 17:10	에너지·엑서지 최적화를 통한 그레이·블루·그린 요소 생산 공정의 4E 성능 비교 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(충북대) 배성윤, 유은욱, 문종호
O공정수-20	17:10 ~ 17:20	화학 공정 구조 생성을 위한 트랜스포머 기반 생성모델의 잠재 공간 최적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대) 김 찬, 손영우, 박지훈, 이종민
O공정수-21	17:20 ~ 17:30	Multiphysics modeling-driven mechanistic insights into copper-catalyzed electrochemical CO_2 reduction **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIST, 고려대) 강은솔, (KIST) 김현욱, 이 웅
O공정수-22	17:30 ~ 17:40	불확실성 조건 하에 ASU 통합 폐플라스틱 열분해 공정의 Scope 기반 환경성 및 경제성 평가 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전남대) 김석주, 김도현, 고상혁, 이보름
O공정수-23	17:40 ~ 17:50	인공지능 기반 폐리튬이온 배터리의 폐쇄형 공급망 계획 **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대) 고재락, 최언준, 이위진, 황보순호

10월 16일(목): 구두 발표

구두발표(고분자 I)			
201B호			좌장: 조수연(성균관대)
O고분목-1	09:00 ~ 09:15	Invigorating PET chemical recycling via integration of thermodynamic and kinetic considerations	(서울대) Razote Bernard Jomari, 홍정숙, 안경현
O고분목-2	09:15 ~ 09:30	〈발표취소〉	
O고분목-3	09:30 ~ 09:45	Zwitterion-Enhanced Ionic Liquid for Electric Double Layer Retention in Neuromorphic Computing Devices **(회명 대학원 연구상 후보)**	(충남대) 전영운, 송슬기, (서울과기대) 이동화, 이은호
O고분목-4	09:45 ~ 10:00	Interface-Guided Synthesis of N-Doped Carbon with High-Density Dual-Fe Sites for Efficient Oxygen Reduction in Zn–Air Batteries **(회명 대학원 연구상 후보)**	(연세대) 김동균, 김정훈
O고분목-5	10:00 ~ 10:15	Infiltration Kinetics and Nanophase Separation of Block Copolymer in Confined Gap: A Molecular Dynamics Simulation Study	(Univ of Pennsylvania) 이상엽, 허태영, 로버트 리글먼, 이대연
O고분목-6	10:15 ~ 10:30	소규모-불균형 데이터를 활용한 고분자 물성 능동기계학습	(경희대) 하민영
O고분목-7	10:30 ~ 10:45	〈발표취소〉	

구두발표(생물화공 I)			
202A호			좌장: 김준원(서울대), 한용희(전남대)
O생물목-1	09:00 ~ 09:20	세포 내 수준에서의 단백질 거동 대규모 추적	(서울대) 김준원
O생물목-2	09:20 ~ 09:40	ChIP-mini: a low-input ChIP-exo protocol for elucidating DNA-binding protein dynamics in bacteria	(KRICT) 박준영, (UNIST) 장민창, 이상목, 방인아, 우지훈, 김동혁, (고려대) 최은나, 김승규, 이은진
O생물목-3	09:40 ~ 09:50	Decoding the Full Catalytic Cycle of Class I PHA Synthase: A QM/MM Metadynamics Perspective **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 김영비, (서울대) 한정우
O생물목-4	09:50 ~ 10:00	중추신경계 약물 전달을 위한 혈뇌장벽 투과성 향상 생체모방 나노운반체로서의 재조립 액포 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 황윤영, 민지호
O생물목-5	10:00 ~ 10:10	Microfluidic design for digital input of stimuli **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 김재성, 이창수
O생물목-6	10:10 ~ 10:20	*Rhodobacter sphaeroides* 유래 Hybrid Vesicle의 항노화 및 세포 보호 효과 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 이수빈, 민지호
O생물목-7	10:20 ~ 10:30	Enzymatic Regioselective Hydroxylation of Phloretin by *Bacillus megaterium* Tyrosinase Immobilized on *Bacillus subtilis* Spore **(우수 구두 발표상 후보)**	(동아대) 정유라, 김준형, 고관영, 최태원
O생물목-8	10:30 ~ 10:40	바이오센서 기반 *Klebsiella michiganensis* 대사 최적화를 통한 2,3-부탄다이올 고생산 **(회명 대학원 연구상 후보)**	(KAIST) 김경호, 정기준

구두발표(열역학분자모사 I)			
202B호			좌장: 이태경(경상국립대), 최원중(국립창원대)
O열역목-1	09:00 ~ 09:20	나트륨이온배터리용 고출력·고안정성 코팅재 가상 탐색	(국립창원대) 김수환
O열역목-2	09:20 ~ 09:30	네오펜틸글리콜 + 물 + 2-에틸헥산올의 상 거동: 결정화 디자인을 위한 SLE와 LLE 측정	(고려대) 류범찬, 강정원, 정시연
O열역목-3	09:30 ~ 09:40	Influence of C_3H_8 on dissociation and guest exchange behavior of sII (CH_4 + C_3H_8) hydrates under varying pressure and temperature conditions **(희명 대학원 연구상 후보)**	(UNIST) 이종혁, 이루미, 서용원, (경기대) 목정훈, (창원국립대) 최원중
O열역목-4	09:40 ~ 09:50	분자동역학 시뮬레이션을 통한 가교 Epoxy composite의 기계적/열적 물성 비교 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(동의대) 김희성, 정소담
O열역목-5	09:50 ~ 10:00	Molecular-Level Design of tBP Free Hole Transport Layer for Stable and Efficient Perovskite Solar Cells **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대) 이동규, 이태경
O열역목-6	10:00 ~ 10:10	Methane Enrichment from Hydrogen-Natural Gas Blends via Tryptophan Assisted Semi-Unstirred Hydrate Formation **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST) 양우영, 강연진, 박영준
O열역목-7	10:10 ~ 10:20	Computational Study on Design of Charged Polymer Binders for Enhanced Stability of Silicon-Based Anodes in Lithium-Ion Batteries **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대) 손준수, 이태경
O열역목-8	10:20 ~ 10:30	Computational Study on Stabilization Mechanism of Polyacrylonitrile with Acidic Comonomer **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST) 오승학, 권성현, (국방과학연구소) 이은혜, 김현웅, (고려대) 곽상규
O열역목-9	10:30 ~ 10:40	Theoretical Insights into Molecularly Functionalized Separator for Stabilizing Both Electrodes in Lithium Metal Batteries **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대) 이지윤, 조유빈, 이태경
O열역목-10	10:40 ~ 10:50	다양한 가교 밀도를 가진 Poly(β-amino esters) (PBAE) 네트워크의 점탄성 거동 이해 **(우수 구두 발표상 후보)**	(동의대) 이동욱, 정소담
O열역목-11	10:50 ~ 11:00	Unraveling Thermal Stability Mechanisms in Organic Solar Cells via Molecular Simulations **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대) 손현수, 이태경
구두발표(분리기술 I)			
203호			좌장: 김경민(강릉원주대), 윤태준(서울대)
O분리목-1	08:35 ~ 08:50	전기 구동 온도-진공 스윙 흡탈착을 위한 건식 제작 필름형 흡착제 기반 직접 공기 포집 기술 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 박인준, 고동연
O분리목-2	08:50 ~ 09:05	Mechanistic Study of Adsorption and Separation of C3 Gases in MIL-53(Al) **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대) 노승건, 신재권, 곽상규
O분리목-3	09:05 ~ 09:20	청록 수소 생산 공정 내 미반응 메탄 회수를 위한 PSA 공정의 효율 향상을 위한 흡착탑 구조 최적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(울산대) 박재현, 이찬현
O분리목-4	09:20 ~ 09:40	Synergistic Effect of Carbon loading in Copper Hexacyanoferrate for Advanced Ammonia Adsorption-Desorption Applications	(충남대) 뚜자산, 박지혜, Win May Zaw, Wathone Oo, 이광복
09:40 ~ 09:50		Coffee break	
O분리목-5	09:50 ~ 10:10	초고염수 재이용을 위한 탄소나노튜브 계면 가열 막증류 기술	(Univ of Cincinnati) 채소룡

O분리목-6	10:10 ~ 10:30	Thermodynamic modeling of cyclic amines for CO_2 capture	(충북대) Shaukat Ali, 오민경, 배성윤, 윤민서, Ankit Belbase, 유은욱, 한상준, 문종호
O분리목-7	10:30 ~ 10:45	탄산염 기둥형 초미세기공 금속-유기 골격체에서의 이산화탄소 포집 (우수 구두 발표상 후보)	(KRICT, 서강대) 정세민, (KRICT) 조경호, 이수경, 윤지웅, 이우황, 조동희, (서강대) 이종석
O분리목-8	10:45 ~ 11:00	기계식화학반응을 이용하여 폐양극재 내 리튬의 선택적 추출에 대한 기계적 이해 (우수 구두 발표상 후보)	(국립창원대) 김성령, 정해성
구두발표(재 료 II)			
영주홀A			**좌장: 정병국(부산대), 최인수(강원대)**
O재료목-1	08:30 ~ 08:45	Orientation-Dependent Polarizability and Angle-Specific Design for Enhanced Negative Dispersion in H-Shape Molecules (우수 구두 발표상 후보)	(고려대) 권대현, 곽상규, (UNIST) 조유미, (전북대) 이지훈
O재료목-2	08:45 ~ 09:00	Advanced interfacial engineering of defect-enriched ReS_2 nanoparticle-layer shielded in-situ grown NiS_2 nanosheet nanostructures for efficient overall water splitting (우수 구두 발표상 후보)	(성균관대) 구달 찬단 찬드루, Anki Reddy Mule, 석준호, 변지수, 유필진, 김정규, 이상욱 , 정찬화, (경희대) 유재수
O재료목-3	09:00 ~ 09:15	Oxygen Vacancy-Engineered PEALD TiO_2-x Layers for Synergistic Enhancement of Activity and Durability in PEMWE Electrodes (우수 구두 발표상 후보)	(서울과기대) 김성준, 권용재, (POSTECH) 주경재, 안지환, (Purdue Univ) 박건우
O재료목-4	09:15 ~ 09:30	코발트 산화물을 활용한 니켈-몰리브데넘 산화물 기반 고성능 알칼라인 수소 발생 반응 촉매 (우수 구두 발표상 후보)	(KAIST) 김경수, 변재호, 아그니, 이진우, 이도창, (KENTECH) 권다영, 김우열, (KIST) 김호영
O재료목-5	09:30 ~ 09:45	Enhanced Near-Infrared Modulation in Flexible All-Solid-State Electrochromic Devices via Polymer Electrolyte-Nanocomposite Electrode Interface Engineering (우수 구두 발표상 후보)	(서울과기대) 김성빈, 허성연
09:45 ~ 09:50		Coffee break	
O재료목-6	09:50 ~ 10:10	DRM 반응의 코크형성과 소결억제를 위한 동적용출과 이산화탄소활성 Yittria 도핑 NiCo 촉매 연구	(KAIST) 아그니, 이도창
O재료목-7	10:10 ~ 10:25	정렬된 채널 구조의 셀룰로오스 에어로겔을 통한 정수 회수 및 염료 제거 (우수 구두 발표상 후보)	(전북대) 곽영우, 주선정, 남창우
O재료목-8	10:25 ~ 10:40	Microwave-Assisted C-C Bond Cleavage of Lignin Using Mesoporous Copper Silicate (우수 구두 발표상 후보)	(서울과기대) 박윤태, 조은범
O재료목-9	10:40 ~ 10:55	칼슘 루핑 공정의 효율성 향상을 위한 폐기물 유래 이중 기능성 촉매 개발 (우수 구두 발표상 후보)	(전북대) 안재원, 이시훈
구두발표(촉매 및 반응공학 II)			
영주홀B			**좌장: 강종헌(서울대), 윤용주(POSTECH)**
O촉매목-1	08:50 ~ 09:10	100 Nm^3/h급 암모니아 개질기 설계	(에코프로HN) 박상준, 장현석, 박경민, 신백경
O촉매목-2	09:10 ~ 09:20	기계학습 퍼텐셜을 통한 암모니아 분해용 액상 복합 고용 합금촉매의 전산 설계	(한양대) 윤영준, 김경학
O촉매목-3	09:20 ~ 09:30	Hydrogen-Free Polyethylene Upcycling via Complementary Acid Sites in Ce-Modified Zeolites	(고려대) 권태은, 원왕연, 노인수, (서울과기대) 박종현, (KRICT) 강기혁, (현대자동차) 정대성

O촉매목-4	09:30 ~ 09:50	An investigative approach for the production of biomass derived FDCA using graphene oxide-based catalyst	(전북대) Bhanupratap Singh Solanki, 이시훈, 이하은
09:50 ~ 10:00		Coffee break	
O촉매목-5	10:00 ~ 10:20	보호층으로 코팅된 코어-쉘 구조를 갖는 촉매 입자에 대한 반응-확산 방정식의 해석적 해	(한국공학대) 조영상
O촉매목-6	10:20 ~ 10:30	다성분 공침 금속 촉매 조성에 따른 메탄 건식개질 촉매 연구	(KITECH, 한양대) 한상영, 김휘동, (KITECH, KAIST) 김륜나, (KITECH, 성균관대) 권성완, (KITECH, 서울시립대) 박종휘, (KITECH, UST) 이은도, (한양대) 이승현
O촉매목-7	10:30 ~ 10:40	세리아-변형 알루미나 지지 Cu 촉매에서 CO_2 수소화 반응의 구조 및 반응 메커니즘 연구	(KAIST) 허희령, 고동연, 장정운, (KRICT) 소중섭
O촉매목-8	10:40 ~ 11:00	Electric Field-Induced Ion Migration Enhances CO_2 Capture in Eutectic-Mixture-Promoted MgO	(서울시립대) Ashwin Kishore M.R., Varunaa Ramaraj, 유종석
구두발표(에너지 환경 II)			
301호			**좌장: 이도연(국립한밭대), 이유리(국립군산대)**
O에환목-1	09:10 ~ 09:30	산업 공정 배출 CO_2의 효율적 전환을 위한 RWGS 촉매 설계	(POSCO홀딩스) 최예지, (KIER, UST) 구기영, (KIER) 정운호, 박용하
O에환목-2	09:30 ~ 10:00	역전기투석을 이용한 염분차 발전 기술 개발 동향	(Univ of Cincinnati) 채소룡
O에환목-3	10:00 ~ 10:20	해수 산성화를 이용한 그린수소 생산	(KIER) 한지형, 정남조, 김선이, 황교식, 좌은진, 정윤철
O에환목-4	10:20 ~ 10:40	CFD 기반 청정수소 및 합성가스 생산을 위한 고온 촉매 반응기 설계 기술	(POSCO홀딩스) 서해원, 안형준, 전남기, 최예지, 김국희
O에환목-5	10:40 ~ 11:00	수소생산시설연계 CCU 사업모델 소개	(㈜에니스) 정준교, 윤현식, 김신현, 김재봉, 공 준
구두발표(유동층 I)			
302호			**좌장: 고강석(KIER), 이은도(KITECH)**
O유동목-1	08:30 ~ 08:50	Green hydrogen from molten metal based thermochemical water splitting cycle	(KITECH) Muzafar Abbas, Gayatri Ingale, 김현태, Khalid Tasmia, Amin Aira, 박근용, Nguyen Van Quyn, 강종규, Ajaysing S Nimbalkar, 김휘동, 이은도
O유동목-2	08:50 ~ 09:10	청록수소 생산을 위한 유동층 반응기의 촉매 자동투입장치 예비실험 결과	(KIER) 류호정, 황병욱, 김대욱, 고강석, 김우현
O유동목-3	09:10 ~ 09:30	Non-catalytic and catalytic methane pyrolysis in a pilot-scale molten-metal bubble column reactor using level-set volume-of-fluid computational fluid dynamics	(한경국립대, Industrial Univ of Ho Chi Minh City) Ngo Ich Son, (한경국립대) 임영일, 양준호, (KITECH) 이은도
O유동목-4	09:30 ~ 10:00	**[Invited Speaker]** Development of Emerging Technologies on Reactors with Dynamic Beds: A Focus on Designed Particles	(Southeast Univ.) Zhenkun Sun, Lunbo Duan, Lin Li
O유동목-5	10:00 ~ 10:30	**[Invited Speaker]** Chemical looping combustion and gasification in fluidized beds: materials and processes	(KUST) Dongfang Li, Shaosheng Fang, Chunsheng Hu, Aoyang Zhang, Yulian Huang
O유동목-6	10:30 ~ 10:50	메탄올 합성을 위한 이중유동층 바이오매스 가스화기의 운전 최적화	(연세대) 이정우, 류태우, 유기현, (KITECH) 이은도, (KIER) 문지홍, (KETEP) 이상훈

O유동목-7	10:50 ~ 11:10	Effect of High Entropy Alloys in Multicatalytic Environments	(KITECH) Ajaysing Sunilrao Nimbalkar, Muzafar Abbas, Nguyen Van Quynh, 박중현, 강종규, 김휘동, 이은도, Aira Amin, Gaytri Udaysinh Ingale, Tasmia Khalid, (KITECH, 인하대) 박근용
구두발표(공정시스템 II)			
401호			**좌장: 박기호(한양대)**
O공정목-1	09:00 ~ 09:20	공정산업의 탄소상쇄 최적화 모델을 이용한 EU-ETS 및 K-ETS의 실효성 예측	(전북대) 최수형
O공정목-2	09:20 ~ 09:40	원자력 연계 개방형 공기 브레이튼 사이클 기반 대기직접포집 공정의 기술경제성 평가	(경북대) 손성민, 송태준, 정주형
O공정목-3	09:40 ~ 10:00	LAB 반응 연구기반 상업 반응공정 설계사례 II	(한화솔루션) 이신범
O공정목-4	10:00 ~ 10:20	Electrification in Cracking Processes for Ethylene Production: Techno-economic and Life Cycle Assessments	(중앙대) Fitriasari Eprillia Intan, 이철진
O공정목-5	10:20 ~ 10:40	Computational study of integrated adsorption enhanced biomass reforming and carbon capture system for hydrogen production	(전북대) Jester Ling Lih Jie, 이하은, 이시훈
O공정목-6	10:40 ~ 11:00	R&D 결과물로부터 그들의 성공적인 최종생산품을 얻을 때 까지의 Project Activities에 대한 응용연구 -국내외 대단위 화학공장의 실질적 hands-on Consulting/Coaching 경험에 근거한-	(Y.H.KIM Eng. & Mfg. Int. Consultant, Representative) 김영호
구두발표(화학안전)			
402B호			**좌장: 조성현(전북대)**
O안전목-1	09:00 ~ 09:10	최적운전 조건 설계를 위한 파이프라인 형상에 따른 암모니아 파이프라인 내 유체 유동해석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(순천향대) 김기찬, 김수진, 권휘웅
O안전목-2	09:10 ~ 09:20	CFD를 이용한 안전밸브 암모니아 누출 확산 및 방호수막 저감 효과에 관한 연구	(아주대) 이찬우, 정승호
O안전목-3	09:20 ~ 09:40	CFD를 활용한 조선업 밀폐공간의 기준 설정에 관한 연구	(아주대) 이근원, 박지훈, 이찬우, 이승준
O안전목-4	09:40 ~ 10:00	암모니아 운송배관의 복합센서 기반 AI 안전감시 기술 설계	(㈜유티이씨) 윤형준, 이경빈

10월 17일(금): 구두 발표

구두발표(이동현상)			
201A호			좌장: 김동재(순천향대)
O이동금-1	08:30 ~ 08:40	형상 인코딩 하이드로젤 마이크로입자와 음향영동 기반 정렬을 통합한 고처리량·고감도 다중 면역분석 플랫폼 (우수 구두 발표상 후보)	(고려대) 신동민, 최준희, 김지우, 정민주, 봉기완, (피씨엘㈜) 이상욱, (용인세브란스병원) 김민정
O이동금-2	08:40 ~ 08:50	리튬이온 배터리 전극 제조를 위한 슬롯 코팅에서의 와류 배제 공정: 다이구조 및 유변학적 설계 전략 (우수 구두 발표상 후보)	(서울대) 오상호, 남재욱
O이동금-3	08:50 ~ 09:00	Plant-derived amphiphiles induce membrane remodeling into ultra-small and stable liposomes (우수 구두 발표상 후보)	(KAIST) 민성배, 최시영, (KAIST, 아모레퍼시픽) 피봉수, (아모레퍼시픽) 한영규, 송채연
O이동금-4	09:00 ~ 09:10	병솔형 고분자 첨가제의 가지 밀도 조절을 통한 선형 PLA의 유변학적 특성 제어 (우수 구두 발표상 후보)	(고려대) 주진혁, 최기홍, 방준하, (부산대) 김민찬
O이동금-5	09:10 ~ 09:20	Rheological and microstructural changes of PEMFC catalyst ink induced by atmospheric exposure during storage	(서울대) 박상률, 안경현
O이동금-6	09:20 ~ 09:40	리싸이클 플라스틱 가공품질 사전평가를 위한 유변학적 품질분류 방법: RheoStatistics(R)	(MKE co., 서울대) 김명호
09:40 ~ 09:50		Coffee break	
O이동금-7	09:50 ~ 10:00	The role of Polyvinylpyrrolidone in LMFP eletrode slurry microstructure (우수 구두 발표상 후보)	(서울대) 현철헌, 남재욱
O이동금-8	10:00 ~ 10:10	Effect of Dispersant Content on the Time-Dependent Dispersion and Rheology of Electrode Slurries (우수 구두 발표상 후보)	(숙명여대) 김주리, 박준동
O이동금-9	10:10 ~ 10:20	볼 밀링 공전 변수 변화에 따른 리튬 이온 배터리 음극 슬러리의 유변물성 및 전기 화학 성능 상관관계 규명 (우수 구두 발표상 후보)	(순천향대) 김기민, 김동재
O이동금-10	10:20 ~ 10:30	Data-Driven Psychorheology: Application to Yogurt Sensory Texture Analysis (우수 구두 발표상 후보)	(숙명여대) 오소정, 박준동, (국립금오공대) 김성렬
O이동금-11	10:30 ~ 10:40	싸이올-에폭시 클릭 반응을 활용한 에스터교환 반응 기반 Covalent Adaptable Network 합성 (우수 구두 발표상 후보)	(고려대) 이윤섭, 방준하, (국립금오공대) 김소희, 엄태준
O이동금-12	10:40 ~ 11:00	새로운 고분자계 고체전해질을 통한 리튬이온의 이동	(유펙스) 이주성
학생 구두발표(고분자 II)			
201B호			좌장: 김명진(경북대)
O고분금-1	13:00 ~ 13:15	Mechanical Properties of Flexible Polyurethane Foams Filled with Chitosan Particles (우수 구두 발표상 후보)	(서울시립대) 이주환, 김정현
O고분금-2	13:15 ~ 13:30	Scaling Relations and Core Region Analysis of Complex Coacervate Core Micelles via All-Atom Molecular Dynamics Simulations (우수 구두 발표상 후보)	(서울대) 정제연, 이민환, 김세빈, 이원보, (홍익대) 최수형
O고분금-3	13:30 ~ 13:45	〈발표취소〉	

O고분금-4	13:45 ~ 14:00	〈발표취소〉	
O고분금-5	14:00 ~ 14:15	나노입자 박막의 기공도가 이온 젤 침투와 전기변색 성능에 미치는 영향 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울과기대) 이찬용, 허성연
O고분금-6	14:15 ~ 14:30	Molecular Simulation Guided Design of Bottlebrush Polymer as Drug Delivery System for Tumor Microenvironment **(우수 구두 발표상 후보)**	(전남대) Grabriella Pasya Irianti, 이상엽, 허수미, (Université de Montréal) Quoc Thang Phan, Xavier Banquy
O고분금-7	14:30 ~ 14:45	Lewis Acid-driven Hydroxo Complexes for Enhanced Ion Transport in Mixed Ionic–Electronic Thermoelectric Films **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 김지현, 김병관
O고분금-8	14:45 ~ 15:00	아릴-에테르-프리 고분자 기반 미세다공성 분리막의 구조 제어 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서강대) 신주호, 이종석
O고분금-9	15:00 ~ 15:15	지속 가능한 비패러다익 신경 자극을 위한 다중 교차 결합 멤브레인-이오노겔 어셈블리 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대) 최원혁, 김지홍, 김종휘, 김도환, (POSTECH) 임영수, 김준호, 박성민, (숭실대) 정재현
O고분금-10	15:15 ~ 15:30	Performance Enhancement of Polyurethane Foams Using Citric Acid-treated Cellulose Fillers **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대) 이인성, 김정현
구두발표(생물화공 II)			
202A호			**좌장: 김준원(서울대), 한용희(전남대)**
O생물금-1	13:00 ~ 13:20	폴리시스트로닉 유전자의 정밀 발현 조절을 위한 번역 동조 기반의 인공 번역 부품 개발	(전남대) 한용희, (서울대) 김현진, 김건우, 서상우, (제주대) 양진아
O생물금-2	13:20 ~ 13:40	Development Of A Femtosensitive Electrochemical Aptasensor For Tuberculosis Ag85B Detection	(POSTECH) Shraddha Chauhan, 이정욱
O생물금-3	13:40 ~ 13:50	Microfluidic Concentration Gradient Generator for Analysis of Corticosterone-Induced Mitochondrial Dysfunction in HT-22 Cells **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 송현지, 김재성, 이창수, (고려대) 이진협, 백승필
O생물금-4	13:50 ~ 14:00	바이오 나노소재 플랫폼으로서의 효모 유래 하이브리드 나노소포체 제작 및 특성 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 임지우, 민지호
O생물금-5	14:00 ~ 14:10	*Methylorubrum extorquens* AM1의 메탄올 내성 향상: 합리적 균주 설계를 위한 적응 기작 규명 **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST) 이규민, 코이 낫 팜, 방인아, 고세영, 김동혁
O생물금-6	14:10 ~ 14:20	지속 가능하고 정밀한 나노 의학을 향하여: 저탄소 약물 전달 플랫폼으로서 재조립된 효모 액포막 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 조윤영, 민지호
O생물금-7	14:20 ~ 14:30	Metabolic engineering of *Corynebacterium glutamicum* for the production of pseudo-aromatic dicarboxylic acids **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 문천우, 조재성, 찌웨이 루오, 신디 프리시리아, 이상엽
O생물금-8	14:30 ~ 14:40	업사이클링 괭생이모자반 유래 세포외소포를 이용한 기능성 화장품 소재 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 김시정, 민지호
구두발표(열역학분자모사 II)			
202B호			**좌장: 이태경(경상국립대), 최원중(국립창원대)**
O열역금-1	13:00 ~ 13:20	친환경 리튬 배터리 양극 제조를 위한 코스모트로픽 수계 용액의 분자 동역학 연구	(서울대) 김세빈, 이원보, (연세대) 김원영, 김중휘, 이상영

O열역금-2	13:20 ~ 13:30	LLM 기반 Multi-Agent 시스템을 이용한 MOF 시뮬레이션 자동화	(KAIST) 배태언, 이재웅, 김지한
O열역금-3	13:30 ~ 13:40	이산화탄소 환원 반응 중 구리 단원자 촉매의 재구성 현상 규명 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서강대) 정현동, (고려대) 백서인
O열역금-4	13:40 ~ 13:50	Adsorption Characteristics of Zinc Ions on the $SrTiO_3$-Coated Zn Anode Surface for Aqueous Zinc Ion Batteries **(우수 구두 발표상 후보)**	(가천대) 최민환, 안용남
O열역금-5	13:50 ~ 14:00	고분자 침투를 고려한 금속-유기 골격 기반 혼합 매질 막의 설계 전략 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 김준혁, 김지한
O열역금-6	14:00 ~ 14:10	거대 언어모델 기반 다중 에이전트를 활용한 금속-유기 구조체 데이터베이스의 수정 및 확장 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 김홍희, 김지한
O열역금-7	14:10 ~ 14:20	사이클로펜테인 하이드레이트 기반 반도체 폐수 정화 기술 **(우수 구두 발표상 후보)**	(숭실대) 이재철, 안윤호, (UCLA) 이원형, (KAIST) 이재우
O열역금-8	14:20 ~ 14:30	인공지능을 활용한 탄소광물화 기반 탄산칼슘 다형 제어 및 예측: 열역학적 고찰 **(우수 구두 발표상 후보)**	(순천향대) 김 진, 김동재, (서울과기대) 문석윤
O열역금-9	14:30 ~ 14:40	Chemical Looping Combustion에서 산소 운반체 NiO 반응성에 대한 근본적 이해 **(우수 구두 발표상 후보)**	(영남대) 손채린, 김민규
O열역금-10	14:40 ~ 14:50	RhO_2(110) 표면에서의 에탄의 고부가가치 화합물 선택적 산화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(영남대) 김도현, 김민규, (GIST) 이성준
O열역금-11	14:50 ~ 15:00	An Integrated Graph Attention and Deep Neural Network Framework for Predictive Modeling of CH4 Hydrate Phase Equilibria and Rational Promoter Discovery **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST) 옥유성, 이서연, 박영준

구두발표(분리기술 II)

203호 — **좌장: 배태현(KAIST), 이창수(부경대)**

O분리금-1	13:00 ~ 13:15	투과 흐름 중공사 전극을 이용한 전기화학적 해수 알칼리도 향상을 통한 탄소 제거 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 박인환, 고동연, (현대자동차) 오승정
O분리금-2	13:15 ~ 13:30	효율적인 이퓨얼 정제를 위한 미세다공성 폴리아미드 고분자 분리막 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 장민준, 고동연, (부산대) 첸 유, 정용철
O분리금-3	13:30 ~ 13:45	초선택적 수소 투과를 위한 플라즈마 처리로 조정된 탄소 분자체 분리막	(KAIST) 오반석, 위정수, 고동연, (KRICT) 서혁준
O분리금-4	13:45 ~ 14:00	메조다공성 막의 동적 침전층을 통한 원유 분별 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 최지훈, 이민용, 최건우, 장민준, 임성갑, 이재우, 고동연, (KRICT) 서혁준, (현대오일뱅크) 신웅철, (조지아공대) 라이언 라이블리
O분리금-5	14:00 ~ 14:15	High Permeability Meets High Selectivity: An Entrainer-Assisted Platform for Surpassing the Membrane Trade-off **(회명 대학원 연구상 후보)**	(경희대) 김승환, 김 정
14:15 ~ 14:25		Coffee break	
O분리금-6	14:25 ~ 14:40	고성능 유기용매 나노여과를 위한 나노다공성 그래핀 분리막 대면적 제조 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대) 김지원, 김대우
O분리금-7	14:40 ~ 14:55	글루타알데하이드 가교 탄닌산 코팅을 통한 정밀여과막의 친수성 개질 방법 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 심승보, 배태현
O분리금-8	14:55 ~ 15:10	Interfacial Polymerization of Amine-Modified SPEEK Membranes for Li^+/Mg^{2+} Separation in Electrically Driven Systems **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST) Shik Rou Kong, 박영준, 서동주
O분리금-9	15:10 ~ 15:25	Selective In-Pore Growth of MOF-808 in Polymeric Fibers for Metal Ion Recovery from Industrial Wastewater **(우수 구두 발표상 후보)**	(서강대) 이호준, 이종석

O분리금-10	15:25 ~ 15:40	Integration of Macrostate Probability Distribution-Based Mixture Loading Predictions into Cyclic Process Simulation and Optimization (우수 구두 발표상 후보)	(부산대) 윤성현, 정용철
구두발표(재 료 III)			
영주홀A			**좌장: 임은호(동국대), 정병국(부산대)**
O재료금-1	08:15 ~ 08:30	비등방성 텅스텐 산화물 나노입자의 배열이 유연 전기변색 박막의 기계적 특성에 미치는 영향 (우수 구두 발표상 후보)	(서울과기대) 정재연, 허성연
O재료금-2	08:30 ~ 08:45	Visible-Light-Driven Copper Oxide–Titania Composites in Polymer Matrices for Long-Lasting Antiviral Surfaces (우수 구두 발표상 후보)	(한국기술교육대) 이유진, 이강현, 김세연, 서아브라함, 채수연, 임준하, 김태용, 박수민, (중앙대) 신준협, 남인호
O재료금-3	08:45 ~ 09:05	금속-유기 골격체 기능화 복합재 기반 흡수 및 흡착 소재 기술 개발	(KIMS) 최재령
O재료금-4	09:05 ~ 09:25	플라즈마 처리 기반 결함 제어를 통한 MOF-801의 메탄 흡착 성능 향상	(KIMS) 김주환, 최재령, 이희정
09:25 ~ 09:30		Coffee break	
O재료금-5	09:30 ~ 09:50	〈발표취소〉	
O재료금-6	09:50 ~ 10:10	Investigation on carbonation conversion of calcium-based waste through carbonation/calcination towards CO_2 capture	(전북대) Wong Min Jin Karen, HaEun Lee, Jester Lih Jie Ling, Bhanupratap S. Solanki, SeeHoon Lee
O재료금-7	10:10 ~ 10:25	MXene 기반 소재의 에너지 및 촉매 응용을 위한 범용 급속 열충격 합성법 (우수 구두 발표상 후보)	(KAIST) 윤지수, 정희태
O재료금-8	10:25 ~ 10:40	풍부한 에지 사이트를 활용한 제올라이트 주형 탄소의 구조 다양성 및 열적 변형 (회명 대학원 연구상 후보)	(KAIST) 지승혁, 최민기
O재료금-9	10:40 ~ 11:00	[Invited Speaker] 소재 산업 경쟁력 강화를 위한 정부의 지원 정책과 협력 전략	(산업통상자원부) 안호연
구두발표(재 료 IV)			
영주홀A			**좌장: 김대건(가천대), 정우빈(POSTECH)**
O재료금-10	13:00 ~ 13:15	분자 수준에서 규명한 공동 반용매의 페로브스카이트 전구체 삭호작용 제어를 통한 대면적 태양 전지 성능 향상 연구 (우수 구두 발표상 후보)	(경상국립대) 박상욱, 이태경, 손현수
O재료금-11	13:15 ~ 13:35	페로브스카이트 신틸레이터 필름 복합체의 제작과 3차원 X선 영상 재구성	(고려대, Univ of Virginia) 김석호, (고려대) 안동준
O재료금-12	13:35 ~ 13:50	물에 의해 유도 된 금속 할라이드 페로브스카이트 나노결정의 열화메커니즘 규명 (우수 구두 발표상 후보)	(DGIST) 마현종, 양지웅
O재료금-13	13:50 ~ 14:10	Effect of Ion Substitution on the Chemical Bonding of Inorganic Framework in Tin-Based Perovskites	(한양대) 이청범, 김경학
14:10 ~ 14:15		Coffee break	
O재료금-14	14:15 ~ 14:30	Quantum Dot-Based Color Conversion Layers with Intrinsic Stretchability and Patternability for Stretchable Displays in Robotic Skins and Wearable Electronics (우수 구두 발표상 후보)	(DGIST) 김기욱, 양지웅, (UNIST) 김동룡, 최문기
O재료금-15	14:30 ~ 14:45	Surface Ligand Engineering of CdSe Nanoplatelets for Enhanced Dispersion Stability in Composite Systems (우수 구두 발표상 후보)	(서울시립대) 전해진, 김다흰

O재료금-16	14:45 ~ 15:00	차세대 광전 변환 응용을 위한 표면 개질된 콜로이드 양자점 **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대) 김동언
15:00 ~ 15:05		Coffee break	
O재료금-17	15:05 ~ 15:25	자극 반응형 광전자 응용을 위한 액정 반도체	(가천대) 한문종
O재료금-18	15:25 ~ 15:40	Electrically Controlled Broadband Oblique Helicoidal Cholesteric Liquid Crystals for Hyperspectral Imaging Applications **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 최영선, 김혜인, 오광석, 임준형, 김영기
O재료금-19	15:40 ~ 15:55	Microlithography of Hole Transport Layers for High-Resolution Organic Light-Emitting Diodes with Reduced Electrical Crosstalk **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대) 오하영, 권혁민, 하보리나, 이소연, 하지연, 김도환, (연세대) 김선권, 조정호, (서강대) 이승한, 노승환, 강문성

구두발표(촉매 및 반응공학 III)

영주홀B **좌장: 김우열(KENTECH), 박민범(인천대)**

O촉매금-1	08:50 ~ 09:10	Metal nanoparticles formation via electrochemical exsolution during high-temperature H_2O-CO_2 co-electrolysis	(단국대, 오하이오주립대) 김재성, (오하이오주립대) 세발 건더즈, 앤 코, 우밋 오즈칸
O촉매금-2	09:10 ~ 09:30	A study on the combined steam and CO_2 reforming of methane over Ni/CeSiOx catalysts	(KRICT, 서강대) 김애리, (KITECH) 서정철, 양유정, 박해구, 민형기, (서강대) 하경수
O촉매금-3	09:30 ~ 09:50	Development of dual functional materials for integrated CO_2 capture and in-situ methanation at low temperature	(Southeast Univ) Daocheng Liu, Liangyong Chen
09:50 ~ 10:00		Coffee break	
O촉매금-4	10:00 ~ 10:20	CO_2와 메탄올 전환을 통한 기상 디메틸카보네이트 합성을 위한 고활성 Ce-BTC 유래 프라세오디뮴 도핑 세리아	(KRICT) 소중섭, 이진희, 박지훈, 유영우, (경북대) 김영진
O촉매금-5	10:20 ~ 10:40	Accelerated Design and Discovery of Homogeneous Catalysts for CO_2 hydrogenation to Methanol via Directed Message-Passing Neural Networks and Active Learning	(KENTECH) Sathya Sheela Subramanian, 구근호
O촉매금-6	10:40 ~ 11:00	〈발표취소〉	

학생 구두발표(촉매 및 반응공학 IV)

영주홀B **좌장: 안 솔(중앙대), 조강희(인하대)**

O촉매금-7	13:00 ~ 13:10	루테늄 용출 지르코늄 질화물에서의 MvK 메커니즘을 통한 암모니아 형성 향상에 대한 계산화학적 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대) 서화경, 한정우
O촉매금-8	13:10 ~ 13:20	수소 생산을 위한 알칼리 금속 프로모터의 루테늄 촉매를 통한 암모니아 분해 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(동아대) 박서영, 정재철, 이정규
O촉매금-9	13:20 ~ 13:30	First-Principles Investigation of Alkali Metal Effects on Ru-based Catalysts for Hydrogen Production via Ammonia Decomposition **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대) 류영철, Efremov Vladimir, 유종석
O촉매금-10	13:30 ~ 13:40	암모니아 분해 촉매의 우수한 성능 예측을 위한 계층적 구조의 회귀 모델 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 안재석, 박지수, 김수진, 윤용주
O촉매금-11	13:40 ~ 13:50	Black TiO_2 as a stable support for Ir-based high-entropy alloy electrocatalyst in acidic oxygen evolution reaction **(우수 구두 발표상 후보)**	(경희대) Pham Minh Toan, 임경민, 김진수

O촉매금-12	13:50 ~ 14:00	불소 도핑된 $SrFeO_3$의 A-site 양이온 결함을 통한 전기화학적 요소 합성 성능 향상: DFT 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대) 임태진, 김경학
O촉매금-13	14:00 ~ 14:10	Multiscale Modeling of Nanostructured Electrocatalyst for Alkaline Water Electrolysis via Fine-tuned Machine Learning Interatomic Potential **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대) 문진욱, 한정우, (KAIST) 김지원, 이진우
14:10 ~ 14:20		Coffee break	
O촉매금-14	14:20 ~ 14:30	Bias-Controlled Catalytic Selectivity via Metal–Semiconductor Schottky Nanodiodes **(우수 구두 발표상 후보)**	(인하대) 윤예지, 이시우
O촉매금-15	14:30 ~ 14:40	Co/Beta zeolite Catalyst with High Oxygen Resistance for N_2O Decomposition **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH, 부산대) 서상혁, (KITECH, UNIST) 김동혁, (KITECH) 이명진, 정보라, 김홍대, (부산대) 이희수
O촉매금-16	14:40 ~ 14:50	Atomically Dispersed Silver on Nanosheet-Stacked Amorphous Alumina for Enhanced NOx Reduction **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 장정운, 허희령, 고동연, (KRICT) 소중섭, 유영우, (KIST) 유천재, (경북대) 김영진
O촉매금-17	14:50 ~ 15:00	Optimizing liquid fuel range selectivity by controlling the pressure-dependent reaction pathway during catalytic hydroprocessing overPt/Zeolite catalysts **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 이정훈, 김성탁
O촉매금-18	15:00 ~ 15:10	가연성 가스 산화 반응용 고활성 페로브스카이트 촉매 설계 전략 **(우수 구두 발표상 후보)**	(명지대) 조정현, 정지철, (POSCO홀딩스) 김범식, 박해웅
O촉매금-19	15:10 ~ 15:20	전자현미경 이미지를 활용한 촉매 입자의 형태,분포,크기 자동 정량 분석 머신 러닝 프레임워크	(성균관대) 이용상, 김지용
O촉매금-20	15:20 ~ 15:30	$SrTiO_3$ 및 $BiVO_4$ 광촉매 나노입자를 활용하여 Z-scheme 구조 합성을 통한 물분해 및 그린수소 생산 기술 개발	(KITECH, 성균관대) 김지훈, 권성완, (KITECH) 김휘동, (성균관대) 정소희, (KITECH, KAIST) 김륜나, (KITECH, UST) 아민 아이라
O촉매금-21	15:30 ~ 15:40	양성자 교환막 수전해용 부식 저항성 고결정성 탄소 지지체 개발	(KIST) 이대연, 유성종, 김명근, (고려대, KIST) 박종석, (고려대) 조진한

학생 구두발표(에너지 환경 III)

301호 — **좌장: 김정규(성균관대), 심재오(원광대)**

O에환금-1	08:30 ~ 08:40	Techno-Economic and Environmental Assessment of 1-Octanol Production from Furfural with Bio-Based and Fossil-Based Acetone **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 최승준, 유지윤, 이윤재, 한지훈, (한양대) 서영웅, 서정길
O에환금-2	08:40 ~ 08:50	Application of Proportional and Proportional-Integral Controllers for Tritium Emission Control in Detritiation System	(POSTECH) 이윤재, 한지훈, (KFE) 이재욱, 장민호
O에환금-3	08:50 ~ 09:00	Synergistic Enhancement of Ammonia Oxidation by Amorphous Ni–Cu Bimetallic Electrocatalysts Synthesized via In Situ Electrochemical Oxidation **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 김유라, 김성섭
O에환금-4	09:00 ~ 09:10	효소-금속 하이브리드 전극을 이용한 전기화학적 이산화탄소 환원 선택도 및 반응속도 향상 **(우수 구두 발표상 후보)**	(건국대) 강여민, 도영진, 박기태
O에환금-5	09:10 ~ 09:20	MEA CO_2 환원 셀의 성능 향상을 위한 전극의 과습 제어 설계 **(우수 구두 발표상 후보)**	(건국대) 도영진, 오준원, 김승우, 박기태

O에환금-6	09:20 ~ 09:30	폐수 유래 암모니아를 활용한 수소 생산 공정 시뮬레이션 및 환경성 평가 **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 유선욱, 이가영, 한지훈
O에환금-7	09:30 ~ 09:40	Low-Cost Vanadium Electrolyte Preparation via Rapid V_2O_5 Reduction Using an Organic Reductant **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울과기대) 임예진, 신민규, 권용재
09:40 ~ 10:00		Coffee break	
O에환금-8	10:00 ~ 10:10	프로톤 전도성 세라믹 전해질 기반 전기화학적 암모니아 합성 셀 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST) 이가현, 박희정, 주종훈, (KIER) 윤형철
O에환금-9	10:10 ~ 10:20	LDH@MXene/CNF-based Solar Evaporator with Efficient Water Transportation and High Photothermal Properties for Desalination **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 강진혁, 한상언, 남창우
O에환금-10	10:20 ~ 10:30	Theoretical Investigation of MOF-Based Ion Transport Layers in Aqueous ZIBs **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대) 신재권, 허성호, 유승호, 곽상규
O에환금-11	10:30 ~ 10:40	DFT 기반 AI를 활용한 공융용매(DES)의 CO_2용해도 예측 정확도 향상 **(우수 구두 발표상 후보)**	(충북대) 김진아, 임동희
O에환금-12	10:40 ~ 10:50	유동층 화학 기상 증착법을 이용한 고효율 다공성 실리콘/탄소 복합체 설계 **(우수 구두 발표상 후보)**	(동아대) 서재욱, 이정규
O에환금-13	10:50 ~ 11:00	직접공기포집용 나노 스케일 하이브리드 소재의 열적 산화 안정성 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST) 성유경, 박인규, 박영준

학생 구두발표(에너지 환경 IV)

301호 **좌장: 윤태준(서울대)**

O에환금-14	13:00 ~ 13:10	고에너지 리튬 이차전지를 위한 다공성 실리콘-흑연 복합 음극 합성 및 전기화학 특성 **(우수 구두 발표상 후보)**	(동아대) 박세은, 이정규
O에환금-15	13:10 ~ 13:20	표면 개질 기술을 활용한 다공성 전이 금속 전극의 HER 촉매성능 향상 **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST) 서강민, 이가현, 주종훈, (KENTECH) 김창희
O에환금-16	13:20 ~ 13:30	고성능 암모니아 분해를 위한 비용 효율적인 Ru-free 페로브스카이트 유래 촉매 설계: Ni 용출 및 전자적 특성의 최적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대) 박재민, 김도희
O에환금-17	13:30 ~ 13:40	Tuning Metal-Organic Frameworks with Mixed Ligands for Boosted Ethylene/Ethane Adsorptive Separation **(우수 구두 발표상 후보)**	(서강대) 성정호, 신주호, 이종석
O에환금-18	13:40 ~ 13:50	건식 개질-역수성가스전이 반응 시너지 극대화를 위한 지지체 수소 전처리 기반 Ni/CeO_2 촉매 성능 향상 **(우수 구두 발표상 후보)**	(계명대) 강현석, 이열림, (연세대) 김범준, 노현석
O에환금-19	13:50 ~ 14:00	〈발표취소〉	
O에환금-20	14:00 ~ 14:10	공기 중 이산화탄소 포집에서 Na-K 질산염 코팅으로 MgO 비활성화 억제	(KIER, 성균관대) 장재준, (KIER) 윤영민, 김대욱, 최유진, 김하나, 류호정, 황병욱, (성균관대) 배종욱
O에환금-21	14:10 ~ 14:20	수소 발생 반응을 위한 단층 측면 헤테로에피택시 **(우수 구두 발표상 후보)**	(이화여대) 이승연, 조수연
O에환금-22	14:20 ~ 14:30	Enhancing the Sulfur Resistance of Bulk Vanadium Oxide Catalyst via Zeolite Mixing **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대) 박홍범, 김현섭, 정형동, 김성민, 차지훈, 김도희, (고려대) 송인학
O에환금-23	14:30 ~ 14:40	직접 배출을 넘어: 그린 수소 생산을 위한 네 가지 수전해 기술에서 공급망 영향과 저감 잠재력에 대한 전과정평가 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전남대) 고상혁, 김석주, 이보름

O에환금-24	14:40 ~ 14:50	다단 고정층 반응 시스템을 이용한 메탄올-방향족 연속 전환 공정의 온도 및 공급가스 조성 최적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(경북대) 장은호, 남형석, 박경두, 채호진, 이수출, (영남대) 박노국, (성균관대) 배종욱
구두발표(유동층 II)			
302호			**좌장: 문태영(KIER), 이도연(국립한밭대)**
O유동금-1	08:30 ~ 08:50	Fluorine Recovery from Semiconductor F-gases via molten Tin and Hydrogen Reduction	(KITECH) Nguyen Van Quynh, Khalid Tasmia Khalid Tasmia, Amin Aira, 박근용, 고유진, 장예지, 박중현, 김현태, 이유진, 김남훈, Gayatri Ingale, Nimpalkar Ajaysing Sunilrao, 강종규, Abbs Muzafar, 김휘동, 이은도
O유동금-2	08:50 ~ 09:05	다공판 배플을 갖는 액체 금속 태양열 흡열기의 기체 가열 특성 **(우수 구두 발표상 후보)**	(국립한국교통대) 손하은, 김수영, 김성원
O유동금-3	09:05 ~ 09:20	기포유동층 내 폐플라스틱의 수력학적 특성에 대한 전산해석 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대) 박경영, 최항석, 최명규, 홍성완
O유동금-4	09:20 ~ 09:35	산화주석(SnO) 촉매와 주석(Sn) 기반 용융금속 반응기(MMBCR)를 이용한 NOx 제거 효율 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH, 서울시립대) 박중현, (KITECH) 김남훈, 이은도, 김휘동, (서울시립대) 서명원
O유동금-5	09:35 ~ 09:50	유동층 기반 Moisture Swing Adsorption의 저농도 CO_2 포집 운전 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(순천향대) 최종민, 김동재
O유동금-6	09:50 ~ 10:05	One-dimensional reactor model with energy balance for clean hydrogen production via non-oxidative polypropylene pyrolysis using molten-metal catalyst **(우수 구두 발표상 후보)**	(한경국립대) Bang Thanh Le, Ngo Ich Son, 임영일, (KITECH) 이영재, 이은도
O유동금-7	10:05 ~ 10:20	Investigation of methane pyrolysis with metal beads for scalable turquoise hydrogen production **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH) Ingale Gayatri Udaysinh, (인하대) 이준형, (KITECH) Khalid Tasmia, Muzafar Abbas, 박근용, 이은도
O유동금-8	10:20 ~ 10:35	100 kWth 암모니아 전소 버너를 이용한 NOx 배출 특성에 대한 실험적 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH, 성균관대) 황성환, 심우현, (KITECH) 이재욱, 변창희, 양 원, 채태영, (성균관대) 권오채
O유동금-9	10:35 ~ 10:50	0.1 MWth 순환유동층에서 석탄-암모니아 혼소 중 N_2O 저감 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIER, 성균관대) 임호태, (KIER) 박성진, 조성호, 민성구, 윤상준, 라호원, 윤성민, 조현빈, 문태영, (KITECH) 김성주, (성균관대) 류창국
O유동금-10	10:50 ~ 11:05	유동층 기반 암모니아 직접 환원철(DRI) 특성 및 배출가스 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIER, 서울시립대) 민성구, (KIER) 박성진, 김성주, 임호태, 라호원, 윤성민, 조현빈, 문태영, (서울시립대) 서명원
구두발표(공정시스템 III)			
401호			**좌장: 변재원(전남대)**
O공정금-1	08:40 ~ 09:00	Reactor design and scale-up in fluidized bed system with experiments, simulation, and modelling	(가톨릭대) 김준영

O공정금-2	09:00 ~ 09:20	Ammonia Combustion Kinetics Reduction using Dynamic Mode Decomposition, Statistical methods, and Pathway Analysis	(인하대) Gbadago Dela Quarme, 황성원
O공정금-3	09:20 ~ 09:40	디지털 트윈을 활용한 발효 공정의 적응형 제어 전략	(시마크로) 김준우, 김왕수, 윤정호
O공정금-4	09:40 ~ 10:00	디지털 트윈을 활용한 증발 공정의 모델예측 제어 전략	(시마크로) 김왕수, 김준우, 윤정호
O공정금-5	10:00 ~ 10:20	바이오가스 기반 친환경 수소 생산 기술 실증	(현대건설) 김홍석, 진상준, 박광호, 류혜원, 김희향, 황덕영, (현대자동차) 김평순, 박경수, 신중훈, (수도권매립지관리공사) 김정화, 권기운
O공정금-6	10:20 ~ 10:40	〈발표취소〉	
O공정금-7	10:40 ~ 11:00	대면적 합성 공정 개발을 통한 차세대 양자점-실리콘 반도체 하이브리드 플랫폼 개발	(영남대) 정유진
학생 구두발표(공정시스템 IV)			
401호			**좌장: 김종우(인천대)**
O공정금-8	13:00 ~ 13:10	대규모 언어 모델을 활용한 강화학습 제어기 설명 프레임워크 개발 **(회명 대학원 연구상 후보)**	(서울대) 김해창, 이종민, (Purdue Univ) Hao Chen, Can Li
O공정금-9	13:10 ~ 13:20	폐플라스틱 가스화와 Chemical Looping을 활용한 수소 생산 공정의 경제성, 환경성, 에너지, 엑서지 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(충북대) 윤은욱, 문종호, 배성윤, 이재범, 한상준
O공정금-10	13:20 ~ 13:30	Optimization of the Hydrogen Reduction (HyREX) Process Based on Simulation Modeling **(우수 구두 발표상 후보)**	(울산대) 김유리, 이정철, 정동휘, (부산대) 손상환
O공정금-11	13:30 ~ 13:40	잔여염이 없는 HSBRO 시스템의 동적 모델링 및 운전 단계 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대) 김건영, 박기호
O공정금-12	13:40 ~ 13:50	Dynamic Life Cycle Assessment of Miscanthus Saccharification from a Biogenic CO_2 Accounting Perspective **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 김유빈, 노고산, (KRICT) 김호용, 명수완
O공정금-13	13:50 ~ 14:00	Kinetic Monte Carlo Simulation of Methane Dehydroaromatization on Mo/HZSM-5 **(우수 구두 발표상 후보)**	(이화여대) 노채연, 이채은, 나종걸
O공정금-14	14:00 ~ 14:10	Automatic Discovery of Governing Equations from Limited Data through Progressive Function Approximation **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIST, 고려대) 조은별, 이 웅, (KIST) 박담대, (고려대) 이기봉
O공정금-15	14:10 ~ 14:20	Integrated Modelling of an Electrified Reverse Water Gas Shift Reactor for CO_2 Utilisation	(전남대) 이동기, 구보람, (KRICT) 백승준, 김용태, 송인협
O공정금-16	14:20 ~ 14:30	증수소 분리 증류탑의 동적 시뮬레이션을 위한 Complementarity 제약식 기반 제일원리 모델 **(우수 구두 발표상 후보)**	(인천대) 지영남, 김종우, 이나경
O공정금-17	14:30 ~ 14:40	용량 및 출력 저하의 동시 예측을 통한 리튬이온 배터리 열화 진단 프레임워크 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST) 전상준, 허성민, (서울대, KAIST) 이재욱
O공정금-18	14:40 ~ 14:50	Ultra-fast, high-throughput combinatorial nanomaterial synthesis based on a dual-gradient centrifugal microfluidic chip **(우수 구두 발표상 후보)**	(경희대) Hiep Van Nguyen, 판민부, Nguyen Hoai Thanh, 목탄, 박소정, 서태석
O공정금-19	14:50 ~ 15:00	Rapid and Scalable Sonochemical Synthesis of AgCl Nanocubes for Economically Viable CO_2 Electroreduction **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIST) 김현영, 채영현, 이 웅

O공정금-20	15:00 ~ 15:10	재생 에너지 및 탄소 포집 기술을 활용한 탈탄소화 유틸리티 최적화 운영 전략	(한양대) 박하린, 김진국, (Brandenburg Univ of Technology) Bogdan Dorneanu, Harvey Arellano-Garcia
O공정금-21	15:10 ~ 15:20	Bioenergy with carbon capture and storage(BECCS)기반 수소 생산 공정 설계 및 전과정평가 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대) 이하은, Jester Lih Jie Ling, 박예찬, 이시훈
O공정금-22	15:20 ~ 15:30	Pore network model을 이용한 Vanadium Redox Flow Batteries 제일원리 모델링 및 미세구조 최적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(인천대) 정민제, 김종우, 이승훈
O공정금-23	15:30 ~ 15:40	농도별 휘발성 유기화합물(VOCs) 제거 공정의 기술경제성(TEA) 및 전과정평가(LCA) 비교 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KRICT, 고려대) 신길환, (KRICT) 이진희, 백승준, 민주원, 안진주
O공정금-24	15:40 ~ 15:50	Enhancing Solid Oxide Fuel Cell Performance via Amine-Based CO_2 Capture from Coal-Derived Syngas **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 최예지, 한지훈
O공정금-25	15:50 ~ 16:00	특정 성질 값을 목표로 하는 Redox-active Organic Molecule(ROM) 생성형 모델 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIST, 고려대) 강장훈, (KIST) 고성현, 최원용, 김창수
구두발표(공업화학)			
402A호			**좌장: 송광섭(국립금오공대)**
O공업금-1	13:00 ~ 13:20	화생방 방호소재의 시편 단위 성능 평가 시스템 개발 및 검증	(국방과학(연)) 최현서, 고은미, 류삼곤, 정희수, 유승정, 허지웅, 정현숙
O공업금-2	13:20 ~ 13:30	The acoustic boundary effect of a Brownian-diffusive particle on the vertical confinement within ultrasonic standing wave fields **(우수 구두 발표상 후보)**	(경기대) 김나해, 양인환
O공업금-3	13:30 ~ 13:40	분산제 종류에 따른 exo-THDCPD연료의 열분해 특성 개선 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(경기대) 박찬호, 엄호선, 김창준, 김영진, 정지훈, (국방과학(연)) 정병훈, 최호진, 박동창
O공업금-4	13:40 ~ 13:50	금 나노입자의 광열 효과를 이용한 인공수정체의 후낭 혼탁 억제	(건양대) 김훈관, 송기창
O공업금-5	13:50 ~ 14:00	Unveiling Lattice Oxygen Participation in ZIF-67 Derived Cobalt Oxides for Oxygen Evolution and Selective Glycerol Oxidation to Formate **(우수 구두 발표상 후보)**	(국립금오공대) 한 솔, 이성규
학생 구두발표(입자기술)			
402B호			**좌장: 권우성(숙명여대)**
O입자금-1	13:00 ~ 13:10	Fabrication of Polyurethane Composites with Acid-Treated MWCNTs for Smart Applications	(서울시립대) 이재헌, 김정현
O입자금-2	13:10 ~ 13:20	Solar-Responsive Shape Memory Polyurethane via Photothermal Effect **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대) 김민서, 김정현
O입자금-3	13:20 ~ 13:30	Reabsorption-Driven Charge Carrier Generation for Enhanced Hydrogen Production in Photocatalytic Systems **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대) 강은수, 김정현
O입자금-4	13:30 ~ 13:40	Photoelectrochemical Hydrogen Production Based on BiVO4 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대) 이승익, 김정현
O입자금-5	13:40 ~ 13:50	Cation vacancy promoted metal sulfide based heterostructure for efficient photocatalytic hydrogen production **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대) 한서준, 김정현

O입자금-6	13:50 ~ 14:00	Interfacial Modulation in Hybrid Photoanode for Enhanced PEC Performance	(서울시립대) 허동규, 김정현
O입자금-7	14:00 ~ 14:10	High-Entropy Prussian Blue Analogue with Superior Cycling Stability for Selective Lithium-Ion Recovery via Capacitive Deionization	(POSTECH) 김대웅, 전상민
O입자금-8	14:10 ~ 14:20	High-Power Moisture-Induced Electricity Generation via Li^{+}/Al^{3+} Intercalation in NaV3O8 Nanobelts **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH) 백혜림, 김대웅, 송민재, 전상민
O입자금-9	14:20 ~ 14:30	Capillary Mode Transitions in Micro-Disc Assembly at Fluidic Interface **(회명 대학원 연구상 후보)**	(미시간대) 박성완, 최정우, Albert Tianxiang Liu
O입자금-10	14:30 ~ 14:40	자가 p-도핑을 이용한 Sn-Pb 혼합 하이브리드 페로브스카이트 기반 광대역 광센서의 광전 성능 향상 **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) 공수현, 송슬기
O입자금-11	14:40 ~ 14:50	고강도 펄스광 공정을 이용한 TiO_2/MXene 복합 광촉매 제조 및 유기오염물 제거 **(우수 구두 발표상 후보)**	(경북대) 이희진, 임창용, 김태욱
O입자금-12	14:50 ~ 15:00	플래시라이트 공정을 이용한 Co_3O_4 장식 다공성 탄소 나노섬유 제작 및 슈퍼커패시터 전극 응용 **(우수 구두 발표상 후보)**	(경북대) 이재호, 김태욱, 임창용
O입자금-13	15:00 ~ 15:10	Passivation Layer for Improved Efficiency and Stability in Perovskite Solar Cells **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대) Tran Thi Ha Giang, 송슬기
O입자금-14	15:10 ~ 15:20	Rapid Room-Temperature Synthesis of Red/NIR-Emissive Polymer Dots with 80% Quantum Yield **(우수 구두 발표상 후보)**	(숙명여대) 서세정, 권우성

포스터 발표 I: 10월 16일(목), 09:30~11:00

분리기술: 10월 16일(목), 09:30~11:00		
P분리목-1	무수갈락토스의 고순도 연속분리를 위한 simulated moving bed 공정 개발	(한양대) 문성용, 강희종, 우형주, 서성제, 이성지
P분리목-2	이사틴 기반 미세다공성 고분자의 구조 조절을 통한 가스 분리 성능 및 플라스틱화 저항성 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 최효민, 지원석
P분리목-3	가스 분리를 위한 para 치환 벤즈알데하이드 기반 하이드록실 기능성 미세다공성 고분자막의 설계 및 성능 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 한나라, 지원석
P분리목-4	PIM-1 혼합 매질 분리막에서 CO_2 분리 성능을 향상시키기 위한 다공성 유기 고분자-그래프트 필러 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립부경대) 손혜정, 이창수
P분리목-5	Tri-Triazole 리간드를 갖는 아연 기반 금속 유기 골격체를 이용한 연소 후 이산화탄소 포집 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 김시은, 고동연, (부산대) 자오 구오빈, 정용철
P분리목-6	일산화탄소 선택적 흡착이 가능한 구리 1가 이온이 포함된 섬유 흡착제를 이용한 고순도 수소 정제 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 이성규, 허희령, 김현중, 이재우, 고동연, (KRICT) 소중섭
P분리목-7	카다놀/에틸아세테이트/암모니아수 계에서 액액 평형의 측정과 양자역학 계산 추정	(경남정보대) 김병철, (동아대) 김점수, 김영한
P분리목-8	망간 분진으로부터 고순도 황산망간일수화물($MnSO_4 \cdot H_2O$)을 제조하는 간소화된 습식 제련 공정	(국립창원대) 이우석, 정해성
P분리목-9	Rapid Sub-Hour Cycling of Direct Air Capture Using Engineered Hollow Fiber Sorbents **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) Hebisch Karoline, 박인준, 고동연
P분리목-10	Macroporous MOF beads constructed from intergrown MOF nanoparticles for enhancing CO_2 separation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경희대) Phat Ngoc Nguyen, 김진수
P분리목-11	Redox Stabilization and CO Selectivity in Cu + Exchanged HZSM-5 by Cerium Incorporation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대) 슌파파 아잉, 박지혜, Win May Zaw, Wathone Oo, 뚜자산, 이광복
P분리목-12	펜던트 기능화된 폴리이미드를 활용한 기계적으로 안정적인 열적 재배열막의 CO_2/CH_4 및 H_2/N_2 분리 성능 향상	(KAIST) 정우성, 배태현
P분리목-13	암모니아-메틸디에탄올아민 혼합 용액을 이용한 CO_2 포집 공정의 열역학 매개변수 추정 및 공정 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 김혜린, 김진영, 오민경, 배성윤, 한상준, Shaukat Ali Mazari, 문종호
P분리목-14	산화제 또는 환원제 없이 기계식화학반응을 통한 폐양극재 내 리튬의 선택적 추출 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립창원대) 김성령, 최진영, 김동근, 문수인, 정해성
P분리목-15	Modeling and Thermodynamic Assessment of Piperazine Based Blends with Tertiary Amines for High Performance CO_2 Capture **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 김진영, 김혜린, 오민경, 배성윤, Shaukat Ali Mazari, 한상준, 문종호
P분리목-16	AMP 혼합 아민 (AMP/MEA, DEA, MDEA, PZ)을 활용한 CO_2 포집 공정의 비교 및 종합적인 평가: 열역학 모델링, 경제성 평가 및 공정 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 오민경, 배성윤, 김혜린, 김진영, 윤민서, 샤우캇 알리 마자리, 한상준, 문종호
P분리목-17	ZIF 계면 조절을 통한 고성능 수소 분리막 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서강대) 김효정, 이종석
P분리목-18	알루미나 중공사 지지체 표면 조도 향상 및 진공 보조 무전해 도금을 통한 팔라듐 합금 분리막의 수소 투과 성능 개선	(동국대) 허승희, 박정훈
P분리목-19	바이오가스로부터 전기탈이온막 시스템을 이용한 고순도 이산화탄소의 분리 공정 기술개발	(㈜웨니) 권정회, 김태균, 유강용, 심대은, 홍은지
P분리목-20	암모니아 분해를 위한 이단계 분리 시스템의 최적화 및 개발: TSA 기반 NH_3 제거와 VPSA 기반 H_2/N_2 정제 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 이권우, 문종호, 윤민서, 안킷 벨바제
P분리목-21	아스코르브산을 이용한 폐망간분진으로부터 망간의 지속가능한 회수 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립창원대) 장연서, 강보경, 이신우, 정해성
P분리목-22	중수로 HVAC 시스템용 활성탄의 물리화학적 특성 분석 및 파과 시험	(동국대) 김수환, 류준형
P분리목-23	ODPA 기반 폴리이미드 합성에서의 공중합 설계를 통한 수소 분리 성능 조율	(KAIST) 홍유정, 배태현

P분리목-24	금속 전구체 비율에 따른 Mg-Cr 하이드로탈사이트 기반 이산화탄소 흡착제의 성능 및 특성 분석: 실험 및 DFT 분석 관점에서의 연구	(고려대) 차민규, 이기봉, (울산대) K.S.S.V. Prasad Reddy, 강성구
P분리목-25	탄화수소 포집용 상용 활성탄의 특성 분석 및 성능 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 이주영, 이기봉, 조문경
P분리목-26	리그닌 정제 향상 및 염분 분리 공정 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동국대) 강은희, 장학룡, 신민창, 황재연, 박정훈
P분리목-27	Control of Chiral Symmetry Breaking in Antisolvent Crystallization via Tuning W/O Mixing Stability	(경희대) 권예진, 이정인, 박범준, 김우식
P분리목-28	CPVC 기반 다공성 탄소 소재의 작용기 특성과 CF_4 흡착 성능 상관관계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 이동준, 조문경, 이기봉
P분리목-29	$ZnBr_2$ 기반 저비용 탄소소재 밀도구배 원심분리 공정의 개발 및 경제성 향상	(서일대) 최경환, 공예진, 문지혜, 유현서, 한지연
P분리목-30	폐배터리의 고부가가치 전환: 재활용 흑연을 이용한 그래핀 기반 OSN 분리막	(연세대) 장희선, 김대우
P분리목-31	단일 단계 폴리머-인-케이지 공정 기반 고종횡비 ZIF 나노플레이트를 활용한 서브마이크론 CO_2 분리막	(연세대) 김민수, 김종학, 김대우, (KIER) 민효준
P분리목-32	고온 환경 수소 분리를 위한 폴리벤즈이미다졸 기반 분리막의 합성 및 성능 연구	(KAIST) 최수현, 배태현
P분리목-33	수소결합 기반 MOF-TB 혼합막의 고성능 CO_2 분리 및 가소화 저항성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 김윤지, 지원석
P분리목-34	레몬주스를 이용한 유기금속골격체 빠른 합성: 결정화 촉진제로써 potassium metabisulfite 역할	(국립창원대) 한상일, 가이트와드 산지트
P분리목-35	천연가스 연소 후 배가스로부터의 이산화탄소 포집을 위한 진공 압력 변동 흡착 (VPSA) 공정의 기술 경제성 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 심규빈, 이기봉, (KIST) 박준우
P분리목-36	폐기물의 업사이클링을 이용한 온실가스 흡착 및 특성 분석	(고려대) 서주영, 정우석, 조문경, 이기봉
P분리목-37	Balancing Pore Structure and CO_2 Affinity in ZIF-67 via Multi-Ligand Modification	(국립순천대) 김민주, 심왕근
P분리목-38	이중 기능화 기술을 활용한 효율적인 이산화탄소 분리 위한 전략	(국립순천대) 김태헌, 안희성
P분리목-39	CO_2/CH_4 분리를 위한 염화나트륨 템플릿 기반 2차원 ZIF-67 나노시트 합성	(KAIST) 하상민, 배태현
P분리목-40	대기 중 이산화탄소 직접 포집을 위한 저분자량 아민이 함침된 셀룰로오스 기반 계층구조 활성탄	(고려대) 유가연, 조문경, 이기봉
P분리목-41	초염기 첨가 고리형 수소결합공여체 기반 Deep Eutectic Solvent(DES)를 통한 효율적인 이산화탄소 포집	(충북대) 한승필, 강동우,
P분리목-42	고리 화합물 기반 다공성 액체의 CO_2 흡수 및 탈거 성능 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 김민주, 강동우
P분리목-43	Determination of nanocomposite catalyst composition for improving water splitting performance of bipolar membranes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(상명대) 송현비, 강문성
P분리목-44	Fabrication and electrochemical characterizations of proton-blocking anion exchange membranes modified with nanocomposite materials **(우수 포스터 발표상 후보)**	(상명대) 이지현, 강문성
P분리목-45	Optimal design of asymmetric bipolar membranes incorporating MXene-based composite catalyst **(우수 포스터 발표상 후보)**	(상명대) 장은규, 송현비, 강문성
P분리목-46	Monovalent ion selective membranes modified by MXene-based composites **(우수 포스터 발표상 후보)**	(상명대) 백종필, 이지현, 강문성
P분리목-47	Surface modified cation-exchange membranes with low resistance and high monovalent selectivity **(우수 포스터 발표상 후보)**	(상명대) 윤기영, 이지현, 강문성
P분리목-48	수전해로부터 생산된 수소에서의 수분 흡착 공정 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 정재훈, 심규빈, 이기봉
P분리목-49	Process Optimization of Temperature-Cycle-Induced Deracemization of Racemic Cl-TAK	(경희대) 이채진, 한창훈, 박범준

P분리목-50	진공/압력 스윙 흡착 및 첨단 AI 기술을 활용한 산업 규모 고순도 산소 생산 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) Ankit Belbase, Shaukat Ali Mazari, 윤민서, 오민경, 이권우, 문종호
P분리목-51	8베드 PSA 공정의 동적 시뮬레이션 및 다목적 최적화를 통한 고순도 수소 정제 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 윤민서, Ankit Belbase, 오민경, 한상준, 문종호, 이권우
P분리목-52	Techno-economic analysis of Cu(I)-loaded porous carbons for CO separation via pressure/vacuum swing adsorption process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 윤성현, 정용철
P분리목-53	기공 내 알콕시 사슬의 체계적 도입에 의한 고효율 제논/크립톤 분리용 흡착제 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 염규민, 오광현, 배윤상
P분리목-54	저온 재생 및 고안정성 포집을 위한 에폭사이드-아민 기반 DAC 흡착제 개발	(연세대) 한주연, 시누 라비, 한혁희, 염규민, 박경민, 배윤상
P분리목-55	Slurry Taylor Flow 를 이용한 친환경 배터리 양극재 금속 추출 기술	(충남대) 김예원, 유재범
P분리목-56	DFT를 도입한 에테르계 아민 흡수제의 CO_2 흡수 및 재생 성능 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립한국교통대) 김현섭, 홍연기
P분리목-57	MgO 기반 흡착제의 Pellet 성형을 통한 흡착 부과 수성가스 전이 반응 모사	(울산대) 강윤신, 이찬현, 안익성, 이동근
P분리목-58	Dual-acidic Chromium(III)-Phosphorous Porous Organic Polymers as Effective Tandem Catalysts for Glucose-to-HMF Conversion	(연세대) 시누 라비, 최유진, 배윤상
P분리목-59	포집 온실가스 전환 및 활용을 위한 역수성가스 전환 반응 조건 최적화	(울산대) 김현욱, 이윤성, 이찬현
P분리목-60	Evaluating Isoreticular Series of CALF-20 for Biogas Upgrading using a Pressure/Vacuum Swing Adsorption (PVSA) Process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 신창돈, 윤성현, 정용철
P분리목-61	전기화학적으로 보조된 이온 교환 시스템을 통해 프러시안 블루 침전 산 처리 탄소 천을 사용하여 오염된 폐수 속 세슘(Cs+) 제거 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 카나세 아시시 발크리슈나, 러브 쿠마르 단돌레, 장점석, (KIGAM) 류정호
P분리목-62	미생물 전환에 의해 생성된 포름산의 CO_2를 활용한 LLE	(서강대) 박민영, 나정걸, (C1 가스 리파이너리 센터) 조숙형, (서강대, C1 가스 리파이너리 센터) 이진원
P분리목-63	Application of artificial neural networks for performance and economic prediction in absorption-based CO_2 capture process	(국립강릉원주대) 한성철, 성하일, 표연성, 김민기, 김경민
P분리목-64	Effects of process conditions and amine blending ratio on the regeneration energy of the absorption process using CO_2-BAE-MDEA-H_2O system	(국립강릉원주대) 성하일, 한성철, 유영빈, 이강연, 김경민
P분리목-65	확산 투석 공정을 통한 이산화탄소 무기화 및 유기산 정제 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경희대) 강지은, 김 정
P분리목-66	바닷물 내 CO_2 포집을 위한 $Ca(OH)_2$ 기반 Lime Softening 공정 개발 및 반응 평형 DB 구축	(국립공주대) 홍승범, 전필립
P분리목-67	펜타닐 유사체 검출을 위한 화학구조 기반 질량 스펙트럼 예측	(국립공주대) 경소은
P분리목-68	NaOH 수용액 기반 $NaHCO_3$ 결정화 공정 설계를 위한 기초 실험 및 모형 구축 연구	(국립공주대) 이현지, 전필립
P분리목-69	Low temperature preparation of N-containing carbonaceous material for selective CO_2 capture **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER, 고려대) 이경원, (KIER) 박종호, 윤형진, (고려대) 이기봉
P분리목-70	Computational Screening and Design of Hetero-Epitaxial Zeolite for Multifunctional Molecular Sieve **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 권동혁, 신재권, 노승건, 민병철, 곽상규
P분리목-71	터널 내 CO_2 포집을 위한 Aspen Plus 모사 연구	(국립공주대) 김진영, 전필립
P분리목-72	Multiscale Evaluation of Metal Organic Frameworks (MOFs) for Adsorption based Xenon and Kr Separation from Air **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 하산 무하마드, 정용철

P분리목-73	Al_2O_3 중공사막을 탑재한 소형 혈액투석 모듈의 요독물질 제거 성능 및 혈액적합성 평가	(동국대) 황재연, 허승희, 박정훈
P분리목-74	고성능 금속-유기 골격체로의 PET 폐기물 업사이클링: 가스 분리 및 저장을 위한 MIL-53(Al)의 지속 가능한 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 우준혁, 최혜린, 양현민, 문지훈, 배태현
P분리목-75	고효율 이산화탄소 포집을 위한 TiO_2 nanoparticles 기반 Deep eutectic solvent의 흡수 특성 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 주은지, 강동우
P분리목-76	고온 이산화탄소 포집을 위한 M_4SiO_4 (M = Li, Na) 흡착제의 흡착 특성 평가 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대) 안익성, 정원준, 이찬현
P분리목-77	폐플라스틱 열분해유에서 유기염소 제거를 위한 흡착 소재와 그 특성 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립공주대) 노성준, 전필립
P분리목-78	TEGMBE 용매를 도입한 Monoethanolamine 기반 저수계 상분리 흡수제의 CO_2 흡수 성능 평가	(국립한국교통대) 이진규, 왕슈아이, 홍연기, (KIER) 유정균
P분리목-79	실험실 규모 연속 순환장치를 이용한 저수계 아민 흡수제의 흡수 성능 평가	(국립한국교통대) 왕슈아이, 홍연기
P분리목-80	CAU-10(Al) 작용기 최적화를 통한 C_2H_2 저장 및 C_2H_2/CO_2 분리 성능 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT) Maftun Salimov, 이수경
P분리목-81	전고분자 기반 박막복합막: 블록 공중합체와 랜덤 공중합체의 비교 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 맹도영, 김종학
P분리목-82	CuO 혼합 13X 제올라이트를 이용한 마이크로파 가열 성능 향상	(KRICT, 전북대) 이지혁
P분리목-83	해수를 활용한 CO_2 전환 및 스케일링 억제를 위한 열역학 모델 구축 연구	(국립공주대) 홍석범, 전필립
P분리목-84	화장품 플라스틱 공병을 사용한 활성탄의 제조 및 이산화탄소 흡착에의 적용	(고려대) 조문경, 이기봉
P분리목-85	Enhancing CO_2 transport across Pebax-based mixed-matrix membranes using a sterically bulky aromatic diacid	(인천대) Md. Homayun Kabir, 김태현
P분리목-86	Enhancement of CO_2 Separation Performance and Mechanical Properties for PIM-1-based Composite Membranes via Spin Coating using Poly(vinylimidazolium)	(인천대) 선은규, 김태현
P분리목-87	Improved CO_2 separation performance for PIM-1-based mixed matrix membranes using iron-doped g-C_3N_4 for biogas upgrading	(인천대) Veetil Kavya, 김태현
P분리목-88	Thermally-treated triazine-formed crosslinked microporous membranes based on PIM-1 and poly(3-nitrile-functionalized imidazolium-co-DEGA) for CO_2 separation	(인천대) Senthil Kannan, 선은규, 김태현
생물화공: 10월 16일(목), 09:30~11:00		
P생물목-1	생체적합성 및 생분해성 콜린 기반 고체 전해질을 적용한 유기 트랜지스터의 바이오통합 전자소자 응용	(성균관대) 오지연, 김태일
P생물목-2	대사공학을 위한 종합 가이드라인: 미생물 세포공장의 대사적 역량에 대한 체계적 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 김하림, 김기배, 이상엽
P생물목-3	iBridge: 미생물 세포공장 설계를 위한 유출 반응 대사 흐름의 공분산 총합 기반 과발현 및 억제 표적 유전자 예측	(KAIST) 김하림, 김원준, 이영준, 김현욱, 양정은, 이상엽, (숭실대) 류재용
P생물목-4	Polysaccharide-derived emulsion gels for preventing postoperative adhesions and delivering methyl pyropheophorbide-a and celecoxib	(연세대) 여수호
P생물목-5	Engineering solid lipid nanoparticles of serine and adenosine to optimize skin condition	(연세대) 여수호
P생물목-6	Advanced lipid-based platform of solid dispersions and nanoparticle formulations	(연세대) 여수호
P생물목-7	세포 외 소포(EVs)를 이용한 로도박터 스페로이드의 PHB 생산 능력 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 이예진, 민지호
P생물목-8	신경 퇴행성 질환에서 약물 전달을 강화하기 위한 혈액-뇌 장벽 특이적 펩타이드의 파지 디스플레이 스크리닝 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 정승우, 민지호

P생물목-9	Vitamin B12-Independent Production of 3-Hydroxypropionic Acid by Metabolic Engineering of Corynebacterium glutamicum **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 문천우, 모하마드 리프키 기파리, 신디 프리시리아, 김현욱, 이상엽
P생물목-10	Rhodobacter sphaeroides 유래 소포체의 위장관 안정성 및 피부 개선 기능 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 박호빈, 민지호
P생물목-11	전기도금 및 표면 개질된 니켈 산화물 전극을 이용한 광범위 비효소적 L-글루타메이트 전기화학 검출	(AICT) 김은중, 강충무
P생물목-12	Design and synthesis of PROTAC, by using D-mannitol scaffold for target protein degradation in ovarian cancer cells **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대) Ravishankar Chinthala, 임정균
P생물목-13	효모 액포가 지질 축적에 미치는 영향 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 정효빈, 이가은, 민지호
P생물목-14	폐글리세롤의 β-카로틴 생물전환을 위한 Deinococcus radiodurans의 대사공학적 개량	(서울시립대) 정선욱, 최용준
P생물목-15	Deciphering the Transcriptional Regulation of HexR during Carbon Source Adaptation in Pseudomonas putida KT2440	(UNIST) Nong Khanh Linh, 김동혁
P생물목-16	Development of Hemin-Based Bioorthogonal Catalysis for In Situ Activation of Prodrugs in Cells **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대) 박규태, 임정균
P생물목-17	Bioconversion of Cabbage Waste into Poly(3-hydroxybutyrate) via Metabolically Engineered Escherichia coli	(세계김치(연)) 양정은
P생물목-18	메탄가스 환경에서 메탄자화균의 단일 거동 관측	(경희대) 김혜정, 신승수, 박범준
P생물목-19	Deep learning for NAD/NADP cofactor prediction and engineering using transformer attention analysis in enzymes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 김재형, 우지훈, 박준영, 김동혁, (경북대) 김경진
P생물목-20	Reconstruction of the Vibrio sp. dhg Genome-Scale Metabolic Model: Potential Brown Algae Biorefinery Platform **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 장민창, 우지훈, 김동혁, (POSTECH) 백동엽, 성준영, 우성화, 정규열
P생물목-21	Strain-specific CRP regulon analysis reveals novel targets for enhanced lycopene production in Escherichia coli **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 박진완, 우지훈, 김동혁
P생물목-22	Deciphering the Conservation of CRP Transcriptional Regulatory Network across Diverse Escherichia coli Strains	(UNIST) 방인아, 이상목, 박준영, 김재형, 김동혁
P생물목-23	단일 시트 3차원 종이 기반 미세유체 장치와 금 나노입자 나노효소 기반 다단계 반응을 이용한 신속·정밀 포도당 검출	(전남대) 김은비, 정헌호
P생물목-24	미세아교세포와 성상교세포 활성을 억제함으로써 나타나는 2,3-데하이드로실리빈의 항소양 효과	(원광대) 김가현, 방정은, 김보미
P생물목-25	코리네박테리움 글루타미쿰의 대사회로 개량을 통한 (meso)-2,3-부탄디올 고생산 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 박류홍, 송은서, 김경호, 이준영, 정기준
P생물목-26	Application of the Salting-Out Process Using Methylotuvimicrobium alcaliphilum 20Z to Industrial Flue Gas with Evaluation of SO_x and NO_x Tolerance	(서강대) 이하영, 정원호, 이진원, (C1 가스 리파이너리(연)) 조숙형
P생물목-27	Biosensor-guided evolution boosts itaconic acid production, unveiling unique insights into the stringent response **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 우지훈, 박준영, 김동혁, (POSTECH) 문조현, 정규열, (KRICT) 노명현
P생물목-28	Improvement of the fractional precipitation process using surface area-increasing materials for paclitaxel purification	(국립공주대) 연민주, 엄지현, 정경열, 최재환, 김진현
P생물목-29	Development of a Bacterial Laccase-Based System for Environmental Hormone (BPA) Degradation	(동아대) 김지언, 배인희, 최광호, 이지영, 김준형
P생물목-30	An Optimized Single-Plasmid System for Universal Epitope Tagging and Gene Knockout in High-Throughput Transcriptional Regulatory Network Studies **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 김소이, 장민창, 박준영, 김동혁
P생물목-31	Improved drying method for removal of residual solvents from (+)-dihydromyricetin by pre-treatment with alcohol and water	(국립공주대) 이채연, 오현지, 김진현
P생물목-32	Correlation of temperature, solubility, and yield in the extraction of paclitaxel from biomass of Taxus chinensis	(국립공주대) 주가은, 김진현

P생물목-33	Studies on the mechanism of efficient recovery of paclitaxel in negative pressure cavitation extraction	(국립공주대) 이수현, 김진현
P생물목-34	CLEA-Based Immobilization of Carbon Monoxide Dehydrogenase and Formate Dehydrogenase for Efficient CO-to-Formate Conversion	(서강대) 이현조, 나정걸, (C1 가스 리파이너리(연)) 조숙형, (서강대, C1 가스 리파이너리(연)) 이진원
P생물목-35	Enhanced Production of the Metalloenzyme chCODH in Escherichia coli using a KJE Chaperone System	(서강대) 심우성, (C1 가스 리파이너리(연)) 조숙형, (C1 가스 리파이너리(연), 서강대) 이진원, 나정걸
P생물목-36	곰팡이 기반 바이오리칭을 활용한 이차전지 블랙파우더 내 유가금속(Co, Ni, Li, Mn) 회수 가능성 평가	(국립낙동강생물자원관) 료병곤, 한국일, 문혜연, (안전성평가(연)) 김정민, (목포대) 김래원, 이재철
P생물목-37	Direct CO_2-to-Polyester Conversion via a Continuous Biohybrid Electrolysis System	(KAIST) 송석호, 임진규, 최소영, 이재원, 이상엽
P생물목-38	Bio-Based Synthesis of an Aromatic Homopolyester via Engineered Escherichia coli **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 송석호, 이영준, 강민주, 장우대, 최소영, 양정은, 이상엽
P생물목-39	Catalyst-Free Crosslinked protein Hydrogels for Biomedical Applications **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 박동수, 이은정, 김세은, 이예람
P생물목-40	Serial Continuous Flow Membrane Filtration-based Isolation of Bovine Milk-derived Extracellular Vesicles **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 김원근, 장원익, 안일주, 이은정, (충남대) 유재범
P생물목-41	대장균을 이용한 폴리에스터 아마이드의 신규 생합성 경로 구축 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 장규동, 채동언, 최소영, 안다희, 장우대, 이상엽, (KRICT) 정해민, 신지훈
P생물목-42	Synthesis of Kokumi-Enhancing g-Glutamyl Peptides via GGT-Catalyzed In vitro Transpeptidation	(건국대) 송덕모, 윤형돈
P생물목-43	Self-Aggregation Tag Assisted Formation of Catalytically Active Inclusion Bodies of CODH with Improved Productivity in Escherichia coli	(서강대) 이윤서, 조숙형, 나정걸, 이진원
P생물목-44	무세포 단백질 합성을 활용한 머신러닝 예측 기반 제라닐 피로인산 합성 경로의 신속 최적화	(건국대) 정상훈
P생물목-45	대사공학을 이용한 대장균에서의 부티로락탐 생산	(KAIST) 장규동, 이상엽
P생물목-46	Colorimetric/Fluorometric Dual-Mode Aptasensor for Ultrasensitive Detection of Salmonella Typhimurium using Graphitic Carbon Nitride	(가천대) 김문일, Thinh Viet Dang
P생물목-47	Ribosome Engineering to Improve Amber Suppression Efficiency in Cell-Free Protein Synthesis	(건국대) 최정운
P생물목-48	Co-localization of Lycopene Biosynthetic Enzymes via SpyTag/SpyCatcher: CFPS-Based Optimization and E. coli IspA Removal	(건국대) 천윤하
P생물목-49	Enhancing In Vitro Ribosome Assembly and Translation via RBFs and Macromolecular Crowding	(건국대) 맹민영
P생물목-50	Establishing a CFPS-Based Biosensor System for High-Throughput Ligand Screening	(건국대) 김표성
P생물목-51	Structure-Guided Strategies for Functional Enhancement of Carbonic Anhydrase	(국립강릉원주대) 정다정, 이승무, 김 환, 장한나, 노예진, 박선영, 최한별, 박성민, 최강호, 배은채, 박혜진, 이회석, 연영주
P생물목-52	Multi-enzymatic cascade reactions with *Escherichia coli*-based modules for synthesizing nylon 11 monomer from fatty acid methyl esters	(건국대) 최원윤환, 윤형돈

P생물목-53	Biocatalytic Valorization of Carbon Dioxide for Preparing Construction Materials	(국립강릉원주대) 김 환, 이승무, 박선영, 장한나, 노예진, 최강호, 최한별, 배은채, 박성민, 정다정, 박혜진, 이회석, 연영주
P생물목-54	Multi-Enzymatic Cascade for the Synthesis of Cannabigerolic Acid from Isopentenol and Olivetolic Acid	(건국대) 나영우, 윤형돈
P생물목-55	Enhanced Methane Utilization through Gas Carryover in Multi-Stage Repeated Batch Cultivation of Methylocystis sp. MJC1 for PHB Production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서강대) 정규태, 박병훈, 신정윤, (서강대, C1 가스리파이너리 사업단) 이진원, 나정걸
P생물목-56	Fed-Batch Cultivation Strategy for Formatotrophs Guided by DO-based Specific Growth Rate Prediction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서강대) 조승연, 이태형, (서강대, C1 가스리파이너리 사업단) 이진원, 나정걸
P생물목-57	CRISPR/dCas9 기반 2-Input NAND 게이트 모듈의 구축 및 설계	(POSTECH) 도윤곤, 이소헌, 서의진, 이정욱
P생물목-58	무작위 sgRNA 라이브러리를 통한 비설계 기반 CRISPRi 전장 유전체 스크리닝	(POSTECH) 박세현, 이지선, 이정욱
P생물목-59	A Synthetic Microbial Co-culture Approach for the Optimization of Violacein Biosynthesis	(POSTECH) 이상현, 권다애, 서의진, 이정욱
P생물목-60	Standardized Modeling of Transcription Factor–Based Genetic Logic Gates	(POSTECH) 이소헌, 서의진, 도윤곤, 이원빈, 이정욱
P생물목-61	환경 감응적 항균 펩타이드 발현 제어를 위한 무세포 기반 플랫폼 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 한진주, 김원희, 이정욱
P생물목-62	딥러닝 기반 남세균 프로모터의 생성 설계와 예측 모델링 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 이건재, 서의진, 최윤남, 이정욱
P생물목-63	표면증강라만 및 발색법의 정량분석을 위한 유용한 효소기반 반응 시스템	(육군사관학교) 김성봉, 신홍석, (고려대, 캘리포니아대) 성다은, (고려대) 제갈본, 구자현
P생물목-64	Fatty Acid Composition Analysis of Crickets Using Supercritical Fluid Extraction	(전남바이오진흥원) 김다운, 양보름, 장영수
P생물목-65	Edible Insect Proteins: Supercritical Extraction for Sustainable Functional Foods	(전남바이오진흥원) 양보름, 김다운, 장영수
P생물목-66	Supercritical Extracts of Torreya nucifera as Novel Skin-Whitening Agents: Evaluation of Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activities	(전남바이오진흥원) 김채원, 김다운, 장영수
P생물목-67	Supercritical Extracts of Rosa rugosa as Novel Skin-Whitening Agents: Evaluation of Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activities	(전남바이오진흥원) 김채원, 김다운, 장영수
P생물목-68	Hydrodynamic flow chamber for surface-enhanced Raman spectroscopy-based in-line monitoring in bioreactors	(서강대) 황금래, 신용희, 민준원, 김동철, 강태욱
에너지 환경: 10월 16일(목), 09:30~11:00		
P에환목-1	메탄 연료의 수소·암모니아 혼소 전환에 따른 확산화염 특성 실험 연구	(KITECH, 연세대) 송수민, (KITECH) 김유정, 박대근, (국립한국해양대) 윤성환, (연세대) 황정호
P에환목-2	Monoethanolamine(MEA) 및 Modulated Amine Blend(MAB)의 산화 변성 억제제 연구	(KIER, 고려대) 고서빈, 김수빈, (KIER, UST) 박지혁, (KIER) 최수현, 박찬영, (고려대) 이정현
P에환목-3	Amine 기반 CO_2 흡수제의 열변성: 열변성 물질, Mechanism, 변성 방지제	(KIER, UST) 박지혁, (KIER, 고려대) 고서빈, 김수빈, (KIER) 이승용, 최수현, 김나운, 박태성, 유정균, 박찬영, (고려대) 원왕연
P에환목-4	이온전도도 향상을 위한 다수의 N 작용기를 포함하는 헤테로 고리 구조의 신규 무기물이 도입된 음이온교환막 개발	(전북대) 이규하, 주지영
P에환목-5	Vortex tube를 이용한 공기와 CO_2의 온도 분리 특성	(㈜원이엔지) 박일용, 정원규, (㈜쿨어스) 정갑진

P에환목-6	MOF 고체산 촉매를 이용한 Palm mill effluent의 에스테르화 반응	(서울시립대) 박영권, Reeta Rani, Fatemeh khaniaghesmaeili, Negar Ataei
P에환목-7	폴리에틸렌과 페리튬이온배터리 유래 블랙 매스의 이산화탄소 가스화	(KIGAM) 조동완, 유현정, 한협조
P에환목-8	Synthesis Mechanism of N-Doped Carbon via Autogenic Pressure Pyrolysis of Polyurethane for Lithium-Ion Batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립부경대) 노지왕, 한주희, 채수종, 김선규
P에환목-9	Praseodymium ferrite 기반 페로브스카이트 촉매에서 액상 플라즈마를 이용한 암모니아수 분해를 통한 수소 생산성 평가	(국립순천대) 정경환, 정상철, 유찬서
P에환목-10	알지네이트-키토산 혼합 졸의 겔화 특성	(호남대) 노선균, (전남대) 김태영, 한 신, 조성용, 민병준
P에환목-11	고성능 리튬-공기 전지 시스템을 위한 맞춤형 MOF 유래 탄소 음극 소재	(KITECH) 박제성
P에환목-12	수소-LNG 혼합 연소의 배출 및 화염 특성	(서울과기대) 심유빈, Dang Khoi Le, 이민정, 권형욱, (KITECH) 유미연
P에환목-13	Twin-Auger 고정층 시스템을 이용한 폴리올레핀 플라스틱의 열화학적 전환기술	(KITECH) 김종수, 김형진, 윤주형, 정수화
P에환목-14	목질계 및 비목질계 바이오매스 혼합에 따른 알칼리 금속/토금속에 의한 공열분해 특성 분석 연구	(경희대, KITECH) 구현정, (KITECH) 박준영, 박효경, 윤희선, 김유정, 이진기, 신명철, 김성주, (경희대) 오진영
P에환목-15	축분 유래 알칼리 금속 및 토금속의 바이오차 표면 담지(Impregnation) 특성에 관한 연구	(동국대, KITECH) 박준영, (KITECH) 구현정, 박효경, 윤희선, 김유정, 이진기, 신명철, 김성주
P에환목-16	폐각을 활용한 수성용 차열 도료 개발	(국립순천대) 이경빈, 강민지, 서 현, 정민철, (㈜티알신소재) 정병남, 정문택
P에환목-17	소성 분위기 조절을 통한 Pt-O-Ce 결합 구조 제어 기반 수성가스전이반응용 내황성 촉매 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 신봉경, 김경진, 홍가람, 박호룡, 노현석
P에환목-18	압력파이용 분진세정기술 개선방안 및 소각로 대상 경제성 평가	(RIST) 박주형
P에환목-19	Upgrading of Bio-Oil Derived from Underutilized Pine Biomass for Sustainable Aviation Fuel Applications **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한경국립대) 오준형, 김현일, 임혁성, 엄병환
P에환목-20	인공지능을 이용한 리튬인산철($LiFePO_4$) 배터리의 전극 최적화 연구	(한국폴리텍대) 조성규, 김세영, 김재은, 김대영, 손호인
P에환목-21	실험계획법을 이용한 리튬인산철($LiFePO_4$) 배터리의 전극 최적화 연구	(한국폴리텍대) 조성규, 김민지, 강다현, 전민석, 김준엽
P에환목-22	NaCl 매개 다공성 Co/CoS_2-NSCNT의 이기능성 아연-공기 전지 적용 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 서형석, 백성현, 민경석, 강시연
P에환목-23	마이크로파 기반의 신속·제어 합성을 통한 산소 환원 및 산소 발생 반응용 이중 금속 MOF 촉매의 제조 및 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 신재훈, 신지윤, 민경석, 백성현
P에환목-24	Se 도핑 Co-Mo 카바이드 기반 이종접합 복합촉매의 합성 및 수정해 성능 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 강시연, 신재훈, 민경석, 백성현
P에환목-25	마이크로웨이브 합성 기반 Hollow 구조 CoS_2/WS_2 헤테로 촉매의 수전해 성능 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 신지윤, 서형석, 민경석, 백성현
P에환목-26	암모니아-수소 혼합 연료 확산화염에 대한 화학반응기구의 NOx 예측 성능 검토	(KITECH, 연세대) 최희성, (KITECH) 김유정, 박대근, (국립한국해양대) 윤성환, (연세대) 황정호
P에환목-27	Synergistic electrochemical properties of Fe-Cu-Ag phosphate/MWCNTs nanocomposite for asymmetric supercapacitors **(우수 포스터 발표상 후보)**	(가천대) Pranav Kalidas Katkar, 이상화
P에환목-28	리튬-황 전지용 이산화탄소 유래 질소 도핑 다공성 탄소 양극재 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 김혜인, 이다연, 양정우, 윤원찬, 이재우
P에환목-29	리튬이온전지용 고니켈 양극재의 안정성 향상을 위한 금속 도핑 및 인산염 코팅	(충북대) Alagar Srinivasan,김 준, 박기대, 정상문

P에환목-30	Cu-Impregnated MOF-Derived Carbon for Enhanced CO adsorption and CO/H_2 Separation	(KITECH) 송재규, 박제성
P에환목-31	Evaluation of Dry Solvent Recovery of NMP using Activated Carbon **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER) Muthiah Rezky Zachraini, 최호경, 임 혁, 김성일, 전동혁
P에환목-32	2D Ti_2C MXene로부터 TiN으로의 공학적 전환: 고성능 마이크로슈퍼커패시터 응용을 위한 맞춤형 합성 전략	(충북대) Hafis Hakkeem, 정상문
P에환목-33	사용후 배터리 분해/상태 진단 기술 개발 및 열화 배터리 시험을 통한 정량화 알고리즘 검증	(디와이덕양) 이동주, 조현빈, 이재현, 이재용, 곽성복
P에환목-34	사용후 배터리 성능 검증 및 열화 영향인자 분석을 통한 최적 사용 평가 기술 개발	(디와이덕양) 이동주, 조현빈, 이재현, 이재용, 곽성복
P에환목-35	나노유체 베이퍼 챔버 적용 열전도 성능 및 배터리 냉각 시스템 효율 향상 연구	(디와이덕양) 이동주, 이재현, 이재용, 곽성복
P에환목-36	배터리 열폭주 안전을 위한 난연 복합 소재의 제조 공정 최적화 및 성능 평가	(디와이덕양) 이동주, 이재현, 주우언, 이재용, 곽성복
P에환목-37	세륨 도핑 $SrFeO_3$ 기반 CH_4 개질 - CO_2 분해 레독스 순환 공정에서의 합성가스 생산 효율 향상	(KIER, 고려대) 윤설화, 김상혁, 유지수, (고려대) 이정현, (KIER) 장종탁
P에환목-38	이산화탄소 습식 흡수제의 부반응 평가: 상용화 대응 기반 확보	(KIER, 고려대) 유지수, 윤설화, 김상혁, (KIER) 윤성희, 오주영, 윤여일, 장종탁
P에환목-39	Design of a Calibration Loop for Measuring Instruments used in Experimental Facility utilizing Sodium(Na) as a Coolant	(KAERI) 정민환, 조영일, 김민수
P에환목-40	함침공정 배출 악취저감 기술	(RIST) 정관영
P에환목-41	나노 다공성 금속-유기 구조체 ZIF-8의 수열 합성과 구조 및 기체 흡착 특성 분석	(국립한국해양대) 성치호, 윤지호
P에환목-42	The efficient hydroxyalkylation of phenol with formaldehyde over two-dimensional zeolite catalysts: The effect on the performance and isomers distribution of bisphenol F synthesis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인천대) Trinh Nguyen Thuan Khiet, 이유진, 박민범
P에환목-43	MnO_2 상에 따른 과황산염 활성화 메커니즘 비교 및 수중 설파메톡사졸 분해 연구	(충북대) 김채린, 홍혜진, 정유나, 유희지, 송지희
P에환목-44	재생에너지 통합을 위한 최적 전력망 확장 계획 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(홍익대) 장호욱, 이호재
P에환목-45	μ-Si 음극 기반 맞춤형 풀셀 설계로 구현한 급속 충전 리튬 이온 배터리	(서울대) 성민지, 이태용, 안효철, 오지훈, 최태훈, 최장욱
P에환목-46	빠르고 안정적인 리튬이온저장을 위한 일반적인 고엔트로피 인화물의 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 민동현, 리웬우, 박호석
P에환목-47	철헥사시안화물의 과황산염 활성화 메커니즘 및 이를 활용한 아세트아미노펜의 제거: Fe 산화수의 효과 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 정유나, 김채린, 송지희, 홍혜진
P에환목-48	Ni, Fe 복합 금속 시안화물의 방사성 세슘 흡착 성능 향상화 메커니즘 연구	(충북대) 송지희, 김채린, 유희지, 정유나, 이정민, 홍혜진
P에환목-49	메탄개질 수소 생산 시설 연계 이산화탄소 포집시설 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 김신현, 한지훈, (㈜에니스) 정준교, 윤현식, 공 준, 김재봉
P에환목-50	양성자 교환막 연료 전지 내구성 향상을 위한 나피온 멤브레인의 산화 그래핀 코팅	(연세대) 박재현, 김대우
P에환목-51	Confirmation of a stepwise H+/Zn^{2+} storage process of ordered mesoporous MnO_2 for aqueous zinc-ion batteries	(성균관대) 김한솔, 김지만
P에환목-52	NMR 기반 화학구조 분석을 통한 PFSA 이오노머 열화 연구	(현대자동차) 정찬호
P에환목-53	TiO_2 중공 구체를 이용한 CO_2 광촉매 환원의 선택성 향상 및 고효율화	(KENTECH) 박경모, 강영수
P에환목-54	Ce 도핑 CaO 기반 고온 흡착제를 이용한 이산화탄소 포집 및 RWGS 반응 가능성 평가	(고려대) 유창환, 이기봉
P에환목-55	구리헥사시안화물이 고정화된 나노셀룰로오즈 에어로겔 실린더를 활용한 방사성 세슘(137Cs)의 제거	(충북대) 이정민, 송지희, 정유나, 홍혜진

P에환목-56	알긴산 유래 Mg-Al 층상이중수산화물 바이오차 비드를 이용한 La 및 Ce 회수	(충북대) 심현우, 김채린, 이고은, 홍혜진
P에환목-57	Haloacetamide Additives for Dendrite-Free Aqueous Zn Batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립공주대) 이슬기, Syryll Olidan, 김지훈, 윤수근, (한양대) 조국영
P에환목-58	Effect of Functional Co-additives on Cycling Stability and Interfacial Reaction Behavior of Silicon-based Anodes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대) 강동국, 임건태, 송승완
P에환목-59	메탄 열분해를 위한 용융 금속 물성의 제일원리 기반 연구	(서울과기대) Pho Nguyen Danh, 권형욱
P에환목-60	Investigation of ordered mesoporous carbon as a sulfur carrier for high performance aqueous Zinc-Sulfur Batteries	(성균관대) 김여진, 최성림, 김지만
P에환목-61	Aminoethylethanolamine as a Stable Artificial Interfacial Layer for Zinc Metal Anodes	(국립공주대) Syryll Maynard Olidan, Laudimer Tye Tan, 이슬기, 김지훈, 윤석은
P에환목-62	Enhancing zinc-ion battery stability with CuBTC protective coatings	(국립공주대) Maritoni Buenviaje, Syryll Maynard Olidan, 임진형, 최홍균, 윤석은
P에환목-63	Boosting Supercapacitor Performance: Hybrid Devices Based on Mesoporous Copper Chromium Oxide and Sulfur-Modified Carbon Architectures	(성균관대) 박광해, 김지만
P에환목-64	액-액 추출법을 이용한 폐플라스틱 열분해유의 불순물 제거 특성 연구	(KIER) 김민철, 고강석, 정태성, 이승재, 김민재, 김찬우, 김기철, 한소희, 전상구
P에환목-65	생분해성 의료용 습식 접착 마이크로패치의 원리·소재·제조공정 기반 개발 동향 리뷰	(서울과기대) 이윤진, 윤현식
P에환목-66	잉크젯 프린팅을 위한 생분해성 소재 잉크 개발 동향 및 응용가능성	(서울과기대) 이소희, 윤현식
P에환목-67	유기 오염물질의 PEC 환경 정화 및 항병원균 활성화를 위한 변형된 α-Fe_2O_3광전극 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 조유진, 단돌레 러브쿠마르, 사페 아니루따 빔라오, 장점석, (KBSI) 채원식, (포항가속기(연)) 최선희
P에환목-68	안전한 리튬 금속 배터리를 위한 이온 전도도가 향상된 3D 가교형 겔 고분자 전해질 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대) 우상현, 송치경, 송우진
P에환목-69	SWCNT-Reinforced Si-C Composite for High-Performance Lithium-Ion Battery Anode **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST) 김아연, 정훈기
P에환목-70	전 pH 조건에서 니켈-몰리브덴 황화물 촉매의 구조적 특성에 따른 수소 발생 반응 활성 규명 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대) 이선영, 조한익
P에환목-71	GelMA를 이용한 생분해성 마이크로니들 제작 및 분해 평가	(서울과기대) 김시은, 윤현식
P에환목-72	황화물 기반 전고체 배터리에서 불균일 반응성을 억제하기 위한 복합양극 전자 전도도 조정	(KIST) 신현지, 김준태, 정훈기, (동국대) 한다슬, 남경완
P에환목-73	Quai-Solid Electrolyte Enhancing Interfacial Stability for Safe Lithium Metal Battery **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대) 이현규, 안기훈, 김수미, 송치경, Dung Tien Tuan Vu, 송우진, 송승완
P에환목-74	고순도 포름산 생산을 위한 고체 전해질 셀의 구조 단순화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대) 하준수, 강여민, 윤현빈, 박기태
P에환목-75	Assessing Lab-Scale Microwave Pyrolysis for Bio-Oil Production in Absorbent-Free System: Effects on Feedstock and Product Characteristics **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER, 충남대) Bagus Saputra, (KIER) 임 혁, 김수현, 유지호, 최호경, 김상도
P에환목-76	Improved Fast Charging Performance of Graphite//NCM811 Lithium-ion Battery by Interface Stabilization **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대) 고광용, 안기훈, Yen Hai Thi Tran, Dung Tien Tuan Vu, 송승완
P에환목-77	장수명·고성능 수계 아연 이온전지를 위한 구리 코팅 3차원 아연 분말/2차원 아연 포일 결합 음극	(가천대) 신동우, 유선호, 정한빛, 남유진, 곽나영, 유지원, 안용남, 최민환, 박찬우, 김일태, 허재현, (KBSI) 배종성
P에환목-78	높은 내구성의 삼원촉매 제작을 위한 금속이 encapsulated된 MFI 제올라이트의 One-pot synthesis 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 최홍준, 송인학

P에환목-79	OMC에서의 PANI 분포 제어: 수용성 아연 이온 배터리의 효율성 및 안정성 향상	(성균관대) 최성림, 김지만
P에환목-80	유전체 표면적 확장과 곡률 제어를 통한 물방울 기반 전기 발전기 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 이승재, 남창우
P에환목-81	리튬이온배터리용 희생양극재 Li_5FeO_4의 표면개질 효과	(충북대) 정주희, 이종대, 이강미
P에환목-82	NGCC 배기가스 모사 조건에서의 기포유동층 연속 공정을 통한 SM-KIER1 건식 흡수제의 성능 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER, 충남대) 이용선, (KIER, 고려대) 황지현, (KIER, 건국대) 원유섭, (고려대) 김현욱, (KIER) 최유진, 황윤태, 이동호, (충남대) 이규복
P에환목-83	고성능 나트륨 이온 전지용 다공성 및 도핑 처리된 페놀 레진의 열처리 효과	(충북대) 이강미, 정주희, 이종대
P에환목-84	연속 입자 공급, 제거형 기포유동층 반응기에서 SM-KIER1 건식 이산화탄소 흡수제의 성능 평가	(KIER, 충남대) 이용선, (KIER, 건국대) 원유섭, (충남대) 이규복, (고려대) 김현욱, (KIER) 이동호
P에환목-85	Enhancing the Electrochemical Performance of Mesoporous MnO_2 Cathodes for Aqueous Zinc-Ion Battries via Polyaniline Incorporation	(성균관대) 전여준, 최성림, 김지만
P에환목-86	산업폐수 중 희토류(Rare earth element, REE) 회수를 위한 MgO 개질 입상활성탄의 제조 및 흡착 특성 분석	(충북대) 이고은, 홍혜진, 유희지, 김채린, 심현우
P에환목-87	메조포러스 금속산화물을 이용한 휘발성유기화합물 저온 산화촉매 개발	(성균관대) 최수원, 김지만
P에환목-88	아세톤을 공용매로 활용한 생분해성 빨대 및 커피 찌꺼기의 동시 수열액화에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립한밭대) 강주원, 차재원, 정승묵, 전혜린, 이도연
P에환목-89	다종의 알칼리 금속염을 첨가한 Mg-Al 층상 이중 수산화물 기반 흡착제의 CO_2 흡착 성능에 대한 연구	(고려대) 안채은, 이기봉, (현대건설) 김홍석, 임상순, 김민성
P에환목-90	해양폐자원과 유기성 폐기물의 공수열탄화를 통한 고형연료화 가능성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립한밭대) 차재원, 정승묵, 강주원, 전혜린, 이도연
P에환목-91	갈조류 기반 바이오매스와 생분해성 폐플라스틱의 공동수열액화 반응 특성 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립한밭대) 정승묵, 강주원, 차재원, 이도연
P에환목-92	투수성이 향상된 SiO_2 기반 고내구성 수소망간산화물 입상체 제조 및 이를 활용한 염수 중 리튬 회수 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 유희지, 정유나, 김채린, 송지희, 홍혜진
P에환목-93	산 처리를 통한 굴패각 $CaCO_3$의 산성 수질 정화 성능에 미치는 영향	(동의대) 전파랑, 제보경, 김민지, 정민수
P에환목-94	Ru-doped $WO_3/NiWO_4$ composite as a binder-free electrode for bifunctional electrocatalysts	(울산대) Sanjay Kumar Arasumani, Beena Mol Babu, 최원묵
P에환목-95	Control of Proton Transfer using Electrolyte Additives during Electrochemical CO_2 Reduction in Acidic Media **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST) 김동환, 김찬연
P에환목-96	Unravelling of phosphorous doped graphene quantum dots/bismuth iron vanadate for electrochemical water splitting	(울산대) Beena Mol Babu, Ziwei Xia, 최원묵
P에환목-97	Suppression of Salt Precipitation via Engineered Microenvironments using Organic-Cation during Electrochemical CO_2 Reduction	(DGIST) 서종우, 김찬연
P에환목-98	Investigating the Role of Ordered Mesoporous Carbon Interlayer in Enhancing the Electrochemical Performance of Zinc-Iodine Battery	(성균관대) 염경민, 김지만
P에환목-99	나트륨 이온 배터리의 향상된 속도 성능을 위한 $NaCrO_2$양극의 수소 열처리 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 김성희, 장점석
P에환목-100	육방정 터널 구조를 가진 콜로이드 WO2.72 나노결정을 이용한 소듐 전해질 기반 고성능 슈퍼커패시터 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대) 정혜연, 허성연
P에환목-101	Pechini 합성법의 킬레이션 및 에스테르화 조절을 통한 $LaFeO_3$ 페로브스카이트 기반 매체순환식 수증기 메탄 개질 반응 성능 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 하정인, 김이겸, 정의철, 김현석, 이재우

P에환목-102	Cooperative Reaction of Ferrocene-Nickel Metal Organic Framework for Efficient Nitrate Reduction Reaction	(KIST) 김민기, 김찬솔, (연세대) 이수현, 김대우
P에환목-103	Preparation of highly porous manganese oxide catalyst and its gas removal property	(㈜세일에프에이) 오상재, 한양수
P에환목-104	Preparation of granular-type gas filter media containing manganese oxide catalyst and microporous zeolite	(㈜세일에프에이) 오상재, 한양수
P에환목-105	이종원소 공동 도핑에 의한 세리아 기반 이중기능 전기촉매의 전기화학적 특성	(원광대) 류승헌, 주용완
P에환목-106	LLTO 고체 전해질의 소결방법에 따른 이온 전도도	(원광대) 한은새, 주용완
P에환목-107	Doped graphene as a filler for polymer electrolytes for all-solid-state lithium batteries	(울산대) Ziwei Xia, Tran Van Tam, 최원묵
P에환목-108	Unveiling a cooperation mechanism of Co nanocluster/$NiSe_2$ heterostructure for industrial-level water splitting	(울산대) Trung Le, Ziwei Xia, 최원묵
P에환목-109	니켈 하이드록사이드 촉매를 이용한 무전압 광전기화학적 암모니아 생산 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 고현주, 장지욱
P에환목-110	Tailored Hetero-Solvent Microenvironments for Efficient Electroreduction of Low-Concentration CO_2 to Multi-Carbon Liquid Products	(DGIST) 김도훈, 신수빈, 김찬연
P에환목-111	Surface Modification of Cu Catalyst by Introducing Organic Ligand to Control Product Selectivity during CO_2 Electroreduction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST) 권우석, 김찬연
P에환목-112	고성능 수계 징크이온배터리를 위한 Mg, Al 농도구배 공동 도핑 MnO_2 양극 소재 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대) 김도연, 장해성
P에환목-113	Light-Assisted CO_2 hydrogenation to Methanol using Ru/In_2O_3 Catalyst	(DGIST) 박예진, 김찬연
P에환목-114	Application of Surface-Activated Ordered Mesoporous Carbon as a Cathode in Lithium-Ion Batteries	(성균관대) 김형우, 김지만
P에환목-115	Effect of TCD Variation on Surface Area and Electrochemical Properties of Pt-Loaded Electrospun CeO_2 Nanofibers	(원광대) 오우석, 주용완
P에환목-116	전기 방사 법으로 제조한 SSC 나노 섬유 공기 극의 전기 화학적 성능(SOFC)에 미치는 소성 온도의 영향	(원광대) 임성민, 주용완
P에환목-117	메탄올의 전기화학적 개질을 통한 전기촉매 수소 생산을 위해 리간드 교환 유도 층별 적층 조립을 활용한 다층 나노아키텍토닉스 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 강다영, 구민수
P에환목-118	카본닷-폴리도파민 이종접합의 표면 이중 기능성을 활용한 효율적인 광촉매 과산화수소 생성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 김서현, 구민수
P에환목-119	Pd 활성점과 MXene 지지체의 시너지 효과를 활용한 고성능 메탄올 전기산화 전극 설계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 정민욱, 구민수
P에환목-120	3차원 리튬 음극을 위한 그래디언트 디자인	(성균관대) 김현철, 박호석
P에환목-121	Prediction of CO_2 Solubility in DESs through Machine Learning with Molecular Descriptor **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) Sofia Binti Najib, 임동희
P에환목-122	2D CFD 기반 기포피복율 반영 알칼라인 수전해 셀 통합 시뮬레이션 모델	(국립한국교통대) 이민우, 박병흥
P에환목-123	High-fidelity Mathematical Modeling of MEA cell eCO_2R System for Elucidating the Phenomena of Local Reaction Environment with Cation Effect **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST) 이형건, 이 웅
P에환목-124	나트륨 이온 배터리의 속도 성능 향상을 위한 Ta-도핑 $NaCrO_2$ 양극재 설계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 배준호, 김성희, Periyasamy Anushkkaran, 장점석, (에너지 11, 전북대) 임두현, (포항가속기(연)) 최선희
P에환목-125	pH Buffered Fe^{2+}-EDTA System for Sustained Simultaneous Removal of NO and SO_2 at Ambient Conditions **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER, 충남대) 이도헌, (KIER, 고려대) 이경호, (KIER) 김선형, 윤형철, (충남대) 이규복

P에환목-126	Real-Time Observation of Li Plating/Stripping Dynamics via Electrochemical Liquid-Cell TEM **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 김시현, (Cornell Univ.) 김성인, (육군사관학교) 전용군, (서울대, IBS) 박정원
P에환목-127	수성가스 전환 반응 성능 향상을 위한 Cu 기반 촉매의 첨가제 도입 및 표면 반응 메커니즘 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대) 최수정, 최동섭, 진혜지, 주지봉
P에환목-128	고용량 · 자가 치유 · 온도 안정성을 갖는 Zwitterionic Organohydrogel 기반 유연 슈퍼커패시터 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 김나영, 하정숙
P에환목-129	Enhanced Microalgal Flocculation via a Novel Dialdehyde Starch-Crosslinked Poly-L-lysine Bioflocculant	(국가독성과학(연)) 김정민, 이상준
P에환목-130	Cost-Effective Pt-Ce-Ni Catalyst with Ultra-Low Pt Loading for Industrial AEM Water Electrolyzers and PVEC Devices	(국립금오공대, 지에이치에스) 양비룡, Shahbaz Ahmed, Samim Akhter, Mallappa Mahanthappa, (국립한국교통대, 지에이치에스) 권순용
P에환목-131	리튬이온전지 음극의 안정성 극대화를 위한 탄소 코팅 메조포러스 Si/SiO_x 나노구조 설계	(성균관대) 이수진, 김지만
P에환목-132	Electrochemically Reduced TiO_2 Nanotube for Enhanced Performance in PEC CO_2RR **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KENTECH) 김민성, 강영수
P에환목-133	Electrochemically Surface-Engineered CoNiFe on Stabilized Layered Ti_3C_2 MXene: A high-performance, Cost-efficient catalyst for AEM Water Electrolyzer	(국립금오공대) 양비룡, (국립금오공대, 지에이치에스) Mallappa Mahanthappa, Ahmed Shahbaz, Sk Samim Akther, (국립한국교통대, 지에이치에스) 권순용
P에환목-134	그래핀 산화물 개질을 통한 리튬이온전지 SiOx/C 음극의 전기화학적 성능 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 박소희, Periyasamy Anushkkaran, 장점석, (KBSI) 배태성, 박지인, 박경원, 정희석, (에너지 11, 전북대) 임두현
P에환목-135	Modulating Water Activity in the Microenvironment using Hetero-Solvent for CO_2-to-ethanol conversion	(DGIST) 이수연, 김찬연
P에환목-136	비용매-열 유도 상전이법(N-TIPS)을 이용한 환경친화적 Poly-Butylene Adipate Terephthalate(PBAT)/Polybutylene succinate(PBS) 블렌드 생분해성 다공성 분리막 제조 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경희대) 황정선, 김 정
P에환목-137	선택적 파라핀계 탄화수소 제조를 위한 촉매 적용 하이드로프로세싱 반응 특성	(IAE) 한기보, 장정희, 이지은, 장현성, 윤여진, 이재홍
P에환목-138	Synthesis of $NiMoO_4$ Nanocomposites and Their Electrochemical Properties	(원광대) 최지영, 정민석, 주용완
P에환목-139	Structural Design Strategies of Sustainable and Low GWP Fluorinated Etching Gases for the Semiconductor and Display Etching Process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT) 이상훈, 김종민
P에환목-140	고용량 실리콘 음극재의 부피팽창 이슈 극복을 위한 다공성 실리콘/탄소 복합체 설계 연구	(동아대) 추승혁, 이정규
P에환목-141	액체수소 저장용기 충전율 변화에 따른 슬로싱 유동 특성 3D 전산모사	(국립한국교통대) 이효은, 박병흥
P에환목-142	Two-dimensional Polymeric Metal Phthalocyanines with Anion Fluxing and Li-ion-conducting Properties for Lithium Metal Full Batteries	(성균관대) 김준수, 박호석
P에환목-143	Rapid Joule Heating of FeNi Metal - Organic Framework for Enhanced Electrochemical Nitrate-to-Ammonia **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST, 연세대) 김다연, (KIST) 김민기, 김찬솔, (연세대) 장우석, 김대우
P에환목-144	Investigation of Alloy and Sulfur-doped Catalyst in Electrochemical Nitrate Reduction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST, 고려대) 황수현, (KIST) 김민기, 김찬솔, (고려대) 유승호
P에환목-145	백금-전이금속 플루오라이드 기반의 고 활성 수소 발생 반응 촉매 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT, 한양대) 최정화, (KRICT) 김성준, (한양대) 장윤정
P에환목-146	Regeneration of Cellulose Using Ionic Liquids: Structural Characteristics and Thermal Property Changes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립한국교통대) 김영찬, 김기섭, 강정원

P에환목-147	Active Learning-Coupled Experimental Screening of Energy Efficient Multi-metallic Alloy Catalysts for Electrochemical Nitrate Reduction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST) 이지민, 김민기, 김찬솔, (고려대) 조아연, 김용주
P에환목-148	Tuning Methanol selectivity during CO_2 hydrogenation via modulation of the CO adsorption strength **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST) 김성엽, 김찬연
P에환목-149	All-Organic Porous Bilayer Aerogel with Functionalized PEDOT: PSS for High Photothermal Solar Desalination **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 이동하, 김정훈, 장지은, 정민석
P에환목-150	Investigating the Effect of Organic Anti-solvents on Regenerated Cellulose Properties from Ionic Liquids	(국립한국교통대) 김규학, 김기섭, (강원대) 이봉섭
P에환목-151	Nanoarchitectonics of Nanoporous Metal Film with Functional Polymers to Optimize Methanol Electrooxidation Activity	(연세대) 김진보
P에환목-152	차량용 수소 저장 탱크 충전 시뮬레이션을 통한 온도 계산 및 Nusselt 상관관계식 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립한국교통대) 심규석, 박병흥
P에환목-153	Theoretical Study on Defect Passivation of $FAPbBr_3$ perovskite nanocrystal induced by BF_4^- ion incorporation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 이승민, 이동렬, 송명훈, (고려대) 권대현, 곽상규
P에환목-154	하드 카본 기반 주석 도핑 음극재 합성	(가천대) 이효민, 이민영, 이성준, 김일태
P에환목-155	지방산 기반 CBD 공법을 이용한 알루미늄 표면 개질: 초발수성 극대화와 과코팅 방지 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대) 이순혁, 김지율, 주지봉
P에환목-156	Functional Polymer Coatings for Chemically Stable Sulfide Solid Electrolytes: Toward Practical Application for All-Solid-State Batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 봉성일, 김규태, 우제훈, 박영준, 정윤석
P에환목-157	Improved Air Stability of Li argyrodite through Co-substitution for All-solid-state batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 장민서, 박주현, 이지훈, 김동혁, 정윤석
P에환목-158	Zwitterion-Engineered Hydrogel Electrolyte Enabling Stable Zn Anode in Aqueous Zinc-Ion Batteries	(KIER) 맹도영, 이정현, (충남대, KIER) 김진혁, (서강대) 장지현
P에환목-159	Study of A-site deficient $(Sr_{0.92}Y_{0.08})_{0.85}Ti_{0.9}Ni_{1-x}Co_xO_{3-\delta}$ as a solid oxide fuel cell anode for direct internal methane dry reforming	(전남대) 김준호, 김승우, 유세한, 윤정우, (KOCETI) 김희수
P에환목-160	Zinc-Ion Battery에서 분리막 특성과 전기화학적 거동 간의 상관관계	(KIER) 김진혁, 이정현, (KIER, 서강대) 맹도영, (충남대) 양성윤
P에환목-161	Lithium Hydroxide Recovery from Spent Lithium Iron Phosphate via Redox-Mediated Bipolar Membrane Electrodialysis	(국립공주대) 김민희, 김현진, 김가민, 김다니엘, 김연휘, 김춘수
P에환목-162	산화 환원 종을 통한 레독스 기반 전기투석 시스템의 안정성 및 효율 향상 연구	(국립공주대) 김가민, 김현진, 김민희, 김다니엘, 김연휘, 홍성훈, 김춘수
P에환목-163	연속 교반탱크 반응기를 이용한 Mg 환원 기반 $NaBO_2$ 재생 공정 스케일업	(KIER) 김성은, 김학주, 조진녕, 조예림, 김다연
P에환목-164	Scale up strategy for redox-mediated electrodialysis using porous carbon electrodes with spray coating technique	(국립공주대) 김다니엘, 김현진, 김가민, 김민희, 김연휘, 김춘수
P에환목-165	메탄 건식 개질용 Ru-Ni 공동 도핑 $Sr_{0.92}Y_{0.08}TiO_3$-δ 애노드의 전기화학 성능 향상	(전남대) 김승우, 김준호, 유세한, 윤정우, (KOCETI) 김희수
P에환목-166	폐기물 유래 합성가스로부터 수소를 생산하기 위한 Cr-free Fe-Al-Cu 촉매의 반응 및 대용량 적용 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(아주대) 권재민, 장원준, 공지현, 김민주
P에환목-167	액체 및 전고체 전해질에서 리튬 친화성 시드층을 적용한 무음극 배터리의 종합적 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 김지섭, 최장욱
P에환목-168	A Kinetic and Selectivity Study of CO_2 Conversion in Bimetallic Molten Alloy Systems	(KITECH, 성균관대) 권성완, 김지훈, (KITECH) 박종휘, 김휘동, (성균관대) 정소희
P에환목-169	용매 기반 촉매층 설계를 통한 수전해 성능 및 수명 향상	(상명대) 박진수, 박종혁
P에환목-170	Synergistic Dual-Site Substitution in $LaMnO_3$ Perovskite for High-Performance Supercapacitors: Composite Electrode Engineering with rGO-Based Device Fabrication **(우수 포스터 발표상 후보)**	(영남대) Md Riad Al Rabbi Abir, 김우경, 심재진

P에환목-171	하폐수 재이용을 위한 레독스 전기투석 공정의 선택적 이가이온 분리막 제조	(국립공주대) 김연회, 김현진, 김민희, 김다니엘, 이채원, 김춘수, 김가민
P에환목-172	Low-Voltage Conversion of Sodium Sulfate into Acid and Base via Redox-Mediated Bipolar Membrane Electrodialysis	(국립공주대) 김현진, 김민희, 김가민, 김다니엘, 김연휘, 김춘수
P에환목-173	Highly Selective Solar CO_2 Conversion into Ethanol over Metal-Free Sulfonated g-C_3N_4/N-rGO Hybrid Photocatalyst	(KENTECH) 구갈 사친 간샴, Amol U. Pawar, Poonchi Sivasankaran Ramesh, Harish Reddy Inta, 강영수
P에환목-174	A Sustainable Photoelectrochemical System for Production of electro-Sustainable Aviation Fuels (e-SAFs) from Carbon Dioxide	(KENTECH) 싱 사티압, Naima Niaz, Amol U. Pawar, 강영수
P에환목-175	Enhancing Interfacial Stability of Hard Carbon Anodes for Sodium-Ion Batteries via Silane Coupling Agent Treatment	(전북대) 박종연, 샤헤드, (전북대) 서형기
P에환목-176	NiP_2 Decorated p-Si Inverted Nanopyramids Enables -43.5 mA/cm² Photocurrent Density at Zero Bias for Stable Solar H_2 Production	(KENTECH) Poonchi Sivasankaran Ramesh, Pran Krisna Das, Amol U. Pawar, Long Yang, 강영수, (전남대) 강순형
P에환목-177	Tailored Alkyl-Sulfonated Nanocrystalline Titania for Solar-Driven CO_2 Conversion to Liquid Fuels	(KENTECH) Sanjeev Gupta, Poonchi Sivasankaran Ramesh, Amol Uttam Pawar, 강영수
P에환목-178	Structural Stabilization via Ca/Ti Co-Doping in O_3-$NaCrO_2$ for Long-Life Sodium-Ion Cathodes	(한양대) 박재현
P에환목-179	헤마타이트 광양극 기반 비보조 태양광 연료 생산 및 바이오매스 고부가가치화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 김사랑, 오동락, 장지욱
P에환목-180	Tuning the selectivity for C1 products: methanol and formate, at ultra-low overpotential in electrocatalytic CO_2 reduction	(울산대) Jaiswal Aniruddha, Nam Le, Duc-Viet Nguyen, 허승현
P에환목-181	Efficient e-SAF Production via PEC CO_2 Reduction Using Mo-Ni Co-Doped N-ACC/PVP/Nafion Cathode and $BiVO_4$-NiOOH Photoanode with Cage and Confinement Effects **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KENTECH) Naima Niaz, 강영수
P에환목-182	Non-isoconversional kinetic evaluation of Polypropylene and Polystyrene degradation over USY zeolites with varying acidity **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KENTECH) Aqsa Khalid, Dipali P. Upare, ChulWee Lee, 강영수
P에환목-183	고성능 질산염-암모니아 환원용 질소 도핑 탄소 기반 Cu-Fe 이중 원자 촉매 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 허재현, 맹준범, 곽민국, 김원배
P에환목-184	구리 배위 구조 조절을 통한 전자 구조 제어와 선택적 바이오매스 전기산화 포름산 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 김태훈, 장대희, 김원배
P에환목-185	가축분뇨 혐기소화에 미치는 물리적 전처리의 영향	(농촌진흥청 국립축산과학원) 김중곤, 이동준, 김혜빈, 이동현
P에환목-186	π-Bridge-Modulated Intramolecular Charge Transfer in Nonfullerene Acceptors for Efficient Organic Photodiodes Operating Beyond 1200 nm	(충남대) 이맹강, 이재원
P에환목-187	도축폐기물로 부터 아미노산 제조 연구	(한밭대, 바이오에이엠) 고장면
P에환목-188	저급 유지 기반 촉매 수첨 공정에서 반응시간에 따른 생성물 조성변화에 관한 연구	(IAE) 장현성, 장정희, 이재홍, 이지은, 윤여진, 한기보
P에환목-189	〈발표취소〉	
P에환목-190	파라핀계 수송연료 제조를 위한 수첨 촉매전환공정 생성물의 분리/정제 공정의 특성 조사	(IAE) 장정희, 이지은, 장현성, 이재홍, 윤여진, 한기보
P에환목-191	효율적인 알칼라인 수전해를 위한 대면적 확장형 Ni-P 기반 다공성 전극 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대, KITECH) 최병찬, 구진호, (KITECH)김형찬, 박주성, 배상현
P에환목-192	수첨업그레이딩 반응 조건이 파라핀계 탄화수소 조성에 미치는 영향	(IAE) 이지은, 장정희, 장현성, 윤여진, 이재홍, 한기보

P에환목-193	부분 무질서 망간계 양극 소재의 충방전 시 나타나는 구조 변화에 대한 이해 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 김호준, 박상욱, 서동화
P에환목-194	전도성 막전극 기반 중금속 이온 제거 기술 개발: 리튬이온배터리 재활용 폐수 내 Ni^{2+} 의 전기화학적 제거	(KRICT) 박주성, 배상현, 최병찬, 구진호, 김형찬, (KAIST) 강석태
P에환목-195	PEM 수전해에서 효율·내구성 향상과 귀금속 사용 저감을 위한 다공성 수송 전극(PTE) 최적화	(KIST, UST) 박윤진, 박현서
P에환목-196	Isatin-based poly biphenyl-terphenyl 공중합체를 통한 음이온 교환막 수전해의 성능 강화	(인천대) 맹현준
P에환목-197	Hyperbranched Quaternized Phosphonium 기반 고분자를 이용한 이온 상호작용 강화형 고성능 음이온 교환막 개발	(인천대) 이우석, 전수민, 김태현
P에환목-198	Design and formulation of PbSe-based thermoelectric inks for localized thermal management in electronic devices	(POSTECH) 김민서, 김서하, 손재성
P에환목-199	Ink-Based 3D Printing of Cd-Doped $AgSbTe_2$ for Thermoelectric Generators: Toward Room-Temperature zT via 0–6 mol% Composition Mapping	(POSTECH) 함윤하, 김건국, 손재성
P에환목-200	Enhanced Power Factor in Na-Doped PbTe Thermoelectrics via Ni-Sn Paste Bonding with Cu Electrodes	(POTECH) 조민우, 이정수, 손재성
P에환목-201	Enhancing the desulfurization performance of industrial scale circulating fluidized bed flue gas desulfurization process using turbulent ring	(Southeast Univ.) Shuo Zhang, Lunbo Duan, (MCC Huatian Engineering and Technology Corporation) Weiyi Fan, Xiangqian Du

포스터 발표 II: 10월 17일(금), 09:30~11:00

고분자: 10월 17일(금), 09:30~11:00		
P고분금-1	온도 변동 흡착 하에서 직접 공기 포집을 위한 폴리에틸렌이민 함침 실리카 흡착제의 CO_2 포집 성능에 대한 프로필렌 산화물의 영향	(국립공주대) Stephen Michael Mirando, 이승규, 이동현, 고영수
P고분금-2	사이클릭 올레핀 및 아크릴계 모노머를 이용한 광투명 점착제의 제조	(국립공주대) Oblepias Jernette Louise, 고영수
P고분금-3	에틸렌 단일 및 공중합을 위한 기능화 메탈로센 복합체의 합성 및 촉매 평가	(국립공주대) Laxamana Justienne Rei, 김지수, Austria Diana May, 고영수
P고분금-4	에틸렌 단일 및 공중합을 위한 메탈로센의 합성	(국립공주대) 김지수, Laxamana Justienne Rei, Austria Diana May, 고영수
P고분금-5	ZnGA 촉매를 이용한 CO_2 기반 Poly(propylene carbonate) 중합 특성 연구	(국립공주대) 이준호, 고영수
P고분금-6	소성온도에 따른 실리카 담지체의 특성 변화 및 메탈로센 촉매의 중합 활성 비교	(국립공주대) 김혜란, 구도연, Manianglung Clinton, 고영수
P고분금-7	폴리에틸렌 중합용 메탈로센 담지 촉매의 활성 개선 연구	(국립공주대) 구도연, Manianglung Clinton, 고영수
P고분금-8	Polyetheramine 기반 CO_2 흡착제의 합성과 성능 연구	(국립공주대) 이동현, 이승규, Stephen Michael Mirando, 고영수
P고분금-9	TSA 공정용 아민 기반 고체 흡착제의 제조 공정 최적화를 통한 CO_2 흡착 성능 향상 연구	(국립공주대) 이승규, Stephen Michael Mirando, 이동현, 고영수
P고분금-10	Aligned Boron Nitride Nanosheet Islands in Porous PDMS Foam for Selective Thermal Management in Multi-Chip Electronics	(성균관대) 김예지, 김태일
P고분금-11	Enhancing Dielectric Properties of Amorphous Polymers via Side-Chain Dipole Engineering for Low-Voltage Organic Electronics	(국립부경대) 권혁진, (국립한국교통대) 안태규, 이지훈, (건국대) 김세현
P고분금-12	Ligand-Exchange-Mediated Modulation of Chiral Nanogap Hotspots in Helicoidal Plasmonic Nanoparticles **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 김동현, 유필진
P고분금-13	근적외선 형광 탄소나노튜브의 3D 고분자 코로나 인터페이스를 이용한 무한 확장의 광학 코 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 윤민영, 조정현, 차정민, 정균성, 조수연
P고분금-14	Research on the synthesis of high-functionality silylated polyurethane adhesives for engineering plastics	(KIMCO) 전호균, 김두헌, (대흥특수화학) 이진욱, 이병화
P고분금-15	Study on the modification and synthesis of latent hardeners for epoxy resins with low-temperature stability	(KIMCO) 전호균, 김두헌, (케미랜드) 서원선
P고분금-16	Janus Photonic Micropatterns via Position-Selective Crystallization of Binary Colloidal Particles **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 김영건, 정용석, 김신현
P고분금-17	저산소 종양 미세환경에서 향상된 광역학 성능을 위한 도너-억셉터 나노입자의 형태 및 조성 공학	(중앙대) 민경선, 박주현
P고분금-18	그물형 미세구조 분자각인고분자를 이용한 옥스카르바제핀의 고감도 전기화학적 검출	(경북대) 임석진, 배정연, 박진영
P고분금-19	Development of Light-Colored Woven Fabrics with Enhanced Soil Resistance and Release for Cockpit Module Applications	(현대자동차) 김기태, 한인수, (코오롱인더스트리) 이창재, 황인섭, 김민정
P고분금-20	Impact of Engineering Catalyst Morphology on Ziegler-Natta Polymerization Performance	(국립공주대) Manianglung Clinton, 구도연, 고영수
P고분금-21	공액 고분자 필름 내 도판트 확산 과정에서의 곁사슬의 역할	(가천대) 배주영, 이용경, 이한솔
P고분금-22	금속–고분자 계면에서 산화 상태 변화가 화학적 부착 메커니즘에 미치는 영향에 관한 연구	(현대자동차) 이재진

P고분금-23	Robust Double-Network Hydrogel-Shelled Oil Droplets for High-Payload Lipophilic Drug Carriers **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 오윤진, 김신현
P고분금-24	리튬 이온 배터리를 위한 높은 가역성을 지닌 마이크론 다공성 실리콘 기반 p-Si/rGO 복합재의 간편한 합성	(가천대) 신완섭, Mahesh B. Naikwade, 이상화
P고분금-25	Dynamic Retroreflective Color Displays via Programmed Water Vapor Condensation on Hydrophobic–Hydrophilic Micropatterns **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 노혜진, 김신현
P고분금-26	Polarization-Dependent Retroreflective Multicolor Graphics Using Orientation-Controlled Hemicylindrical Arrays **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 이지우, 김신현
P고분금-27	Hybrid Structural Color Graphics with Multimodal Visual Effects via Colloidal Photonic Microdome Arrays **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 강준구, 김신현
P고분금-28	에폭시 폴리머 성능 향상을 위한 경화제로서의 다기능 아민	(KRICT) 유서윤
P고분금-29	Colloidal-Based Structural Color Paints as Pigment-Free Mediums for Visual Art **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 김수현, 김신현
P고분금-30	Phase Change Material Composites with Segregated Filler Networks for Enhanced Thermal Conductivity and Stability **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 이동훈, 김채빈
P고분금-31	Sustainable and Adhesive Poly(β-amino ester) Covalent Adaptable Network-Based Solid Polymer Electrolytes for Lithium Metal Batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 양미옥, 김채빈, (인하대) 전용하, 최우혁
P고분금-32	Polarity-Switchable Maleic Anhydride Copolymer Adhesive Coating for Efficient Microplastic Removal from Water **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 최윤영, 김채빈, (중앙대) 박준용, 전혜리, 우상혁
P고분금-33	Cationic/Anionic Polypeptides via Ring-Opening Polymerization of NCAs toward Complexes Fiber Fabrication **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 김지우, 고영운, 정예진, 조광민
P고분금-34	MXene 기반 EMI 차폐형 고감도 광범위 압력센서 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(광운대) 김민우, 임현아, 이기원
P고분금-35	열 인터페이스 재료용 BN μ-platelets의 수직 및 양방향 정렬 향상	(성균관대) 문유진, 김태일
P고분금-36	디지털 처리 없이 구현되는 생체모사 주파수 선택적 에너지 소산 댐퍼 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 양예지, 박병학, 김태일
P고분금-37	혼합 비율에 따른 습식 방사 고분자 전해질 복합체 섬유의 형성과 물성에 미치는 영향 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 조광민, 김지우, 정예진, 고영운
P고분금-38	Implanted micro-LED-mediated chemoptodynamic combined therapy for the treatment of glioma **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) Yuetong Hou, HinKiu Lee, 김태일
P고분금-39	빛으로 활성화되는 동적 결합 교환에 의한 교차로 중첩된 마이크로구조의 가역적, 비접촉식 형상 프로그래밍	(부산대) 윤여명, 김채빈, (한양대) 문호준, 조웅비, 위정재, (동의대) 이동욱, 정소담
P고분금-40	전고체 배터리용 고신뢰성 에폭시 몰딩소재의 기계적·열적 특성 및 패키징 적용성 평가	(㈜원케미컬) 백지원
P고분금-41	입자의 안정성을 위한 계면활성제의 적용 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 박채린, 김태성
P고분금-42	Surface-Selective Functionalization and Fiber Orientation Control of Electrospun Poly(γ-benzyl-L-glutamate) Nanofibers for Biomaterial Applications **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 정예진, 고영운, 김지우, 조광민
P고분금-43	Study on the synthesis of epoxy adhesive for vehicle parts	(KIMCO) 심재학, 서보경
P고분금-44	저온 공정 본딩을 통한 3D 이종 접합: 기능성 유기 자기조립 나노층에 대한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 한수정, 심현우, 정채연, 김태성
P고분금-45	Zinc Acrylate 기반 저비용 자가패터닝 공정을 이용한 ZnO 멤리스터 소자 구현	(국립한국교통대) 정용욱, 안태규, 정용진
P고분금-46	Study on the encapsulation application of near-infrared inorganic pigments	(KIMCO) 심재학, 서석훈, 서보경, 김관용, 이상철

P고분금-47	고신축성·변형 무감응성 액체금속 기반 탄성 키리가미 전극(LM-eKE)	(성균관대) 최혜수, 김태일, (Carnegie Mellon Univ.) Carmel Majidi
P고분금-48	Study on the synthesis of chitosane/PCM microcapsules and application of TPU web	(KIMCO) 안서준, 천정미, (아셈스) 박치균
P고분금-49	Polyborodimethylsiloxane(PBDMS) 기반 주파수 선택적 진동 흡수를 통한 장기간 지속형 패스 필터의 구현 및 헬스케어 센서 적용	(성균관대) 옥제형, 김태일
P고분금-50	Study on high-performance thermally conductive long fiber reinforced PP nanocomposites	(순천향대) 조혜연, 김동화, 이재식, 김동학
P고분금-51	Hypoxia- and Photothermal-Responsive Self-Assembled Ion Pair of Phenylazophenol and Polyvinylpyrrolidone with In Situ Gold Nanoparticles for Effective Breast Cancer Treatment	(강원대) 조지 조이 조몬, 김진철
P고분금-52	골 재생을 위한 생체적합성 개선 및 약물 탑재 GelMA 크리오젤의 합성 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) Hao An, 김유경, 이민호, (전북대, BPI) 장용석
P고분금-53	Effects of Compatibilizing Conditions on the Rheological and Mechanical Properties of PP/Hemp Composites	(순천향대) 이현아, 김동학, 이재식
P고분금-54	사슬연장제 첨가를 통한 물리적 재활용 TPU의 물성 개선	(순천향대) 윤호병, 이재식, 김동학, (국립공주대) 손영곤
P고분금-55	상분리를 통한 미세다공성 고분자 필름의 제조 및 전자피부 응용	(서울대) 김민성, 신다빈, 김호리, 오준학
P고분금-56	1D 유전체 나노필러의 자성 개질을 이용한 척추측만증 방향 감지 고분자 복합 센서 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(광운대) 명수민, 박형민, 유근웅, 이기원
P고분금-57	Thermoresponsive cellulose foams with directional shrinkage for adaptive mechanical properties	(중앙대) 위서은, 이종휘
P고분금-58	Reformable Cellulose Foams Prepared from Fluffy Microcrystalline Cellulose via Directional Freezing	(중앙대) 박세원, 이종휘
P고분금-59	열적으로 가교결합된 수용성 고분자를 이용한 유기 뉴로모픽 트랜지스터	(경북대) 이승목, 김영규, 김화정
P고분금-60	Surface Disulfide Functionalization of Crystalline Cellulose	(중앙대) 이수빈, 이종휘
P고분금-61	APTES-functionalized Ti_3C_2 MXene for ultra-sensitive electrochemical detection of paracetamol in pharmaceutical and environmental samples **(우수 포스터 발표상 후보)**	(가천대) Pavitra Varaganti, Vijaya Brahma Chowdavaram, 서순민, Trieu Ngan Tran Pham
P고분금-62	다층 멤브레인에서의 표면 거칠기 제어 섬유층을 통한 소수성 및 투습방수 특성과 계면 접착성 연구	(KETI) 김선민, 최지윤
P고분금-63	Charge-Trapping Architectures of Water-Processable Polymeric Materials for Organic Transistors – Nonvolatile Memory and Neuromorphic Applications	(경북대) 김지현, 김태훈, 김화정, 김영규, (삼성전자) 이철연
P고분금-64	고열전도성 BN 가이드를 적용한 μLED 기반 Opto-Probe의 방열 성능	(성균관대) 권태윤, 김태일
P고분금-65	고내마모성 다발형 탄소섬유의 마찰 거동 특성 평가	(KATECH) 홍서화, 이평찬
P고분금-66	전고체 배터리 패키징 신뢰성 향상을 위한 에폭시 몰딩소재 개발 연구	(㈜원케미컬) 송수빈, 백지원
P고분금-67	리튬이차전지 수명 향상을 위한 접착 분리막 설계	(유펙스) 이주성
P고분금-68	인테리어 필름 적용을 위한 바이오매스 원료의 광경화 올리고머 합성 및 물성 연구	(KIMCO) 천정미, 안서준, (케이피텍) 최정인
P고분금-69	발포체 스크랩을 이용한 선박 데크용 에폭시계 커버링제 연구	(KIMCO, 부산대) 안서준, (KIMCO) 심재학
P고분금-70	향상된 오일 흡착을 위한 광열 기능을 갖춘 구조적으로 정렬된 다공성 재료	(전북대) 윤아영, 임지민, 남창우
P고분금-71	카프로락탐 기반 첨가제 적용에 따른 폐플라스틱 계면분석을 통한 열안정성 개선 평가	(KITECH) 최두영
P고분금-72	Colloidal Particle Dynamics at Water–Water Interfaces in Aqueous Two-Phase Systems: Force Interplay and Interfacial Tension Estimation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대) 최서영, 윤호준, 김규한
P고분금-73	젤라틴 하이드로겔 유기 전기화학 트랜지스터를 이용한 집적 논리회로	(성균관대) 최성빈, (성균관대, BICS) 김태일

P고분금-74	정삼투 공정을 위한 UCST형 이온성 액체의 열응답성 및 항균성 유도용질로서의 설계 및 성능 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 최광호, 강 효, 조연수
P고분금-75	Electric-Field-Assisted Separation of Fine Oil Droplets Using a Pre-Wetted Mesh Membrane	(서울과기대) 박은솔, 김규한
P고분금-76	Influence of TiO_2 Particle Shape on Interfacial and Mechanical Properties of Water-in-Oil High Internal Phase Emulsions	(서울과기대) 김예린, 김규한
P고분금-77	고성능 리튬 이온 배터리에 사용되는 세라믹 코팅 분리막용 삼중합체 바인더	(경북대) 박다현, 이수용, 김지현, 김화정, 김영규
P고분금-78	Formation of Asymmetric Multilayered Colloidal Films via Interfacial Compression **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대) 윤호준, 김규한
P고분금-79	기능화 그래핀 코팅을 통한 PEEK 복합재의 마찰 및 전기적 특성 향상	(KATECH) 홍서화, 이평찬
P고분금-80	Design of a Photo-Crosslinkable Fluorinated Hydrogel as an Efficient PFAS Removal	(KRICT) 변종현, 김승열, 박병준, 김예리, 조재민, 이상구, 황태규
P고분금-81	광가교성 친수성 부분 불소 고분자의 합성 및 특성 분석	(KRICT, 한양대) 김승열, (KRICT) 황태규, 이상구, 변종현, 김예리, 조재민, (KRICT, UST) 박병준
P고분금-82	Effect of Nonionic Surfactant Composition on Emulsion Stability and Process Control of Acrylate-Based Latex	(KITECH, 성균관대) 김경민, 박예린, (KITECH, 서울여대) 임세라, (KITECH) 이준영, 황기섭
P고분금-83	고분자화 가능한 이온성 액체 기반 CO_2 분리용 박막 복합 혼합매트릭스 막 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 황준석, 김종학
P고분금-84	Selective Separation of Microplastics via Interfacial Trapping in Aqueous Multiphase Systems	(서울과기대) 백무현, 김규한
P고분금-85	From Pickering HIPEs to HEPA: Scalable Fabrication of Tunable PolyHIPE–PU Hybrid Filters	(서울과기대) 정아라, 김규한
P고분금-86	PFSA Ionomer / h-BN Composite Membrane with a Controlled Ion Channel Structure for Proton Exchange Membrane Water Electrolysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT) 조준희, 김종민
P고분금-87	MXene-Decorated Polymer Fibers for Wearable Devices	(충남대) 박민지, 박태현
P고분금-88	캡사이신 유래 고분자 필름의 항균 및 방오 특성과 내구성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 배인희, 조연수, 강 효
P고분금-89	Quercetin-Enabled Cellulose Acetate Films from Cigarette Filter Waste for Active Food Packaging	(전북대) Ashique Kotta, 박종연, Abdullah, 서형기
P고분금-90	액상 에폭시화 천연고무를 이용한 아스팔트 시트의 성능 향상	(동아대) 배인희, 강 효, 문지현, (동아대, 에너리얼) 이관희, (에너리얼) 안희정
P고분금-91	Enzymatic Synthesis of Bio-Based Monomers for Sustainable Adhesive from Lignin Derivatives **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 정서형, 윤경석, 강용수, 상병인
P고분금-92	All-aqueous gel: in situ photopolymerization of water-in-water high internal phase emulsion enables tunable pore interconnectivity and release modulation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대) 이은석, 김규한
P고분금-93	자가 조립 블록 공중합체 광자 결정 기반 열변색 디스플레이	(충남대) 이세영, 박태현
P고분금-94	Phase-Transition-Driven Silicone Actuator for Energy Harvesting	(전남대) 오 륜, 노상철
P고분금-95	PSI 기반 에너지 조절형 약물전달 플랫폼	(가천대) 이정연, 강태현, 이신혁, 김일태
P고분금-96	탄소 나노튜브와 셀룰로오스 펄프를 기반으로 한 전도성 복합재에 대한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 손호진, 이하린, 류보은, 윤창훈
P고분금-97	환경친화적 수용액 기반 UiO-66 합성 연구	(전남대) 성의현, 이영환, 노상철
P고분금-98	수용성 매질에서 물 흡수성 실리콘의 팽윤 거동 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 강찬영, 노상철
P고분금-99	바이오폴리올 기반 폴리우레탄 코팅제의 합성과 특성	(KIMCO) 서석훈, 심재학, 정부영
P고분금-100	전기자동차 절연패드용 무기 난연제의 표면개질 및 특성 연구	(KIMCO, 부경대) 배성국

P고분금-101	재생카본블랙과 카본블랙커플링제가 러버트랙 컴파운드의 기계적 특성에 미치는 영향 연구	(KIMCO, 부산대) 신태원
P고분금-102	액상부타디엔 고무가 첨가된 실리카 습식복합체의 타이어 트레드 컴파운드 적용 연구	(KIMCO, 부경대) 배성국
P고분금-103	Co-pelletizing 카본블랙이 적용된 전기차 타이어 사이드월 컴파운드의 기계적 특성 연구	(KIMCO, 부산대) 신태원
공업화학: 10월 17일(금), 09:30~11:00		
P공업금-1	탄소중립 달성을 위한 CCU 및 CCS 기술의 경제성 비교와 공급망 최적화: 사회적 탄소 비용 시나리오 중심 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 노시욱, 김지용
P공업금-2	신규 수소불화에테르(HFE)의 합성 및 특성 분석	(UST, KRICT) 박병준, (KRICT) 김예리, 조재민, 김승열, 변종현, 황태규, 이상구
P공업금-3	코발트 촉매의 재사용에 따른 Sodium borohydride의 연속 탈수소화 반응 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경기대) 엄호선, 김지우, 김영진, 정지훈
P공업금-4	첨가제 적용 JP-8연료의 흡열 특성 및 코크 저감 효과	(경기대) 김창준, 박찬호, 김영진, 정지훈, (현대로템) 남궁혁준, 김윤상, 이재호, 황현준
P공업금-5	수소화붕소나트륨의 탈수소화 반응 코발트 촉매의 내구성 향상 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경기대) 김지우, 엄호선, 정지훈
P공업금-6	왕겨의 전처리를 통한 레블린산과 퍼퓨랄 생산에 대한 비교 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경기대) 안형균, 김현준, 김준석, (단국대, ㈜슈가엔) 오경근
P공업금-7	Hybrid-mode separation of acoustic Field-Flow Fractionation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경기대) 정수웅, 양인환
P공업금-8	인산 양극산화 기반 나노기둥 배열 광학 필름 제조 및 특성 분석	(KITECH, 인하대) 김희한, (KITECH) 임하나, 김현종
P공업금-9	인산 기반 AAO 템플릿을 이용한 나노기둥 배열 SERS 기판 제작 및 평가	(KITECH) 임하나, 김현종, (KITECH, 인하대) 김희한, (인하대) 최진섭
P공업금-10	$ZnFe_2O_4$ 나노큐브를 이용한 폐수 속 항생제 분해	(국립금오공대) 송광섭
공정시스템: 10월 17일(금), 09:30~11:00		
P공정금-1	비투멘 부분개질 공정 개발을 위한 감압잔사유의 수열분해 (aquathermolysis) 연구	(KIER) 임석현, Hung Hai Pham, 김광호, 김영두, 주영환, 노남선
P공정금-2	Modeling and Optimization of Reactor Configurations in Visbreaking	(KIER) Pham Hai Hung, 김영두, 노남선, 임석현, 김광호, 주영환
P공정금-3	폐 리튬 이온 전지 블랙 매스 재활용을 위한 기존 및 최신 침출 기술 비교 리뷰	(전남대) 김호중, 송대성
P공정금-4	수소 생산을 위한 암모니아 크래킹 공정 촉매 연구	(고려대) 도명환, 원왕연
P공정금-5	A Novel Process System Approach for Metallic Waste Treatment: Design of a Self Contained Melting and Solidification Process	(KAERI) 신동준, 박환서
P공정금-6	촉매 자율 합성을 위한 모듈형 컨베이어벨트 시스템	(서울대) 임수연, 임정욱, 황지호, 류재윤, 정유성, 남재욱, (서울대, IBS) 박정원
P공정금-7	Aspen Custom Modeler을 이용한 Ion Solvating Membrane 기반 알칼라인 수전해 반응기 모델링 및 기술경제성 분석	(경희대) 김민성, (KIER) 박예준, 주영환
P공정금-8	Wabasca Primary Bitumen의 부분개질을 위한 증류 공정 기반 VR 회수 공정 모사 연구	(KIER) 주영환, (바이오자원순환연구실) 팜흥하이, 임석현, 김광호, 김영두, 노남선
P공정금-9	비투멘 수송 특성 평가를 위한 진공 잔사의 솔벤트 탈아스팔텐 공정 연구	(KIER) 김영두, 노남선, 권은희, 김광호, 임석현, Hai Hung Pham, 주영환
P공정금-10	CFD-TFM Analysis of Heat Transfer Dynamics in a Bubbling Fluidized Bed Reactor for CO_2 Capture	(Univ of Chinese Academy of Sciences) Tooba Sarwar
P공정금-11	HEFA 원료로서 폐식용유 활용을 위한 전처리 공정 설계 및 모사	(KIER) 박예준, 주영환, (경희대) 김민성

P공정금-12	Python-Simulator Framework for Automated Generation of Flowsheets	(서울대) 손영우, 이종민
P공정금-13	액체 수소 터미널의 설계 및 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대) 배주언, 이철진
P공정금-14	폐회로식 비상 탈출 호흡기용 이산화탄소 제거를 위한 고성능 아민계 흡착제 설계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(RIST) 김자현, 박병락, 박 건, (KAIST) 박영환, 최민기
P공정금-15	가스 하이드레이트 기반 소화제의 성능·경제성·환경성 평가 및 공정 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대) 서지민, (숙명여대, NXN Systems) 박경태
P공정금-16	CA2C 알고리즘을 이용한 LNG 액화공정 최적화에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대) 이지은, (숙명여대, NXN Systems) 박경태
P공정금-17	Variational Autoencoder와 유전 알고리즘을 활용한 SCR 시스템 최적화	(광운대) 주형준, 김연수
P공정금-18	트랜스포머를 활용한 구성 단위에 상관없는 리튬이온 배터리 건강상태 진단 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 김윤서, 유래형, 최윤석, 김동혁, (삼성 SDI, UNIST) 박서정
P공정금-19	바이오매스 열분해 생성물의 흡착 강화 수증기 개질을 통한 수소 생산	(전남대) 박서현, 송대성
P공정금-20	생성형 모델을 활용한 하이브리드 전기차 주행 데이터 증강 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 조승현, 박현민, 윤형로, 이종민, (현대자동차) 정해성, 이정준
P공정금-21	지속가능한 수소경제 이행을 위한 액화수소 다기간 공급망 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 최현준, 김영근, 이성민, 김정환, (순천향대) 권휘웅
P공정금-22	그린 수소 저장 및 활용을 위한 고체-액체 하이브리드 저장 시스템 모델링 및 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(광운대) 신민용, 김연수
P공정금-23	Enhancement of Hydrogen Storage System Using Subcooling via Tank Pressurization	(중앙대) 박시우, 이철진
P공정금-24	혼합 아민의 CO_2 흡수 물성 예측을 위한 도메인 기반 머신러닝 모델링 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 김민재, 주종효, 김정환
P공정금-25	CO_2 기반 지속 가능 항공유 생산 경로의 Superstructure 모델링 및 공정 시뮬레이션 비교 평가	(서울시립대) 이정민, 유준재
P공정금-26	Crystallizer Design and Optimization via Physics-Informed Neural Network and Compartment Models **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대) 윤효원, 나종걸, 류유빈, (MIT) 신선규
P공정금-27	볏짚을 이용한 Acetone–Butanol–Ethanol 생산을 위한 바이오리파이너리 통합 공정 평가: 열통합-TEA-LCA	(경희대) Reza Farahmanpour, Mohammad Moosazadeh, 유창규
P공정금-28	재생에너지 연계 DAC 흡착 탄소와 바이오매스 열분해 통합 biorefinery 시스템의 SAF연료 생산 모델링 및 기술경제성분석	(경희대) Mahmoud Kiannejad Amiri, Mohammad Moosazadeh, 김상윤, 전나영, 유창규
P공정금-29	메탄 산화 이량화 반응(Oxidative Coupling of Methane) 기반 지속가능한 에틸렌 생산 공정 개발 및 기술경제성 평가	(성균관대) 정해권, 김지용
P공정금-30	A novel approach for direct data-driven control design method using sparse regression **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 김지윤, 성수환, (국립순천대) 유경환
P공정금-31	탄소 다배출 산업 대상 고효율 이산화탄소 습식 포집 및 액화 공정 설계	(KIER) 오주영, 윤성희, 장종탁, 윤여일
P공정금-32	Comprehensive techno-economic-environmental analysis of chemical looping reforming for sustainable hydrogen production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 김동현, 김지용
P공정금-33	GPU 기반 화학 공정 최적설계를 위한 열역학 서로게이트 모델 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 이해인, 이종민
P공정금-34	Regional assessment of polylactic acid production from lignocellulosic biomass: economic and environmental analysis under 2025 and 2050 scenarios **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 강동근, 김지용
P공정금-35	전력-수소 동시 생산을 위한 직접 암모니아 SOFC 기반 시스템의 성능 및 지속가능성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 이지영, 원왕연
P공정금-36	다목적 최적화 및 의사결정 기법을 활용한 피셔-트롭시 반응 촉매-공정 통합 설계 전략	(성균관대) 최희현, 김지용
P공정금-37	Ultrafast screening framework of metal-organic frameworks for CO_2/CH_4 separation: Using lattice constant-hybridized graph neural network **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 정동인, 김지용

P공정금-38	수소 첨가 직접 비산화 메탄 전환 (DNMC) 공정의 기술 경제성 및 환경성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 양 현, 김지용, (KRICT) 김용태
P공정금-39	저차원 서브스페이스 기반 초고차원 적응형 대체모델 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 정윤성, 권광현, 손영우, 이종민, (KFE) 이재욱, 장민호
P공정금-40	경제성과 환경성을 고려한 지속가능한 바이오매스 기반 메탄올 생산 공정의 최적 설계 전략 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 김찬목, 김지용
P공정금-41	지속가능 전력 공급을 위한 복합형 연료전지 시스템의 슈퍼스트럭처 설계 및 성능 분석	(서울시립대) 김동하, 유준재
P공정금-42	Purge and refill 1st phase 분석 및 LCA를 통한 하이브리드 세미 배치/배치 역삼투 공정의 적용성 및 효율성 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 김흔세, 박기호
P공정금-43	Superstructure 기반 재활용 선별시설(MRF) 분리망 최적화를 적용한 혼합 폐플라스틱 공급망 최적화	(서울시립대) 황주한, 유준재
P공정금-44	Thermodynamic analysis and mathematical programming-based optimization of a chemical looping process for high-purity syngas and hydrogen production	(서울시립대) 전상혁, 유준재
P공정금-45	Multi-Head Attention-Enhanced Gated Recurrent Unit 모델 기반 Multi-Zone 빌딩 에너지 효율 이상진단 및 reliability-aware 제어	(경희대) 칸 우마이스, Usama Ali, 김상윤, 우태용, 정찬혁, (동국대) Shahzeb Tariq, (경희대) 유창규
P공정금-46	신재생에너지 출력제어 최소화 및 잉여 전기기반 그린수소생산을 위한Agentic AI모델기반 최적화	(경희대) Israel Ayodamola Bayode, Mohammad Moosazadeh, 우태용, 김상윤, 유창규
P공정금-47	바이오매스-폐플라스틱 공동가스화 시뮬레이션 연구와 경제성 평가, 전 주기 평가, 탄소 포집 및 미래 시나리오를 포함한 통합적 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대) 장민주, 유준재
P공정금-48	자연어처리 기반 이산화탄소 전환 전기화학촉매 데이터마이닝 및 최적화	(가톨릭대) 현채은, 엄준호, 전수진, 김준영
P공정금-49	Advanced Optimization Algorithm Benchmarking for Chemical Engineering Applications	(이화여대) 여민경, 김유현, 나종걸
P공정금-50	파일럿 스케일에서 폐수 처리와 수소 생산을 위한 미생물 전해 전지의 기술 경제성 분석 및 환경 영향성 평가	(충남대) 류민우, 전홍준, 노고산, (KIER) 좌은진
P공정금-51	폐 PET의 업사이클링을 통한 고부가가치 화학물질 생산: 효소, 전기 연계 공정 개발 및 기술-경제성-환경성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 임현서, 김지용
P공정금-52	Deep Determimistic Policy Gradient (DDPG)기반 Hybrid action을 사용한 고용량 배터리 열 관리	(광운대) 정다빈, 김연수
P공정금-53	CCU 기반 메탄올 생산을 위한 수소 공급의 다단계 확률론적 최적화	(홍익대) 조예은, 이호재
P공정금-54	Dynamic Modeling of a Fluidized Bed Reactor for Hydrogen-Based Iron Ore Reduction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 배민철, 손상환
P공정금-55	Mathematical Modeling of a Hollow Fiber Membrane Contactor for CO_2 Capture **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 김지섭, 손상환
P공정금-56	폐플라스틱 모노머 특성을 고려한 지속가능한 항공유 생산의 기술 경제성 및 환경성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 정우창, 김지용
P공정금-57	박테리아 발효 기반의 폴리하이드록시부티레이트(PHB) 생산: 공정 설계와 전과정평가	(충남대) 황한별, 김다미, 노고산, (KAIST) 유혜은, 김지연, 이상엽
P공정금-58	잠재 벡터 최적화 기반 최적 윤활유 formulation 제안 프레임워크 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 김영근, 주종효, 김정환, (GS칼텍스) 임종구, 염승호
P공정금-59	지속가능 항공유 생산을 위한 CO_2-Fischer-Tropsch 공정의 공정 설계, 경제성·환경성 평가 및 최적화	(홍익대) 윤지호, 김도현, 천동준, 조예은, 이호재
P공정금-60	CO_2 기반 지속가능 항공유(SAF) 합성의 공정 시뮬레이션과 기술경제성(TEA) 및 환경성 평가(LCA)	(홍익대) 김도현, 윤지호, 조예은, 이호재
P공정금-61	CaO 기반 CO_2 포집을 활용한 철강 부생가스 건식개질 기반 메탄올 생산: 기술경제성 분석 및 전과정평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(홍익대) 천동준, 임준택, 김도현, 윤지호, 조예은, 이호재
P공정금-62	정제 공정 배출 CO_2 기반 열화학적 에탄올 연료 생산 공정 개발 및 경제성, 환경성 평가	(성균관대) 박민성, 김지용

P공정금-63	전해조-LPCE 통합 중수소 생산공정의 제일원리 모델 및 경제성 평가 연구	(인천대) 현지수, 김동완, 김종우
P공정금-64	Step-Growth Kinetics Modeling for PET Glycolysis Process Design	(이화여대) 최은아, 이영원, 나종걸
P공정금-65	불확실성 환경에서 가역 고체산화물 연료전지 기반 통합 에너지 시스템의 하루 전 최적 스케줄링 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인천대) 오희진, 김범진, 김소윤, 김종우
P공정금-66	Process Simulation and Sustainability Assessment of Blue and Turquoise Hydrogen Production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대) 김동국, 김유리, 정동휘
P공정금-67	시멘트 생산공정 탈탄소화 기술 시나리오의 3E(경제·환경·에너지) 성능 비교 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대) 이재범, 배성윤, 유은욱, 전재훈, Shaukat Ali Mazari, 문종호
P공정금-68	디지털 트윈 기반 LNG 공정 실시간 장치 열화 상태 예측 및 최적 운전 조건 탐색 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 송성훈, 황성원, 정다진
P공정금-69	에너지 효율 최적화를 통한 수소 액화 공정 향상: 에너지, 엑서지, 경제성 통합 분석	(중앙대) 이현희, 김배정, 이철진
P공정금-70	재생에너지 연계 유연한 수소기반 저장 지역 에너지 시스템 확률론적 손실 평가	(경희대) Ali Usama, 김상윤, 칸 우마이스, 우태용, 정찬혁, 유창규, (동국대) Shahzeb Tariq
P공정금-71	폐플라스틱 활용 수소 생산 공정 전산 모사 및 경제성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 방승혁, 김진국
P공정금-72	정유 산업 대상 전력원에 따른 분리막 기반 CO_2 포집 공정 설계, 최적화 및 경제적 타당성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 김세중, 송용재, 이주화, 김진국
P공정금-73	유기 용매 나노 여과 기반 분리 공정 설계 및 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 김강엽, 김진국
P공정금-74	CO_2 포집률에 따른 분리막 기반 탄소 포집 공정의 경제성 및 전주기 환경영향 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 송용재, 김진국, (KIER) 여정구, 이성훈, 이정현, (동국대) 마이클 빈즈
P공정금-75	전기화학적 pH swing 기술을 이용한 이산화탄소 포집 공정 개발	(단국대) 박상웅, 탁경재
P공정금-76	수소 액화공정의 경제성 향상을 위한 공정 최적화 및 주요 설계 변수의 민감도 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 양시현, 김진국
P공정금-77	대체 모델 기반 습식 CO_2포집 공정 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 이준영, 김진국, (동국대) Michael John Binns
P공정금-78	불확실성 기반 샘플링을 통한 MOF 흡착량 예측 모델 학습 전략의 일반화 가능성 평가	(경희대) 안용상, 박준영, 조형태, (KITECH) 안나현, 백재호, (울산대) 가성빈
P공정금-79	천연가스 복합사이클 발전 규모별 이산화탄소 포집 공정의 최적 설계 및 경제성 평가	(전북대) 백현우, 김인혜, 조성현
P공정금-80	지역과 기술 수준을 고려한 그레이, 블루, 그린 암모니아 생산 기술의 경제성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 전동현, 김진국
P공정금-81	폐 PET의 N_2/CO_2 기반 열분해를 통한 수소 생산 공정 비교	(경희대) 이수민, 최동호, 길진우, 조형태, (한양대) 신창범, (KITECH, 연세대) 이세영, (KITECH) 백재호
P공정금-82	CO_2 포집 연계형 전력화 수소 생산 공정 설계 및 재생에너지 시스템 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 이주화, 박하린, 전동현, 양시현, 김진국, (KITECH) 이성훈
P공정금-83	Sustainable Production of Bio-Methanol via CO_2-assisted Pyrolysis of Biomass: A Comprehensive energy, exergy, economic, and environmental (4E) analysis	(경희대) 박준영, 최동호, 안용상, 조형태, (한양대) 신창범, 권혁인, (KITECH, 연세대) 이세영, (KITECH) 백재호
P공정금-84	Compression-vacuum split strategies for energy efficient membrane gas separation	(국립순천대) 정재은, 전예린, 유경환
P공정금-85	슬러지 바이오디젤화와 글리세롤 수소화를 연계한 슬러지 활용 공정 설계 및 경제성 평가	(전북대) 송상혁, 하정연, 오정재, 조성현
P공정금-86	Parallel chemical-potential framework for generalized adsorption kinetics and isotherms	(국립순천대) 전예린, 유경환

P공정금-87	SF6 분해 및 담수화 폐수물을 통해 HF와 유가 무기염 회수를 위한 공정의 설계 및 경제성 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) Nzisso Konan Alain Cedric, 임민석, 김인혜, 오정재, 조성현
P공정금-88	Real-Time Prediction of Product Composition using Machine Learning and Interpolation of Process Data	(KITECH) 권혁원, 백재호, (경희대) 조형태, (한양대) 이재원
P공정금-89	조류-미세플라스틱 응집체의 가스화를 통한 고부가가치화 및 기술-경제성 평가	(전북대) 임민수, 송어진, 김인혜, 조성현
P공정금-90	CFD 기반 마이크로버블캡 부근의 물질전달 특성 분석	(경희대) 길진우, 조형태, (한양대) 고태언, 이재원, (KITECH, 연세대) 유 엽, (KITECH) 백재호
P공정금-91	Mathematical Modeling and Simulation of Direct Reduction of Iron Ore Pellets in a Shaft Furnace **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 정하린, 손상환
P공정금-92	DSPM-DE 모델 기반 세라믹 나노여과막의 성능 향상을 위한 모델링 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 김윤주, 박기호
P공정금-93	Dynamic Trickle-Bed Reactor Modeling for an Industrial Hydrodesulfurization Process with Multi-Catalyst Beds **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 임영하, 손상환
P공정금-94	환경규제와 불확실성을 고려한 이중 계층 접근 방식의 셰일가스 공급망 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 곽효욱, 박기호
P공정금-95	불확실성 하에서 유연한 분리 공정 설계를 위한 제약 기반 베이지안 최적화 프레임워크 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 김선욱, 허성민
P공정금-96	탄소중립 항공연료 생산을 위한 CO_2 저온 전기분해와 Fischer-Tropsch(FT) 통합 공정 모델링 및 경제성평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 홍혜림, 도윤정, 정경호, 황성원
P공정금-97	공정내 조글리세롤 재활용 기반 바이오디젤 생산의 경제성 평가	(전남대) 최석범, 송대성
P공정금-98	초구조 기반 아미노산 분리용 막 캐스케이드의 유연 설계와 운전 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 권현지, 허성민
P공정금-99	Optimization of anion exchange membrane water electrolysis system under uncertainty of renewable energy	(연세대) 이동균, 문 일, 김정환, (MIT) 김민수
P공정금-100	CO_2첨가 프로판 탈수소화(ODPC) 반응기의 속도론 파라미터 추정 및 스케일업 시뮬레이션 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 정지민, 정재민, 황성원
P공정금-101	피드 스페이서 형상이 역삼투막 성능에 미치는 영향에 대한 3차원 전산유체역학 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 김종우, 허성민, (전남대) 구보람
P공정금-102	고체 수소와 LOHC를 통합한 수소 저장 시스템의 기술경제성 및 환경성 평가	(고려대) 도명환, 원왕연
P공정금-103	LNG 냉열 회수를 이용한 선박 탑재형 ORC 기반 CO_2 액화 시스템 설계 및 작동 유체 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 정민경, 황성원
P공정금-104	시뮬레이션 기반 베이지안 최적화를 통한 금속 나노 입자 합성 조건 탐색의 가속화	(이화여대) 손현지, 김유현, 나종걸
P공정금-105	기상데이터를 고려한 LSTM 기반 TCES 주야간 발전 공정 설계	(전북대) 안효범, 이지수, 임민석, 조성현
P공정금-106	일반화 가능한 리튬이온 배터리 수명 예측을 위한 데이터셋 간 특징 선택 접근법 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 손유일, 허성민
P공정금-107	A Data-driven Soft-sensor Model for Predicting CO Level using Machine Learning **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대) 이윤규, 정동휘, (KITECH) 송호준
P공정금-108	Development of a soft sensor for real-time estimation of overhead product content in a distillation column	(인하대) 양윤서, 송성훈, 황성원
P공정금-109	Clean Hydrogen and Methanol Production via CO_2-assissted Spent Filter Waste Pyrolysis Process	(KITECH, 연세대) 이세영, (경희대) 조형태, (한양대) 이재원, (KITECH) 백재호
P공정금-110	아미노산 결정화 동역학 해석을 위한 액적 기반 증발 기법	(서울대) 권민경, 홍무선
P공정금-111	CO_2 자원화를 통한 DMC 생산 경로 평가: 우레아 알코올리시스 기반 4E 분석	(충북대) 전재훈, 이재범, 배성윤, 유은욱, 샤우캇 알리 마자리, 문종호

P공정금-112	Autoencoder with LSTM-Transformer for Anomaly Detection in Dynamic Chemical Processes	(한양대) 권혁인, 심유리, 이현지, 이재원, 신창범, 고태언, (경희대) 안용상, (KITECH) 백재호
P공정금-113	NSGA-II와 NSGA-III를 이용한 직접 암모니아 고체산화물 연료전지의 다목적 최적화 및 MCDM 기반 최적 운전 전략 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(광운대) 김유빈, 김연수
P공정금-114	원료 변동성을 고려한 매체 순환식 청정 수소-전기 동시 생산 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 이병연, 허성민
P공정금-115	Valorization of Blended Textile Waste for Green Methanol Production via CO_2-Assisted Pyrolysis and biogas reforming Process	(한양대) 신창범, 고태언, 권혁인, 심유리, 이현지, 이재원, (경희대) 박준영, 안용상, (KITECH) 이세영, 백재호
P공정금-116	배터리 슬러리 혼합효율 극대화를 위한 임펠러 형상 최적화	(한양대) 고태언, 신창범, 권혁인, 심유리, 이현지, 이재원, (KITECH) 백재호
P공정금-117	탄소중립 달성을 위한 ATR-SOEC 통합 공정 개발 및 기술·환경성 평가	(순천향대) 김수진, 김기찬, 권휘웅
P공정금-118	PSA 공정 내 CO_2 분리를 위한 Cu-CHA 제올라이트 실험과 시뮬레이션 통합 연구	(KRICT) 손수원, 김기웅, Lee Zhen Hao, 윤지섭, 신지호
P공정금-119	전기차를 위한 뱀형 채널 형상 최적화	(한양대) 이현지, 신창범, 고태언, 권혁인, 심유리, 이재원, (KITECH) 백재호
P공정금-120	Cen-HIT: 신속한 분자진단을 위한 고처리량 원심 유도가열 기반 휴대형 열 순환 시스템 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경희대) 판민부, Hiep Van Nguyen, 박소정, 서태석
P공정금-121	별을 고르다: 형태가 정의된 금 나노입자 합성을 위한 자동 피드백 퀀칭 시스템 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경희대) Thi Thuy Huong Nguyen, Hiep Van Nguyen, Gayathri Sureshkumar, 푸, 서태석
P공정금-122	Enhanced Microbial Carotenoid Production via e-Fermentation: Techno-economic Analysis and Life Cycle Assessment	(이화여대) 문채란, 나종걸, 윤채원, (KIER) 이수연
P공정금-123	강화학습을 이용한 SCR 약품 사용량 제어 모델 개발	(RIST) 윤원근, 이상균, 김희진, 김태형
P공정금-124	High-throughput Screening of CO_2 Hydrogenation Catalysts via Probabilistic Machine Learning and Genetic Algorithm	(경희대) 강현진, 조형태, (노스웨스턴대) 박현도, (한화토탈에너지스) 김영진, (한양대) 이재원, (KITECH) 백재호
P공정금-125	Analysis of ECMO Flow -Rate Effects on Aortic Haemodynamics Using Patient-Specific Digital Twin Models	(고려대) 임진경, (전남대) 구보람
P공정금-126	연도가스에서의 멤브레인 기반 CO_2/N_2 분리 공정 시뮬레이션 및 최적화	(국립공주대) 이성민, 김보은, (전남대) 구보람
P공정금-127	동시 상태 및 파라미터 추정을 위한 적응형 부분집합 선택 접근법	(국립공주대) 박찬경, 김보은, (국립순천대) 유경환
P공정금-128	A framework for simultaneous optimization of membrane properties and operating conditions in various multi-stage membrane gas separation processes	(전남대) 오선영, 구보람
P공정금-129	아민계 흡수제의 CO_2 포집 성능에 대한 Rotating Packed Bed(RPB)의 rpm 효과 연구	(KIST) 최수민, 정원석, 이 웅
P공정금-130	안트라퀴논 자가산화반응 기반 과산화수소 생산 공정 Aspen Plus 설계 및 경제성 평가	(KIST, 성균관대) 김은수, (KIST) 박준우, 이 웅
P공정금-131	Optimization of Feed Spacer Geometry in Membrane Distillation Using CFD Simulations	(전남대) 정유혁, 구보람
P공정금-132	이산화탄소 포집을 위한 ROM의 최적 조건 탐색	(KIST) 이우진, 고성현, 김창수
P공정금-133	Enhancing Lithium-ion Battery SOH Prediction via Domain-Adversarial Neural Networks **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대) 이정철, 이윤규, 정동휘
P공정금-134	Life Cycle Assessment of CO_2 Conversion into Single-Walled Carbon Nanotubes through Tandem Thermocatalysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 김예은, 이하은, Wong Min Jin Karen, 이시훈

P공정금-135	다양한 재활용 접근법을 활용한 이산화탄소 포집 공정의 전 과정 모델링 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT, 고려대) 박지수, (KRICT) 안진주
P공정금-136	수전해를 활용한 수산화리튬 결정 제조공정의 에너지 효율 향상 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH, 인하대) 김은석, (KITECH) 임하나, 김희한, 김현종, (인하대) 최진섭
P공정금-137	Dual Delivery Of Light/Prodrug Nanoparticles Using Tumor-Implantable Micro Light-Emitting Diode On An Optofluidic System For Combinational Glioma Treatment	(성균관대) LIli Guo, 김태일
P공정금-138	Aspen HYSYS를 이용한 단일 및 혼합 아민 기반 연소 후 CO_2 포집 공정의 시뮬레이션 및 경제적 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 김보건, 사정훈
P공정금-139	Biodegradable passive tag for wireless monitoring of superimposed physiological vital signs in vivo	(성균관대) Gyan Raj Koirala
P공정금-140	전기화학적 모델링을 통한 EV 배터리 사용 단계의 정확한 환경 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대) 최강현, 노고산
P공정금-141	제철소 가스로부터 메탄올 및 올레핀 생산의 공정 시뮬레이션과 다각적 분석	(KRICT) 임명균, 김기웅, (충남대) 노고산, 박재현, (한양대) 김진국
P공정금-142	Integrated Heat Optimization and Advanced Techno-Economic Modeling for Standalone SOEC Hydrogen Production System Across Multiple Regions **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER, UST) Syed Shaheryar Ali Shamsi, 임탁형
P공정금-143	광촉매를 이용한 리튬이온 배터리 재활용 공정의 공정 설계 및 경제성 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST) 강장훈, 고성현, 최원용, 김창수

유동층: 10월 17일(금), 09:30~11:00

P유동금-1	초경량 저밀도 입자의 유동화 특성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립한국교통대) 손하은, 김수영, 김성원
P유동금-2	가압 유동층 반응기에서의 디메틸 에터의 카보닐화에 의한 메틸 아세테이트 전환의 전산입자유체역학 시뮬레이션	(가톨릭대) 전종인, 김준영, (성균관대) 남지영
P유동금-3	분철광석 유동층의 TDH에 대한 기체 물성 영향	(국립한국교통대) 이민지, 김수영, 손하은, 김성원
P유동금-4	젖산을 이용한 바이오매스 바닥재의 회분 제거 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대) 정의명, 박리나, 안태휘, 서명원, (KIER) 윤성민, 라호원, (㈜지환) 서준원
P유동금-5	유동층 반응기에서 메탄 분해 반응으로 생성된 탄소나노튜브(CNT)의 비산 유도 : 촉매 지지체의 충돌 효과	(KRICT, 성균관대) 박혜원, (KRICT) 이수홍, (성균관대) 이동현
P유동금-6	머신 러닝과 Transformer 모델을 이용한 폐플라스틱 열분해유 가스화 공정 효율 및 가스 조성 예측 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대) 안태휘, 박영권, 서명원, (고려대) 정혜민, 이병원, 이영훈, 이상철
P유동금-7	Simulation of Gas–Solid Flow in Pressurized CaL–CLC with Multiphase CFD for CO_2 Capture **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 박혜진, Wong Min Jin Karen, 이시훈
P유동금-8	Simulation-Based Quantification of CaO Circulation in Ca-Looping CO_2 Capture **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 박예찬, Jester Ling Lih Jie, 박혜진, 이시훈
P유동금-9	마그네슘 밀링 공정을 통한 폐배터리 양극활물질 내 유가금속 (Ni, Co, Mn) 회수 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대) 심지빈, 이찬영, 이태원, 안태휘, 정의명, 서명원
P유동금-10	스마트팜 방울토마토 부산물 유래 바이오차의 물리·화학적 특성과 토양 개량 잠재성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대) 장나희, 정의명, 박리나, 안태휘, 오예은, 심지빈, 김윤석, 서명원
P유동금-11	분류층 가스화기를 이용한 바이오 오일 및 폐플라스틱 열분해유 가스화 특성 비교 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대) 오예은, 안태휘, 이찬영, 서명원
P유동금-12	머신러닝을 활용한 기포유동층 수력학적 특성 예측 모델 개발	(연세대) 김대현, 홍성완, 박경영, 최명규, 최항석
P유동금-13	우분 고체연료 유동층 가스화 특성 및 효율 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER, 연세대) 정용균, (KIER) 박성진, 윤상준, 문지홍
P유동금-14	바이오매스 가스화와 이산화탄소 포집 통합 기술을 위한 순환유동층 반응기 수력학	(경북대) 하재언, 김문영, 남형석
P유동금-15	기체-고체 유동층에서 나노 튜브 형태에 따른 CNT 응집체의 수력학적 특성	(한국교통대) 김수영, 손하은, 방지현, 김성원

P유동금-16	석탄화력발전소의 암모니아 혼소 적용을 위한 1-D 보일러 모델 개발 및 성능 분석	(KITECH, 고려대) Pei Ying, (KITECH) 김성일, 채태영, 양 원
P유동금-17	A Reliable Methodology for Determining Intrinsic Kinetics of Catalytic Methane Decomposition	(KIER, UST) Pham Anh Dung, (충남대) 이홍진, (KIER) 고강석, 김우현, 김대욱, 전상구, 류호정, 노남선, 황병욱
이동현상: 10월 17일(금), 09:30~11:00		
P이동금-1	항오염 포스포릴콜린 기반 코드화 하이드로젤 마이크로입자를 이용한 고감도 검출 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 신동민, 노윤호, 서지애, 김현웅, 문석준, 서지훈, 봉기완
P이동금-2	Skin- and Eco-Friendly Pickering Emulsion-Based Functional Powders Embedded with Fully Amorphous Ceramides Using Co-Spray Drying Technology **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대) 박서연, 박혜윤, 명주연, 이준협
P이동금-3	Low-dielectric hybrid PSSQ films for flexible thin-film encapsulation and improved signal transmission **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대) 이승아, 신규진, 박건한, 이준협
P이동금-4	〈발표취소〉	
P이동금-5	저비용 교체형 유연 불소수지 튜브 기반 미세유체 혼합장치 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대) 이슬기, 홍지우
P이동금-6	Electrochemical Evaluation of the Dispersion State in Anode Slurries with Varying Binder Content	(서울대) 강주성, 안찬혁, 안경현
P이동금-7	Continuous Synthesis of Nucleic Acid Encapsulated Lipid Nanoparticles via Flash Nanoprecipitation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대) 박예은, 방영은, 임종민
P이동금-8	Computational Modelling of Diffusion in Entropy-Defined Porous Media	(성균관대) 이재승, 정인영, 강태우, 권석준
P이동금-9	Monte Carlo simulation을 통한 나노와이어 네트워크의 미세구조 및 전기전도성 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대) 김영훈, 김동재
P이동금-10	확장 가능한 미세유체 병렬에서의 균일한 마이크로버블 생성: 이상 유동에서 유체역학적 저항의 영향 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 안승희, (전남대) 정헌호
P이동금-11	Role of rubbing and rheology in skin penetration of cosmetics formulation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대) 유채연, 박준동, (코스맥스) 이서윤, 오희묵, 이지현, 장지희, 이준배
P이동금-12	Development of a Portable Electrophoresis of Charged Droplet Platform with Advanced Control for Droplet 3D Cell Culture	(국립부경대) 이선준, 임도진
P이동금-13	3D Numerical Simulation of an Injection Atomization System for High-Efficiency Precursor Delivery in Semiconductor Processes	(전북대) 박성윤, 김주원, 문형준, 임연호
P이동금-14	표면 개질 실리콘과의 이온 결합을 활용한 비얽힘 병솔형 고분자 바인더 기반 실리콘 계 음극 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 장순호, 조성재, 방준하
입자기술: 10월 17일(금), 09:30~11:00		
P입자금-1	Selenide-Modified ZnO/CdS ternary Photocatalysts for Efficient Hydrogen Production	(서울시립대) 이세희, 김정현
P입자금-2	CuO 촉매를 활용한 바닐린의 산화 반응 및 바닐산 합성	(서울시립대) 이홍섭, 김정현
P입자금-3	Zebra-patterned solar steam generation for enhanced desalination performance and simultaneous electricity generation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 이보문, 전상민
P입자금-4	고감도 검출 및 SERS 기반 활성 기판 제작을 위한 은-금 중공 나노 플레이트 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(가천대) 김소연, 이상화
P입자금-5	석영 표면의 O_2 플라즈마 처리가 Mn 산화물의 이종 핵형성에 미치는 영향	(국립창원대) 김동근, 정해성
P입자금-6	SEI Structures Dependent Li-Morphology Characterized by Cryo-TEM	(서울대) 배우진, (육군사관학교) 전용군, (서울대) 박정원
P입자금-7	시트르산-Fe^{3+}-도파민 킬레이트 착물을 통한 고감도 도파민 검출을 위한 플라즈모닉 광섬유 탐침	(가천대) 김민정, 이상화

P입자금-8	레시틴/$MgCl_2$/스쿠알란 겔의 제조, 구조적 특성 분석 및 물리화학적 거동: 고기능성 화장품 응용	(국립금오공대) 이요한, 이희영
P입자금-9	유기용매 특성과 리간드 조성이 양친매성 금 나노입자의 계면 흡착 거동에 미치는 영향	(국립금오공대) 이창민, 이희영
P입자금-10	Surface-enhanced raman scattering optical fiber sensor for sensitive and selective detection of γ-aminobutyric acid using substrate AuNPs@4-MTBA@GO	(가천대) Tran Hoang Khai, 이상화
P입자금-11	무게 중심 및 구조적 변형에 따른 액상 투과전자현미경 내 나노입자의 운동 추적 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 김민재, 박정원
P입자금-12	고속 스캔 속도에서 안정성이 향상된 동결 건조 세로 정렬 맥신 필름의 슈퍼커패시터 응용 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 이동호, 김태욱, 임창용
P입자금-13	초고속 Intensive Pulsed Light 공정을 이용한 V_2O_5 기반 VO_2 합성과 선택적 B→M 상전이 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 김다원, 임창용, 김태욱
P입자금-14	기능기 그래프팅을 통한 α-Fe_2O_3 나노입자의 분산성 향상 및 표면 전하 특성 분석	(서울시립대) 박재우, 박나림, 이두환
P입자금-15	브라운 단층촬영을 통한 원자 단위 백금 나노결정 성장 과정 관찰	(서울대) 이윤서
P입자금-16	촉매 및 항균 응용을 위한 대두 레시틴 기반 생체모사 금–구리 이중금속 나노입자	(국립금오공대) 김주연, 이희영
P입자금-17	세라마이드가 함유된 투명하고 안정적인 레시틴 오가노젤의 합성: 스쿠알란과 마그네슘 염을 이용한 새로운 접근법	(국립금오공대) 노혜영, 이희영
P입자금-18	Ultrathin Overcoating Layer를 적용한 Zinc acrylate/Tin ethylhexanoate 기반 산화물 TFT의 구동 성능 향상에 관한 연구	(국립한국교통대) 신미소, 조성우, 정용진
P입자금-19	수열합성을 통한 입자 크기 제어 및 나노·마이크로 구조 혼합을 통한 Cu_2Se의 열전 성능 최적화	(국립한국교통대) 조성우, 정용진
P입자금-20	양자점 기반 면역흡착 플랫폼을 이용한 면역글로불린 동형 다중 검출 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대) 황수경, 나현빈, 최유성, 차혜성, 박채이, 류세희
P입자금-21	니켈폼 기반 직접 성장한 니켈 셀레나이드 전극의 이중 기능 활성 및 염수 수전해 응용	(국립한국교통대) 이동현, 정용진
P입자금-22	YOLO 모델을 활용한 SEM 이미지 표면 입자 계수 정확도 향상에 관한 연구	(성균관대) 하주환, 김태성
P입자금-23	W CMP 성능 향상을 위한 혼합 연마 슬러리의 예측 모델링: 입자 수 농도 접근법 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 백금지, 김태성
P입자금-24	프린트 토너 기반 플래시 유도 그래핀 (FIG) 패터닝 및 마이크로슈퍼캐패시터 전극 응용	(경북대) 안재빈, 임창용
P입자금-25	고진공 방사광 환경에서 구동 가능한 금속 실링 진공 게이트 밸브 소재 및 부품 개발	(국립한국교통대) 정용욱, 정용진, (㈜아스트로텍) 김은도
P입자금-26	PDA@PDMS 코어–쉘 입자의 반가역적 열변색성 반응	(경희대) 허인웅, 윤보영, 신승수, 박범준, (한양대) 김종만
P입자금-27	촉매 전구체 마이크로캡슐 기반 제어된 CNT 성장 기술을 활용한 나노하이브리드 필터 개발	(KETI) 김선민, 송혁재, 이재혁
P입자금-28	Electrospinning-Based Fabrication of WO_3–Pd Nanofibers for Scalable Hydrogen Gasochromic sensor	(KETI) 강민수, 민대홍, 안소희, 양우석
P입자금-29	The effect for ball characteristics on grinding kinetic analysis of calcite and iron powder using a planetary ball mill with DEM simulation	(국립창원대) 최희규, 오란치멕 쿨란, 이도경
P입자금-30	질산염의 암페어로메트릭 검출을 위한 계면활성제 매개 Cu-Ag 나노구조물의 연필 흑연 전극 전착 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(가천대) Bommireddy Naveen, 이상화
P입자금-31	CrystalloDisc: 지능형 단백질 결정 선별을 위한 자가 구동·고처리량 엔진 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경희대) 목탄, Hiep Van Nguyen, 판민부, 서태석
P입자금-32	High-performing gadolinium-doped ceria interlayer for thin film solid oxide fuel cell via sputtering process parameter control	(UNIST) 장성도, 박소현, 손보민, 정현교, 장희연, 서승환, 이선이, 서관용
P입자금-33	Enhancing Perovskite Solar Cell Performance via MeO-4PACz SAM Interface Engineering	(충남대) 박서현, 송슬기

P입자금-34	FBRM을 이용한 유화 과정 중 액적 진화의 In Situ 특성 분석	(경희대) 오인환, 박범준
P입자금-35	인듐 화합물로 표면 개질된 ITO를 이용한 페로브스카이트 태양전지 성능 향상	(충남대) 이영혜, 송슬기
P입자금-36	Thermoresponsive TaOx-Hydrogel Platforms for In Situ Protection of Genitourinary Tissues in Prostate Radiotherapy **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대) 박소예, 권우성
P입자금-37	Surface-Originated Emission in Carbon Dots via Solid-State Carbonization of Diaminonaphthalene: From Mechanistic Insights to Metal Ion Sensing **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대) 박현진, 권우성
P입자금-38	자율 기계 의사결정 향상을 위한 뇌-AI 폐루프 시스템 기반 웨어러블 EEG 전자소자	(성균관대) 전건욱, 김태일, 신주환
P입자금-39	Mechanically Stable, and Reversible Integration of Microchips on Textile: Liquid Metal-based Anisotropic Conductive Adhesive	(성균관대) 김경민, 김태일
P입자금-40	Solvent-Enhanced Liquid Metal Patterning and Selective Dewetting for 3D Multilayer Interconnects in Flexible Electronics	(성균관대)김지원, 김태일
화학안전: 10월 17일(금), 09:30~11:00		
P안전금-1	도메인 지식 및 데이터 기반 하이브리드 프레임워크를 이용한 화학공정의 동적 위험성 평가	(성균관대, 삼성전자공과대) 김민현, (성균관대) 김지용
P안전금-2	Development of a Knowledge Graph-Based Retrieval-Augmented Generation Framework for Reliable Safety Guideline Interpretation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 오종환, 김지용
P안전금-3	고압가스 산소 폭발 사고 사례 및 방지대책에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립순천대) 양용호, 정민철
P안전금-4	화학 작용제 제독을 위한 플라즈마 활성수의 시너지적 활성화 분석 연구	(국방과학(연)) 이지환, 장승민, 김남준, 최현서, 방진아, 변상문, 정현숙, 이상면, 조경민, 정희수
P안전금-5	저가연성 친환경 냉매의 국제 안전관리 기준 연구	(명지대) 최유성, 박채이, 황수경, 류세희, 차혜성, 나현빈
P안전금-6	조류 응집 기반 미세플라스틱 회수 및 초임계 수열 산화 공정의 환경·경제성 분석	(전북대) 김인혜, 오정재, 임민석, 조성현
P안전금-7	촉매 기반 CWPO-AOP와 슬러지 가스화를 연계한 폐수 처리 통합공정 설계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 오정재, 임민석, 김인혜, 조성현
P안전금-8	안전 및 환경 제약을 고려한 암모니아 분해 수소 생산 공정의 다목적 최적화: NSGA-III와 기계학습 통합 접근법 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 임민석, 오정재, 김인혜, 조성현
P안전금-9	A methodology for Enhancing the Reliability of LOPA through HAZOP Severity Verification	(삼성E&A) 김동운, 홍성준
P안전금-10	안전과 비용 효율성을 고려한 Building Risk 비교 분석	(삼성E&A) 홍성준, 박원형, 민도연, 홍기완
P안전금-11	Dispersion modelling collaborated with EI 15 for Hazardous area classification	(삼성E&A) 이서형
P안전금-12	소듐 ISO 탱크의 해체 경험을 통한 소듐관련 대형 설비의 안전하고 효율적인 해체 및 세정 방법	(KAERI) 조영일, 박기원, 안치현, 이제환, (HC테크) 김종만
P안전금-13	CFD 기반 디스플레이 실험실 파이프라인 독성물질 유동해석 및 누출 시뮬레이션	(순천향대) 김기찬, 김수진, 권휘웅
P안전금-14	An automated framework for Fire & Gas detection system Cause & Effect matrix generation	(삼성E&A) 최원준, 김주관, 엄기문
P안전금-15	Quantitative analysis of fire monitor protection coverage	(삼성E&A) 신동진, 김주관, 남효석, 김주혁

포스터 발표 III: 10월 17일(금), 14:30~16:00

열역학분자모사: 10월 17일(금), 14:30~16:00		
P열역금-1	심층신경망 (DNN) 및 시뮬레이션을 활용으로 효율적인 수소 포집을 위한 금속-유기 골격체 (MOF) 디자인	(KAIST) 김재승, 금화연, 김지한
P열역금-2	Solvation, Diffusion, and Orientation Characteristics of Quaternary Ammonium Cations in Organic Electrolytes and Their Interactions with Graphite Electrodes for Supercapacitors **(우수 포스터 발표상 후보)**	(가천대) 서지우, 안용남
P열역금-3	Development of a Neural Network Potential for anode-electrolyte interfaces in aqueous zinc ion batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(가천대) 한예진, 안용남
P열역금-4	Effect of Al_2O_3 on contact-induced damage in Silicate Glasses **(우수 포스터 발표상 후보)**	(가천대) 김덕률, 안용남
P열역금-5	Simultaneous Lithium Enrichment and Desalination Using R152a Hydrate Formation: Experimental and Computational Approaches **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 장 현, 문성주, 김성우, 서용원, (경기대) 목정훈, (HD한국조선해양) 고우진
P열역금-6	Methane Storage and Release in 4-Phenoxyphenol Clathrate Framework under Ambient Conditions **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립한국해양대) 오창엽, 윤지호
P열역금-7	Designing PtM Catalysts for Superior Methylcyclohexane Dehydrogenation (M = Ni, Co, Fe, and Zn) **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대) Monica Malik, 강성구
P열역금-8	기판 의존적 젖음 투명성 효과가 단일층 TMDC의 습기 안정성에 미치는 영향에 대한 다중 스케일 계산 연구	(서울대) 김예원, 김세호, 이원보, (국립금오공대) 최선연, 김현호, (서울과기대) 서범준
P열역금-9	Temperature-Dependent Guest Exchange Behavior in sII (CH_4 + C_3H_8) Hydrate − CO_2 Replacement **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 이루미, 이종혁, 서용원, (경기대) 목정훈, (국립창원대) 최원중
P열역금-10	Solubility Behavior of Two and Three Components for the P(MMA-co-PFO) in Supercritical Solven	(전남대) 변헌수, 윤순도
P열역금-11	Anomalous Water Penetration in Al_3+ Dissolution **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 김민우, 김승태, 이원보, (KIAS) 현창봉, 유지웅, (KAIST) 최시영
P열역금-12	Computational Study of Bond Weakening and Radical Stabilization in Topochemically Synthesized Recyclable Polymers with Elongated C–C Bonds **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대) 전병준, 서범준
P열역금-13	〈발표취소〉	
P열역금-14	MOF 기반 다차원 구조 복합 소재의 안정성 및 이산화탄소 포집 특성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대) 황정기, 김동재
P열역금-15	Understanding CO_2 Hydrogenation Pathways to Methanol on Cu(111) via DFT and Microkinetics **(우수 포스터 발표상 후보)**	(영남대) 송유나, 김민규, (GIST) 이성준
P열역금-16	황 제거 및 COS 분해를 위한 저가 재료로서의 레드 머드 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(영남대) 김가영, 김민규, (GIST) 이성준
P열역금-17	Force Field Optimization Using Hildebrand Solubility Parameters and Dielectric Constants within a Free Energy of Mixing Framework **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 서원빈, 박정호, 윤태준
P열역금-18	액체수소를 위한 지그재그형 및 직선형 인쇄기판형 열교환기의 열·유압 성능 비교 연구	(서울과기대) 서준교, 신헌용
P열역금-19	Molecular Simulations of Framework Flexibility for Understanding Methane Adsorption in Porous Aromatic Frameworks **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 첸유, 이택기, 정용철
P열역금-20	철강 슬래그를 활용한 저농도 바나듐 회수 가능성 평가 및 이산화탄소 동시 저장 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대) 채원석, 문석윤
P열역금-21	Computational Design and Multiscale Modeling of Bimetallic MIL-100 for Hydrogen Storage **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 이택기, 첸유, 윤성현, 정용철

P열역금-22	Mechanistic Study of Photo-acid and Photo-decomposable Quencher Neutralization in EUV Lithography **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 정재한, 곽상규, (UNIST) 이승민, 권성현
P열역금-23	Toward Prediction of Synthesizability for Li-ion Battery Additives using ML-based or rule-based Descriptors **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 강주환, Debora Christiane Lepanda Komanda, 곽상규
P열역금-24	Thermodynamic and Kinetic Insights into R22 hydrate Formation for Simultaneous Lithium Recovery and Freshwater production	(국립한국해양대) 임솔거, 윤지호
P열역금-25	〈발표취소〉	
P열역금-26	액화수소를 위한 볼 체크 밸브 피스톤 펌프의 수치 해석적 연구	(서울과기대) 김주호, 정다연, 신헌용
P열역금-27	Generalizable Machine-Learned Potential for Predicting Hydrogen Uptake in Metal–Organic Frameworks **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) Thong Siah, 정용철
P열역금-28	A Structure-Informed Model for Predicting Ionic Conductivity in Solid-State Battery Electrolytes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) 김해원, 이택기, 정용철
P열역금-29	Derivatization of polyhydric alcohols for HPLC-UV analysis	(강원대) 이봉섭
P열역금-30	Computational Study on Interfacial Stabilization in Layered Nanomaterials via Hydration Treatment **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경상국립대) 이성원, 이태경, 이동규
P열역금-31	Structural and Dynamical Behavior of Pentaglycerine across the Barocaloric Phase Transition: A Molecular Dynamics Study	(국립한국해양대) 최혜림, 윤지호
P열역금-32	올-페로브스카이트 탠덤 태양전지에서 알킬 다이암모늄 리간드의 영향에 대한 전산 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경상국립대) 최준혁, 이태경
P열역금-33	Molecular Dynamics Investigation of Ionomer Materials for Advanced PEMFC Applications **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 강진석, 함형철, 유주현
P열역금-34	불소화 가스 분리를 위한 제올라이트 주형 탄소의 전산 스크리닝 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 윤현정, 박준혁, 이용진
P열역금-35	금속-유기 골격체에서 제논의 규칙적 상 유도	(KAIST) 김승우, 김지한
P열역금-36	Advancing Crystal Structure Validation through Interpretable Large Language Model-Based Error Detection **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대) Zhao Pengyu
P열역금-37	Density Functional Theory Investigation of Nickel Clusters on Perovskite Oxides for Enhanced Poisoning Resistance in PCFC Anodes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대) Thi Bich Tram Bui, K. S. S. V. Prasad Reddy, 강성구
P열역금-38	Computational Study on Design of PAA Binder by Lithium Precursors for Improving Stability of Silicon Anodes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경상국립대) 김규리, 손준수, 이태경
P열역금-39	CO_2 하이드레이트 해양저장을 위한 화학적·물리적 코팅 기법 비교 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 이지성, 정시윤, 사정훈
P열역금-40	Enhancement of CO_2 storage kinetics via partial production of natural gas hydrate	(국립창원대) 이하영, 이진우, 최원중
P열역금-41	Rheological and thermodynamic characteristics of CO_2+N_2 hydrate slurry for CO_2 separation and storage process	(국립창원대) 이진우, 이하영, 최원중
P열역금-42	연소 전 CO_2 포집을 위한 해수 기반 염분 환경 하이드레이트 CO_2 분리 성능 향상	(국립창원대) 김소은, 옥다경, 최원중
P열역금-43	대규모 CO_2 해양 저장을 위한 sII 하이드레이트 코팅 기반 CO_2 하이드레이트 보존 기술 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 정시윤, 이지성, 사정훈
P열역금-44	다상 유동 조건에서 수화물 분산에 대한 소수성 실리카 나노입자와 Span 80의 결합 효과 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 손수현, 사정훈
P열역금-45	Thermodynamic and kinetic study of HFC-125 + CO_2mixed hydrate for high-efficiency fire extinguishing applications **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 신예봄, 이종환, 사정훈
P열역금-46	Magnetic imidazolium-based ionic liquids as reuseable kinetic promaters for gas hydrate formation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대) 이종환, 조연수, 강 효, 사정훈

재 료: 10월 17일(금), 14:30~16:00		
P재료금-1	안티몬 기반 Na-이온 전도성 보호 계면으로 구현한 고면적 용량의 덴드라이트 프리 장수명 나트륨 금속 음극	(전남대) 임주환, 박은수, 안소연, 황인기, 이윤성, 메갈라
P재료금-2	극저온 제조를 통한 수직배향 Si-MXene 나노구조의 고성능 전지 음극 구현	(한양대)윤지영, 김선주, 문서현, 임희대
P재료금-3	카르복실레이트 배위 이산화 티타늄 나노시트 촉매를 통한 과산화수소 생산 연구	(POSTECH) 윤 건, 용기중
P재료금-4	표면 자연 산화막에 의한 액체금속 계면에너지의 비약적 감소	(성균관대) 심재승, 김태일
P재료금-5	X-ray 3D 이미징을 활용한 머신러닝 기반 NCM 양극재의 비파괴 입자 열화 분석	(서울대) 김현희, 이진호, (서울대, IBS) 박정원
P재료금-6	Self-Limiting 반응에도 불구하고 ALD 공정에서 Particle이 형성되는 원인에 대한 이론적 고찰 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 이지량, 권석준
P재료금-7	전이금속 합금을 통한 수전해 촉매의 성능 향상	(POSTECH) 오세훈, 용기중
P재료금-8	Design of Cl-Doped Fe-NiMo Oxide for High-Performance Alkaline Seawater Electrolysis	(경희대) 김진수, Huyen Thi Dao, Hao Quoc Nguyen
P재료금-9	암모니아 산화 반응용 단일원자 Pt 전기촉매 지지체 응용을 위한 다공성 텅스텐 질화물 촉매 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 곽예지, 조삼연, 김성섭
P재료금-10	고전도성과 내구성을 갖춘 PEDOT: PSS 나노섬유 전극을 이용한 피부 순응형 전자소자 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 정주연, 신영광, 김태일
P재료금-11	CMP Abrasive 사용을 위한 고분산성 입자 기초 기술 확보	(성균관대, 삼성전자) 허원기, (성균관대) 유필진
P재료금-12	Enhanced electrochemical performance of Waste Silicon using Ammonium Fluoride for Lithium-ion batteries	(KICET) 방준호
P재료금-13	장기 광학 응용을 위한 구조적 내구성이 높은 생체이식형 반사체 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 이수형, 이금비
P재료금-14	시한성 바이오전자소자를 위한 다기능 잉크 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 박소연, 강이현, 이금비
P재료금-15	생체적합 이식형 자기 진동 액추에이터	(경북대) 김승윤, 이금비
P재료금-16	유연성 및 생체적합성을 갖는 오일 에멀전 기반 캡슐화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 배가현, 이금비
P재료금-17	Facile Synthesis of Defect-Free ZnSeTe Quantum Dots via Shelling with Zinc Halide Precursors	(연세대) 한승민, 이강택
P재료금-18	임피던스 분석을 통한 맥신 기반 센서의 미세플라스틱 검출 및 농도 구분 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 박루빈, 이금비
P재료금-19	Dendrimer-Assisted Fabrication of Uniform Nanoparticle Monolayers	(연세대) 정재현, 이강택
P재료금-20	UV 하향변환 복합체 페로브스카이트 필름 기반의 전기적으로 파장 선택이 가능한 광검출기 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(GIST) 이용건, 정건영, (전남대) 김형훈
P재료금-21	단방향 팽윤 하이드로젤 기반의 생체 이식/흡수 pH 센서 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대) 오동현, 이금비
P재료금-22	Controlled Dynamics of Active Matter in Liquid Crystal Confinement **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 김장민, 조은수, 최대섭, 백지혜, 김영기
P재료금-23	Lithiation-Potential-Matched Oxide Substrates for 3D Li_2S Deposition in Lithium-Sulfur Batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 신나경, 문준혁
P재료금-24	Effect of Metal Filler Ratio on the Thermal Conductivity of Deformable Liquid Metal Composites	(KITECH, 한양대) 김서윤, 홍정빈, (KITECH) 김은지, 소주희
P재료금-25	Leakage Prevention in TPE-Liquid Metal Composites while Improving Thermal Conductivity via Metal Fillers	(KITECH, 한양대) 홍정빈, 김서윤, (KITECH) 김은지, 소주희
P재료금-26	Performance Comparison of High Thermal Conductivity Liquid Metal Composites with Commercial Thermal Grease	(KITECH) 김은지, 소주희, (KITECH, 한양대) 홍정빈, 김서윤
P재료금-27	리튬-용매 결합 조절을 통한 리튬 매개 질소 환원 암모니아 생산 연구	(POSTECH) 윤혜주, 용기중

P재료금-28	FeNi-N-C bimetallic electrocatalyst with in-situ grown carbon nanotubes for efficient CO_2 electrochemical reduction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 이소미, 구달 찬단 찬드루, 김상윤, 김수연, 정찬화
P재료금-29	Localized laser treatment for amorphous phase in ternary transition metal chalcogenide, $CrPS_4$ **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대) 장현서, 조수연
P재료금-30	백금 광증착 WOx 나노 와이어 기반 고성능 전기화학적 암모니아 산화 촉매 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 임창현, 용기중
P재료금-31	콜린 기반 이온성 액체를 활용한 장기 안정성 유기 전기화학 트랜지스터 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 예영신, 김태일
P재료금-32	수계 아연이온 전지의 안정성 향상을 위한 환원 그래핀 산화물/키토산 복합 보호층 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 김수연, 구달 찬단 찬드루, 이하린, 백승룡, 이소미, 정찬화
P재료금-33	Unveiling the Solvation Structure in Proton-Based Dual-Salt Electrolytes for Electrochromism **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대) 이주나, 나장한, 허성연
P재료금-34	수계 아연 이온 전지의 안정성 향상을 위한 인공 계면층: 순차적 표면 개질 접근법 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 임정은, 구달 찬단 찬드루, 이하린, 백승룡, 이가연, 정찬화
P재료금-35	Self-assembly of DNA-Functionalized Nanoparticles via Molecular Dynamics Simulation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 신지수, 이상민, 김영기
P재료금-36	$SnCl_2$ 첨가제 기반의 전해액을 활용한 하드카본 음극의 프리소디에이션 및 인공 계면층 동시 형성 직접 접촉 전략	(가천대) 최민철, 김용일
P재료금-37	아연 이온 배터리를 위한 TEMPO-산화 셀룰로오스와 글리세롤 기반 차세대 유기 하이드로겔 전해질 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 이가연, 이하린, 구달 찬단 찬드루, 백승룡, 임정은, 정찬화
P재료금-38	젖음성 변화에 의한 기체 감응성 액체-고체 마찰전기 발전기 연구	(POSTECH) 윤소연, 용기중
P재료금-39	Temperature-Dependent Phase Transition in WS_2 for Reinforcing Band-to-Band Tunneling and Photoreactive Random Access Memory Application **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 심현우, 김태성
P재료금-40	Porous Polyimide–Quantum Dot Composite Films for Advanced Infrared Stealth Applications	(연세대) 백승호, 이강택
P재료금-41	CeO_2-Based CMP Strategy for EMC/Si/Cu: Maintaining EMC/Si Removal and Minimizing Cu Defects	(연세대) 정원종, 이강택
P재료금-42	전극 표면의 리튬 친화성 차이를 이용한 리튬-매개 질소 환원 반응 성능 확인	(POSTECH) 김종은, 용기중
P재료금-43	감마 알루미나 담체를 활용한 질화 몰리브데넘 기반 고성능 고재생성 화학 루핑 암모니아 합성 공정 질소 전달체 개발	(KAIST) 배시우, 김현중, 김경수, 이재우, 이도창
P재료금-44	구리의 화학적 기계적 연마에 대한 공정 온도와 화학 반응성의 영향 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 최동환, 김태성
P재료금-45	Scalable synthesis of spherical and tubular mesoporous Ni-phyllosilicates and its structural stability under hydrothermal and strong alkaline conditions	(서울과기대) 이수민, 조은범
P재료금-46	2D 코발트 기반 촉매의 구조 제어를 통한 친환경 암모니아 합성 성능 개선 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 조혜인, 용기중
P재료금-47	Structure–Property Relationships in Functional Epoxy Resins for Molded Underfill	(KITECH) 이소정, 김준기
P재료금-48	Development of GelMA-ZIF-8 Composite Hydrogel for Targeted Drug Delivery System in Cervical Cancer Treatment	(가천대) 남혜린, 김종성
P재료금-49	Li_2S 양극 기반 리튬-황 배터리 용 전해질 산화환원 매개체 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 정윤호, 김원배, 조창신
P재료금-50	Selective electrochemical sensing of epinephrine by MWCNTs embedded with N doped MXene quantum dots-MoS_2 quantum dots	(가천대) Shilpa Thekoot, 김종성
P재료금-51	Tunable Photonic Structures from Cellulose Nanocrystals for Wavelength-Selective Reflection **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 조은수, 백지혜, 임준형, 최대섭, 김장민, 김영기
P재료금-52	Preparation of mesoporous metal-silica-carbon nanostructures under acidic conditions using pentablock copolymer templates	(서울과기대) 이강현, 조은범

P재료금-53	엽록소 기능화를 통한 광산화극의 전하 동역학 및 광흡수 효율 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한국기술교육대) 서아브라함, 이강현, 이유진, 김세연, 채수연, 임준하, 박수민
P재료금-54	Polycyclic aromatic hydrocarbon-derived hydrophilic carbon dots as an excellent NIR-triggered phototherapeutic cancer agent	(가천대) 전채원, 김종성
P재료금-55	아연-황 전지의 양극 호스트로 활용하기 위한 다중 셸 중공 구형 TiO_2 나노입자의 간편한 합성	(전북대) 박정훈, 조삼연, 김성섭
P재료금-56	EISA 기반 메조다공성 탄소 합성 및 전기화학 에너지 장치 응용 가능성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 양우경, 조삼연, 김성섭
P재료금-57	렌티큘러 구조 전극 설계를 통한 저항형 압력 센서의 감지 대역 조절 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 오수연, 김태일
P재료금-58	Evaluation of the CO_2 adsorption of lignin-based nanoporous carbon using mixed block copolymer micelles	(서울과기대) 김정태, 박윤태, 조은범
P재료금-59	액정 고분자 이중층의 나노구조 제어를 통한 마찰전기 소자 성능 향상	(국립순천대) 남기성, 김선주, 김민수, (숭실대) 신재만
P재료금-60	고성능 마찰전기 나노발전기를 위한 음전하성 마찰전기 소재로서의 불소 없는 유전체 고분자	(국립순천대) 김현민, 박지명, 김민수
P재료금-61	자극에 따라 형태가 변하는 바틀브러쉬 입자 제작	(국립순천대, 숭실대) 김선주, (숭실대) 백민준, 박진우, 신재만, (국립순천대) 안희성, 김민수
P재료금-62	Enhanced Metal Leaching from Spent Lithium-Ion Batteries via Ternary Deep Eutectic Solvents Containing Aromatic Organic Acids	(건국대) 이현국, 김재엽
P재료금-63	Voltage-Assisted SILAR Deposition of PbS Quantum Dots on TiO_2 electrode for Enhanced PEC Hydrogen Production	(건국대) 이인희, 김재엽
P재료금-64	Quantitative framework for analyzing structural complexity in material targeting for physical unclonable functions **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 임성균, 강태우, 정인영, 권석준
P재료금-65	마찰전기 소자의 고온 민감도를 위한 액정 폴리머-엔지니어링 이중층 구조	(국립순천대) 조영인, 남기성, 김민수, (한양대) 우채연, 김현동, 윤홍석
P재료금-66	수계 Zn-S 배터리 성능 향상을 위한 친환경 바이오매스 유래 탄소 폼 양극 호스트 제조 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 장예지, 조삼연, 김성섭
P재료금-67	Computational Modeling of electrical conduction in an organic-inorganic hybrid lattice-like nanostructure	(성균관대) 여수연, 강태우, 정인영, 권석준
P재료금-68	Insights into the Formation Mechanisms of CuInS2 Quantum Dots and Their Role in Enhancing Photoelectrochemical Hydrogen Production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST) 김기욱, 이효철, 김화평, 인수일, 양지웅
P재료금-69	필라[5]아렌 유도체가 도핑된 단일벽탄소나노튜브 기반의 고성능 황화 수소 센서 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립강릉원주대) 이재준, 이규원, 윤서현, 장현지, 최 건, 김영래, 이은지, 김량하
P재료금-70	탄산칼륨의 거친 표면 모델에 대한 제일원리 계산법을 통한 수분 결합에너지 계산	(KIER) 정우석, 김성은, 최수현, 유지호, 박찬영, 홍성국, (KIER, 고려대) 고서빈, (KIER, UST) Asriadi Sakka
P재료금-71	웨어러블 건강 센서용 초박형, 고성능, 무독성 Cu-In-Se 양자점 광검출기 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST) 안언형, Shi Li, 양지웅, (UNIST) 장재홍, 최문기, (서울대) 김대형
P재료금-72	(CdSe)13 클러스터 기반의 고효율 수소 생산 광촉매 응용	(DGIST) 이소연, 양지웅, (한양대) 이예지, 장윤정, (고려대) Hafiz Ghulam Abbas, Stefan Ringe
P재료금-73	피부 부착형 디스플레이에서 고효율 순수 적색 발광 다이오드를 위한 표면 브롬화 $CsPbI_3$ 나노결정	(DGIST) 안언형, 이경훈, 양지웅, (UNIST) 김윤호, 최문기
P재료금-74	다원소나노입자 이미징을 위한 그래핀 제어 기술	(서울대) 홍나현, 박정원
P재료금-75	액체금속 기반 회로 가변형 이중층 스마트 섬유 회로	(성균관대) 정찬호, 김태일, (Carnegie Mellon Univ.) Carmel Majidi

P재료금-76	다중약물 내성을 가진 암 극복을 위한 공학적 올인원 나노캐리어 플랫폼 설계	(대구경북첨단의료산업진흥재단) 이진실, 고예은, 박민욱, 이해우
P재료금-77	이온 매개 표면 개질을 통한 수계 아연이온전지의 계면 안정화 전략	(POSTECH) 장주영, 조창신
P재료금-78	광촉매 암모니아 생산을 위한 양자점-박테리아 바이오하이브리드 구조체 구축	(KAIST) 김귀민, 이일송, (KAIST, Chulalongkorn Univ.) 이도창
P재료금-79	양자점 발광 다이오드에서 향상된 정공 주입과 균형 잡힌 전하 수송을 위한 계면 에너지 구조 설계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 추서연, 권용우, 한지수, 김형준, 임재훈
P재료금-80	Harnessing Plateau-Rayleigh Instability to Engineer Nanoscale Optoelectronic Junctions on a 2D Semiconductor **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 박성빈, 공유진, 원유찬, 신내철
P재료금-81	높은 에너지 밀도의 소듐 이온 배터리를 위한 레진 기반 하드카본의 미세구조 제어 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 김민경, 조창신
P재료금-82	Design principles for photocatalysts enabling concurrent hydrogen production and valueable compound via cocatalyst **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH, POSTECH) 김륜나, (KAIST) 김귀민, 이도창, (KITECH) 김휘동
P재료금-83	Realistic 3D topography simulation for next-generation plasma processes	(전북대) 김주원, 박성윤, 박재형, 유혜성, 임연호
P재료금-84	매직 사이즈 클러스터 기반의 대칭형 청색 발광 ZnSeTe 양자점	(KAIST) 이연구, 이도창
P재료금-85	화학적 부식 억제형 전해질 설계를 통한 무음극 리튬 금속 배터리의 캘린더 수명 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 임지혜, 이정윤, 김진욱, 이진우
P재료금-86	리튬이온전지 직접 재활용에서 PVDF 바인더 제거를 위한 친환경 용매 경로: 에너지 및 환경적 비교 분석	(국립순천대) 정대혁, 이창민, 유경환, 김민수
P재료금-87	리튬 금속 전지의 계면 안정성 향상을 위한 이미노 경화제 기반 비트리머 전해질	(동국대) 박승진, 김성곤
P재료금-88	고성능 섬유형 비대칭 슈퍼커패시터를 위한 탄화 불소화 폴리이미드·산화코발트 전극	(동국대) 나홍빈, 김성곤
P재료금-89	자가 치유 기능을 가진 비트리머 기반 동적 이미드 결합 고분자 전해질을 적용한 고성능 리튬 메탈 배터리	(동국대) 이정민, 김성곤
P재료금-90	Design of Magnetically Recoverable g-C_3N_4 Composites with Extended Solar Absorption for Enhanced Photocatalytic Dye Degradation Performance **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 윤현중, 김도형, 박용일
P재료금-91	탄닌산 기반 피리디닉 질소 도핑 흑연화 탄소의 합성 및 바나듐 레독스 흐름전지 전극 적용	(국립한국교통대) 박소임, 박병건, 송병관, 이시연, 채민경, 김민주, 안희연, 전시은, 정용진
P재료금-92	VO2 기반 다층 박막을 이용한 동적 가변 구조색 구현 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대) 최윤주, 우호영, 이다원, 김예린, 박기용, 최형윤, 백태종
P재료금-93	텅스텐 산화물 나노입자 박막의 산소 결핍 정도가 소듐 전해질에서의 광전기화학적 특성에 미치는 영향	(서울과기대) 배효인, 이한승, 허성연
P재료금-94	이차전지 음극 제조공정의 수분 제어 및 하프 코인셀 성능 평가	(KATECH) 임영원, 이평찬
P재료금-95	Cobalt와 Nickel 중금속 이온 제거를 위한 금속-유기 골격체 기반 흡착제 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIMS, 경남대) 문성준, (KIMS) 이희정, 최재령
P재료금-96	Hierarchically Ordered, Narrow-Bandgap $Bi_{13}S_{18}Br_2$ Nanorod Superstructures Synthesized via Template-Guided Topotactic Transformation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대) 이다원, 백태종
P재료금-97	OLED 디스플레이의 광 추출 향상을 위한 고굴절률 광학 투명 점착제	(KETI) 양주은, 이세림, 박금환
P재료금-98	Surface-Dependent Passivation Effect on Photochemical Properties of 2D Colloidal CdS Nanosheets	(KAIST) Wang Nianfang, 이도창
P재료금-99	Synthesis of Antimony Sulfobromide Nanowire Bundles with Ambipolar Photoelectrochemical Photocurrent Switching Behavior	(중앙대) 김예린, 우호영, 이다원, 최윤주, 박기용, 최형윤, 백태종
P재료금-100	일차 및 이차 배위껍질 설계를 통한 단일원자 철 나노자임 활성 향상과 천연 효소 수준의 전환율 달성	(KAIST) 최대은, 이진우
P재료금-101	해수 배터리용 소듐 금속 음극에서 안정적인 SEI 형성을 위한 무플루오린 전해질 설계	(KAIST) 이상지, 김진욱, 김지오, 이진우, (POSTECH) 조창신

P재료금-102	A Flexible Dual-Mode Chemosensory Synapse Based on Gas-Induced Ion Flux and Hole Generation for Recognition of Cumulative Gas Concentration **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 엘비스, 서재우, 최한빈, 최선진, 김도환
P재료금-103	자기조립 바인더 네트워크 기반 장수명·고성능 실리콘 음극	(국립공주대) 이지호, 이슬기, 임진형, 최홍균, 윤수근
P재료금-104	스트레스 모니터링을 위한 자가치유 레이저 유도 그래핀 기반의 인장 및 코르티솔 센서 패치 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 박미현, 하정숙
P재료금-105	Single-Atom Nanozymes with Enhanced Selectivity via Out-of-Plane Ligand Coordination **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 박선혜, 이진우, 최대은
P재료금-106	Enhanced Sintering Process for Li- and Mn-Rich Layered Cathodes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 박도운, 조창신
P재료금-107	마이크로파 조사를 이용한 다공성 탄소 프레임워크 합성과 바나듐 레독스 흐름전지 전극 응용	(국립한국교통대) 박준서, 안희연, 전시은, 정용진
P재료금-108	단량체 갈륨 전구체 도입을 통한 청색 발광 In1-xGaxP 양자점에서의 갈륨 함입 개선 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 김태완, 황진하, 이도창, (성균관대) 이현준
P재료금-109	Lithium metal battery with enhanced electrochemical performance	(광운대) 손희상
P재료금-110	단일 광자 소스로서의 나노라드	(KAIST) 황지희, 이도창
P재료금-111	자가치유(Self-healing) 및 자가발전(Self-powered) 이 가능한 에어로겔 기반 듀얼모드 센서 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대) 양아현, 하정숙
P재료금-112	High-Temperature Solid-State Synthesis of $Li_{1.2}Mn_{0.4}Ti_{0.4}O_2$ Cation-Disordered Rocksalt Cathode for Lithium-Ion Batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 박현호, 조창신
P재료금-113	마이크로파–KOH 후처리를 통한 고함량 수산기 기반 탄닌산 유래 흑연화 탄소의 합성과 고성능 슈퍼커패시터 응용	(국립한국교통대) 안희연, 전시은, 정용진
P재료금-114	OER 메커니즘에 대한 이종 원자 도입 효과의 이해와 설계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 전현우, 이진우
P재료금-115	리튬 중계 질소 환원의 연구 동향과 향후 연구 전략	(POSTECH) 김민균, 용기중
P재료금-116	Sustainable utilization of cellulose-rich corn husk for activated carbon in high-performance sodium-ion capacitors **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 김정근, 이송렬, 전영시, 박용일
P재료금-117	Anisatropic Strain-Induced Polarization Enhancement in Graded CdSe/CdznS Nanorods	(서울시립대) 김영준, 김다흰
P재료금-118	Enhancing dispersion stability of nanoplatelets via thickness control **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대) 이예은, 김다흰
P재료금-119	첨가제 보조 공침을 통한 미드-니켈 고전압 양극 소재 표면의 코팅 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 김예환, 조창신
P재료금-120	차세대 X선 신틸레이터를 위한 $CsPbBr_3$@$FAPbBr_3$ 코어-쉘 페로브스카이트 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) Danial Aiman Bin Kamaruzaman, Venkata Nanda Kishor Babu Adusumalli, 박용일
P재료금-121	Modeling of transport mechanisms through the passivation layer during plasma oxide etching	(전북대) 김주원, 박성윤, 유혜성, 박재형, 임연호
P재료금-122	마이크로파 기반 KOH 활성화 흑연질 탄소의 합성과 바나듐 레독스 흐름전지 적용	(국립한국교통대) 전시은, 안희연, 정용진
P재료금-123	플렉서블 디스플레이를 위한 열적 안정성과 저비저항이 향상된 Al 기반 합금 멀티레이어 전극	(KETI) 이세림, 양주은, 박금환
P재료금-124	Synthesis of nearly monodispersed calcium fluoride-lithium ytterbium fluoride heterodimer nanocrystals	(중앙대) 박기용, 우호영, 이다원, 최윤주, 김예린, 최형윤, 백태종
P재료금-125	Enhancing NiMo Electrocatalysts for AEMFCs via N-Doped Mesoporous Carbon Supports	(KAIST) 김회준, 박진규, 이진우
P재료금-126	Synthesis of Non-toxic Element All-inorganic Cesium Calcium Chloride Perovskite Nanocrystals	(중앙대) 최형윤, 박기용, 우호영, 이다원, 최윤주, 김예린, 백태종
P재료금-127	이온성 첨가제 도입을 통한 리튬 매개 질소 전기화학 환원 기반 암모니아 생산 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 임채은, 용기중

P재료금-128	원격 모니터링이 가능한 수질 분석용 분자각인 기술기반 고감도 PFAS 검출 센서 개발	(KETI) 류명도, 강민수, 김선민
P재료금-129	Mechanistic Insights into Molecularly Functionalized Separators for Stabilizing Electrodes in Lithium Metal Batteries via Molecular Simulations	(경상국립대) 조유빈, 이지윤, 이태경
P재료금-130	고효율 건식 메탄 개질 반응을 위한 자기 유도 가열 촉매 개발 연구	(KAIST) 이병현, 아그니, 김경수, 고이제, 이도창
P재료금-131	Porous Octacalcium Phosphate/Gelatin Scaffolds with Enhanced Bone Regeneration Potential	(전북대) 변선미, 박정은, 김서영, 박일송, 장용석, 이민호
P재료금-132	결함이 있는 2차원 메조다공성 탄소를 활용한 촉매층 구조화에 의한 AEM 수전해 전해조의 수소 생산 향상	(KAIST) 반민경, 변재호, 쉬량량, 이진우, (건국대) 이장용, (KRICT) 김성준
P재료금-133	수열합성 텔루륨 나노로드 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대) 김현주, 조수연
P재료금-134	Theoretical Investigation of Zwitterion Induced Work Function Enhancement in SAM-Type HTMs for NIR-OPDs **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 김도연, 김경학
P재료금-135	마이크로파 합성과 KOH 후처리를 통한 피트산 기반 메조다공성 수산기 풍부 탄소의 제조 및 고성능 슈퍼캐패시터 전극 적용	(국립한국교통대) 송병관, 전시은, 안희연, 정용진
P재료금-136	하이브리드 리튬 이온 커패시터의 장기간 안정성을 위한 제올라이트 주형 3D 그래핀 마이크로다공성 탄소 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 윤하늘, 김동석, 김경수, (IBS) 박홍준
P재료금-137	Penicillamine-mediated decomposition of copper sulfide nanocrystals for antimicrobial therapy with reduced bioaccumulation	(KAIST) 이일송, 김귀민, 이도창
P재료금-138	Electrodeposition on AuNP-Coated Substrates for Highly Catalytic Nanoporous Gold Films **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 김가현, 박지수, 김진보, 김정훈
P재료금-139	광산란 강화 ZnO@MUA 기반 양자점 하이브리드를 이용한 고효율 μ-LED 색변환층 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 이하린, 손호진, 류보은, 윤창훈
P재료금-140	Impact on ZIF-8 Particle Size on Electrochemical Performance of Li Metal Batteries	(한국기술교육대) 채수연, 이유진, 김세연, 서아브라함, 임준하, 박수민, (중앙대) 남인호
P재료금-141	MgO-Mg 산화환원 순환을 이용한 용융금속 버블칼럼 반응기에서의 저온 메탄 열분해	(KITECH) 박종휘, 권성완, 김남훈, 김륜나, 이은도, 김휘동, (서울시립대) 김다흰
P재료금-142	습한 조건에서 고성능 벤젠 흡착을 위한 입자간 스필오버 수소에 의한 탄소의 산소 함유 기능기 조절 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 노선재, 윤하늘, 김경수, (인하대) 조창범
P재료금-143	Study on gate dielectric layer on FET sensing platform for enhancing sensitivity	(전북대) 김진태, Muhammad Mehtab, 임연호, 문병욱, 임성민, 안연우
P재료금-144	단시간 마이크로파 처리로 제조한 피트산 유래 P·O 도핑 탄소 촉매의 VRFB 전극 적용	(국립한국교통대) 박병건, 전시은, 안희연, 정용진
P재료금-145	시너지적 접근: 인듐 산화물 나노 구조 증착 결정성 탄소 기반 산소환원반응 촉매의 내구성 및 활성 향상	(KIST, 서울대) 우승민, (KIST, 고려대) 김한슬, (서울과기대) 강규미, 박일규, (KIST) 김명근, 유성종
P재료금-146	Evaluation of Cryogenic Performance of Latent-Curing TPU Hot-Melt Films Utilizing Blocked Isocyanates	(KIMCO) 김두헌, 전호균, 김동호
P재료금-147	Development of Debondable Thermally Conductive Adhesives via Filler Dispersion Control and Phase-Transition Resin Design	(KIMCO) 김두헌, 전호균, 김동호
P재료금-148	중금속 오염 물질 감응을 위한 베타 제올라이트를 적용한 마찰전기센서 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대) 차안재, 박준영, 윤하늘, 김경수
P재료금-149	The Composite Solid Electrolyte with enhanced Performance and Safety	(광운대) 손희상
P재료금-150	Molten-Salt Synthesis of Pore-Free Single-Crystal Cathodes for Sodium-Ion Batteries	(한양대) 신희성

P재료금-151	Autonomous Lab Meets Fast-Sintering: Unlocking AI Potential in Materials Discovery	(KAIST) 배성재, 이현기, 권현욱, 김동우, 서동화
P재료금-152	Enhancing OER Performance via Cation Leaching-Induced Surface Reconstruction in Anion Exchange Membrane Water Electrolysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립금오공대) 한 솔, 이성규
P재료금-153	고성능 이종원소 도핑 구리 촉매를 통한 전기화학적 수소화 및 수소 생산 통합 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립금오공대) 최승현, 이성규
P재료금-154	전기화학 펄스 기반 초저담지 비반응성 역전기투석용 전극 제조 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(강원대) 권은지, 최인수
P재료금-155	SWIR 유기 광검출 성능 향상을 위한 비풀러렌 억셉터 설계	(충남대) 이준환, 김하정, 이재원, (POSTECH) 박병찬, 정민영, 조길원
P재료금-156	확장된 퀴노이드 특성을 가진 비풀러렌 억셉터의 분자 설계 및 SWIR 유기 광검출기 응용	(충남대) 김하정, 이준환, 이재원, (POSTECH)박병찬, 정민영, 조길원
P재료금-157	저가습 조건에서 이오노머 블렌딩에 의한 PEMFC Anode 탈수 억제 및 양성자 전도도 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(강원대) 최정민, 최인수
P재료금-158	Borate-Treated $BiVO_4$ with NiFeOOH Cocatalyst for Improved Photoelectrochemical Water Splitting	(건국대) 최인희, 김재엽
P재료금-159	리튬이온배터리 사전리튬화를 위한 LiF/Ni/C 나노복합체 양극 첨가제 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KICET, 고려대) 김은혜, (KICET) 천진녕
P재료금-160	공급수 온도 변화에 따른 역전기투석 장치의 출력 특성 평가 및 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(강원대) 이상은, 최인수
P재료금-161	머신러닝 포텐셜 기초 모델을 위한 효율적인 데이터 증강 전략 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 이현종, 송유엽, 서동화
P재료금-162	Facile Synthesis and Improvement of Cobalt Fluoride (CoF_2) / MWCNT Nanocomposites as the Cathode of Litihum-Ion Batteries	(KICET) 안병준, 천진녕
P재료금-163	숙면 유도를 위한 침구 부착형 멜라토닌 패치 개발	(영남이공대) 신충연, 최현지, 신선호, 배정빈, 이종민
P재료금-164	Pathways of High-Valent Ion Substitution toward Advanced Nickel-Rich Cathodes	(한양대) 조형준, 선양국
P재료금-165	Design of a Stable Cobalt-Free Layered Oxide Cathode, $Li[Ni1-x-yTixAly]O_2$, for Energy-Dense Lithium-Ion Batteries	(한양대) 조형준, 선양국
P재료금-166	Design optimization of Ni-rich $Li[Ni_{0.92-x}Co_{0.04}Mn_{0.04}Al_x]O_2$ cathodes enabling high-energy lithium-ion batteries	(한양대) 홍어진, 선양국
P재료금-167	Tantalum Doping as a Multifunctional Strategy for Stabilizing Core–Shell Ni-rich Cathodes	(한양대) 홍어진, 선양국
P재료금-168	Interphase Engineering for Improved Cycling Stability of Ni-Rich Cathodes in Lithium-Metal Batteries	(한양대) 구동건, 선양국
P재료금-169	Reaction Uniformity Enhancement of High-Loading Lithium–Sulfur Pouch Batteries	(한양대) 구동건, 선양국
P재료금-170	증기–액체–고체(VLS) 방법을 통한 은 텔루라이드의 2차원 성장	(이화여대) 박민정, 조수연
P재료금-171	2D 소재의 레이저 박막화	(이화여대) 오승연, 조수연
P재료금-172	합성 매개변수에 따른 금속 산화물 나노결정의 형태 진화와 표면·원자 구조 규명	(KENTECH) 채연수, 강민우, 이지원, 오명환
P재료금-173	카이랄 아미노산 매개 나노 $CaCO_3$의 성상제어 및 기능화	(KENTECH) 이동욱, 장지훈, 오명환
P재료금-174	Surface Engineering of Lithium-Ion Batteries with ZIF Coating for Enhanced Lithium-Ion Battery Performance at Low-Temperature **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대) 배예은, 강지현, 엄호종, 권오현, 문채린, 유도협, 남인호
P재료금-175	극저온 조건에서의 수계 아연전지 성능 향상을 위한 음이온별 DMSO 첨가 전해질 설계 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대) 문채린, 권오현, 남인호
P재료금-176	리튬–황 전지용 코발트 단일원자 촉매: 배위환경 변화에 따른 촉매특성 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대) 장서현, 나정호, 김현진, 장해성, 박승근, 남인호

P재료금-177	IT OLED 디스플레이를 위한 고효율 CGL 소자 구조 개발	(KETI) 지근혁, 김일구, 서요한, 양호창, 이승현
P재료금-178	고색순도 페로브스카이트 나노입자의 광특성 개선 및 광가교 특성 부여를 위한 유/무기 복합리간드 기반 표면개질 기술개발	(KETI) 서요한, 이승현, 김일구, 지근혁, 양호창, 이승현
P재료금-179	Li 저감형 n-type 전하생성층 구조 개발을 통한 고성능 청색 적층형 유기 발광소자 구현	(KETI) 서요한, 김일구, 지근혁, 양호창, 이승현
P재료금-180	ITOLED 디스플레이를 위한 고효율 CGL 소자 구조 개발	(KETI) 지근혁, 김일구, 서요한, 양호창, 이승현
P재료금-181	Characteristic changes in biomaterial surface modification using newly developed laser equipment	(조선대) 석지훈, 김병훈
P재료금-182	Regulatory effect of Plasma-mediated RONS on mitochondrial activity in HGF-1 cells	(조선대) Tien Nguyen Ngoc Thuy, 김병훈
P재료금-183	Role of plasma-functionalized polymer surfaces in oral soft tissue regeneration	(조선대) Huong Dang, 김병훈
P재료금-184	Biological validation of chitosan nanophotosensitizers conjugated with celecoxib using thioketal bonds	(조선대) Hang Duong Do Thanh, 김병훈
촉매 및 반응공학: 10월 17일(금), 14:30~16:00		
P촉매금-1	메탄 탈수소방향족화 반응용 실란화된 NiO-Mo/ZSM-5 비드형 촉매의 재생	(국립공주대) 전종기, 이중엽, 이소정, (서울대) 김도희
P촉매금-2	유기-수계 계면 반응을 이용한 $CsPbBr_3$ 페로브스카이트 나노결정의 표면 처리 및 CO_2 환원 광촉매 성능 향상	(한양대) 이경호, 장재영
P촉매금-3	탄소 무배출 수소 생산을 위한 용융 금속 촉매의 계산 기반 설계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대) 김 택, 이준영, 고윤혁, 정근호, 강도형, 권형욱
P촉매금-4	물리 첨가제로 향상된 결함 공학 기반 기계화학적 암모니아 생산	(UNIST) 이재성, 백종범
P촉매금-5	마이크로파 가열을 이용한 이산화탄소 개질 촉매의 내구성 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT, UST) 조윤서, 박선영, (KRICT) 유영우, 이진희, 박지훈
P촉매금-6	Controlled hydrogenation of furfural alcohol via engineered Ru/Zeolite interface for production of value-added chemicals **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST, UST) Natasya Vanny, 하정명, 유천재, 진성민, (KIST, 고려대) 은진아, (KIST) 최재욱
P촉매금-7	루테늄 촉매를 이용한 충전층 반응기 내 암모니아 분해의 DEM-CFD 시뮬레이션	(서울과기대) Nguyen Cong Phuong, 권형욱
P촉매금-8	Surface reconstructed hollow Fe-doped CoOx (OH) y bifunctional electrocatalysts for rechargeable zinc–air batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경희대) Pham Minh Toan, 임경민, Nguyen Quoc Hao, 김진수, (홍콩 이공대)Zhen Li, Lawrence Yoon Suk Lee
P촉매금-9	코발트 전구체 및 담지량에 따른 Co/Silicalite-1의 결합구조 변화와 프로판 탈수소(PDH) 반응 활성의 상관관계	(KRICT) 원세연, 송도연, 박용기, 박대성
P촉매금-10	반응 유도기간에서 코발트 기반 촉매의 프로판 탈수소화 활성화 메커니즘 및 선택적 재활성화 전략	(KRICT) 송도연, 원세연, 박용기, 박대성
P촉매금-11	중탄산염 전환반응 촉매의 활성점 및 산소 빈자리의 역할 규명	(KRICT) 정현욱, 오경렬, (KRICT, 성균관대) 윤광남, (KRICT, UST) 황영규
P촉매금-12	친환경 TEA·HBr 촉매 기반 프로필렌카보네이트 합성: 저에너지 공정 개발 및 상업화 연구	(㈜카비언스) 임광수
P촉매금-13	Promotional role of boron in Ga_2O_3-Pt catalysts for propane dehydrogenation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 오정목, 양진성, 윤용주, (서울대) 전혁준, 한정우
P촉매금-14	Catalytic Aquathermolysis of Vacuum Residue for Improved Upgrading and Transport	(KRICT) 바티 알리 하산, Pham Van Duy, 서필원, 강기혁, (KRICT, UST) 박선영
P촉매금-15	Mo-based nitride catalysts for ammonia synthesis under mild conditions	(KRICT, UST) Waris Mamoona, (KRICT, UST) 박선영, Anh Ngoc Thi Cao, Tu Tran Ngoc Dang, (KRICT) 강기혁

P촉매금-16	Synthesis of Pt, Ru, and Pd on Alumina by Spray Pyrolysis for Monobenzyl Toluene Hydrogenation Catalysis	(경희대) Quoc Hao Nguyen, 한정훈, 김진수, Toan Minh Pham, (KENTECH) 김현정, 한종희
P촉매금-17	소성 온도에 따른 티타니아 지지체 기반 Ni 촉매의 안정성 및 메탄 건식 개질 반응 활성 변화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 전예은, 최성빈, 강다빈, 김민영, 윤병선, 박관중, 김수지, 고창현
P촉매금-18	태양 광촉매 강화를 위한 CdS-$CdCO_3$@g-C_3N_4 이종 접합의 시트레이트 지향 상공학 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(가천대) 임기성, 이상화
P촉매금-19	바이오가스의 메탄 개질 반응을 위한 펠렛 촉매 내부의 니켈 공간 분포 제어 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 김수지, 유연정, 최성빈, 윤병선, 박관중, 강다빈, 고창현
P촉매금-20	조촉매 도입에 따른 활성 금속의 상태 변화와 올레핀 하이드로포밀화 반응 활성에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 오대원, 안광진
P촉매금-21	구아이아콜의 수소 비첨가 하이드로탈산화 반응을 위한 NiAl 층상 이중 수산화물 기반 촉매 개발 및 상 조절 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 이신재, 안광진
P촉매금-22	Utilizing the MOF-derived Metal-(Oxy)hydroxide for Efficient Ammonia Oxidation Reaction	(울산대) Pragyan Sharma, 정진석
P촉매금-23	Joule-Heated Catalytic Reactor for Efficient CO_2 Hydrogenation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립부경대) 배인경, 노지왕, 김선규
P촉매금-24	CeO_2/CuO 촉매상에서 RWGS 반응을 통한 합성가스 생산	(KRICT, 전남대) 한현수, (KRICT) 한중진, 박정현, (전남대) 변헌수
P촉매금-25	TiO_2-Embedded Carbon Nanofibers 구조를 활용한 Pt-TiO_2-Carbon 3중 접합면의 최대화 연구 및 고내구성, 고성능 ORR 촉매로서의 적용 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대) 한승균, 임대순, 이선영, 손우혁, 조한익
P촉매금-26	Enhanced catalytic stability of SiO_2-encapsulated NiCo-CeO_2 nanoparticles for dry reforming of methane with CO_2	(성균관대) 권재현, 하정민, 배종욱
P촉매금-27	MIL125-NH_2-derived TiONC supporting RuNi alloys applied for alkaline hydrogen evolution reaction	(경희대) Duong Quan, Toan Minh Pham, 김진수
P촉매금-28	Activity of LaSrMnNiOx perovskite catalysts for dry reforming of methane with CO_2 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 박주혁, 배종욱
P촉매금-29	Catalytic dehydration of lactic acid to acrylic acid using CaP@m-SiO_2 catalysts	(성균관대) 조 용, 배종욱
P촉매금-30	Zirconia-based metal oxides catalysts for chemical looping-based oxidative dehydrogenation of propane **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 이원재, 배종욱
P촉매금-31	Fischer-Tropsch synthesis activity over stabilized SiO_2-encapsulated Co_3O_4 metal oxide catalyst **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 김예지, 배종욱
P촉매금-32	고성능 · 고내구성 PEMFC 구현을 위한 금속-유기 구조체 기반 초저백금 함량의 Pt-Co 금속간화합물 촉매 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대) 손우혁, 조한익
P촉매금-33	해수 전기분해에서 산소 발생 반응 성능 향상을 위한 루이스 산으로 설계된 코발트 전기 촉매 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대) 김혜은, 장해성
P촉매금-34	금속 도핑 ZIF-67 유래 촉매를 활용한 마이크로파 기반 폐플라스틱 열분해: 수소 및 탄소나노튜브 생산	(국립군산대) 김다인, 정영민
P촉매금-35	산업용 구조화 촉매를 사용한 반응기의 모델링 및 성능 최적화	(서울대) 이주원, 강우진, 이원보, (이화여대) 정한샘, 나종걸
P촉매금-36	고온에서의 N_2O 제거 촉매 성능증진 연구	(에코프로HN) 김기왕, 이혜인, 김동우
P촉매금-37	제올라이트계 RFCC 폐촉매 ICP-OES 분석 및 전처리 기술 개선 연구	(KICET) 김선지, 안해준, 최현준, 이민진, 김현구, 김선택, 최기인, 허승헌
P촉매금-38	Isoconversional Kinetic Analysis for Non-catalytic and Catalytic Thermal Degradation of Polyethylene **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KENTECH) 정영호, 이철위, 악사 칼리드, 강영수
P촉매금-39	폴리올 기반 나노 바륨 분산을 통한 고활성 Ru-Ba/MgAOx 촉매의 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER, 연세대) 우라윤, (KIER, 고려대) 이경호, (KIER) 김선형, 김재형, 심준목, 정호원, 윤형철, (연세대) 배윤상

P촉매금-40	CO_2 hydrogenation to methanol on Cu-precipitated zeolitic zincosilicate catalysts **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인천대) Nguyen Van Lam, 임오성, 박민범
P촉매금-41	Thermal-shock (TS) 공정을 통한 Al_2O_3 지지체 상의 비평형 Pt 종의 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 윤두호, 서영웅
P촉매금-42	Pd 담지 제올라이트 촉매의 메탄산화반응 연구: 제올라이트 지지체 조성 조절 효과	(인천대) 박준성, 이나영, 박민범, (GIST) 박지석, 강성봉
P촉매금-43	전기분해에서 산소 발생 반응에서 금속-유기 골격(MOF) 활성 부위 조절에 대한 탄소 지지체 효과	(연세대) 장우석, 김대우
P촉매금-44	Ga 첨가된 Co 기반의 촉매 상에서의 메탄 건식 개질 반응	(KRICT, 전남대) 박세웅, (KRICT) 한중진, 박정현, (전남대) 윤순도
P촉매금-45	Modification of Al_2O_3 support via hydration and SiO_2 grafting to accelerate aromatic hydrogenation performance of Ni catalysts **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 고혜림, 김태완, 서영웅
P촉매금-46	낮은 일함수를 갖는 탄소를 매개로 하여 전자와 양성자를 각각 Ru와 BaO에 분리저장하는 암모니아 합성 촉매 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 백예준, 최민기
P촉매금-47	Li-S 배터리의 비용 효율성과 촉매 성능 향상을 위한 Fe-MOF 복합재의 저온 및 공기 조건 열분해 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대) 김형록, 김대우
P촉매금-48	DME conversion to gasoline-range hydrocarbons on Zn-modified hybridized FER@ZSM-5 zeolite **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 박근우, 배종욱
P촉매금-49	Enhanced deNO_x Performance of $AgCo/Al_2O_3$ Catalyst for IPA-SCR in FAB Emission Control **(우수 포스터 발표상 후보)**	(GIST) 최원석, 신현우, 변상우, 이성준, 강성봉, (삼성전자) 함동진, 권혁재
P촉매금-50	Silica-encapsulated Cu-ZnO nanoparticles for CO_2 hydrogenation to methanol **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 우휘연, 배종욱
P촉매금-51	촉매 Ti_3C_2Tx/Al_2O_3 복합 지지체에서 니켈의 분산 및 구조 변화	(고려대) 박찬우, 송인학
P촉매금-52	PMMA 해중합을 위한 MCM-22 나노시트 담지 헤테로폴리산의 합성 및 특성 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서강대) 김소연, 강명성, 하경수
P촉매금-53	Potassium-assisted engineering of Ru configuration and structure in Al_2O_3 pellets for efficient ammonia decomposition **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 김동언, 김태완, 서영웅
P촉매금-54	온화한 반응 조건에서 암모니아 합성을 위한 Ba-Ru/MgO 촉매의 규모 확대 및 특성화: 실험실에서 벤치스케일로의 전환 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER, UST) Ahmed Hafiz Anus, (KIER) 윤형철
P촉매금-55	Direct conversion of CO_2 to light aromatics with high yield over ordered mesoporous iron-based catalyst integrated with ZSM-5 zeolite	(성균관대) 신동명, 배종욱
P촉매금-56	과산화수소 생산을 위한 Ruddlesden-Popper perovskites 활성점 설계: 4.85% 태양-화학변환 효율 달성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 조재원, 장지욱
P촉매금-57	Regenerative behaviors of cokes-deposited Ferrierite zeolite during gas-phase fluidized-bed DME carbonylation reaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 김지민, 정현승, 성우창, 김준영, 이동현, 배종욱, (Univ. of Toyama) Noritatsu Tsubaki
P촉매금-58	저온 플라즈마 조건에서 3DOM CeO_2 촉매를 활용한 온실 가스로부터 아세트산 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서강대) 최명기, 전종현, 김선호, 강명성, 정찬혁, 하경수
P촉매금-59	Influence of Phosphorus Doping on Surface Properties and Coke Resistance of Macroporous Ni/Al_2O_3 Catalysts for Dry Reforming of Methane **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대) Nhiem Pham-Ngoc, Nguyen Phuong Anh, Azam Jamsaz, Chao Song, 신은우
P촉매금-60	Tuning $NiAl_2O_4$-derived active sites through macroporous size engineering: Implications for coking resistance and catalytic performance in methane bi-reforming reaction	(울산대) Nguyen Phuong Anh, Nhiem Pham-Ngoc, Azam Jamsaz, Chao Song, 신은우
P촉매금-61	Coke-Free XW9Ni@Al Catalysts via Dynamic Active-Site Transformation during Dry Reforming of Methane	(울산대) Nguyen Phuong Anh, Azam Jamsaz, Nhiem Pham-Ngoc, Chao Song, 신은우

P촉매금-62	Tracking Pt Cocatalyst Properties and Metal-Support Interactions in Photocatalytic H_2 Evolution to Understand Catalytic Deactivation Behavior over Pt/gC_3N_4 Photocatalysts	(울산대) Chao Song, Nguyen Phuong Anh, Nhiem Pham-Ngoc, Azam Jamsaz, 신은우
P촉매금-63	메탄 분해 촉매의 생산 스케일업에 따른 변화가 촉매의 물리/화학적 특성 및 반응 효율에 미치는 영향	(충남대, KIER) 김기철, (KIER) 김민철, 김민재, 윤재랑, 정태성, 김우현, 전상구, (UNIST, KIER) 김찬우, (충남대) 김성환, (충북대) 이현지
P촉매금-64	Spectroscopic Insights into Interfacial Behavior in Lithium-Mediated Nitrogen Reduction	(KENTECH) 손유림, 김우열
P촉매금-65	실내 대기질 개선을 위한 표면 산소 결함 조절 세륨옥사이드 나노 광촉매	(KENTECH) 신가혜, 김우열
P촉매금-66	용융금속 촉매 기반 메탄 열분해 역반응 속도론 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 이찬준, 위태규, 강윤배
P촉매금-67	Fe_3C/Fe Single Atom Electrocatalyst Derived by Pyrolysis of Fe-ZIF-L for ORR	(울산대) Duc Viet Nguyen, Nguyen, Nam, Aniruddha, 허승현
P촉매금-68	Pt Immersion TiO_2 Photocatalyst For Low Temperature Dry Reforming Of Methane	(KAIST) Thi Tu Anh Nguyen, 코이랄라 아그니 라즈, 이도창
P촉매금-69	α-Phenylcinnamic acid의 불균일계 카이랄 선택적 수소화 반응을 위한 Beta 제올라이트 담지 팔라듐 촉매 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH) 이동민, 윤용주
P촉매금-70	Ni/Mg-Al_2O_3 촉매상에서 CO_2 개질 반응에 대한 반응 안정성 연구: Mg 증진제 영향	(KRICT, 전남대) 박철웅, (KRICT) 한중진, 박정현, (전남대) 변헌수
P촉매금-71	이산화탄소 전환을 위한 역수성가스전이반응(r-WGSR) 촉매 개발	(RIST) 서명기, 손남규, 정원상, 박윤성, 문건혁, 이수현, 김도준, 김지원
P촉매금-72	Theoretical Study of CO_2 Hydrogenation on Fe based Alloy Catalysts	(한양대) 김재웅, 김경학
P촉매금-73	Enhancing Ce promoted Ni/Al_2O_3 Catalysts for Dry Reforming of Methane: Dispersion Control of CeO_2 and Ni via Synthesis Methods	(국립부경대) 서현명, 이재경
P촉매금-74	알칼라인 수전해에서 간편한 self-growing 침전법을 사용하여 합성된 Zn-NiFe LDH 전극의 OER 성능 향상	(충남대) 황주은, 송혜미, 김성탁
P촉매금-75	로듐 개질 LDH 촉매를 활용한 대기 CO_2 포집-메탄 생산 통합 기술 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST, 성균관대) 이다예, (성균관대) 김영은, 양우석, (KIST) 유천재
P촉매금-76	Amine-Pd이 기능화 된 MOF-808을 이용해 대기압 조건에서 CO_2 포집 후 Methanol로 전환	(KIST, 고려대) 이재서, (고려대) 최정규, (KIST) 유천재
P촉매금-77	DFT를 이용한 고온 고분자 전해질 연료전지용 Pt-N, S,F 동시 도핑 MXene의 원자결합 조절에 따른 ORR 성능 및 인산 내성 향상 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대) 박범승, 임세영, 유종석
P촉매금-78	Carbon-Coated MgO supports for Ba-promoted Ru catalysts with Enhanced Ammonia Synthesis under Mild Conditions **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER, 연세대) 고경민, (KIER) 이경호, 김선형, 윤형철, (연세대) 배윤상
P촉매금-79	촉매 메탄 분해를 통한 수소와 탄소 나노구조물의 효율적 동시 생산을 위한 회전층 반응기 특성 연구	(KRICT, 충남대) 이윤선, (KRICT, 성균관대) 박혜원, (KRICT, UST) 임지선, (KRICT) 이수홍
P촉매금-80	Enhancing n-Hexadecane Hydroprocessing over Pt-Ni/Beta via Hydrogen Spillover-induced Metal-Acid Interaction	(충남대) 함동경, 변의림, 이정훈, 송현호, Putrakumar Balla, 김성탁
P촉매금-81	소성 온도 제어와 금속 도핑을 통한 알루미나 기반 CF_4 가수분해 촉매 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT) 박선영, 이수홍, 이진희, 유영우
P촉매금-82	Advanced Electrochemical Oxidation performance of Biomass-derived 5-Hydroxymethylfurfural using Bimetallic Ni_2Mo_3N/NF focusing on Surface Reconstruction	(강원대) 윤종민, 윤덕현
P촉매금-83	Self-Supported Ni_3S_2-MoC/NF electrocatalyst for Efficient Overall water splitting in alkaline media	(강원대) 김도연, 최예지, 윤덕현
P촉매금-84	Enhanced Activity and Stability of Ammonia Electrooxidation Using a Pt/CeO_2-rGO Electrocatalyst	(강원대) 하재혁, 윤덕현

P촉매금-85	Enhanced Electrochemical Reduction of Nitrate to Ammonia Using Bimetallic Nickel Tungsten Nitride Catalyst	(강원대) 박승환, 윤덕현
P촉매금-86	반복적인 산화-환원 조건에서 알루미나 담지 귀금속 촉매의 동특성 규명 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 김수현, 김태완, 서영웅, (희성촉매㈜) 이귀연, 고광섭
P촉매금-87	Theoretical Study on Synergistic Effect of Coexisting Ru Single Atom and Nanoclusters for Enhanced Alkaline HER **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST) 권성현, 백재훈, 백종범, (고려대) 곽상규
P촉매금-88	Thermally Activated MOF-Derived Catalysts for Efficient CO_2 Reduction Reaction	(울산대) Nguyen Trinh Phuong Mai, Duc-Viet, Nam, Aniruddha, 허승현
P촉매금-89	메틸사이클로헥세인 기반 수소원을 이용한 CO_2 전환 반응: 촉매 선별 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대) 주 은, 서영웅
P촉매금-90	전이금속을 함유하지 않은 조건에서의 직접 공기 포집 및 전환 공정을 통한 CO 생성	(KIST) 김경은, 유천재, (고려대) 최정규
P촉매금-91	제1원리 계산을 통한 alumina 촉매에서의 CF4 가수분해 반응의 미세동역학 모델링 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대) 주상현, 박형규, 사친라우텔라, 서경원, 함형철, (삼성종합기술원) 손유환, 이종민, 권혁재
P촉매금-92	Theoretical design of non-enzymatic electrochemical catalysts for sweat-based glucose sensors **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대) 부종찬, 김우현, 김정한, 유종석
P촉매금-93	Layered double hydroxide (LDH) structured NiCo-$MgAl_2O_4$ catalysts for chemical-looping-based dry reforming of methane **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) Deng Yuchen, Yinzhu Quan, 배종욱
P촉매금-94	계층구조 촉매 및 유로 변화를 통한 CO_2 동시포집 및 전기화학적 공정 개발	(KIST) 박준우, 김동진, 원다혜, 이 웅
P촉매금-95	Direct CO_2 hydrogenation to dimethyl ether (DME) on mesoporous Cu-Al_2O_3 catalyst encapsulated with SiO_2 overlayers **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) 정 혁, 배종욱
P촉매금-96	ZSM-5 촉매에서 메탄올의 BTX 전환 금속 도핑 효과 DFT 연구	(영남대) 장윤희, 송유나, 김민규
P촉매금-97	Bimetallic Synergy in Supported Co–Pt Catalyst: Mechanistic Insights into the Catalytic Transformation of Biomass-Derived Furfural to Cyclopentanone **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT, 고려대) 정선재, (KRICT) 김범수, (고려대) 최정규, (KRICT, UST) 황동원, 윤광남
P촉매금-98	Structure-Activity Correlation in ZSM-5 Zeolite for Selective Light Aromatic Hydrocarbon Production	(성균관대) Mansoor Ali, 배종욱
P촉매금-99	유동촉매분해입자로부터의 선택적 바나듐 침출 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대) 김덕우, 주지봉, 최동섭
P촉매금-100	Influence of Ce–ZrO_2 Support Properties on Lactic Acid Selectivity in Pt-Catalyzed Glycerol Dehydrogenation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT) 찬드구데 맥칸드라 굴라브라오, 오경렬, (KRICT, UST) 황영규
P촉매금-101	비열 플라즈마 반응에서 촉매 결정면이 CO_2 수소화 반응에 미치는 영향 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서강대) 김선호, 최명기, 강명성, 하경수
P촉매금-102	Engineering Mo–O–W linkages to accelerate OER kinetics and stability on $CuWO_4$ photoanode	(울산대) 레반남, 허승현, Duc Viet Nguyen, Aniruddha Jaiswal, Nguyen Trinh Phuong Mai
P촉매금-103	Cobalt-Induced Structural Modulation of Electrodeposited CrOx for Enhanced Water Oxidation in AEM Water Electrolyzer	(국립금오공대) 양비룡, Sk Samim Akhter, Mallappa Mahanthapa, Shahbaz Ahmed, (국립한국교통대) 권순용
P촉매금-104	Photocatalytic Dye Degradation using Cu_2O/Ti-MOF Heterojunction Structure	(국립부경대) 허성민, 문건우, 김창우
P촉매금-105	SE-WGS 수소 생산 향상을 위한 MgO 기반 단일 탄산염 흡착제 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대) 진혜지, 김덕우, 최동섭, 최수정, 김나연, 주지봉
P촉매금-106	물이 있는 환경에서 제올라이트의 친수성과 소수성에 따른 폴리에틸렌 수소분해 영향 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대) 김재우, (고려대) 권태은, 원왕연, 노인수
P촉매금-107	빠른 합성 및 자동화 플랫폼을 활용한 고처리량 평가 시스템의 개발	(KIER) 오경희, 강신욱, 박지찬
P촉매금-108	Ti-MOF 광전극 제작 및 광전기화학적 특성 분석	(국립부경대) 한승재, 정민성, 김창우

P촉매금-109	Sustainable CO_2-Driven Activation of Hydrocarbons over Metal Carbonate	(전남대) 장한빛, 김창기, 김성은, 윤은서, 나경수
P촉매금-110	Tandem Methanol Aqueous Phase Reforming and Hydrogenolysis to Upcycle Plastics into Fuels	(서울과기대) 이준성, (고려대) 권태은, 원왕연, 노인수, (KRICT) 강기혁
P촉매금-111	유전체 장벽 방전 플라즈마를 이용한 PMMA 해중합에 대한 헤테로폴리산의 효과 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서강대) 강명성, 김소연, 하경수
P촉매금-112	Synthesis and Characterization of Nanosheet MFI Zeolites with Tunable Si/Al Ratios **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 배시온, 염현지, 나경수
P촉매금-113	Controlled Morphology of Magnesium Oxide for Efficient CO_2 Adsorption **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 임우성, 임경묵, 장한빛, 나경수
P촉매금-114	Effect of A-site substitution for Pt supported $La_{0.8}A_{0.2}FeO_3$ perovskite for aqueous-phase aerobic oxidation of ethylene glycol to glycolic acid using O_2	(전남대) 권승돈, 염현지, 장한빛, 나경수
P촉매금-115	Metal Oxide Mediated Sequential CO_2 and CH_4 Activation for Highly Selective Acetic Acid Production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 김하경, 권승돈, 양효근, 유영재, 최유열, 나경수
P촉매금-116	Catalytic Systems for Converting Biomass-Derived Intermediates into Oxygenated Platform Chemicals via Carboxylation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 안세진, 최유열, 윤은서, 나경수
P촉매금-117	Improved Conversion of Chloromethane to Light Olefins via Synergistic MgO–Zeolite Catalysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 이은서, 권승돈, 김창기, 나경수
P촉매금-118	Exsolution catalysts based on pyrochlore structure $A_2B_2O_7$ for dry reforming of methane **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 서보현, 한정우
P촉매금-119	CO_2-CH_4 co-activation toward selective oxygenate production by tuning activation order and conditions **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 임경묵, 양효근, 권승돈, 최유열, 장한빛, 김창기, 나경수
P촉매금-120	Tailoring Cobalt Catalysts for Enhanced Low-Temperature Reverse Water-Gas Shift Reaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 정주연, 김용석, 나경수
P촉매금-121	열처리를 통한 K-촉진 Fe/$CuAl_2O_4$ 촉매의 CO_2 유래 탄화수소 올레핀-파라핀 선택성 조절	(전남대) 김용석, 염현지, 박종민, 나경수
P촉매금-122	Cu-Fe Interfaces and Oxygen Vacancies for Selective CO_2 to Liquid Hydrocarbon Conversion **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 김성은, 염현지, 김용석, 임우성, 박종민, 나경수
P촉매금-123	Proximity-Engineered Bifunctional Catalysts for Selective CO_2 Hydrogenation to C8-10 Aromatics **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대) 박종민, 염현지, 김용석, 장한빛, 김성은, 나경수
P촉매금-124	Tuning Hydrocarbon Selectivity in CO_2 Hydrogenation via Zeolite-Based Catalysts for Sustainable Aviation Fuel	(전남대) 염현지, 박종민, 김용석, 김성은, 나경수
P촉매금-125	지속가능 항공유 생산을 위한 피셔-트롭슈 왁스 업그레이딩 선택성 향상 연구	(KIER, 성균관대) 조예림, (성균관대) 이동현, (KIER) 김학주
P촉매금-126	Facile synthesis of sulfonic acid-based porous organic polymer–supported Pd–Ru catalyst for the one-step conversion of fructose to 2,5-furandicarboxylic Acid	(전남대) Pillaiyar Puthiaraj, 박종민, 최유열, 임우성, 나경수
P촉매금-127	Sulfur-Modified CoFeCr Hydroxide Nanosheets for Efficient Oxygen Evolution in Alkaline and Seawater Electrolysis	(대구대) 카니쉬카, 심준호
P촉매금-128	전구체 선택이 촉매 제조 단계에서의 Pd 금속의 핵성과 분산도에 미치는 영향 분석	(경북대) 김주언, 장성열, 유재현, 이재하
P촉매금-129	다양한 금속과 가교된 알긴산 염 유래 비드에 의한 수용액 속 납 제거 연구	(국립부경대) 심규나, 김지현, 이재경
P촉매금-130	알루미나 상 변이가 Ni/Al_2O_3 촉매의 메탄 건식 개질 반응에 미치는 영향	(국립부경대) 김수지, 이재경
P촉매금-131	Sustainable Upcycling of Waste Plastics via Low-Temperature Catalytic Cracking over Defect-Engineered Zeolites	(KENTECH) Upare Dipali, 이철위, 강영수
P촉매금-132	열병합 발전소에서 발생하는 배출 가스 중 NO_x 및 CO를 동시에 제거하기 위한 하이브리드 SCR-Pt 산화 촉매 시스템 최적화	(한서대) 백소담, 마동민, 지재완, 장교준, 김아영, 김현아, 김현경, 박해경
P촉매금-133	MOF-Directed Assembly of Spinel $NiAl_2O_4$@Fe-ZIF-8 for Overall Water Splitting	(대구대) Emily Sixberth Hhayuma, 심준호

P촉매금-134	고산성 메조다공성 제올라이트 베타 나노스펀지를 이용한 고효율 트리부티린 전이에스터화 반응	(인하대) 조경민, 조강희
P촉매금-135	Catalytic wet peroxide of oxidation of methyl orange with in-situ generated H_2O_2 over Pd/ZIF-67(FeCo) catalysts **(우수 포스터 발표상 후보)**	(국립군산대) Vo Le Nam Viet, Thi Huyen Trang, 정영민
P촉매금-136	저온 합성 인산기 탄소 촉매의 메탄올-올레핀(MTO) 전환 성능 향상	(KIER, 고려대) 김다연, 김성은, (KIER, 성균관대) 조예림, (고려대) 강정원, (KIER) 김학주
P촉매금-137	Multi-Metal Synergistic Integration for Electronic Structure Regulation in $Mo_2Fe_{0.8}Ru_{0.2}P$ Electrocatalysts: Exceptional Activity and Stability for Alkaline Hydrogen Evolution Reaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대) Zhang Peng, 유필진
P촉매금-138	CO_2 전환 효율 향상을 위한 전기화 직접 가열 반응기 기반 촉매 개발 및 로딩 방법의 실험적 분석	(KRICT, 고려대) 이원석, (KRICT, UST) 김용태
P촉매금-139	Enhanced Alkaline Hydrogen Evolution Performance through Ru-Incorporated Electronic Structure Modification: Transitioning from Mo_3P to Mo_2RuP	(성균관대) Xiangyu Zhang, 유필진
P촉매금-140	Tuning External Acidity of MFI Zeolite Nanosponge for Selective Gasoline-Range Iso-Paraffin Production	(국립한밭대) 김정철, (인하대) 조강희
P촉매금-141	상온 조건에서의 황 피독 SCR 촉매 재생	(서울대) 차지훈, 이황호, 전세원, 황건하, 김도희, (고려대) 송인학
P촉매금-142	Selective production of fuel-range hydrocarbons via polyolefin hydroconversion over Ru/CeO_2 and BEA mixture catalysts	(서울대) 서준호, 정형동, 김도희, (LG화학) 최재순, 방정업
P촉매금-143	선택적 알파-올레핀 합성 반응을 위한 금속산화물 촉매의 산-염기 특성 연구	(IAE) 이재홍, 장정희, 이지은, 장현성, 윤여진, (한양대) 서영웅
P촉매금-144	볼밀링 기법을 이용한 Pd-CeO_2 상호작용 조절을 통한 습식 메탄 산화 활성 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 장규현, 김도희
P촉매금-145	메조포러스 제올라이트 기반 코발트 촉매: FTS에서의 메탄 억제 및 액체연료 생산 효율 향상	(KRICT) 박선주, 한승주, 임재준, 윤양식, 이윤조, 홍원녹, 채호승
P촉매금-146	철 제올라이트 촉매에 NH_3를 통한 NO_x-N_2O 동시 선택적 촉매 환원 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대) 김성민, 김도희
P촉매금-147	코어-쉘 MoS_2 성장 메커니즘: 응력 유도 주름 및 계면 동역학에 대한 통찰력	(이화여대) 이수빈, 조수연
P촉매금-148	소수성 다공성 표면 설계를 통한 수소 발생 억제 및 전기화학적 질소 환원 반응에서의 암모니아 생성 촉진 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST) 하진필, 정희태 (Northwestern Univ.) 송지윤

학회상 수상자

공로상



김 철 진

SK어드밴스드

**** 학력 및 경력 ****

1988	서울대학교 화학공학 학사
1990	서울대학교 화학공학–공정공학 석사
1990~2000	SK 연구원/공정기사/SK이노베이션 사장실 과장
2000~2010	Aspen Technology Inc. 기술담당 상무
2010~2012	Invensys Korea 사업본부장 상무
2012~2021	SK가스 G–Cube 본부장
2021~2022	SK케미칼 경영지원본부 본부장
2023	SK가스 Fellow
2015~현 재	SK어드밴스드 대표이사
2024~현 재	SK가스 가스화학사업 총괄

**** 주요 연구분야 ****

· Process Design & Simulation, Enterprise Operational Excellence, Supply Chain Management, Sales & Marketing Management, Business Development & Management

**** 수상배경 ****

한국화학공학회 제51~52대 산업계 부회장, 수소산업위원회 초대위원장을 역임하면서, 산학연 협력 저변확대를 통한 학회 발전에 기여한 공로가 매우 큼.

학술상



박 중 곤

경북대학교

**** 학력 및 경력 ****

1979	서울대학교 화학공학 학사
1981	한국과학기술원 공학석사
1985	한국과학기술원 공학박사
1988~1989	University of Michigan Postdoc, Reserch fellow
2009~2016	한국화학공학회 영문지 편집장
2014~2017	경북대학교 미래산업소재사업단 단장
2017~2019	한국연구재단 공학단장
현 재	경북대학교 화학공학과 명예교수

**** 주요 연구분야 ****

· 화학공학 (생물화학공학)

**** 수상배경 ****

학회의 국문지 및 영문지에 다소의 우수한 학술 논문을 발표하여 국내 화학공학 분야의 학술 발전에 기여함

기술상



이 종 구

LG화학

**** 학력 및 경력 ****

1988~1994 한국과학기술원 화학공학 석사/박사
2017~2019 LG화학 PVC/가소제 사업부장(전무)
2020~2022 LG화학 석유화학연구소장(전무)
2019~2020 LG화학 생산기술총괄(전무)
2022~2023 LG화학 CTO 겸 CSSO(전무)
2023~현 재 LG화학 CTO(부사장)

**** 주요 연구분야 ****

· 차세대 분리공정기술(DWC), VoC-free 친환경 고분자 제품 생산기술 등
· 이산화탄소 저감 및 친환경 소재 생산 Plant 구축
· 석유화학 분야 지속가능경영 및 글로벌 협력체계 구축 전략 수립 등

**** 수상배경 ****

지난 30여년간 다양한 차세대 분리 및 친환경 제품 생산 공정 개발을 주도하여 우리나라 석유화학 산업의 부흥에 기여하였으며, 기업과 국가의 미래 성장을 위한 연구개발 전략 수립을 주도하고, 글로벌 협력 체계를 구축하여 우리나라 석유화학 산업의 경쟁력 강화에 크게 이바지함.

여성화공인상



정 순 화

LG화학 첨단소재 연구소

**** 학력 및 경력 ****

1996 한국과학기술원 화학공학과 학사
1998 한국과학기술원 화학공학과 석사
2003 한국과학기술원 생명화학공학과 박사
2015~2016 UCL(영국) 방문연구원
2003~현 재 LG화학 기술연구원

**** 주요 연구분야 ****

· 광학용 코팅 소재 및 코팅 공정

**** 수상배경 ****

여성화공인으로서 디스플레이 분야의 전문가로 활동하며 핵심소재인 광학 코팅 필름 연구를 통해 7종의 신제품을 개발하였고, 50개 이상의 소재 특허 출원 및 신기술 인증 확보 등 국가 핵심 산업 발전에 기여함. 독창적이고 차별화된 디스플레이 소재 개발, 상용화 추진 등을 통해 화학공학산업의 성장을 이끌어 후배 화공인들에게 귀감이 됨.

범석논문상



이 철 진

중앙대학교

**** 학력 및 경력 ****

2006 서울대학교 화학생물공학 학사
2008 서울대학교 화학생물공학 석사
2012 서울대학교 화학생물공학 박사
2012~2014 삼성엔지니어링 기본설계팀 책임엔지니어
2014~2016 서울대학교 엔지니어링개발연구센터 연구조교수
2016~현재 중앙대학교 화학공학과 교수

**** 주요 연구분야 ****

· 화학공학 공정시스템

**** 수상배경 ****

학회 영문지에 발표한 논문 "Quantitative Risk Assessment of a Liquid Organic Hydrogen Carriers-Based Hydrogen Refueling Station"의 학술적 우수성이 매우 큼.

심강논문상



조 창 신

포항공과대학교

**** 학력 및 경력 ****

2016 포항공과대학교 화학공학 박사
2017~2020 Research Associate & Marie-Curie Fellow, Univ. of Cambridge
2019~2020 배터리 컨설턴트, Echion Tech LTD. (UK)
2020~2021 중앙대학교 화학공학과 조교수
2022~현 재 포항공과대학교 화학공학과 조교수
2023~현 재 Associate Editor, Korean Journal of Chemical Engineering

**** 주요 연구분야 ****

· 이차전지 응용을 위한 무기소재 개발

**** 수상배경 ****

학회 영문지에 발표한 논문 "Electrode Conditions of Lithium-Ion Cell for Achieving High Energy Density"의 학술적 우수성이 매우 큼.

석명우수화공인상



이 진 원

서강대학교

**** 학력 및 경력 ****

1987 서울대학교 화학공학과 학사
1989 서울대학교 화학공학과 석사
1993 Carnegie Mellon Univ. Chemical Engineering 박사
1994~2005 광운대학교 화학공학과 교수
2024 한국화학공학회 회장
2005~현 재 서강대학교 화공생명공학과 교수

**** 주요 연구분야 ****

· 생물대사공학, 합성생물학, C1 가스 전환기술, 공정공학

**** 수상배경 ****

다수의 우수한 학술적 업적과 실질적인 산학협력을 통하여 국내 화학공학 분야의 학술 및 산업 발전에 기여함.

형당교육상



송 광 호

고려대학교

**** 학력 및 경력 ****

1996 Univ. of Texas ast Austin 화학공학 공학박사
1995~2003 LG화학 기술연구원 선임연구원
2017 한국화학공학회 총무이사
2019 한국화학공학회 학술부회장
2003~현 재 고려대학교 화공생명공학과 교수

**** 주요 연구분야 ****

· 반응공정, Microreaction Technology, 고분자 중합반응, Process Intensification

**** 수상배경 ****

공학교육혁신센터장으로서 창의융합형 인재 양성에 헌신하고, 그린스쿨 기획 및 e-learning 교육 체계 구축을 통해 공학교육의 혁신과 체계화에 기여하였고, 공학교육인증 활동과 산업체 연계 프로그램 운영을 통해 화학공학 인재 양성과 학회 발전에 크게 공헌함.

윤창구상



오 상 준

한화토탈에너지스

**** 학력 및 경력 ****

1991 서울대학교 화학공학 학사
1993 서울대학교 화학공학 석사
2005 한국과학기술원 생명화학공학화 박사
1993~2017 한화토탈에너지스(舊삼성종합화학) 연구원
2018~2024 한화토탈에너지스 공정기술연구담당 상무/전무
2024~현 재 한화토탈에너지스 연구소장

**** 주요 연구분야 ****

· 공정 시스템 (설계, 모사, 물성예측 모델 및 최적화)

**** 수상배경 ****

폴리올레핀 중합 공정의 생산성 향상 및 고부가가치 제품 개발과 신공정 개발 분야에서 원천기술의 확보는 물론 상용화를 위한 공정 개발과 탄소중립 실현을 위한 CCU 기술 개발을 주도함으로써, 국내 석유화학 산업의 기술 경쟁력 강화와 지속 가능 성장에 크게 기여함.

박선원 학술상



이 재 우

한국과학기술원

**** 학력 및 경력 ****

1990 서울대학교 화학공학 학사
1992 서울대학교 화학공학 석사
2000 Carnegie Mellon Univ. 박사
1992~1997 쌍용정유(현 에스오일) 연구소, 공정시스템 연구원
2001~2012 뉴욕시립대학 Chem. Eng. (CCNY, CUNY) 조교수/부교수/ 정교수
2012~현 재 한국과학기술원 생명화학공학과 교수
2022~현 재 과기정통부 ERC 선도연구센터장
2023~현 재 AIChE Fellow
2024~현 재 한국과학기술원 ICT Chair 석좌교수
2025~현 재 한국과학기술원 공대 학장

**** 주요 연구분야 ****

· Process Intensification, Energy Systems Design, CO_2 Utilization, H_2 Production & Storage

**** 수상배경 ****

학회 국문지와 영문지, 그리고 저명한 국제학술지 공정시스템분야에 우수한 학술 논문들을 발표하고 다수의 특허를 등록하여 화학공학 및 공정산업 발전에 기여함.

양정 생물화공상



오 민 규

고려대학교

**** 학력 및 경력 ****

2001 Univ. of California at Los Angeles(UCLA) 화학공학 박사
2001~2004 Cedars Sinai Medical Center(Los Angeles) 박사후과정
2020~2021 고려대학교 화공생명공학과 BK21 FOUR 교육연구단장
2021~2023 한국연구재단 국책연구본부 차세대바이오단장
2004~현 재 고려대학교 화공생명공학과 조/부/정교수
2025~현 재 고려대학교 대학원혁신본부장

**** 주요 연구분야 ****

· 바이오화학 및 천연물의약품 생산을 위한 미생물대사공학, 대사체학 및 대사흐름체학을 이용한 시스템생물공학, 합성생물학 도구개발

**** 수상배경 ****

생물화공 분야에서 성취한 뛰어난 업적과 생물화공부문위원회 발전에 기여함.

양승만 이동현상부문상



남 재 욱

서울대학교

**** 학력 및 경력 ****

2000	서울대학교 응용화학 학사
2004	서울대학교 응용화학 석사
2009	(미)미네소타대학교 화학공학 박사
2009~2012	(미)라이스대학교 박사후연구원
2012~2017	성균관대학교 화학공학부 조교수
2017~현 재	서울대학교 화학생물공학부 교수

**** 주요 연구분야 ****

· 입자계 유동 분석 및 해석, 슬롯 다이 코팅 연구, 배터리 전극 코팅 공정 디자인

**** 수상배경 ****

이동현상 분야의 교육 및 연구 또는 산학협력 발전에 기여함.

우성일재료상



임 연 호

전북대학교

**** 학력 및 경력 ****

1992	전북대학교 화학공학과 학사
1994	전북대학교 화학공학과 석사
2001	전북대학교 화학공학과 박사
2002~2003	미국 RPI, 박사후연구원
2003~2005	삼성반도체연구소 책임연구원
2005~현 재	전북대학교 화학공학부 교수

**** 주요 연구분야 ****

· 반도체 응용소자/공정

**** 수상배경 ****

화공재료 분야에서 뛰어난 업적을 성취하고 재료부문위원회 발전에 기여함.

Organizers 명단

10월 15일(수)

구분	심포지엄 및 분야	성명	소속	시간	발표장
Tutorials	[Tutorial 1] 제약산업의 기술/시장동향 및 분리 공정 기술(분리기술부문위원회)	김대우	연세대학교	13:00~18:00	삼다홀A
	[Tutorial 2] 유동층 반응기 기술 입문 – 16(주제: 유동층/다상 반응 및 반응기에서의 AI 용용 기법 활용)(유동층부문위원회)	이창수	국립부경대학교	13:00~18:00	삼다홀B
	[Tutorial 3] 기계학습 기반 이동현상 데이터 분석 실습(이동현상부문위원회)	김성원	한국교통대학교	13:00~18:00	한라홀B
	[Tutorial 4] 멀티스케일 촉매 설계, 해석 및 응용(촉매부문위원회)	이효민	제주대학교	13:00~17:20	한라홀A
General Event	[여성위원회] WISET 2025 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과 발표대회	홍수린	차의과학대학교	13:00~17:00	302
Oral Presentation	공정시스템	유준재	서울시립대학교	14:00~17:50	303
	에너지 환경	이도연	국립한밭대학교	14:00~18:00	301
	재 료	정병국	부산대학교	14:00~18:00	영주홀A
	촉매 및 반응공학	나경수	전남대학교	14:00~18:00	영주홀B

10월 16일(목)

구분	심포지엄 및 분야	성명	소속	시간	발표장
Special Symposiums	[에쓰-오일 과학문화재단] 정유/석유화학사업 탄소중립성장을 위한 CCU 기술의 현재와 미래	김경수 이 웅	KIST	09:00~17:30	한라홀A
	[한화솔루션, 한화토탈에너지스] 화학공정/산업에서의 AI 활용 심포지엄	최인수	강원대학교	14:40~17:30	한라홀B
	[써모피셔사이언티픽코리아] 청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄	이창수	국립부경대학교	14:30~17:15	삼다홀A
	2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄	이창하 이진원	연세대학교 서강대학교	14:30~17:30	402A
Symposiums	KIAT 신진연구자 심포지엄	조창신 이창수	POSTECH 국립부경대학교	14:30~17:25	203
	[KIER 국가기후기술정책센터] 2025 국가 수소 중점연구실 기술교류 심포지엄	이정인	KIER	09:00~11:00	삼다홀B
	[KIER 국가기후기술정책센터] 전주기 CCU 기술개발 심포지엄	이정인	KIER	14:30~17:00	삼다홀B
	[KIER/한국CCUS추진단] 차세대 CCU 기술고도화: 포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 합성원유 생산기술	김대희 윤민혜	한국CCUS추진단 KIER	14:30~17:30	402B
	[KIER] KETEP 에너지 수요관리 핵심기술개발: 산업공정 열에너지 전기화 전환 심포지엄	조동우	KIER	14:30~17:30	302
	[KIST 청정수소융합연구소 글로벌TOP 전략연구단] 청정수소 저장 · 활용 전략 연구 (비공개)	이관영	KIST	14:30~17:30	202A
	[KPETRO] 바이오연료의 탄소감축 효과 및 지속가능성 평가 심포지엄	김재곤	한국석유관리원	14:30~17:30	201A
	[KRICT] KRICT 심포지엄 "글로벌TOP전략연구단: 전기화 기반 이산화탄소 자원화(CCU) 기술"	이기백 황동원	KRICT	14:30~17:30	303

Organizers 명단

구분	심포지엄 및 분야	성명	소속	시간	발표장
Symposiums	[KTR/KRICT] 폐플라스틱 화학적 재활용 기술 심포지엄	김경문 김도경	KTR KRICT	14:30~17:30	201B
	2025 반도체특성화대학원지원(성균관대학교) 반도체 산학 교류회	한재현	성균관대학교	13:00~18:00	202B
Division Symposiums	[공정시스템] Symposium on Digital Transformation in Bioprocess and Pharmaceutical Manufacturing	김경수 홍무선	KIST 서울대학교	14:30~17:00	401
	[에너지 환경] 탄소중립 사회를 위한 e-Fuel/e-Chemical 기술 심포지엄	김상경 이도연 임탁형	KIER 국립한밭대학교 KIER	14:30~17:30	301
	[이동현상/EPiC사업단] 제4회 에너지.환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄: AI 융합을 통한 소재-공정 설계 혁신	남재욱	서울대학교	09:00~11:00	201A
	[재료] Symposium on Soft and Nanoscale Materials and Devices	김대형 김영기	서울대학교 POSTECH	14:30~17:15	영주홀A
Industry Division Symposiums	[배터리] 저가 배터리의 해자 기술 심포지엄	주용락 남관우 윤하나 임희대 최장욱	삼성SDI 이화여자대학교 KIER 한양대학교 서울대학교	09:00~17:30	영주홀B
	[수소] 제4회 수소산업위원회 심포지엄(부제 : 수소경제활성화를 위한 산업기술동향 및 정책 제언)	김철진	SK어드밴스드	09:00~11:00	104
General Event	[기술교류회] 대한민국의 석유화학: 위기, 도전, 그리고 미래전략 심포지엄(제7회 프로필렌과 다운스트림 심포지엄)	김철진 김희연	SK어드밴스드 KIER	09:00~11:00	삼다홀A
	[여성위원회] 여성화공인상 수상자 초청 기술 심포지엄	김수현	고등기술연구원	09:00~11:00	303
	[전문대학위원회] 제11회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄	최유성	조선이공대학교	09:00~11:10	300
Oral Presentation	고분자	조수연	성균관대학교	09:00~10:45	201B
	공정시스템	유준재	서울시립대학교	09:00~11:00	401
	분리기술	김경민	강릉원주대학교	08:35~11:00	203
	생물화공	강남규 박기수	경희대학교 건국대학교	09:00~10:40	202A
	에너지 환경	이도연	국립한밭대학교	08:50~11:00	301
	열역학분자모사	이태경	경상국립대학교	09:00~11:00	202B
	유동층	고강석	KIER	08:30~11:10	302
	재 료	정병국	부산대학교	08:30~10:55	영주홀A
	촉매 및 반응공학	나경수	전남대학교	08:50~11:00	영주홀B
	화학안전	조성현	전북대학교	09:00~10:00	402B
Poster Presentation I	분리기술	이찬현	울산대학교	09:30~11:00	1층 이벤트홀
	생물화공	김수환 노명현 양동수	동아대학교 KRICT 고려대학교		
	에너지 환경	임탁형	KIER		

Organizers 명단

10월 17일(금)

구분	심포지엄 및 분야	성명	소속	시간	발표장
Symposiums	[KAIST 양자소재연구센터] Post-InP 양자점 소재 및 디스플레이 기술 심포지엄	이도창 배완기 이수연	KAIST 성균관대학교 KRICT	13:00~16:00	삼다홀A
	[KENTECH] 산업기술알키미스트: 탄소 중립을 위한 탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS) 심포지엄	강영수	KENTECH	09:00~11:00	삼다홀A
	[국가녹색기술연구소] 수소로 여는 에너지 전환의 미래 심포지엄	이관영	KIST	09:30~16:30	한라홀B
	[서강대 C1] C1 가스 리파이너리 밸류업 심포지엄	나정걸	서강대학교	08:50~11:00	삼다홀B
	[플라즈마 폐유기물 기초원료화 사업단] 플라즈마를 활용한 폐플라스틱의 화학적 재활용 심포지엄	이대훈 홍도영	한국기계연구원 KRICT	08:40~11:00	303
Division Symposiums	[고분자] 기후 변화 대응용 첨단 고분자 소재 심포지엄	박정태 송슬기	연세대학교 충남대학교	08:30~11:00	201B
	[공정시스템, 화학안전] 화학공학의 미래 심포지엄	김정환	연세대학교	08:30~11:00	400
	[공업화학] 미래 공업화학 기술: Bio & Energy 분야 심포지엄	진준형	경기대학교	08:40~11:00	402A
	[분리기술] 차세대 분리 기술 심포지엄: 분자 설계에서 지속가능한 공정 통합까지	이종석	서강대학교	08:30~10:30	203
	[생물화공] 타임캡슐 2055_미래를 빚어갈 생물화공 혁신: 산학연이 함께 나누는 비전 심포지엄	이정욱 주계일	POSTECH 이화여자대학교	08:30~11:00	202A
	[열역학분자모사] 탄소중립 달성을 위한 에너지 혁신 기술 심포지엄	최원중	국립창원대학교	08:50~11:00	202B
	[입자기술] 차세대 화학 · 바이오 나노센서 기술 연구 동향 심포지엄	정상화	부산대학교	08:30~11:00	402B
Industry Division Symposiums	[반도체] 제4회 반도체산업 기술 교류 심포지엄	김오현	에어리퀴드	08:30~11:00	한라홀A
Oral Presentation	고분자	조수연	성균관대학교	13:00~15:30	201B
	공업화학	송광섭	금오공과대학교	13:00~14:00	402A
	공정시스템	유준재	서울시립대학교	08:40~11:00 13:00~16:50	401
	분리기술	김경민	강릉원주대학교	13:00~15:55	203
	생물화공	강남규 박기수	경희대학교 건국대학교	13:00~14:40	202A
	에너지 환경	이도연	국립한밭대학교	08:30~11:00 13:00~15:10	301
	열역학분자모사	이태경	경상국립대학교	13:00~15:00	202B
	유동층	고강석	KIER	08:30~11:05	302
	이동현상	김동재	순천향대학교	08:30~11:00	201A
	입자기술	권우성	숙명여자대학교	13:00~15:20	402B
	재 료	정병국	부산대학교	08:15~11:00 13:00~15:55	영주홀A
	촉매 및 반응공학	나경수	전남대학교	08:50~11:00 13:00~15:40	영주홀B
Poster Presentation II	고분자	류 진	KIST	09:30~11:00	1층 이벤트홀
	공업화학	김준협	부산대학교		
	공정시스템	서경준	한국공학대학교		
	유동층	김동재	순천향대학교		
	이동현상	최지호	홍익대학교		
	입자기술	김태욱	경북대학교		
	화학안전	권휘웅	순천향대학교		
Poster Presentation III	열역학분자모사	문석윤	서울과학기술대학교	14:30~16:00	1층 이벤트홀
	재 료	최인수	강원대학교		
	촉매 및 반응공학	안광진	UNIST		

Chairs 명단

성명	소속	개최일	시 간	발표장	심포지엄 및 분야
강경수	KIER	10월 16일(목)	14:30~17:00	삼다홀B	[KIER 국가기후기술정책센터] 2025 국가 수소 중점연구실 기술교류 심포지엄
강명종	국립강릉원주대학교	10월 17일(금)	09:00~11:00	삼다홀A	[KENTECH] 산업기술알키미스트: 탄소 중립을 위한 탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS) 심포지엄
강문성	서강대학교	10월 16일(목)	14:30~17:30	402A	2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄
강종헌	서울대학교	10월 15일(수)	14:00~18:00	영주홀B	[구두발표] 촉매 및 반응공학 I
		10월 16일(목)	08:50~11:00	영주홀B	[구두발표] 촉매 및 반응공학 II
고강석	KIER	10월 16일(목)	08:30~11:10	202B	[구두발표] 유동층 I
권우성	숙명여자대학교	10월 17일(금)	13:00~15:20	402B	[구두발표] 입자기술
권익선	국립군산대학교	10월 15일(수)	14:00~18:00	301	[구두발표] 에너지 환경 I
김 신	한국석유관리원	10월 16일(목)	14:30~15:50	201A	[KPETRO] 바이오연료의 탄소감축 효과 및 지속가능성 평가 심포지엄
김경문	KTR	10월 16일(목)	14:30~17:30	201B	[KTR/KRICT] 폐플라스틱 화학적 재활용 기술 심포지엄
김경민	강릉원주대학교	10월 16일(목)	08:35~11:00	203	[구두발표] 분리기술 I
김경수	KIST	10월 16일(목)	09:00~17:30	한라홀A	[에쓰-오일 과학문화재단] 정유/석유화학사업 탄소중립성장을 위한 CCU 기술의 현재와 미래
김경수	전북대학교	10월 15일(수)	14:00~18:00	영주홀B	[구두발표] 촉매 및 반응공학 I
김경학	한양대학교	10월 15일(수)	13:00~17:20	한라홀A	[Tutorial 4] 멀티스케일 촉매 설계, 해석 및 응용
김대건	가천대학교	10월 17일(금)	13:00~15:55	영주홀A	[구두발표] 재료 IV
김대우	연세대학교	10월 15일(수)	13:00~18:00	삼다홀A	[Tutorial 1] 제약산업의 기술/시장동향 및 분리 공정 기술 (분리기술부문위원회)
김대형	서울대학교	10월 16일(목)	14:30~17:15	영주홀A	[재료] Symposium on Soft and Nanoscale Materials and Devices
김동재	순천향대학교	10월 16일(목)	09:00~11:00	201A	[이동현상/EPiC사업단] 제4회 에너지.환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지움 : AI 융합을 통한 소재-공정 설계 혁신
		10월 17일(금)	08:30~11:00	201A	[구두발표] 이동현상
김동혁	UNIST	10월 17일(금)	08:30~11:00	202A	[생물화공] 타임캡슐 2055_미래를 빚어갈 생물화공 혁신: 산학연이 함께 나누는 비전 심포지엄
김명진	경북대학교	10월 17일(금)	13:00~15:30	201B	[구두발표] 고분자 II
김상경	KIER	10월 16일(목)	14:30~17:30	301	[에너지 환경] 탄소중립 사회를 위한 e-Fuel/e-Chemical 기술 심포지엄
김성원	한국교통대학교	10월 15일(수)	13:00~18:00	삼다홀B	[Tutorial 2] 유동층 반응기 기술 입문 – 16(주제: 유동층/다상 반응 및 반응기에서의 AI 용융 기법 활용)
김수현	고등기술연구원	10월 16일(목)	09:00~11:10	303	[여성위원회] 여성화공인상 수상자 초청 기술 심포지엄
김오현	에어리퀴드	10월 17일(금)	08:30~11:00	한라홀A	[반도체] 제4회 반도체산업 기술 교류 심포지엄
김용민	KIST	10월 17일(금)	14:50~16:30	한라홀B	[국가녹색기술연구소] 수소로 여는 에너지 전환의 미래 심포지엄
김우열	KENTECH	10월 17일(금)	08:50~11:00	영주홀B	[구두발표] 촉매 및 반응공학 III
김정규	성균관대학교	10월 17일(금)	08:30~11:00	301	[구두발표] 에너지 환경 III
김정환	연세대학교	10월 16일(목)	08:30~11:00	400	[공정시스템, 화학안전] 화학공학의 미래 심포지엄
김종우	인천대학교	10월 17일(금)	13:00~15:50	401	[구두발표] 공정시스템 IV
김준원	서울대학교	10월 16일(목)	09:00~10:40	202A	[구두발표] 생물화공 I
		10월 17일(금)	13:00~14:40	202A	[구두발표] 생물화공 II
김진수	전남대학교	10월 15일(수)	14:00~17:50	303	[구두발표] 공정시스템 I
김창우	국립부경대학교	10월 17일(금)	09:00~11:00	삼다홀A	[KENTECH] 산업기술알키미스트: 탄소 중립을 위한 탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS) 심포지엄
나정걸	서강대학교	10월 17일(금)	08:50~11:00	삼다홀B	[서강대 C1] C1 가스 리파이너리 밸류업 심포지엄
남관우	이화여자대학교	10월 17일(금)	08:30~11:00	영주홀B	[배터리] 저가 배터리의 해자 기술 심포지엄
류두열	연세대학교	10월 16일(목)	14:30~17:30	402A	2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄

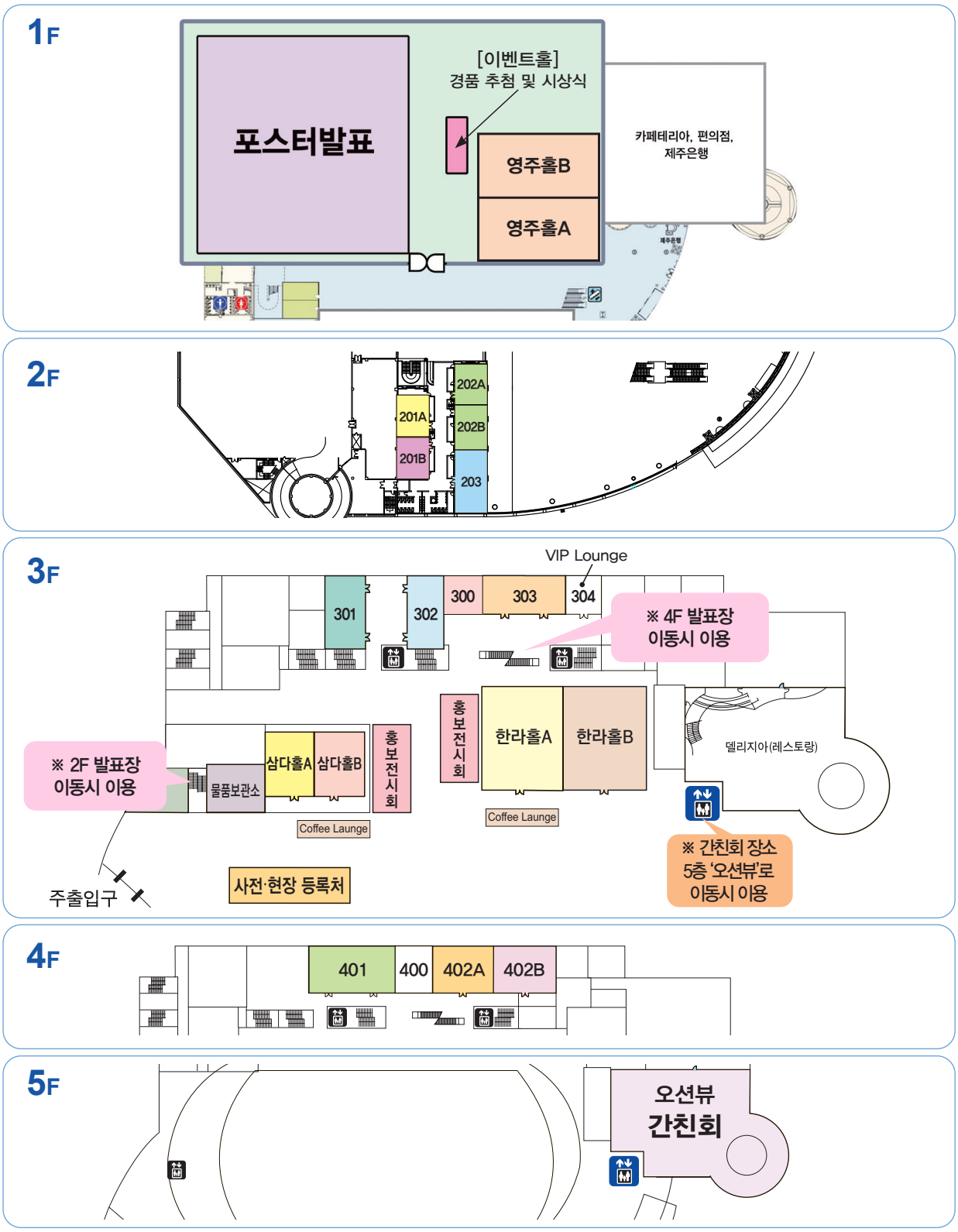
Chairs 명단

성명	소속	개최일	시 간	발표장	심포지엄 및 분야
문종호	충북대학교	10월 16일(목)	09:00~11:00	삼다홀A	[기술교류회] 대한민국의 석유화학: 위기, 도전, 그리고 미래전략 심포지엄(제7회 프로필렌과 다운스트림 심포지엄)
문태영	KIER	10월 17일(금)	08:30~11:05	302	[구두발표] 유동층 II
박기호	한양대학교	10월 16일(목)	09:00~11:00	401	[구두발표] 공정시스템 II
박민범	인천대학교	10월 17일(금)	08:50~11:00	영주홀B	[구두발표] 촉매 및 반응공학 III
박슬기	전북대학교	10월 17일(금)	08:15~11:00	영주홀A	[구두발표] 재료 III
박정태	연세대학교	10월 17일(금)	08:30~11:00	201B	[고분자] 기후 변화 대응용 첨단 고분자 소재 심포지엄
배태현	KAIST	10월 17일(금)	13:00~15:55	203	[구두발표] 분리기술 II
변재원	전남대학교	10월 17일(금)	08:40~11:00	401	[구두발표] 공정시스템 III
상병인	한양대학교	10월 16일(목)	16:00~17:30	201A	[KPETRO] 바이오연료의 탄소감축 효과 및 지속가능성 평가 심포지엄
서상우	서울대학교	10월 17일(금)	08:30~11:00	202A	[생물화공] 타임캡슐 2055_미래를 빚어갈 생물화공 혁신: 산학연이 함께 나누는 비전 심포지엄
손현태	KIST	10월 17일(금)	13:00~14:30	한라홀B	[국가녹색기술연구소] 수소로 여는 에너지 전환의 미래 심포지엄
송광섭	국립금오공과대학교	10월 17일(금)	13:00~14:00	402A	[구두발표] 공업화학
송슬기	충남대학교	10월 17일(금)	08:30~11:00	201B	[고분자] 기후 변화 대응용 첨단 고분자 소재 심포지엄
신종석	국가녹색기술연구소	10월 17일(금)	09:50~11:20	한라홀B	[국가녹색기술연구소] 수소로 여는 에너지 전환의 미래 심포지엄
심재오	원광대학교	10월 17일(금)	08:30~11:00	301	[구두발표] 에너지 환경 III
		10월 17일(금)	13:00~15:10	301	[구두발표] 에너지 환경 IV
안 솔	중앙대학교	10월 17일(금)	13:00~15:40	영주홀B	[구두발표] 촉매 및 반응공학 IV
오태훈	UNIST	10월 15일(수)	14:00~17:50	303	[구두발표] 공정시스템 I
유경환	순천대학교	10월 16일(목)	14:30~17:30	302	[KIER] KETEP 에너지 수요관리 핵심기술개발: 산업공정 열에너지 전기화 전환 심포지엄
유재범	충남대학교	10월 15일(수)	13:00~18:00	한라홀B	[Tutorial 3] 기계학습 기반 이동현상 데이터 분석 실습
윤민혜	KIER	10월 16일(목)	14:30~17:30	402B	[KIER/한국CCUS추진단] 차세대 CCU 기술고도화: 포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 합성원유 생산기술
윤용주	POSTECH	10월 16일(목)	08:50~11:00	영주홀B	[구두발표] 촉매 및 반응공학 II
윤태준	서울대학교	10월 16일(목)	08:35~11:00	203	[구두발표] 분리기술 I
		10월 17일(금)	13:00~15:10	301	[구두발표] 에너지 환경 IV
윤하나	KIER	10월 17일(금)	16:00~17:30	영주홀B	[배터리] 저가 배터리의 해자 기술 심포지엄
이 웅	KIST	10월 16일(목)	09:00~17:30	한라홀A	[에쓰-오일 과학문화재단] 정유/석유화학사업 탄소중립성장을 위한 CCU 기술의 현재와 미래
이대훈	한국기계연구원	10월 17일(금)	08:40~11:00	303	[플라즈마 폐유기물 기초원료화 사업단] 플라즈마를 활용한 폐플라스틱의 화학적 재활용 심포지엄
이도연	국립한밭대학교	10월 16일(목)	08:50~11:00	301	[구두발표] 에너지 환경 II
		10월 17일(금)	08:30~11:05	302	[구두발표] 유동층 II
이석구	KIER	10월 16일(목)	14:30~17:30	302	[KIER] KETEP 에너지 수요관리 핵심기술개발: 산업공정 열에너지 전기화 전환 심포지엄
이열림	POSTECH	10월 15일(수)	13:00~17:20	한라홀A	[Tutorial 4] 멀티스케일 촉매 설계, 해석 및 응용
이유리	국립군산대학교	10월 16일(목)	08:50~11:00	301	[구두발표] 에너지 환경 II
이은도	KITECH	10월 16일(목)	08:30~11:10	302	[구두발표] 유동층 I
이재훈	인천대학교	10월 16일(목)	14:30~17:15	삼다홀A	[써모피셔사이언티픽코리아] 청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄
이종석	서강대학교	10월 17일(금)	08:30~10:30	203	[분리기술] 차세대 분리 기술 심포지엄: 분자 설계에서 지속가능한 공정 통합까지

Chairs 명단

성명	소속	개최일	시 간	발표장	심포지엄 및 분야
이찬현	울산대학교	10월 17일(금)	08:30~10:30	203	[분리기술] 차세대 분리 기술 심포지엄: 분자 설계에서 지속가능한 공정 통합까지
이창수	국립부경대학교	10월 15일(수)	13:00~18:00	삼다홀A	[Tutorial 1] 제약산업의 기술/시장동향 및 분리 공정 기술
		10월 16일(목)	14:30~17:15	삼다홀A	[써모피셔사이언티픽코리아] 청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄
		10월 17일(금)	13:00~15:55	203	[구두발표] 분리기술 II
이태경	경상국립대학교	10월 16일(목)	09:00~11:00	202B	[구두발표] 열역학분자모사 I
		10월 17일(금)	13:00~15:00	202B	[구두발표] 열역학분자모사 II
이홍식	KITECH	10월 15일(수)	14:00~18:00	301	[구두발표] 에너지 환경 I
임은호	동국대학교	10월 16일(목)	14:30~17:25	203	KIAT 신진연구자 심포지엄
		10월 17일(금)	08:15~11:00	영주홀A	[구두발표] 재료 III
임희대	한양대학교	10월 17일(금)	14:30~15:50	영주홀B	[배터리] 저가 배터리의 해자 기술 심포지엄
정병국	부산대학교	10월 16일(목)	08:30~10:55	영주홀A	[구두발표] 재료 II
		10월 17일(금)	13:00~16:00	삼다홀A	[KAIST 양자소재연구센터] Post-InP 양자점 소재 및 디스플레이 기술 심포지엄
정상화	부산대학교	10월 17일(금)	08:30~11:00	402B	[입자기술] 차세대 화학 · 바이오 나노센서 기술 연구 동향 심포지엄
정우빈	POSTECH	10월 17일(금)	13:00~15:55	영주홀A	[구두발표] 재료 IV
조강희	인하대학교	10월 17일(금)	13:00~15:40	영주홀B	[구두발표] 촉매 및 반응공학 IV
조성용	한양대학교	10월 17일(금)	13:00~16:00	삼다홀A	[KAIST 양자소재연구센터] Post-InP 양자점 소재 및 디스플레이 기술 심포지엄
조성현	전북대학교	10월 16일(목)	09:00~10:00	402B	[구두발표] 화학안전
조수연	성균관대학교	10월 16일(목)	09:00~10:45	201B	[구두발표] 고분자 I
조신흠	계명대학교	10월 15일(수)	14:00~18:00	영주홀A	[구두발표] 재료 I
조형태	경희대학교	10월 16일(목)	14:40~17:30	한라홀B	[한화솔루션, 한화토탈에너지스] 화학공정/산업에서의 AI 활용 심포지엄
진준형	경기대학교	10월 17일(금)	08:40~11:00	402A	[공업화학] 미래 공업화학 기술: Bio & Energy 분야 심포지엄
천동현	KIER	10월 16일(목)	09:00~11:00	삼다홀B	[KIER 국가기후기술정책센터] 전주기 CCU 기술개발 심포지엄
최승환	KIST	10월 16일(목)	14:30~17:30	202A	[KIST 청정수소융합연구소 글로벌TOP 전략연구단] 청정수소 저장 · 활용 전략 연구 (비공개)
최원중	국립창원대학교	10월 17일(금)	08:50~11:00	202B	[열역학분자모사] 탄소중립 달성을 위한 에너지 혁신 기술 심포지엄
		10월 16일(목)	09:00~11:00	202B	[구두발표] 열역학분자모사 I
		10월 17일(금)	13:00~15:00	202B	[구두발표] 열역학분자모사 II
최유성	조선이공대학교	10월 16일(목)	14:30~17:00	300	[전문대학위원회] 제11회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄
최인수	강원대학교	10월 16일(목)	08:30~10:55	영주홀A	[구두발표] 재료 II
한용희	전남대학교	10월 16일(목)	09:00~10:40	202A	[구두발표] 생물화공 I
		10월 17일(금)	13:00~14:40	202A	[구두발표] 생물화공 II
한재현	성균관대학교	10월 16일(목)	13:00~18:00	202B	2025 반도체특성화대학원지원(성균관대학교) 반도체 산학 교류회
한종희	KENTECH	10월 16일(목)	09:00~11:00	한라홀B	[수소] 제4회 수소산업위원회 심포지엄(부제 : 수소경제활성화를 위한 산업기술동향 및 정책 제언)
허성연	서울과학기술대학교	10월 15일(수)	14:00~18:00	영주홀A	[구두발표] 재료 I
홍무선	서울대학교	10월 16일(목)	14:30~17:00	401	[공정시스템] Symposium on Digital Transformation in Bioprocess and Pharmaceutical Manufacturing
황영규	KRICT	10월 16일(목)	14:30~17:30	303	[KRICT] KRICT 심포지엄 "글로벌TOP전략연구단 : 전기화 기반 이산화탄소 자원화(CCU) 기술"

제주국제컨벤션센터 발표장 안내



●**총회, Plenary Talk**: 3F 한라홀A **간친회:** 5F 오션뷰
●**포스터 발표, 경품 추첨 및 시상식(회명 대학원 연구상, DL케미칼 대학원 논문상, 각 경진(시)대회 대(금)상):** 1F 이벤트홀
●**홍보전시회:** 3F 로비
●**VIP Lounge:** 3F 304호

※ 제주국제컨벤션센터 모든 구역에서 wifi 가능

제주국제컨벤션센터 오시는 길



공항리무진 버스안내 (600번: 제주공항 ↔ 중문관광단지)

– **운행표**: 공항 → 한라병원 → 동광환승정류장 → 중문관광단지입구 → 호텔(그랜드조선제주, 파르나스호텔, 신라호텔, 스위트호텔, 블룸호텔, 롯데호텔, 켄싱턴리조트,씨에스호텔) → 제주국제컨벤션센터(ICC JEJU) → 제주월드컵경기장 → 파라다이스호텔 → 서귀포칼호텔

– **제주국제공항출발** (06:00~21:25): 공항정문 1층 5번 게이트 왼쪽 리무진 버스 승차장 (삼영교통 600번)

– **서귀포(칼호텔)출발** (06:00 ~ 21:40)

– **제주국제컨벤션센터**: 정문 국기게양대 20m 지나 로터리 정류장에 정차 (600번 제주공항 ↔ 서귀포)

– **이용요금**: 공항에서 제주국제컨벤션센터까지 4,500원 (편도/성인), 매 16~40분 간격 ICC JEJU까지 소요시간 약 1시간

– **이용문의**: 삼영교통 (064– 713–7000)

택시안내 (제주공항 ↔ 제주국제컨벤션센터)

– **거리 및 소요시간**: 약 42Km, 약 50분 소요

※ 주차시 제주국제컨벤션센터 외부주차시설 및 건물내 1, 2층을 이용하시길 바랍니다.

※ 주차료 안내(개인부담)

– 최초 출입부터 1시간이내 : 무료

– 1시간 이후부터 30분마다 : 1,000원씩 부과

– 1일 1회 최대 5,000원 부과 / 재 출입시 주차료 다시 부과됨.

홍보전시회 참여 업체

ThermoFisher SCIENTIFIC	써모피셔사이언티픽코리아	홈페이지	http://www.thermofisher.com
		대표전화	1661-9555
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 써모피셔사이언티픽(Thermo Fisher Scientific Inc.)은 전 세계 약 10만 명의 직원들과 함께 연 매출 400억 달러(한화 약 48조 원) 이상을 달성하는 세계적인 과학 회사입니다. 써모피셔사이언티픽은 고객을 도와 세상을 더욱 건강하고 깨끗하며 안전한 곳으로 만든다는 사명에 대한 자부심을 바탕으로, 생명 과학 분야 연구 촉진, 복잡한 분석 난제 해결, 환자 진단 개선 및 의약품 개발, 실험실 생산성 향상에 주력하고 있습니다. - 전시품목: FT- IR, NIR, Raman, XRF, UV- Vis 분광광도계, pH미터, 파이펫, 보틀 등	
SOLETEK	(주)솔텍트레이딩	홈페이지	http://www.soletek.co.kr
		대표전화	02-2043-1957
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 고객을 최고의 가치로 생각하는 회사" ㈜솔텍트레이딩은 2005년에 설립되어 비표면적분석기, TPD/TPR 촉매특성 평가 등 다양한 가스흡착 연구장비를 여러 유수의 정부, 기업, 대학, 연구소에 공급하고 있습니다. 항상 고객 만족, 우수한 제품 공급과 신속한 A/S를 제공하도록 최선을 다하겠습니다. - 전시품목: BET, 비표면적 분석기, TPD, TPR, TPO (MicrotracBEL Corp.)High pressure sorption analyzer/MSB (Rubolab GmbH), Oven, Muffle furnace, Tube Furnace (Carbolite Gero)	
TCI·SEJIN CI	TCI - SEJIN CI	홈페이지	https://www.sejinci.co.kr
		대표전화	02-2655-2480
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: "시약의 기준을 정하다" "시약은 TCI" (주)세진씨아이는 연구실험용 글로벌 시약사 Tokyo Chemical Industry(TCI)의 한국 단독 수입 공급사로서, 화학/재료과학/생명과학/분석화학/원료의약품 분야 제품 및 산업용 대용량 원료/맞춤합성 서비스를 제공합니다. - 전시품목: 연구실험용 Tokyo Chemical Industry(TCI) 시약 제품	
REXO	(주)렉소엔지니어링	홈페이지	http://www.rexo.co.kr
		대표전화	02-2664-1764
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 정도를 지키는 엔지니어의 고집과 사람을 위한 엔지니어링으로 설계, 제작, 제어 프로그래밍 등 각 분야에서 인정받는 전문 인력을 보유, 이를 바탕으로 최고의 시스템만을 생산하고 있습니다. 저희 렉소의 엔지니어들은 축적된 노하우와 풍부한 현장경험을 바탕으로 사용자의 실험편의를 도모한 디자인과 소프트웨어 및 컨트롤러를 통한 완벽한 시스템 제어, 그리고 사용자의 안전을 최우선으로 하는 설계를 실현하고 있습니다. - 전시품목: 고온고압반응기, 촉매반응기, 수열합성 반응기, 어닐링 시스템, 초임계장치, 컨트롤시스템	
TS Science (주)티에스싸이언스 JASCO	(주)티에스싸이언스	홈페이지	http://www.tsscience.co.kr/
		대표전화	02-6969-7800
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: Spectroscopy [UV, FTIR, PL, CD, CPL, Raman], Chromatography [HPLC, UPLC, Prep-LC, SFE/C, GPC] / In-situ 분석부터 정밀 분리까지, 실험실 솔루션의 모든 것 저희는 UV, FTIR, PL, CD, CPL, Raman 등 다양한 분광 분석 장비와 HPLC, UPLC, Prep-LC, SFE/C, GPC 등 크로마토그래피 장비를 통해, 기초 분석부터 복합 소재 및 반응 시스템에 이르기까지 폭넓은 연구를 지원합니다. 특히 FTIR 및 Raman 시스템은 Gas Cell, Heating DRIFT와 같은 In-situ 분석 전용 액세서리를 완비하고 있어, 고온 반응 중간체 분석이나 실시간 모니터링에 최적화된 솔루션을 제공합니다. 또한 키랄성 분석, 발광 특성 평가, 고분자 특성 분석, 미량 성분 분리 등 산업 및 소재화학 연구에 필요한 다양한 기능을 하나의 시스템으로 통합 제공합니다. 이번 화학공학회에서는 In-situ 반응 분석을 포함한 실시간 정밀 분석 솔루션을 중심으로 전시하고 있으며, 현장에서 직접 기술 상담과 요청하신다면 데모도 가능하오니 많은 관심 부탁드립니다. - 전시품목: Spectroscopy [UV, FTIR, PL, CD, CPL, Raman], Chromatography [HPLC, UPLC, Prep-LC, SFE/C, GPC] / In-situ System [Temperature, Electrochemical, Flow In-situ System]	

홍보전시회 참여 업체

	**한국첨단소재**	홈페이지	https://www.koadvanced.co.kr
		대표전화	031-8027-8577
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 한국첨단소재는 백금족 귀금속(PGM) 화합물 및 촉매 전문 기업으로 독일 헤라우스와 heterogeneous catalyst 부문에 대한 독점 계약을 체결하여, 가스 정제 및 암모니아 열분해 등에 사용되는 Pt, Pd, Ru 기반의 고성능 촉매를 국내 시장에 공급하고 있습니다. 이 외에도 PEM 수전해용 촉매, IrCl3, RuCl3 등 다양한 귀금속 화합물을 소개하고 있으며, Pt, Pd, Rh, Ir, Ru 등의 귀금속 리사이클링 솔루션을 제공하여 자원 효율성과 비용 절감에 기여하고 있습니다. - 전시품목: 이리듐 촉매, 루테늄 촉매, 백금 촉매, 팔라듐 촉매, 로듐 촉매 등	
	**(주)아텍엘티에스**	홈페이지	http://www.ahtech.co.kr
		대표전화	031-346-6036
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: Ahtech LTS는 1994 창립하여 UV Ozone Cleaner 국산화 하여 지금까지 국내 연구실에 최다 판매하였으며 그외 비접촉 면저항측정 장비,UV LED 장비 등 2차전지.SOLAR, LED, OLED 연구 및 실험에 적극 이용되어 신뢰성을 인증 받았습니다 최고의 기술과 최선의 서비스로 고객에게 협력 하겠습니다. - 전시품목: UV OZONE CLEAER, UV LAMP, 비접촉 면저항 측정장비	
	**엠케이사이언스 주식회사**	홈페이지	https://www.mkparr.com
		대표전화	02-488-3936
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 미국 Parr Instrument Company 사의 국내 독점 대리점을 시작으로 시험분석 기기 및 실험실 필수 장비에 대한 종합적인 솔루션을 제공합니다. - 전시품목: PARR 제품 : 고온고압반응기, 압력용기 l FLUSYS 제품 : 고압 피스톤 펌프, 기어 펌프	
	**뉴웨어테크놀로지 유한회사**	홈페이지	https://www.neware-korea.com/list/profile.html
		대표전화	070-4155-8866
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 뉴웨어테크놀로지는 1998년 선전에서 설립되어 1,000명 이상의 직원과 1,000개 이상의 특허와 소프트웨어 저작권을 보유하고 있습니다. 현재 60,000명 이상의 고객사에 서비스를 제공하고 있으며 50만대 이상의 장비를 공급 하였습니다. 배터리 생산, 전기차, ESS 지원 등에 종사하는 기업을 위해 고성능 배터리 테스트 시스템, 포메이션, 용량 등급 및 분류 시스템, 환경 테스트 챔버, 자동화 장비, 지능형 테스트 시스템 서비스를 제공하고 품질 검사 부서, 대학 및 과학 연구 기관에 전념하고 있습니다. * ISO 9001 인증을 획득하여 신뢰도와 안전성을 입증 - 전시품목: 충방전기	
	**주식회사 인실리코**	홈페이지	https://dx.insilico.co.kr
		대표전화	031-495-6932
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 2002년 설립된 “인실리코”는 화학 및 IT 기반 기술을 바탕으로 제약/바이오, 화학, 신소재 분야의 연구, 개발 및 생산 관련 Digital Transformation 전문 기업이며, 글로벌 소프트웨어 기업 다쏘시스템의 과학 중심 브랜드인 BIOVIA 전문 파트너사로 국내 솔루션 판매 및 기술 컨설팅을 제공하고 있습니다. - 전시품목: 분자모델링 및 시뮬레이션 솔루션, 실험실 데이터 기록 및 관리 솔루션, 실험실 정보 관리 및 자동화 솔루션, BIOVIA 솔루션 기반 기술 컨설팅	

홍보전시회 참여 업체

KNF	KNF	홈페이지	https://knf.com
		대표전화	02-959-0255
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: KNF는 1946년 독일 프라이부르크에 설립한 회사입니다. KNF는 설립 이래로 독립적인 가족 기업 형태를 유지하고 있으며 고객들에게 신뢰할 수 있는 제품을 제공해오고 있습니다. KNF는 경험을 축적하고 글로벌적 지역 확장을 하는 동시에 지속적인 성장을 했습니다. KNF 그룹은 오늘날 전세계적으로 24개의 자회사를 두고 다양한 산업적 전문지식과 어플리케이션의 범위를 꾸준히 넓혀가고 있습니다. KNF는 가스와 액체를 다루는 시스템 및 다이아프램 펌프를 전문적으로 개발 및 디자인, 생산, 유통하는 솔루션 제공자로서의 입지를 전세계적으로 다졌습니다. KNF 여러분들의 연구활동에 도움을 드리고자 노력하고 있습니다. 내화학성 다이아프램펌프가 필요하시면 연락 부탁드립니다. 감사합니다. - 전시품목: 내화학성 다이아프램펌프, 다이아프램 액체정량펌프, 진공도 조절 펌프
ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY	Royal Society of Chemistry Japan	홈페이지	https://www.rsc.org
		대표전화	+81 3 5571-4360
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: The Royal Society of Chemistry work at heart of the chemical sciences community to create a future that's more open, more green, and more equal. As an independent catalyst for change, we connect people and ideas through global partnerships, conferences, and networks. We publish scientists' discoveries to improve health, the environment and lifestyles, making sure everyone, everywhere, has the same potential to read and share knowledge. We care about tackling discrimination to build a truly inclusive world. We set professional standards, support inclusive careers, and campaign for change. Supported by 60,000 global members, we're helping chemistry to change the world. - 전시품목: Journal flyers, book catalogue
CRS ChemRe SYStem	(주)켐리시스	홈페이지	http://www.chemresys.com/korea/index.php
		대표전화	031-8069-5511
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: (주) 켐리시스는 급변하는 화학 시장에 발맞춰, 다채롭게 사용할 수 있는 화학 반응 장치 (고온고압 반응기, 유리 반응기, 촉매 반응기, 초임계 추출 장치, 다목적 반응기, 소프트웨어 프로그램)를 개발/제작하고 있습니다. 25년의 경험과 기술력을 바탕으로, 젊은 인원들의 혈기왕성한 열정을 더하여 고객 여러분들이 원하시고 편리하게 사용하실 수 있는 다양한 장치를 구성하고 있습니다. - 전시품목: 고압반응기, 고온고압반응기, 유리반응기, 촉매반응기, 초임계추출장치
VACUUBRAND® (주)수림교역	(주)수림교역	홈페이지	https://www.sulim.com
		대표전화	031-420-8670
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: (주)수림교역은 세계 최고 품질의 진공펌프 제조회사인 독일 VACUUBRAND 사의 한국 총판으로서 전제품을 수입, 판매 및 A/S 관리하고 있습니다. VACUUBRAND 사는 여러분야에 광범위하게 응용되는 다양한 진공관련 장비를 생산하고 있으며, 특히 다이아프램 펌프와 오일펌프는 성능, 내산성, 내구성 및 정숙도에서 그 성능을 세계 최고로 인정받고 있습니다. - 전시품목: 내산성 다이아프램 진공펌프, VARIO 자동진공조절 펌프, 내화학성 로터리벤 펌프 (오일펌프), 산업용 내화학성 진공펌프, 내화학성 오일프리 스크류 펌프, 진공조절기, 진공계측기 및 센서, 석션시스템, 내산성 하이브리드 펌프, 슈랭크 라인 시스템, 동결건조기
WEVE	주식회사 위브	홈페이지	http://www.theweve.com
		대표전화	031-548-2990
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 자사는 Raman/spectroscopy 연구개발 전문 업체입니다. 향상된 자사만의 기술과 노하우를 바탕으로 최고의 제품과 서비스를 제공하고 있으며, 위치보정기능 및 내장된 표준 광원과 표준시료를 이용한 높은 정확도와 재현성을 갖는 분광시스템을 제공합니다. 시료 측정 및 장비대여 서비스를 지원합니다. 1. Instruments for Research : In-situ confocal microscope Raman/PL mapping system / Bench top confocal Raman/PL mapping system 2. Instruments for Industry : 화합물 반도체 불량 분석(Micro LED Epi, CoW, SiC, GaN) - 전시품목: Raman based in-situ confocal spectrum imaging system / Bench top-confocal Raman system

홍보전시회 참여 업체

exacer catalyst support	Exacer s.r.l.	홈페이지	https://www.exacer.com
		대표전화	+39 0536-815446
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: Exacer는 촉매 제조에 관한 촉매 담체 및 서비스라는 광범위한 포트폴리오를 통하여 20년 이상 전 세계 화학 산업에 종사해 왔습니다. 저희 초점은 맞춤형 스펙으로 종종 고객과의 긴밀한 협력으로 이루어집니다. 저희가 이용하는 기술에는 압출, 정제화, 구형화 등이 있지만, 최대 1500℃의 온도에서의 소성도 가능합니다. Exacer는 알루미나(알파, 세타, 감마), 실리카, 지르코니아, 티타니아, 스테아타이트 등 여러 소재를 기반으로 한 담체 제품군을 제공합니다. 아주 최근에 개발한 것으로 다공성 탄소 운반체가 있는데, 이는 뛰어난 선택성을 지닌 대형 분자의 유동층 전환에 특히 적합합니다. 맞춤형 프로젝트를 위해서 Exacer는 고객이 제공하는 모든 분말 (촉매 스프레이 분말, 제올라이트, …)을 사용합니다. 저희의 생산 역량은 연간 수백 kg 규모의 아주 작은 프로젝트부터 수백 톤 규모의 대량 생산까지 다양합니다. 기술 개발 전문가들이 모인 거대한 팀이 그들의 지식을 이용하여 맞춤형 프로젝트를 지원하고 있고 여러분의 새로운 요구를 최종 성공 제품으로 만들어줄 것입니다. - 전시품목: 촉매 제조를 위한 촉매 지지체 및 관련 서비스	
KWT Solution Numerical Solution to Success	KWT Solution	홈페이지	https://www.kwtsolution.com
		대표전화	031-706-2886
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: KWT Solution은 종합엔지니어링 컨설팅 전문기업으로, 반도체/디스플레이 분야의 국산소프트웨어 개발 및 공학용 외산 소프트웨어(Barracuda, Simerics, CAESES 등)의 판매를 담당하고 있습니다. - 전시품목: Barracuda, Simerics	
elim Global	(주)엘림글로벌	홈페이지	https://www.elim-global.com
		대표전화	031-604-0777
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 저희는 시대적 흐름에 맞추어 여러 고객 분들의 필요에 적합한 최첨단 연구 기자재, 분석 및 품질관리와 생산에 필요한 분석기술과 장비들을 대학 연구실, 기업체, 국공립 연구소 등에 공급하고 있습니다. 앞으로도 새로운 도전과 우수한 기술력으로 지속적인 자체 기술개발 및 첨단 기술 발굴을 통해 세계로 뻗어나가는 엘림글로벌이 되어 국내 기업 및 연구소의 좋은 동반자가 되도록 하겠습니다. - 전시품목: 자동 BET 표면적 및 다공성 측정 분석기, 균질화기, 실험용 분쇄기	
이엔에프 테크놀로지 ENF	이엔에프테크놀로지	홈페이지	https://www.enftech.com
		대표전화	031-881-8226
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 전자재료 시장의 글로벌 선도 기업 2000년, 전자재료 · 정밀화학 기업으로 설립된 이엔에프테크놀로지는 신기술 개발과 도전정신으로 전자재료 분야를 개척해 왔습니다. 사업 다각화와 끊임없는 연구개발을 통해 괄목할만한 매출 성장을 이루어왔으며, 현재 제2의 도약을 준비하고 있습니다. 이엔에프테크놀로지는 전자재료 분야에서의 차별화된 기술력을 바탕으로 프로세스케미컬, 화인케미컬, 컬러페이스트의 시장 점유율을 높여가고 있습니다. 또한 신규사업영역의 확대를 통해 글로벌 전자재료 시장의 선도기업으로 자리매김하기 위해 끊임없이 노력하고 있습니다. *사업분야 : 반도체 및 디스플레이 제조공정용 특수 화학제품 연구개발 및 제조 · 판매 - 전시품목: 프로세스케미칼, 화인케미칼, 컬러페이스트	
MY LAB 365 smartstore.naver.com/mylab365	(주)더제이엔제이컴퍼니	홈페이지	https://smartstore.naver.com/mylab365
		대표전화	010-8795-6131
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 온라인 총판 MyLab365 https://smartstore.naver.com/mylab365 (주)동우티엠씨 유기태미네랄, 미네랄프리믹스, 단미사료 연구소 소모품 및 분석램프 전문 판매 - 전시품목: 유기태미네랄, 미네랄프리믹스, 단미사료, 분석램프	
LG화학	LG화학	홈페이지	https://www.lgchem.com
		대표전화	02-3777-1114
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: LG화학은 1947년 창립 이래 끊임없는 도전과 혁신으로 지속적인 성장을 거듭해온 대한민국 대표 화학기업입니다. 글로벌 경쟁력을 갖춘 석유화학, 첨단소재, 생명과학 사업 및 배터리 전문 자회사 등 균형있는 사업 포트폴리오를 바탕으로 고객에게 새로운 가치를 제공하고 있습니다.	

홍보전시회 참여 업체

(주) 한울엔지니어링 HANWOUL ENGINEERING Co., Ltd.	**주식회사 한울엔지니어링**	홈페이지	http://www.hanwoul.com/
		대표전화	031-479-5272
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 당사는 고압 및 고온용 반응기와 고압 및 감압용 마그네틱 드라이브를 생산하고 있으며, 기술개발에 필요한 각종 연구 장비를 고객의 요구에 따라서 맞춤형으로 제작하고 있습니다. 저희 회사는 그 동안의 수많은 노하우와 기술을 바탕으로 고객의 입장에서 고객의 안정성과 편리성에 중점을 두고 제품을 설계 및 제작하였으며, 끊임없이 기술을 개발하여 한 걸음 더 앞서나가고자 노력하고 있습니다. 아울러, 당사는 항상 고객에게 신뢰받는 기업, 나아가 고객에게 감동을 주는 기업이 되기 위하여, 전 임직원이 한마음이 되어 최고의 기술과 품질을 바탕으로 고객에게 정성을 다하는 기업이 될 것 입니다. 고객 여러분께서 항상 지켜봐 주시고 격려해 주시기 바랍니다. 감사합니다. - 전시품목: Hydrothermal Reactor, Reactor System, Magnetic Drive, Impeller, Liner	
METTLER TOLEDO	**메틀러 토레도 코리아**	홈페이지	https://www.mt.com/kr/ko/home.html
		대표전화	1588-0180
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: METTLER TOLEDO는 전 세계 100여개국에 실험실 분석 장비 및 생산용 정밀 측정 기기를 제조, 공급하고 있는 글로벌 기업입니다. METTLER TOLEDO의 실험 기기는 간편한 작동으로 사용자 오류를 최소화하며 생산성과 개발 속도를 향상 시킬 수 있는 자동화 프로세스를 제공합니다. 설비 생산성, 경제성, 위험의 최소화 등 화학 업계의 다양한 필수 요건에 대해 당사는 효율성을 극대화 하고 기술 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원합니다. - 전시품목: 실험실 저울, 수분 분석기(HMA), FTIR 분광기, 입도 분석기	
CEPiEL AI-driven process solutions	**주식회사 씨피엘**	홈페이지	https://cepiel.kr/
		대표전화	032-860-7465
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: CEPiEL은 누구나 쉽게 활용할 수 있는 AI 플랫폼을 통해 연구자와 기업이 복잡한 데이터를 손쉽게 다루고 최적의 결과를 얻을 수 있도록 돕습니다. 데이터 준비부터 모델 구축과 최적화까지의 과정을 단순화하여, 사용자가 복잡한 기술이 아닌 '발견과 혁신'에 집중할 수 있게 합니다. 또한 산업별 특화된 AI 플랫폼과 오픈소스 기반 공학 소프트웨어를 개발해, 고가의 서비스에 접근하기 어려운 연구실과 중소기업에도 실질적인 가치를 제공하며 화학 · 바이오를 넘어 제조업 전반의 생산성 향상과 재생 가능한 미래를 앞당깁니다. - 전시품목: 코딩없이 데이터만으로 생성하는 고객 맞춤형 AI 솔루션 CEPiML	
fischer®	**(주)헬무트피셔코리아**	홈페이지	https://www.helmut-fischer.com/ko
		대표전화	02-415-2381
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: Helmut Fischer는 XRF 분석기, 휴대형 도막두께 측정기, 나노인덴터 등 다양한 정밀 측정 장비를 제공하며, 전자, 자동차, 항공, 소재 연구 등 폭넓은 산업 분야에서 활용되고 있습니다. XRF는 비파괴 방식으로 금속 및 코팅 성분을 정밀하게 분석하고, 도막 두께 측정기는 생산 현장에서 빠르고 정확한 두께 측정을 지원합니다. 또한 나노인덴터는 나노 스케일에서 재료의 기계적 물성을 정량적으로 평가할 수 있어, 고급 소재 개발, 신뢰성 테스트, 품질 관리에 필수적인 기술로 인정받고 있습니다. 이번 학술 대회에는 소재의 경도와 탄성 모듈러스를 측정할 수 있는 나노인덴터와, 코팅의 두께를 측정하고 재료를 분석하는 XRF를 소개해 드립니다. 나노인덴터는 새로운 소재의 개발부터 품질까지 기계적인 물성을 획득하는데 매우 적합한 측정기로 최근 많은 관심을 받고 있으며, XRF는 품질 분야의 필수적인 분석기기로 FISCHER 제품군에서 가장 많은 사랑을 받고 있습니다. 학술대회 프로모션도 진행 예정으로 많은 관심 부탁드립니다. - 전시품목: 나노인덴터, XRF	

등록 및 회비 안내

■ 학술대회 등록 안내

구 분	사전등록	온라인/현장등록
종신/정회원 A	130,000원	150,000원
정회원 B	180,000원 (1년 연회비 면제)	200,000원 (1년 연회비 면제)
학생회원 (학부생 및 대학원생) A	60,000원	70,000원
학생회원 (전일제 석·박사과정) B	90,000원 (1년 연회비 면제)	100,000원 (1년 연회비 면제)
비회원	160,000원	180,000원
원로회원 (만 65세 이상)	면 제	

■ 2025년도 연회비 안내

회원구분	연 회 비
종신회원	500,000원 (1회)
정 회 원	50,000원
학생회원 (전일제 석·박사과정)	30,000원
학부생회원	면 제

- 계좌번호: 국민은행 361–25–0000–277(회비), 국민은행 676537–00–000555(학술대회 전용)
- 예금주: (사)한국화학공학회
- 학회 홈페이지(www.kiche.or.kr)에서 신용카드 전자 결제가 가능하며, 계좌 입금시 소속과 성명을 정확히 기재하여 주시기 바랍니다.

2026년도 봄 총회 및 학술대회 개최 안내

일시: 2026년 4월 22일(수)~24일(금)

장소: 제주국제컨벤션센터

2026년도 가을 총회 및 국제 학술대회 개최 안내

일시: 2026년 10월 6일(화)~8일(목)

장소: 부산 BEXCO

본 사업은 기획재정부의 복권기금 및 과학기술정보통신부의 과학기술진흥 기금으로 추진되어 사회적 가치 실현과 국가 과학기술 발전에 기여합니다.

Plenary Talk

President. Chang-Keun Yi/Korea Institute Of Energy Research

- Creating new growth engines from advanced energy technologies in the era of energy transformation

Prof. Yong Wang/Washington State Univ.

- Catalysis: Advancing affordable and clean energy

Prof. Jeffrey R. Long/Univ. of California, Berkeley

- Cooperative adsorption and gas separations in metal-organic frameworks

Symposiums

[에쓰-오일 과학문화재단] Symposium on Future CCU Technologies for Carbon-Neutral Growth in the Refining and Petrochemical Industry-심(에스)

[한화솔루션/한화토탈에너지스] 화학공정/산업에서의 AI 활용 심포지엄-심(한화)

[써모피셔사이언티픽코리아] 청정 및 산업 에너지 관련 분광 분석 솔루션 심포지엄-심(써모)

2025 신입 공학한림원 정회원 특별 심포지엄-심(한림)

[KAIST 양자소재연구센터] Post-InP 양자점 소재 및 디스플레이 기술 심포지엄-심(양자)

[KENTECH] 산업기술알키미스트: 탄소 중립을 위한 탄소 포집, 활용 및 저장(CCUS) 심포지엄-심(탄소)

[KIAT] 신진연구자 심포지엄-심(신진)

[KIER] KETEP 에너지 수요관리 핵심기술개발: 산업공정 열에너지 전기화 전환 심포지엄-심(전기)

[KIER 국가기후기술정책센터] 2025 국가 수소 중점연구실 기술교류 심포지엄-심(기후)

[KIER 국가기후기술정책센터] 전주기 CCU 기술개발 심포지엄-심(전주기)

[KIER/한국CCUS추진단] 차세대 CCU 기술고도화: 포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 합성원유 생산 기술-심(CCUS)

[KPETRO] 바이오연료의 탄소감축 효과 및 지속가능성 평가 심포지엄-심(석유)

[KRICT] KRICT 심포지엄 "글로벌TOP전략연구단 : 전기화 기반 이산화탄소 자원화(CCU) 기술"-심(CCU)

[KTR/KRICT] 폐플라스틱 화학적 재활용 기술 심포지엄-심(KTR)

[서강대 C1] C1 가스 리파이너리 밸류업 심포지엄-심(C1)

[플라즈마 폐유기물 기초원료화 사업단] 플라즈마를 활용한 폐플라스틱의 화학적 재활용 심포지엄-심(재활용)

2025 반도체특성화대학원지원(성균관대학교) 반도체 산학 교류회-심(성균)

심(에스)목-1

Heterogeneous hydrogenation of CO_2 to methanol catalyzed by dinuclear iridium complex under gas-solid phase conditions

Yuichiro Himeda*
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
(himead.y@aist.go.jp*)

Methanol synthesis by CO_2 hydrogenation using conventional Cu/ZnO-based catalysts generally operates above 200 ℃, which limits the theoretical yield. In recent years, significant progress has been made in homogeneous catalysis via typically indirect pathways. Despite these advances, such methods are unsuitable for industrial-scale production due to challenges in separation and purification.Herein, we present a novel strategy for methanol synthesis below 60 ℃ via CO_2 hydrogenation, catalyzed by multinuclear iridium complexes in a heterogeneous gas-solid phase system, without any additives or solvents. This study provides insights into overcoming the limitations of CO2 hydrogenation by focusing on catalyst design, particularly through the incorporation of diverse functionalities into the ligand.ReferencesAcc. Chem. Res., 2024, 57, 2816.JACS, 2021, 143, 1570.

심(에스)목-2

Unlocking Economically Feasible CO_2 to Methanol Synthesis via a Novel Reactive Capture and Conversion Strategy

이웅[1,2]*
[1]KIST; [2]Korea University
(ulee@kist.re.kr*)

We demonstrate an amine-assisted reactive capture and conversion (RCC) process that directly transforms CO_2 into methanol, bypassing energy-intensive regeneration. Using a graph neural network-based screening framework, we identify optimal amines for the target reaction, enabling a single-pass yield of 56%—over twice that of conventional methods. Techno-economic and life-cycle analyses show up to 10% lower production cost and 0.93 kg CO_2 /kg methanol abatement, nearing 70% of the theoretical limit. Catalyst-amine optimization, hydrogen supply scenarios, and regional assessments confirm the scalability and economic viability of RCC, establishing a practical carbon-negative pathway toward net-negative CO_2 emissions.

심(에스)목-3

딥러닝 표현자기반 촉매 매커니즘 분석 및 메탄올 생산을 위한 Ru-Macho 촉매 스크리닝

구근호*
한국에너지공과대
(ggu@kentech.ac.kr*)

A challenge in understanding catalysis lies in the complexity of catalytic systems. Density functional theory (DFT) calculations often rely on idealized models with simplified surfaces, whereas real-world catalysts feature diverse and intricate active sites. In this context, machine learning has emerged as a transformative tool in catalysis research, enabling efficient prediction of catalytic properties. By capturing complex, non-linear relationships between atomic structures and catalytic performance, machine learning models can predict behaviors across a wide range of catalysts without resorting to time-consuming DFT calculations. In this presentation, I introduce a generalized deep learning framework called Labeled Site, designed to predict adsorbate binding energies accurately. We apply this representation to elucidate the hydrogen evolution reaction mechanism on jagged platinum nanowires and to accelerate the screening of Ru-Macho catalysts for methanol production from CO2.

심(에스)목-4

바이오기반 수소를 활용한 이산화탄소 및 바이오매스 촉매 전환 기술

황영규*
한국화학연구원
(ykhwang@krict.re.kr*)

This presentation highlights biomass conversion and CO_2 hydrogenation using Zr-based MOFs with tailored metal-ligand coordination. Catalytic transfer hydrogenation of furfural showed metal-node coordination dominating catalytic activity over porosity. We introduce single-atom Ir catalysts immobilized in ZIFs via facile synthetic approaches, and a catalytic-electrochemical system for selective conversion and separation of biomass-derived aldoses into aldonic acids and alditols.

심(에스)목-5

액체연료 생산을 위한 전기화학적 이산화탄소 전환 기술

박기태*
건국대
(kpark@konkuk.ac.kr*)

The electrocatalytic reduction of CO_2 (CO_2 RR) is emerging as a viable route to low-carbon liquid fuels, offering a sustainable pathway to mitigate greenhouse gas emissions while enabling carbon-neutral energy carriers. CO_2 can be converted through two representative pathways: (i) direct CO_2 RR to liquid products, such as formic acid, methanol, and C_2 + alcohols, on tailored catalysts; and (ii) indirect routes coupling co-electrolysis to syngas with downstream thermocatalysis. Within the direct CO_2 RR category, two complementary approaches are highlighted. The first is a catholyte-free CO_2 RR strategy, in which humidified CO_2 gas is delivered directly to the cathode to form an in situ CO_2 -saturated thin water film, thereby enhancing gas-liquid-solid mass transfer and simplifying product separation. The second is a bio-enhanced electrocatalytic platform employing metal-enzyme hybrid cathodes, where bovine carbonic anhydrase is stably immobilized on carbon nanotubes and integrated into metal catalysts to accelerate CO_2 hydration and bicarbonate dehydration, ensuring a sustained local CO_2 supply at active sites. By mitigating mass transport limitations, these strategies establish an integrated design framework for scalable, selective, and energy-efficient production of high-value liquid fuels from CO_2 .

심(에스)목-6

Advancing electrochemical CO_2 conversion through ion-conducting polymers

고재현*
한국과학기술연구원
(jhkoh@kist.re.kr*)

We report a coordinated research effort focused on the design, synthesis, and application of ion-conducting polymers (ionomers) as versatile interfacial components for the electrochemical CO_2 reduction reaction (CO_2RR). CO_2RR converts CO_2 into valuable feedstock chemicals and fuels using renewable electricity. Achieving industrially relevant performance with high energy efficiency remains a central goal of this field, which has driven advances in catalyst, reactor, and electrolyte engineering. One of the key challenges is controlling the microenvironment near the surface of electrodes, which directly influences the catalytic activity and selectivity of CO_2RR. Ionomers, often employed as binders for catalysts, shape this microenvironment by controlling interfacial pH and the local concentration of water and CO_2. Herein, I will present our approach to investigate the role of ionomers through systematic modifications of structural moieties, including the polymer backbone, side chains, charge density, and ionic groups. Ionomers with distinct structures demonstrate different capabilities to modulate interfacial microenvironments, thus promoting desired reaction pathways while suppressing the competing hydrogen evolution reaction. These findings collectively reveal structure-property-performance relationships that relate molecular design to interfacial control for the

심(에스)목-7

직접공기포집을 위한 전기화된 온도-진공 스윙 흡착 소재 및 공정

고동연*
KAIST
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Direct air capture (DAC) has garnered significant attention as a pathway to achieving “net-zero” emissions. Unlike traditional carbon capture methods focused on point sources, DAC targets atmospheric CO2 at approximately 423 ppm, requiring sorbent systems with strong CO2 affinity. Sorbents designed to capture ultra-dilute CO2 present significant energy challenges for their regeneration, accounting for up to 72% of the process’s total energy consumption. Commercialized DAC systems, represented by Climeworks’ adsorption system with low temperature (< 120 ℃) regeneration and Carbon Engineering’s absorption system with high temperature (> 800 ℃) regeneration, both rely heavily on the use of thermal energy rather than electricity—roughly 80% of the DAC plant’s energy is supplied in the form of thermal energy. However, thermal energy is primarily derived from fossil fuels (except for geothermal steam used in Climeworks’ plants) and is difficult to replace with renewable energy. This reliance poses a potential risk in managing the life cycle CO2 emission for the newly built DAC systems. Herein, we propose a fully electric direct air capture system based on solid sorbents integrated with an inherent heating element for low-temperature regeneration (110 ℃). Amine-based solid sorbent-polymer composite is coated with an electrically conductive silver layer, allowing direct sorbent regeneration via Joule heating. This

심(에스)목-8

Machine learning assisted identification of CO_2 to methanol reaction mechanism

김경수*, 이웅, 유천재
한국과학기술연구원
(kyeongsu@kist.re.kr*)

Predicting methanol selectivity in CO_2 reactive capture and conversion is challenging due to the lack of key descriptors linking absorbent properties to reaction outcomes. Here, we computed free energies for each step of the CO_2 -to-methanol mechanism using various amine-based absorbents. An explainable AI model was then applied to identify which step’s energy most critically governs methanol selectivity. The identified descriptor enables mechanistic interpretation of selectivity trends across absorbents and provides a rational basis for designing improved materials for CO_2 capture and conversion to methanol.

심(에스)목-9

Development of technology for simultaneous capture and conversion of carbon dioxide into formic acid derivatives

윤성호[1,2*]
[1]화학과; [2]중앙대
(sunghoyoon@cau.ac.kr*)

This presentation aims to provide a concise yet intensive overview of a catalytic process technology developed over the past two decades for the conversion of captured carbon dioxide (CO_2) into value-added formate derivatives via hydrogenation. The talk will highlight key milestones in the development of both homogeneous and heterogeneous catalytic systems, spanning from laboratory-scale studies to pilot-scale demonstrations. Particular emphasis will be placed on the technical hurdles encountered at each stage—such as achieving sufficient catalytic activity and selectivity, overcoming scale-up limitations, addressing catalyst deactivation during long-term operation, and improving product separation efficiency. The specific strategies employed to overcome these challenges, including precise catalyst design, process condition optimization, system reconfiguration, and durability enhancements, will be discussed in detail. In addition, the presentation will conclude with a brief discussion on future directions for CO_2 conversion technologies, offering a personal perspective on the importance of sustainability, integration with renewable energy systems, and industrial applicability.

심(에스)목-10

용융금속 기반 자가 가열 CO2 전환 기술 개발

권성완, 박중현, 박종휘, 이은도, 김휘동*
한국생산기술연구원
(hdkim86@kitech.re.kr*)

This study proposes a novel concept for CO_2 auto-thermal reforming, where CO_2 is utilized as an oxidant to react with metals, generating exothermic heat while being converted into value-added products. This process was demonstrated in a Molten Metal Bubble Column Reactor utilizing Sn-based bimetallic alloys. Lab-scale experiments revealed distinct, composition-dependent reaction pathways. The Sn-Zn alloy selectively converted CO_2 to CO with high selectivity, whereas the Sn-Mg alloy facilitated a deeper reduction to solid carbon. Furthermore, the potential for industrial application was confirmed by successfully scaling up the highly reactive Sn-Mg system to a 100 ton-CO_2eq/year bench-scale reactor. This scaled-up system achieved conversion efficiencies exceeding 90% under industrially relevant conditions, confirming the potential for practical deployment.

심(한화)목-1

산업 현장에서의 인공지능 활용: 데이터에서 통찰로

김동욱*
한화솔루션
(dongwook.kim@hanwha.com*)

최근 석유화학 산업은 글로벌 차원의 에너지 및 원자재 공급 그리고 제품 수요가 급변하고 있어 고부가 제품의 개발과 생산성 향상을 동시에 만족시켜야 하는 복잡한 과제에 직면하고 있다. 본 발표에서는 당면한 과제에서 AI 기술이 석유화학 R&D 전 과정을 어떻게 혁신하고 있는지 실증 사례를 중심으로 소개한다. 기본적인 데이터 분석 차원에서 AI는 신규 물질/촉매의 개발에 인사이트를 제공하거나 상업 공장의 대규모 시계열 데이터 분석을 통하여 공정 최적화를 달성할 수 있다. 또한 최근 프론티어 생성형 AI 모델의 발전으로 R&D 차원에서 이를 활용하려는 시도도 다양하게 이루어지고 있다. 먼저, 기업 보안 관련 우려점을 해결한 통제 가능한 생성형 AI 플랫폼을 제공하여 석유화학 기업에서의 연구활동을 지원할 수 있다. 또한 양질의 연구데이터 확보를 위하여 생성형 AI를 통한 문헌 데이터를 수집하고 물성 예측 모델을 구축하여 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 최근 MCP와 같은 AI 프로토콜을 사용한 에이전트 기술로 온라인 상 물질 정보를 수집하여 인사이트를 제공할 수 있다. AI는 석유화학 R&D의 핵심 파트너로 자리매김하고 있으며 실증 사례를 통하여 그 효과를 입증하고 있다. 향후 강화학습, 멀티모달 AI, 실시간 센싱 기술 등으로 더 높은 수준의 R&D 통찰력을 기대할 수 있다.

심(한화)목-2

재생에너지 기반 수소 생산 공정의 지능형 운영과 통합 최적화

이종민*, 박영석, 최원혁, 이호성, 장남진[1], 최고봉[1], 이동우[1]
서울대; [1]한화솔루션 케미칼 부문
(jongmin@snu.ac.kr*)

본 발표에서는 재생에너지 기반 수소 생산 공정의 지능형 에너지 관리와 통합 최적화 방안을 제안한다. 태양광 연계 수전해조 시스템을 대상으로, AI-강화학습 기반 에너지관리시스템(EMS)과 모델 예측 제어(MPC)를 실시간 기상 예보, 발전량 데이터에 통합하는 프레임워크를 개발하였다. 환경 변화에 따라 시스템이 스스로 적응하며, 온·오프 사이클과 공정 열화를 최소화하고 수소 생산량과 경제성을 극대화하는 운전 전략을 도출하였다. 다양한 장·단기 기상 예보, 출력 제한 데이터 및 지역별 기후 특성을 반영하여, 실험 데이터 기반 디지털 트윈과 도메인 랜덤화 학습을 통해 실제 환경 변화에도 안정적으로 대응할 수 있는 보편화된 운전 알고리즘을 개발했다. 본 연구 결과는 재생에너지 변동성과 불확실성 속에서도 안전성과 경제성을 동시에 강화한 지능형 EMS의 현장 적용 가능성을 제시한다.

심(한화)목-3

원자 수준 시뮬레이션과 인공지능을 활용한 신규 촉매 설계

백서인*
고려대
(seoin0226@gmail.com*)

신재생 에너지 기반 사회를 구현하기 위해서는 효율적이고 경제적인 촉매 개발이 필수적이다. 밀도 범함수 이론(DFT)과 같은 전산 모사 기법이 촉매 스크리닝을 가속하며 큰 기여를 했지만, 여전히 근본적인 한계를 내포하고 있다. 예를 들어, 막대한 계산 비용은 탐색 가능한 화학적 공간을 제한하며, 단일 흡착에너지를 핵심 서술자(descriptor)로 사용하는 기존 방식은 실제 촉매 활성을 정확히 예측하는 데 어려움이 있다.인공지능(AI)의 발전은 이러한 한계를 극복하고 촉매 개발을 더욱 가속할 새로운 방법론을 제시한다. 본 발표에서는 전산 모사 기법과 인공지능을 결합한 통합적 접근법을 소개하고, 이 방법론을 통해 성공적으로 설계된 신규 촉매의 구체적인 사례를 제시하고자 한다. 또한, 거대 언어 모델(LLM)을 활용한 촉매 구조 생성형 AI를 소개하며, 이를 활용한 신규 촉매 설계 결과를 소개한다. 마지막으로 전산 모사와 AI기반 촉매 연구의 방향성에 대해 토의한다.

심(한화)목-4

초경질원유 정제공정의 실시간 수율 예측을 통한 운전 효율화

김영진*, 안나현[1], 윤승관[1], 백재호[1], 이재원[2]
한화토탈에너지스; [1]한국생산기술연구원; [2]한양대 에리카
(yj.kim22@htpchem.com*)

CFU(Condensate Fractionation Unit)는 condensate를 분리하여 후단 공정의 원료를 제공하며, naphtha cracker와 더불어 공장 전체에서 가장 중요한 설비이다. CFU의 feed는 다양한 산지의 원료를 사용하고, 원료 탱크의 기존 유분과 섞여 완전히 새로운 유종이 되므로 물성이 일정하지 않으며 조성 파악이 어렵다는 특징이 있다. 본 연구에서는 CFU에 투입되기 직전의 feed를 실시간 NIR 분석 장치를 이용하여 실제 투입되는 feed의 정보를 활용해 TBP (True Boiling Point)를 예측하고 CFU의 제품별 수율을 계산하였다. 기존 원료 검토 시 사용되는 TBP assay 내의 D86, DHA (Detailed Hydrocarbon Analysis)의 조성 정보, TBP 데이터를 사용하여 TBP 예측모델을 개발하고, 실제 공장에 투입되는 원료를 채취해 분석을 통해 검증하여 절대 오차 1.24%, R2 0.995 이상의 높은 정확도를 얻을 수 있었다. 당사에서는 해당 모델을 활용하여 원료의 변화를 사전에 감지하는 것으로 운전의 편의성을 높일 예정이다.

심(한화)목-5

해석 가능한 머신러닝 기법을 활용한 불균일계 촉매 설계

윤용주*
포항공과대
(yjyun@postech.ac.kr*)

Interpretable machine learning (ML) provides a promising strategy for accelerating catalyst discovery by identifying key factors that govern performance. We applied decision tree (DT) regression to a laboratory-scale dataset for oxidative dehydrogenation of propane with CO_2 (ODPC). In contrast to methods focusing on a single target variable, the DT models jointly optimized C_3H_8 conversion, CO_2 conversion, and C_3H_6 yield. The models identified critical descriptors, including active metals, loadings, and support types, and translated them into explicit design rules. Guided by these criteria, multicomponent catalysts with synergistic effects were developed, showing performance superior to database catalysts. The results demonstrate the potential of interpretable ML as both a predictive tool and a generative framework for rational catalyst design.

심(한화)목-6

화공 재료 개발 위한 AI 적용: 아민 흡수제와 촉매 개발

김정환*
연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

공정에 적합한 재료 개발은 효율 증진, 환경 영향 개선 등에 필수적이다. 그러나, 설계 시 다양한 변수들에 따른 복잡성과 반복 실험 기반의 방법론은 상당한 비용과 시간을 소모한다. 본 연구에서는 AI 모델을 통해 조성비과 조건에 따른 물성 예측 모델을 개발해 이를 해결하고자 하였다. 고효율 CCUS를 위해 단일 아민 흡수제 ANN 훈련 후 이를 통해 혼합 아민 흡수제 Domain informed 모델을 개발했다. 평가 결과 MDEA/AMP 3:1 혼합제가 동일 CO2 흡수 위해 MEA 30 wt% 대비 31.5% 낮은 에너지를 소모하였다. 또한, DRM 반응 온도별 최적 촉매 조성을 위한 AI 모델을 개발하였다. 변수 영향도 분석법인 PDP와 SHAP로 변수 목록 선정 후 600℃ ~ 800℃ 조성 별 CH4 전환 성능을 예측해 최적 조성을 제시하였다. 본 연구에서 제안한 AI 기반 모델을 적용 시 재료 개발의 효율성 증진과 비용 및 시간 소요를 절감할 수 있으리라 생각된다.

심(써모)목-1

청정 에너지, 환경 및 산업용 가스 분야에서 측정표준의 역할

허건*
한국표준과학연구원
(keonho@kriss.re.kr*)

본 강의에서는 국가 측정표준 체계를 소개하고, 한국표준과학연구원(KRISS)에서 청정에너지·환경·산업용 가스 분야에 활용하고 있는 분광 분석 기반 측정기술을 설명한다. 우선 전 세계적으로 구축된 측정표준 체계와 KRISS의 역할을 살펴본다. 이어 화학 분야에서 국제단위계(SI)로부터 소급된 측정표준을 공공 및 산업에 보급하기 위해 사용되는 인증표준물질(CRM)의 개발·인증 과정, 그리고 CRM의 인증값과 불확도 개념을 다룬다. 청정에너지 전환에 대응하기 위해 KRISS에서 수행 중인 수소 및 암모니아 분석 기술을 소개하고, 또한 탄소중립 및 대기 감시 수요 증가에 대응하기 위해 구축된 온실가스(CO_2 , CH_4 , N_2O) CRM 대량생산 설비(KRISS scale)와 CRM의 제조 및 인증 방법을 설명한다. 마지막으로, 산업 특히 반도체 분야에서 활용되는 분광분석기의 역할을 살펴본다. 특히 반도체 공정 가스 품질 인증에 있어 FTIR과 CRDS가 수행하는 역할을 중점적으로 다룬다.

심(써모)목-2

Fourier 전환 적외선 분광법을 활용한 메탄 산화용 팔라듐 나노클러스터 촉매 연구

정호진[1*], 류승희[1,2], 최준환[1]
[1]한국재료연구원; [2]국립부경대
(hjeong@kims.re.kr*)

Precise control of Pd catalyst structures is essential for efficient CH_4 oxidation, yet challenging due to suboptimal surface structures and particle instability. We propose two strategies: (1) Pd oxide nanoclusters on SSZ-13, formed via atomic ion and sequential steam-CO-O_2 treatment, which firm anchoring on extra-framework Al_{penta} sites; (2) PdO_x on ceria, engineered by dynamic redox pulse to create partially reduced $Pd^{\delta+}$ ($0 < \delta < 2$) species stabilized by enriched oxygen vacancies. Strong interactions enhance catalyst stability and activity under wet and harsh conditions. Both catalysts exhibit high CH_4 conversion in bench-scale monolithic reactors, demonstrating practical potential for industrial methane abatement. This study highlights the importance of support-induced stabilization and surface structure engineering in developing robust, high-performance Pd-based catalysts for complete methane oxidation.

심(써모)목-3

암모니아 연료전지를 위한 분해 및 촉매 연소

이상호*
한국기계연구원
(sangho86@kimm.re.kr*)

재생에너지로 생산된 그린 암모니아는 무탄소 연료로서 탄소 배출 저감에 기여할 수 있다. 암모니아는 상온에서 쉽게 액화되어 에너지 저장 밀도가 높고 수송이 용이하다. 연료전지는 전기화학 반응을 통해 암모니아를 전기로 전환함으로써 암모니아의 연소특성을 극복하고 NOx 배출을 저감할 수 있다. 고분자전해질 연료전지에 암모니아를 공급하기 위해서는 이를 수소로 분해하고 잔류 암모니아를 제거해야 한다. 고체산화물 연료전지는 암모니아를 직접 사용할 수 있는 것으로 알려져 있으나, 질화 반응을 방지하기 위해 분해 과정이 필요하다. 또한, 연료전지와 분해 반응기의 시동 과정에서는 열을 공급하기 위해 암모니아 연소가 요구된다. 본 연구에서는 연료전지 공급을 위한 암모니아 분해 반응기와 촉매 연소기를 개발하고, 연료전지 작동 조건에 따른 분해 반응기의 암모니아 전환율과 촉매 연소기의 배출 특성을 분석하였다.

심(써모)목-4

질소산화물 저감용 NH_3-SCR 촉매의 내황성 증진 및 운영 온도 확장을 위한 육방정 질화붕소

이명진, 김홍대, 정보라*
한국생산기술연구원
(bora1106@kitech.re.kr*)

The development and commercialization of efficient NH_3-SCR catalysts with a broad operational temperature range are crucial for mitigating NOx emissions from stationary sources; however, these remain a significant challenge. This study describes a strategy to extend the operational temperature window of commercially viable V-based catalysts through nanoscale heterostructure formation by h-BN incorporation, which promotes the formation of V^{4+} and W^{4+} species, enhancing the low-temperature catalytic activity of the system. Additionally, in-situ DRIFT results reveal that the presence of h-BN suppresses the formation of sulfate on the surface. Furthermore, monolithic catalysts show excellent catalytic performance along with excellent resistance to poisoning, including exposure to SO_2 and H_2O, thereby exhibiting high potential practical applicability in industrial NOx abatement.

심(한림)목-1

폐배터리 리튬회수기술 및 전주기 평가

이성준*
SK이노베이션
(lsjym@sk.com*)

기후위기 대응을 위한 글로벌 에너지의 전기화 추세에 따라, 전기차 확산 및 신재생에너지 저장 수요가 급증하면서, 배터리의 주요 금속 소재인 리튬 수요가 빠르게 증가하고 있다. 하지만 한정된 매장량으로 인해 리튬은 반드시 재활용이 필요한 전략금속이다. SK이노베이션에서는 기존 습식 금속 추출법의 한계를 극복한 유동층 수소환원 기반 리튬회수기술을 개발하였으며, 이는 경제성과 대량 생산 측면에서 매우 효율적인 기술로 평가되었다. 또한 전주기 평가 결과, CO2, 물 사용량, 유해사스 최소화 등의 환경적 성과도 입증되어 향후 리튬 재잔원화 핵심 기술로 기대된다.

심(한림)목-2

반응레버룰, 압력핀치, 종자수화물 그리고 이산화탄소 전환 및 수소생산

이재우*
한국과학기술원
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

The term "process intensification" was introduced in the late 20th century, following the operation of Eastman's methyl acetate production system in an integrated reactive distillation column. This reactive distillation column replaced 11 units of reactors and separation columns, resulting in a significant reduction in capital and operational costs. To understand the interaction between reaction and separation, the reactive lever rule was proposed, incorporating concepts such as pseudo-feed, decomposition of the stoichiometric vector, and cascade reaction difference points. This concept of process intensification has been extended to systems such as gas hydrate formation and chemical looping processes for CO_2 utilization and H_2 production. This talk will provide a chronological overview of how process intensification can be applied toward achieving carbon neutrality.

심(한림)목-3

혁신적인 접착성 바이오소재 기반 바이오메디컬 응용

차형준*
POSTECH
(hjcha@postech.ac.kr*)

Marine mussel adhesion is known to be mediated by adhesive proteins and has great potential as biologically friendly adhesive biomaterials due to their biocompatibility and biodegradability. In addition, adhesive proteins possess a strong adhesion ability, even on wet and underwater surfaces, due to their unique amino acid arrangements and composition. However, research using the natural amino acid composition has been limited due to extreme difficulties in obtaining sufficient quantities of adhesive proteins for practical applications. Previously, we successfully produced a redesigned mussel adhesive protein using a bacterial expression system, and this bioengineered adhesive protein showed significant adhesion ability and biocompatibility. In this talk, I will present my research team's efforts in developing and evaluating an adhesive protein as an innovative biomaterial for diverse tissue engineering applications, particularly in tissue regeneration.

심(한림)목-4

Large Scale Clean Facility Project Management

노균*
삼성바이오로직스
(kun.lo@samsung.com*)

2024년 기준 글로벌 CDMO 시장 규모는 2,258억 달러로 추정되며, 2030년까지 연평균 성장률 9.6%를 기록하여 4,710억 달러에 이를 것으로 예상된다. 이에 따라 각 국가별 주요 CDMO 기업은 COVID-19 팬데믹 이후 신규 공장 건설과 노후 시설의 개조 및 확장, 대규모 인수를 진행하고 있다. 대표적으로 삼성바이오로직스는 2012년 7월 1공장 완공을 시작으로 최단 시간 내 세계 최대 생산능력(총 784kL)을 확보하였으며, 2032년 완공 예정인 제2바이오캠퍼스 증설을 통해 540kL 생산능력을 추가하면 총 1,324kL 생산능력을 갖추게 된다. 일본 후지필름 다이오신스는 2019년에 미국 바이오젠社 소유 덴마크 공장을 인수 후, 2020년과 2022년 추가 투자를 통해 총 400kL 바이오리엑터를 확보할 예정이며, 또한 미국 노스캐롤라이나에도 2028년까지 최대 320kL 생산능력을 구축할 전망이다. 이처럼, 시장확대에 따른 CDMO Plant 규모가 증가하고 투자비도 1.5~2조원에 달하면서 Project management가 매우 중요해지고 있다. 본문에서는 특히 바이오의약품을 생산하는 클린룸 시설의 특징을 서술하고, 이를 통해 프로젝트 중점 관리 사항을 파악하여 향후 효과적인 클린룸 운영방안을 제시한다.

심(한림)목-5

고성능 차세대 유연 태양전지 기술

고민재*
한양대
(mjko@hanyang.ac.kr*)

Halide perovskites have emerged as a promising light absorbing materials for next-generation solar cells. A distinct advantage of perovskite is their ability to be easily deposited on any substrate at desired nanoscale thicknesses using a layer-by-layer method at room temperature. Such a facile and low-temperature process facilitates the fabrication of devices even on lightweight and flexible polymer-based substrates. To realize flexible solar cells on plastic substrates, all procedures must employ a low-temperature process, below 150℃, compatible with polymer substrates. However, n-type metal oxides traditionally used for electron transport layer (ETL) necessitate high-temperature thermal annealing to enhance crystallinity and interparticle connectivity. In this study, we propose low temperature sintering processed ETL preparation for high-performance flexible solar cells.

심(한림)목-6

재미있는 다국적기업 생활

김영률*
아젤리스코리아
(youngyull.kim@azelis.com*)

자연과학을 전공한 유기화학자로 일종의 정형화된 표준과정으로 화학연구원에서 연구자의 길에 입문하여 일하던 중 유치과학자로 독일에서 귀국하신 궁리환 박사님의 영화 같은 인생역정과 그동안 지녔던 미국에 편향된 세계관에 유럽이라는 신세계를 도입해주신 insight 덕분에 필연으로 여겼던 연구이외의 분야 그리고 생각보다 훨씬 넓은 세상을 볼 수 있는 깨달음을 얻었고, 그 이후 많은 지인들의 염려와 성원을 동시에 업고 거의 180도 방향을 틀어 Henkel에 입사하여 commercial한 분야의 가장기본인 sales에 입문한후 몸담았던 각 회사들의 도움으로 한국과 해외에서 새로운 많은 것을 경험하고 배울 수 있는 혜택을 누렸고, 덕분에 한사람의 시험실 연구원에서 다국적 기업인 Henkel에서 Director, Cognis에서 VP, 그리고 BASF에서 SVP로 문화적인 차이가 뚜렷하고 복잡하고 거대한 다국적 조직을 이끄는 리더십을 배우는 행운을 얻기도 했습니다. 이러한 일련의 도전과 진화과정을 소개해드리고, 그 당시의 R&R(roles & responsibility)에 따른 제 나름의 경험과 지식을 화공학회 회원분들, 특히 앞으로의 진로를 계획하고 새로운 도전을 생각하는 회원분들께 미천하나마 도움이 될까 싶어 공유 드리고 자 합니다.

심(신진)목-1

탄소중립 화학 공정을 위한 고효율 촉매 및 저에너지 줄 발열 반응기 개발

김선규*
국립부경대
(sunkyuk@pknu.ac.kr*)

화학 산업은 전 세계 탄소 배출량의 약 25%를 차지하며, 이로 인한 막대한 이산화탄소(CO_2) 방출은 심각한 기후변화 및 환경오염을 일으킨다. 이에 따라 CO_2를 저에너지, 고효율로 고부가가치 화학물질 및 연료로 전환하는 기술 개발이 시급하다. 화학 공정에서 높은 성능과 낮은 에너지 소비를 동시에 달성하려면, 혁신적인 촉매 개발과 고도화된 반응기 설계가 병행되어야 한다. 특히, 에너지 소비가 큰 화학 공정에서 전기화(Electrification)와 공정 집적화 기술을 활용한 혁신적인 접근을 통해 탈탄소화를 실현할 수 있다. 본 발표에서는 줄 발열(Joule heating)을 기반으로 한 CO_2 전환의 고효율 전략을 소개하고자 한다.

심(신진)목-2

그린수소 생산을 위한 수전해용 분리막 개발

이재훈*, 서종수[1], 최영우[1], 강경수[1]
인천대; [1]한국에너지기술연구원
(jaehun.lee@inu.ac.kr*)

Hydrogen is classified into gray, blue, and green hydrogen. Green hydrogen, produced via water electrolysis without carbon emissions, is key to carbon neutrality. This presentation focuses on next-generation membranes for low-temperature water electrolysis systems that enable green hydrogen production using renewable energy. The main types of electrolysis—alkaline (ALK), proton exchange membrane (PEM), and anion exchange membrane (AEM)—use different membrane technologies. ALK electrolysis employs porous diaphragms made of polymers and nanoparticles, while PEM and AEM systems use dense ion exchange membranes. These membranes critically influence the safety and efficiency of the systems. The presentation will cover the essential characteristics and development trends of membranes for each method, emphasizing recent advances in AEM water electrolysis technology developed by the Korea Institute of Energy Research.

심(신진)목-3

적외선 광학센서를 활용한 산업공정 자율화 동향과 차세대 양자점 적외선 광부품 기술 소개

백세웅*
고려대
(sewoongbaek@korea.ac.kr*)

4차 산업혁명 시대 초연결 사회의 핵심은 사물이 스스로 정보를 수집하는 센서와 이를 분석·활용하는 인공지능(AI)이다. 산업 현장에서는 로보틱스와 무인 기기를 통한 자율화·자동화 및 모니터링이 대표적이며, 이를 위해 센서와 AI의 융합이 필수적이다. 이에 따라 적외선(IR) 대역을 활용한 광학 센서 수요가 급증하고 있다. 적외선은 파장에 따라 거리, 화학 분자, 열 등을 감지할 수 있으나 기존 소재는 한정적이고 센서는 고가임에도 효율이 낮다. 이를 극복하기 위해 차세대 소재로 콜로이달 양자점이 주목받고 있다. 양자점은 양자구속 효과로 다양한 파장 조율과 적외선 흡수 확장이 가능하며, 가격 경쟁력도 뛰어나 대규모 센서 수요가 필요한 산업에 적합하다. 본 발표에서는 적외선 양자점을 활용한 광학 부품의 연구 동향을 소개하고, 자율주행·장거리 3D 스캐닝에 중요한 1550 nm 대역 양자점 소재가 기존 InGaAs 대비 갖는 우수성을 설명한다. 아울러 개발 마일스톤과 향후 응용 가능성도 논의할 예정이다.

심(신진)목-4

탈탄소화를 위한 공정시스템공학 연구

허성민*
한국과학기술원
(smheo@kaist.ac.kr*)

Decarbonization is a central theme in many research fields, and process systems engineering plays an important role by addressing its technical, economic, and environmental challenges. In this talk, we provide a research overview of our laboratory SPEL (smart process engineering laboratory), spanning various research topics which can be broadly classified into three categories. First category is data-driven and hybrid modeling of novel technologies. Examples include lithium-ion battery systems, membrane systems, and computer vision-based soft sensors. Second category is design and optimization of sustainable systems, addressing sustainability problems of various scales ranging from microgrid operation to national supply chain optimization. Third category is developing efficient algorithms for distributed systems with a specific focus on the robust distributed control.

심(신진)목-5

리튬이온이차전지 층상계 양극소재 도핑 연구

조창신*
포항공과대
(jochangshin@postech.ac.kr*)

리튬이온 이차전지 층상계 양극 소재 ($LiNi_xCo_yMn_zO_2$, NCM)는 높은 가역용량과 넓은 반응 전압으로 고에너지밀도 전지의 양극 소재로 활발히 사용되고 있다. 그러나 지속적인 수요 증가는 소재 가격을 급격히 상승시키며 이에 가격이 비싼 코발트를 제외하려는 Co-free 층상계 산화물 합성 연구가 최근 활발히 보고되고 있다. 본 발표에서는 코발트가 없는 층상계 산화물의 성능 향상을 위한, 공침 도핑 합성공정에 대해 소개하고자 한다. 일반적으로 도핑이 어렵다고 알려진 산화수가 높은 전이금속의 분산 효율성 확보를 위해 계면활성제를 공침 과정 중에 투입하였으며 리튬염과의 혼합 열처리를 통해 성공적으로 도핑이 된 양극 소재를 합성하였다. 본 발표에서는 이를 입증할 다양한 분석 및 이차전지 충방전 결과를 소개하여 효율적인 도핑 전략의 중요성을 강조하고자 한다.

심(CCUS)목-1

e-Fuel 합성원유 생산을 위한 피셔-트롭쉬 합성기술

천동현[1,2*], 윤민혜[1], 임근배[1], 김광영[1], 김영은[1]
[1]한국에너지기술연구원; [2]과학기술연합대학원대
(cdhsl@kier.re.kr*)

최근 선박, 항공, 석유화학 등 탈탄소가 어려운 산업분야(Hard-to-Abate Sector)의 탄소감축 수단으로, 신재생전기와 연계하여 CO_2로부터 액체연료를 생산할 수 있는 e-Fuel에 대한 관심이 전 세계적으로 증대되고 있다. 피셔-트롭쉬 합성반응(Fischer-Tropsch Synthesis)은 합성가스($CO + H_2$)로부터 탄화수소를 생성시키는 반응으로, 합성가스 공급원만 확보되면 안정적 탄화수소 제품생산이 가능한 검증된 기술이다. 따라서 피셔-트롭쉬 합성기술은 역수성-가스 전환반응(Reverse Water-Gas Shift), 전기화학적 CO_2 환원(Electrochemical CO_2 Reduction) 등의 합성가스 생산기술과 연계하여 안정적으로 e-Fuel 합성원유를 생산할 수 있는 기술로 최근 크게 주목받고 있다. 본 발표에서는 피셔-트롭쉬 방식을 통한 e-Fuel 합성원유 생산기술의 전세계적 개발 및 실증 동향과 더불어, 한국에너지기술연구원에서 e-Fuel 합성원유 생산을 위해 개발 중인 피셔-트롭쉬 합성기술에 대해서 소개하고자 한다.

심(CCUS)목-2

합성가스 생산을 위한 역수성가스전환(RGWS) 촉매반응 기술

구기영*, 정운호, 박용하
한국에너지기술연구원
(kykoo@kier.re.kr*)

일산화탄소와 수소로 구성된 합성가스는 피셔-트롭쉬(Fischer-Tropsch, F-T) 합성과 메탄올 생산 등 다양한 화학물질 합성을 위한 핵심 기초 원료로 활용된다. 합성가스는 주로 천연가스 개질반응과 이산화탄소의 수소화 반응인 역수성가스전환(Reverse Water-Gas Shift, RWGS) 반응을 통해 생산할 수 있으며, 최근에는 CO_2 활용에 대한 관심이 증가함에 따라 RWGS 반응이 유망한 대안으로 주목받고 있다. RWGS 반응은 고온에서 열역학적으로 유리한 흡열반응으로, 일반적으로 800 °C 이상의 운전 온도가 요구된다. 그러나 이러한 고온 조건에서는 촉매 입자의 소결에 의한 비활성화가 발생하는 한계가 존재한다. 이로 인해 500 °C 이하의 저온에서 CO_2의 전환율을 높이기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 본 발표에서는 지속가능한 항공연료인 e-SAF 합성을 위한 F-T 공정의 반응 원료로서 합성가스를 생산하기 위해, RWGS 촉매반응 기술의 최신 개발 동향과 연구 성과를 소개하고자 한다.

심(CCUS)목-3

합성원유 고부가화를 위한 후처리 기술개발 현황

박선영[1,2*], 박대성[1], 강기혁[1], 서필원[1]
[1]한국화학연구원; [2]과학기술연합대학원대
(spark517@krict.re.kr*)

이산화탄소 포집 및 수전해 수소를 활용한 CCU 기반 합성연료 생산 기술이 탄소중립 실현을 위한 핵심 대안으로 주목받고 있다. 본 발표에서는 FT(Fischer-Tropsch) 공정 등을 통해 생산된 합성원유(e-crude)를 고부가가치 연료로 전환하기 위한 후처리 기술의 개발 동향을 공유하려 한다. 특히 수소첨가 분해(hydrocracking), 이성질화(isomerization) 등 핵심 공정들의 기술적 진보와 이를 가능하게 하는 촉매 설계 전략을 중심으로 정리하였다. 디젤 및 항공유 등의 고부가 연료 생산을 위한 선택성 제어, 반응 조건 최적화, 지지체 구조 조절 등의 요소기술과 기존 공정과의 융합 가능성 및 기술 확장성에 대해서도 검토하고자 한다. 아울러 실증 기반의 공정 통합 사례와 향후 기술개발 방향도 제안함으로써, CCU 연계 합성연료 후처리 기술의 상용화를 위한 기반 마련에 기여하고자 한다. 본 연구는 과학기술정보통신부의 지원을 받아 한국연구재단의 차세대 CCU 기술 고도화 사업으로 수행되었다(RS-2025-02219162).

심(CCUS)목-4

FT 공정 후단가스 고부가화를 위한 촉매반응기술

주지봉*
건국대
(jbjoo@konkuk.ac.kr*)

탄소중립을 달성을 목표로 포집 이산화탄소와 그린수소를 활용한 화학연료 및 지속가능한 항공유생산을 위한 피셔-트롭쉬(FT) 합성공정이 다시금 주목을 받고 있다. 피셔-트롭쉬 합성공정의 후단가스는 미전환 이산화탄소, 일산화탄소 메탄 및 탄소수가 적은 경탄화수소를 포함하고 있다. 공정의 전체적인 경제성 확보와 이산화탄소 활용율을 높이기 위해서는 이러한 FT 공정 후단가스를 고부가가치화 하여 재순환시켜 활용하는 것이 필요하다. 본 발표에서는 FT 공정 후단가스의 고부가치화 및 전환을 위하여 촉매 및 반응기술 개발 업무에 대하여 소개하고자 한다. 특히 경탄화수소의 C1 가스로의 전환, 이산화탄소 전환 및 메탄생성 최소화를 위한 촉매반응 및 후보촉매에 대해서 논의하고, 전체공정의 효율 향상을 위한 전략을 소개하고자 한다.

심(CCUS)목-5

공정 자동화 및 효율화 기술

성수환*, 김지윤, 이류하, 이동건, 김희주
경북대
(suwhansung@knu.ac.kr*)

공정 자동화 기술은 공정을 안정적으로 제어하고 운전하여 제품의 품질과 수율을 개선하는데 크게 기여할 수 있다. 또한, 공정을 최적 운전 조건에서 운전함으로써 유틸리티나 에너지를 절감시킬 수 있고 사람이 감당하지 못하는 부분을 자동화함으로써 다양한 산업 공정에서 필요로 하는 중요한 기술이다. 본 발표에서는 다양한 공정들에 적용된 공정 자동화 기술들을 소개하고 각 공정에서 어떤 효과들을 거두었는지 소개하고자 한다. 특히, 자동화 관련 소프트웨어와 하드웨어, 제어로직, 공정 데이터 처리-저장-관리, 산업용 통신 방식과 통신 프로토콜, PLC 구성과 응용, HMI 등과 관련된 실공정 적용 사례를 발표하고자 한다.

심(CCUS)목-6

합성원유 내 올레핀 업그레이드 기술개발 현황

정영민*
국립군산대
(ymchung@kunsan.ac.kr*)

최근 들어, 지속가능형 연료(Sustainable Fuel)의 개발 및 생산에 대한 사회적 요구 및 시급성이 높아짐에 따라, 다양한 재생 원료로부터 얻어질 수 있는 경량 올레핀을 원하는 길이나 구조를 지닌 탄화수소로 전환하기 위한 올리고머화 반응에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 구두 발표에서는 올레핀 올리고머화 반응이 적용되는 지속가능형 연료 생산공정 연구 동향에 대해 다룰 예정이며, 이후, 합성가스로부터 Fischer-Tropsch 반응을 통해 생산될 수 있는 합성원유 내 올레핀 성분들의 업그레이드 기술에 대해 논의할 예정이다. 구체적으로는, 나프타 레인지 올레핀의 올리고머화 반응에 있어서, 촉매의 기공 특성 및 산 특성이 올리고머화 반응 성능에 미치는 영향을 논할 예정이며, 에틸렌으로 대표되는 경량 올레핀의 올리고머화 반응과 비교 분석을 진행할 예정이다.

심(CCUS)목-7

국내외 CCU 기술 인증 및 사업화 현황

김대희*, 한아름
사단법인 한국씨씨유에스추진단
(dhkim@kccus.kr*)

이산화탄소(CO_2) 배출 저감은 전 지구적 기후위기 대응에서 핵심 과제로, 포집·활용기술은 온실가스 감축과 자원순환을 동시에 달성할 수 있는 유망 대안으로 주목받고 있다. 본 연구에서는 국내외 CCU 기술 동향과 상용화 단계별 핵심 기술 요소를 정리하고, 실증·사업화 과정에서의 기술 인증 체계 필요성을 제시한다. 기술 인증은 단순한 성능 검증을 넘어, 국제 표준화 및 탄소저감량 신뢰성 확보를 위한 필수 절차이다. 이에 본 연구에서는 ISO 및 국가 인증제도의 비교 분석을 통해, 국내 CCU 기술에 적용 가능한 인증 프레임워크를 제안한다. 제안된 프레임워크는 파일럿 실증 단계의 기술성 검증, 사업화 단계의 환경성·경제성 평가, 국제 표준 부합성 검토의 세 가지로 구성된다. 이를 통해 CCU 제품이 국내외 시장에 원활히 진입하고, 탄소배출권 거래 및 녹색금융 지원을 받기 위한 제도적 기반을 마련할 수 있다.

심(전주기)목-1

국가기후기술정책센터의 기술 정책 수립 및 R&D 기획 현황

이정인*
한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터
(jilee@kier.re.kr*)

The National Climate Technology Center (NCTC) at the Korea Institute of Energy Research (KIER) was officially designated as the dedicated national institution for climate technology policy in 2022, in accordance with Article 15 of the Act on Promotion of Technology Development for Coping with Climate Change (Law No. 18072, enacted in 2021). NCTC serves as a national think tank for developing R&D base for climate action, leading science and technology policy and strategy development, R&D planning, and collaboration with expert communities.We develop climate policies grounded in science and technology, and sets the direction for technology development needed to address challenges in climate change. And we ensure that technology policies take root in the field, providing full-cycle support from planning to demonstration. Also, NCTC promotes the utilization of developed technologies and fosters collaboration by disseminating outcomes and sharing information. As a result, we connect R&D for climate technology and national strategy and policy establishment.

심(전주기)목-2

포집 이산화탄소와 수전해 수소로부터 고에너지밀도 (40 MJ/kg) 고상 합성원유 생산을 위한 CCU통합공정 개발

윤민혜*, 천동현, 임근배, 김광영, 김영은, 구기영, 정운호, 박용하
한국에너지기술연구원
(mhyoun@kier.re.kr*)

The increasing urgency of climate change mitigation demands innovative technologies that can significantly reduce CO_2 emissions while enabling sustainable energy production. Carbon capture and utilization (CCU) offers a promising pathway by converting captured CO_2 into value-added fuels. This study aims to develop an integrated CCU process that produces high-energy-density (≥40 MJ/kg) solid syncrude from captured CO_2 and electrolytic hydrogen. The process integrates CO_2 capture, catalytic CO_2 conversion to synthesis gas, and Fischer–Tropsch synthesis to yield a transportable and storage-stable solid fuel. This approach addresses both carbon neutrality and energy security, offering scalable solutions for decarbonizing heavy transportation and industrial sectors.

심(전주기)목-3

제철 부생가스 CO2 전환을 통한 고에너지밀도 액상연료 생산 실증기술 개발

신혜선*
포항산업과학연구원
(hyesunshin@rist.re.kr*)

국내 산업부문 중 철강분야는 온실가스 배출량의 약 39% 수준을 차지하고 있어 대표적인 탄소 다배출 산업이다. 철강 부생가스에는 주로 CO2, H2, CH4, CO 외 탄화수소 등이 포함되어 있으며, 고로 공정에서 배출되는 BFG(Blast Furnace Gas)에는 약 20%의 CO2를 포함한 CO 및 N2가 주성분으로 구성되어있다. 이러한 산업 부생가스를 고부가 화학원료화 할 수 있는 기술개발을 통해 국가적 현안인 온실가스 저감 및 경제적 부가가치 창출에 기여 가능하다. 본 연구에서는 부생가스 BFG 내 CO2를 회수하고, CO2 전환을 통한 메탄올 합성을 경유하여 올레핀 합성 및 올레핀 중합과 수소화 반응을 거쳐 최종적으로 항공유 범위의 액상 탄화수소를 합성하기 위한 각 단위공정기술 개발 및 파일럿급 실증기술 개발을 수행하고 있으며, 개발전략과 연구 수행내용에 대해 소개하고자 한다.

심(전주기)목-4

CO2 다배출원 대상 초격차 CO2 포집기술 개발 (Global CLEAN)

윤여일*
한국에너지기술연구원
(21yoon@kier.re.kr*)

본 발표에서는 2025년 4월 과기부의 지원으로 시작한 Global C.L.E.A.N. 프로젝트 4 개 중 하나 인 다배출원에 대한 CO2 포집 과제를 소개하고자 한다. 즉 다양한 CO2 배출 산업에 적용 가능한 CO2 포집기술을 국내외 최고 수준의 연구 기관들이 연합하여 개발하는 것으로써 아래의 산업분야가 포집기술 개발 대상 산업군들이다. 1) 6~25% CO2 : 석탄화력, 제철소, 시멘트, 석유화학, 유리, LNG 보일러, 혼소 발전, 바이오가스 엔진, 쓰레기 소각장 등 - 습식 아민 CO2 포집2) 3~6% CO2 : LNG 열병합 발전소, 알루미늄 제련소 - 건식 CO2 포집3) 전범위 적용 가능 신기술 - 기존 기술을 뛰어넘는 초격차 기술.목표 달성을 위해 국내 8개과 국외 5개 (미, 영, 독) 기관이 연합해 기술을 개발하며, 특히 한국최초로 해외에 CO2 포집 기술 수출을 목표로 하고 있다. 이를 통해 최종적으로는 탄소중립을 달성하고자한다. (본 연구는 과기부 연구재단 글로벌 클린 과제(RS-2025-02373048)에 의해 지원되었습니다.)

심(전주기)목-5

네거티브 에미션 구현을 위한 구조화 흡착제 기반의 직접공기포집 기술개발

배태현*
카이스트
(thbae@kaist.ac.kr*)

대규모 생산이 가능한 저비용·고효율 direct air capture (DAC) 기술 개발은 CO_2 제거 가속화를 위해 필수적이다. 본 과제에서는 DAC 시스템의 경제성을 향상시키기 위해 낮은 pressure drop 조건에서도 높은 CO_2 포집 성능과 장기 안정성을 유지할 수 있는 structured sorbent (contactor) 제작하고자 한다. 산화안정성이 높고 대량 생산이 가능한 흡착 소재를 개발하고 이를 활용하여 laminate 타입과 fiber-bobbin 타입의 contactor를 개발하고, pressure drop을 최소화하면서 DAC조건에서 높은 탄소포집효율을 유지하는 것을 목표로 한다. 개발된 contactor 설계는 thermally driven temperature-vacuum swing adsorption (TVSA) 공정에 통합되며, 향상된 열전달 특성과 heat integration을 통해 regeneration energy 소모를 최소화하도록 최적화고자 한다. 실험 및 공정 시뮬레이션을 통해 최적의 adsorption-regeneration cycle을 도출한다. 또한, 하루 1 kg의 CO_2 를 포집할 수 있는 bench-scale DAC prototype을 구축하여 공정의 신뢰성을 검증하고 실제 성능 데이터를 확보고자 한다. 본 과제를 통해서 DAC 시스템의 scale-up 및 상용화를 위한 기술적 기반을 마련하며, 장기적으로 CO_2 포집 비용을 100 USD/tCO_2 이하로 낮출 수 있는 로드맵을 제시하고자 한다. 본 연구 결과는 실용적이며 내구성이 높고 경제성이 뛰어난 차세대 흡착 기반 DAC 기술 개발에 기여할 것으로 기대된다.

심(전주기)목-6

무탄소에너지를 활용한 e-SAF 생산 핵심기술 및 공정 시스템 개발

서정길*
한양대
(jgseo@hanyang.ac.kr*)

본 발표에서는 지속가능항공유 중 e-SAF 생산을 위한 요소기술(그린수소 생산, 열-전기 이산화탄소 포집 (EF-CCS), 전기화학적 이산화탄소 전환 (CO2RR) 및 열화학적 이산화탄소 전환 (FTS))과, 이들을 공정 단위에서 최적화한 벤치급(0.5 kg/일) e-SAF 생산 통합공정 개발 계획에 관해서 소개하고자 한다. 해당 연구는 과학기술정보통신부의 글로벌 C.L.E.A.N. (CCU Large-scale Emission-reduction Associate Network) 사업 중 하나로, 지난 2025년 4월에 선정되어 4년 9개월간 주관연구기관(한양대)과 공동연구기관(카이스트, 유니스트, 서울시립대, 케이워터크레프트)이 전세계 13개국 협력기관(싱가포르, 미국, 일본, 독일, 캐나다 등)이 국제공동연구 형태로 진행중이다. 본 연구는 각 기술별 선도 국가 및 기관과의 국제협력을 통해 글로벌 경쟁력을 확보하고, 세계 최고 수준의 CCU 기술을 개발하는 것을 목표로 한다. 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-02306122).

심(기후)목-1

알칼라인 수소중점연구실 전극 개발 현황

이현준*, 강경수
한국에너지기술연구원
(hjlee91@kier.re.kr*)

알칼라인 수전해는 높은 기술 성숙도와 상업화 경험으로 그린수소 대량 생산의 핵심 기술로 주목받는다. 그러나 국내는 전극·스택·시스템 등 전반적 국산화가 미흡하고 설비 규모도 해외 대비 낮아 기술 자립이 시급하다. 이에 MW급 가압 알칼라인 수전해 국산화를 목표로 국가수소중점연구실이 출범하여 요소 기술 개발을 추진 중이다. 본 과제의 전극 파트에서는 전류밀도 0.9 A/cm² 기준 수소극 130 mV, 산소극 300 mV 이하의 과전압과 전극 직경 80 cm의 대면적 전극 개발을 최종 목표로 한다. 이를 위해 현재 하이브리드 구조를 갖는 수소극용 전극을 개발했으며 귀금속 수준의 성능과 직경 40 cm 대면적에서도 우수한 재현성을 확보하였다. 이에 본 발표에서는 개발된 수소극 전극을 포함한 중점연구실의 전극 개발 현황을 소개하고자 한다.

심(기후)목-2

그린 수소 생산 및 저장

백종범*
울산과학기술원
(jbbaek@unist.ac.kr*)

Hydrogen economy can be realized by developing its value chain, including sustainable energy source, green hydrogen production, storage and transportation, and utilization. The first part of this talk will cover green hydrogen production via water electrolysis.[1,2] The second part will be decentralized green ammonia and methane productions green for hydrogen storage and transportation.[3,4] 1. Mahmood, et al., “An efficient and pH-universal ruthenium-based catalyst for the hydrogen evolution reaction” Nature Nanotechnology 2017, 12, 441. 2. Han, et al., “Abrading bulk metal into single atoms” Nature Nanotechnology 2022, 17, 403. 3. Han, et al., “Mechanochemistry for ammonia synthesis under mild conditions” Nature Nanotechnology 2021, 16, 325. 4. Guan, et al., “Mechanochemical carbon dioxide capture and conversion” Nature Nanotechnology 2025, in press.

심(기후)목-3

수전해용 고안정성 고분자 전해질막의 소재 설계

김태호*, 장요셉
한국화학연구원
(thkim@krict.re.kr*)

Proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) is a promising route for sustainable hydrogen production, offering high power density, compact design, differential pressure operation, and high-purity hydrogen with fast load response. The proton exchange membrane (PEM) is central, requiring high proton conductivity and low gas crossover. While Nafion membranes provide good conductivity and dimensional stability, their high hydrogen permeability—due to low glass transition temperature (Tg) and high diffusion coefficient—remains a limitation. In addition, perfluorinated membranes face regulatory challenges with PFAS restrictions. To overcome these issues, our project develops hydrocarbon-based PEMs using three strategies: designing robust backbones for stability, incorporating porous supports for strength, and introducing radical scavengers and 2D nanomaterials for durability. Based on this, we synthesized a novel heteroatom-free phenylene-based sulfonated polymer showing improved resistance to radical-induced degradation, conductivity comparable to Nafion, and less than half its hydrogen permeability. PEMWE single cell tests confirmed higher performance than Nafion 115 and stable operation beyond 1,000 hours.

심(기후)목-4

SOEC 시스템의 BOP 고장모사 및 응답특성 분석

김영상*, 신우찬, 박진영, 배용균, 이동근
한국기계연구원
(yskim@kimm.re.kr*)

본 연구는 고체산화물수전해(SOEC)시스템 BOP 성능 평가 및 고장진단을 위한 실험 시뮬레이션 시스템을 설계하고 제안한다. 수소 재순환시스템 및 공기 공급시스템을 모사할 수 있는 개별 고장진단 실험장치를 제작하였으며 각 장치는 블로어 과부하, 가스 누출, 필터 막힘 등 다양한 고장 시나리오를 모사할 수 있도록 구성되어 있다. 고장 모사실험은 각 장치에 고장을 인가하고 압력, 온도, 유량 등의 응답 특성을 측정하는 방식으로 진행되었다. 수집된 데이터를 분석한 결과, 고장 유형별로 뚜렷한 응답 패턴이 나타남을 확인하였다. 이후 측정된 응답 데이터를 공정 시뮬레이션 모델인 Ebsilon에 연계하여 블로어 고장이 전체 SOEC 시스템 성능에 미치는 영향을 평가하였다. 본 접근법은 고장의 조기 탐지 및 SOEC 시스템의 운전 신뢰성 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다 * 본 연구성과는 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 H2 Next Round 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2024-00467191)

심(기후)목-5

고활성 고내구성 수전해 전극 개발 및 평가

정동영*
한국과학기술원
(dychung@kaist.ac.kr*)

최근 음이온 교환막 수전해(Anion Exchange Membrane Water Electrolysis, AEMWE)는 경제성, 효율성, 그리고 다양한 운전 조건에서의 유연성으로 인해 차세대 수소 생산 기술로 주목받고 있다. 본 연구에서는 AEMWE의 고활성·고내구성 전극 확보를 위한 연구 흐름과 평가 전략을 논의한다. 특히 in situ 및 operando 분석을 포함한 다양한 진단 기법을 활용하여 전극의 반응 특성과 안정성에 영향을 미치는 요인을 체계적으로 규명하고 있으며, 이를 기반으로 성능과 내구성 향상을 위한 새로운 접근을 제안하고 있다. 이러한 논의는 전극 설계와 평가 방법론을 아우르는 통합적 관점을 제공하며, 향후 AEMWE 기술의 고도화와 실용화를 위한 방향성을 제시한다.

심(기후)목-6

고효율·소형화 LOHC 수소 추출 시스템 핵심 기술 개발

정향수*, 김용민, 임현성
한국과학기술연구원
(hsjeong@kist.re.kr*)

Hydrogen has emerged as a highly promising renewable energy carrier due to its exceptional gravimetric energy density (33.3 kWh kg^{-1}). However, its inherently low volumetric energy density (2.97 Wh L^{-1} for H2 gas at 273 K and 1 atm) poses significant limitations for its practical use. To address this, chemical carriers are currently the primary solutions for large-scale and long-distance storage and transportation. A critical challenge in advancing the “hydrogen economy” is developing a safe, efficient, and cost-effective system capable of reversibly storing and releasing substantial amounts of hydrogen. In this context, liquid-phase hydrogen carriers with high storage capacity and long-term stability have attracted considerable attention.In this presentation, we aim to develop an efficient LOHC dehydrogenation reactor system to improve H2 round-trip efficiency. Various heating methods can be applied to supply the required heat to the reactor, among which joule heating is advantageous for miniaturization and compact design. Building on previous work that utilized phase change material technology to maintain uniform reactor temperature, the current research focuses on developing a high-efficiency, compact LOHC dehydrogenation reactor employing electric resistive heating. Furthermore, by optimizing power conversion and control strategies, our goal is to enhance energy efficiency and realize a next-generation, high-efficiency LOHC hydrogen extraction system capable of stable operation.

심(기후)목-7

메틸사이클로헥산 탈수소화의 고성능 구현을 위한 백금 나노구조의 시각화와 설계

박정원*
서울대
(jungwonpark@snu.ac.kr*)

Recent advances in liquid-phase electron microscopy have opened the door to directly resolving the three-dimensional atomic structures of catalytic nanoparticles under reactive conditions. We achieved atomic-resolution 3D reconstructions of individual ligand-protected Pt nanocrystals, uncovering intrinsic heterogeneity in lattice distortions, defects, and strain—critical factors in determining catalytic performance. Our following studies demonstrated that platinum nanocrystals in liquid environments possess a crystalline core enveloped by highly mobile surface atoms, which undergo distinct structural transformations during catalysis. By developing time-resolved Brownian tomography, we further revealed structure transitions at the atomic scale during solution-phase catalytic reactions. Leveraging these insights, we designed Pt cluster catalysts with precisely controlled atom counts and amorphous-like structures, enabling exceptionally strong metal-support interactions. These clusters deliver record-breaking activity and durability for methylcyclohexane dehydrogenation, far surpassing previously reported Pt-based systems. This integrated approach, spanning in situ atomic-scale visualization to rational catalyst design, offers a pathway to engineer catalysts with unprecedented efficiency for liquid-phase hydrogen carrier conversion.

심(전기)목-1

산업 공정 열에너지 전환을 위한 핵심 기술 개발: 현황 및 연구개발사업소개

조동우*
한국에너지기술연구원
(dwcho@kier.re.kr*)

화석 연료 연소 기반의 열에너지 공급 체계가 산업 전반에 보급된 이후 지구 온난화라는 부작용이 생기면서, 전 세계는 파리 기후변화 조약 협약을 이끌어 내었다. 이에 우리나라는 국가 온실가스 감축목표 (NDC)를 설정 및 이를 뒷받침하기 위한 탄소 중립 시나리오에 부합하는 산업 체계 구축 및 확산 보급을 위한 기술 개발이 필요해졌다. 이에 본 발표에서는, 산업 부문의 온실 가스 배출량을 차지하는 화학 및 철강 산업을 대상으로, 국가연구개발이 가장 필요한 중소사업장을 대상으로 전기화 전환이 가능할 것으로 판단되는 화학 산업의 증류기와 제철 산업의 소둔로 대상의 기술 개발 내용과 함께, 전방위적 전기화를 지원하기 위한 발열 소재 관련 연구 내용도 함께 소개하고자 한다.사사: 본 연구는 산업통상자원부 (MOTIE)와 한국에너지기술평가원 (KETEP)의 지원을 받아 수행한 과제의 지원을 받아 수행된 연구과제 입니다. (과제명: 산업공정 열에너지 전기화 전환을 위한 핵심 기술 개발 및 실증, 과제번호: RS-2023-00232855)

심(전기)목-2

고급 공정제어 및 공장 자동화 기술

성수환*, 임창규, 김지윤, 이류하, 이동건, 김희주
경북대
(suwhansung@knu.ac.kr*)

PID제어기는 그 구조가 간단하고 직관적이며 불확실성에 대한 우수한 강건성을 가지고 있어 산업현장에 광범위하게 사용되고 있다. 하지만, 설정치 프로파일에 계단형 뿐아니라 램프형 신호가 포함될 경우 제어성능이 급격히 떨어진다. 다단제어의 경우 integral windup현상을 극복하는데 성능적 한계를 가진다. 다른 되먹임 제어기도 비슷한 단점을 가지고 있다. 또한, 공정의 형태가 적분공정일 경우 구조적으로 제어 성능에 한계를 가진다. 이러한 단점을 보완하기 위한 고급제어 기술을 소개하고자 한다. 고급제어 기술에는 설정치 변화에 대한 예측 기반 선제적 동작, 2차 에러 미분을 이용한 보다 정확한 제어 에러 예측, 최적화된 튜닝 기술 등을 포함한다. 또한, 본 발표에서는 공장자동화를 위한 소프트웨어 및 하드웨어 기술 (이미지처리, 고급제어로직, 해상도 개선, 밸브 업사이클링, 무선 제어 시스템, 데이터 저장과 관리, HMI, 중앙관제 기술 등)에 대한 소개와 적용사례에 대해 발표하고자 한다.

심(전기)목-3

연속식 소둔로 및 회분식 증류탑 사례 연구를 통한 산업 공정 전기화의 탄소 배출 저감 효과 분석

유경환*, 이효진[1]
순천대; [1]한국에너지기술연구원
(khryu@scnu.ac.kr*)

This study assesses carbon-emission cuts from electrifying industrial thermal processes by replacing fossil heat with electric heating. We analyze two cases: a batch distillation process and a continuous annealing furnace, which arecore operations in the carbon-intensive chemical and steel sectors. Electrified designs are benchmarked against fossil baselines under matched thermal duty and product-quality constraints, with sensitivity to grid carbon intensity and heater performance. We synthesize process outcomes to estimate electrification's contribution to carbon-neutrality goals and to identify key implementation barriers. Findings indicate where electrification reduces emissions while preserving operability, guiding policy and investment.

심(전기)목-4

산업 열설비 전기화 전환용 탄화규소 발열체 개발

성영훈*, 한인섭, 서두원, 황효정, 김세영, 이슬희
한국에너지기술연구원
(yhseong@kier.re.kr*)

온실가스 감축을 위해서는 화석연료를 대체할 수 있는 전기화 또는 무탄소 연료로의 전환이 시급히 요구되며 특히 대표적 에너지 다소비 산업인 철강, 석유화학 산업의 탄소중립 전환을 위해서는 재생에너지 가용성 증대와 함께 열처리, 재가열 등의 핵심 공정에서 탄화수소 연료 연소 가열 방식이 아닌 재생에너지 전기 가열 방식으로 전환이 필수적이다. 최대 1,600℃까지 장기 내구성을 갖는 고온용 SiC(silicon carbide) 저항 발열체는 현재 국내에서 실험실용이나 산업용 배치식 전기로용으로 가장 많이 사용되고 있으나 국산화 기술 연구 사례가 없고 국내 생산 기업이 없어 전량 국외(스웨덴, 일본, 중국, 인도 등) 제품을 수입하여 사용하고 있어 국산화 기술 개발이 필요하다. 본 연구에서는 한국에너지기술평가원 에너지수요관리 핵심기술개발사업(RS-2023-00234270)의 지원을 받아 수행하고 있는 미터급 탄화규소 발열체의 개발 현황을 소개한다.

심(전기)목-5

전기로 열처리에 따른 저탄소강의 재결정 및 결정조직 변화

오민석*
전북대
(misoh@jbnu.ac.kr*)

This study examines the microstructural and textural evolution of commercial low-carbon steel after cold rolling and electric-furnace annealing at 700 ℃ and 800 ℃ for 5 and 10 min, as part of efforts to electrify thermal processing in steelmaking. Scanning electron microscopy and electron backscatter diffraction revealed equiaxed ferrite grains with cementite at grain boundaries. Annealing at 700 ℃ produced a bimodal grain distribution, whereas larger ferrite grains formed at 800 ℃. Orientation analysis showed γ-fiber (ND//〈111〉) and cube (ND//〈001〉) textures at 700 ℃ for 5 min. Higher temperature and longer time reduced cube texture and strengthened γ-fiber, raising tensile elongation from 8 % to 38 %. These results show electric-furnace annealing can tailor microstructure and properties, supporting low-carbon, electrified heat treatment in steel production.

심(전기)목-6

Dv-Xα 이론 기반 열처리용 롤러 소재용 고온 합금 설계 및 특성 평가

염동선*
국립순천대
(yds@scnu.ac.kr*)

This study integrates Discrete Variational Xα (DV-Xα) molecular-orbital calculations with experimental alloy development to design Fe-Ni-Co-W-based heat-resistant alloys for roller applications. Electronic-structure descriptors—bond order (Bo) and the d-orbital energy parameter (Md)—were computed from an M–Fe14 cluster model to screen compositions away from σ-phase-forming regions while maintaining strong metallic-covalent bonding. Four candidate alloys (T2, T7, T10, T13) were vacuum melted and evaluated by tensile tests at room temperature and 800 ℃, Vickers hardness, thermal mechanical analysis (TMA), X-ray diffraction (XRD), and microscopy. The XRD patterns of all alloys indicate dominant γ-FCC austenite; T10 shows a nearly linear TMA response over 25–1100℃, consistent with a single γ phase, whereas T2 and T13 exhibit mild slope changes near 770–830 ℃ that are attributable to minor BCC-related transformations and magnetic transitions. The best high-temperature tensile strengths were obtained in T7 (441 MPa at 800℃) and T13 (388 MPa at 800℃), accompanied by hardness of 431 and 410 Hv, respectively. Overall, DV-Xα-guided Bo–Md mapping provided predictions consistent with the measured phase stability and properties, demonstrating a practical route to accelerate alloy down-selection for high-temperature service

심(석유)목-1

열분해유유래 지속가능항공유 개발을 위한 프레임워크

전화연*
한국석유관리원
(jun119ggg@kpetro.or.kr*)

국제 항공업계에서는 2027년부터 온실가스를 규제하는 정책이 의무화되는데, 이를 시행하기 위한 가장 강력한 수단은 기존 항공유를 지속가능항공유(SAF)로 대체하는 방법이며, 이를 위해 전세계적으로 풍부한 원료를 확보하고 처리하는 방향으로 SAF 생산기술이 연구되어지고 있다. 본 연구에서는 급속열분해를 통하여 열분해오일를 SAF로 생산하고 이를 상용화하기 위해 원료분석부터 저장안정성, 재질안정성 및 상용운행까지의 국내도입을 위한 프레임워크 설정을 수행하였다.이를 통해 연구단계에서 생산된 SAF를 통해서는 최대 10%까지 혼합가능하고, 추후 Plant-scale 및 상용화급의 대량의 나무유래 SAF를 확보 시 엔진 및 연료계통의 안정성 등을 수행하기 위한 프레임워크를 제시함으로서 신규SAF 도입 가속화로 항공분야 탄소중립 달성에 기여할 수 있을 것이라고 판단된다.

심(석유)목-3

Sustainable biofuel production technology based on anaerobic fermentation

상병인*
한양대
(biosang@hanyang.ac.kr*)

A diverse spectrum of aliphatic carboxylic acids, including formic, acetic, propionic, butyric, valeric, hexanoic, heptanoic, and octanoic acids, are abundantly present in the aqueous phase of anaerobic digestion, a core process for biogas generation yielding hydrogen and methane. The physicochemical and operational parameters of anaerobic digestion profoundly influence both the composition of the resident microbiome and the distribution of these carboxylic acids. Beyond their role in biogas production, these acids serve as versatile platform chemicals, enabling the synthesis of key industrial intermediates and advanced biofuels through enzymatic and chemical catalytic pathways. In this study, we focus on medium-chain carboxylic acids (C4-C8) generated from anaerobic fermentation of organic waste streams, and their direct valorization into drop-in paraffinic biofuels using Kolbe electrolysis. The process employs anodic decarboxylation under optimized aqueous-organic biphasic conditions, coupling identical or mixed acids to yield predominantly linear paraffins in the C8-C16 range. This integrated fermentative-electrochemical approach illustrates a scalable, modular pathway for converting renewable carbon streams into infrastructure-compatible fuels, offering a viable alternative to petroleum refining and contributing to the decarbonization of the aviation and heavy-duty transport sectors.

심(석유)목-4

목질계 바이오매스 전처리 및 바이오연료 생산기술개발

김재훈*
성균관대
(jaehoonkim@skku.edu*)

목질계 바이오매스는 풍부하고 재생 가능한 탄소자원으로, 지속가능 항공유(Sustainable Aviation Fuel, SAF)와 고부가가치 화학제품의 생산에 중요한 원료이다. 본 연구에서는 전기화(electrification)와 촉매공정을 융합한 e-Biorefinery 플랫폼을 기반으로, 목질계 바이오매스의 전처리-분해-전환을 통합한 고효율 바이오연료 생산기술을 제안하였다. 1단계로, 메탄올 기반 환원촉매분획 공정을 통해 바이오매스로부터 리그닌-유래 페놀성 단량체와 이량체를 고수율로 확보하였다. 2단계에서는 전기화학적 환원·수소화 공정을 적용하여, 리그닌 주요 결합(4-O-5, α-O-4 diaryl ether)의 선택적 C-O 절단과 후속 방향족 포화·탈산소화를 달성하였다. Pd/C 전극 기반 전기환원 시스템은 70 ℃, 대기압 조건에서 100% 전환율과 70% 이상의 파라데이 효율을 달성하였으며, 버드나무 바이오매스에서 19.6 C%의 LDPM 수율과 41.6%의 4-n-propanol syringol 선택도를 확보하였다. 3단계에서는 산성 첨가제 없이 물 기반 반응환경에서 Ru^0;Ov-RuO_x 활성점을 이용한 수소셔틀(H-shuttling) 메커니즘을 구현하여, 리그닌-유래 단·이량체 및 바이오오일을 C7-C16 범위의 알킬화/분지형 (비)사이클로헥산으로 거의 완전 전환하였다. 본 연구는 전기화학·촉매·바이오매스 전환을 결합한 차세대 e-Biorefinery 구현의 기술적 기반을 제공한다.

심(석유)목-5

유기산 및 알코올 기반 지속가능 바이오연료 생산 기술 개발

서정길*
한양대
(jgseo@hanyang.ac.kr*)

본 발표에서는 바이오 유래 유기산(C4, C6 등), 알코올(C2, C4, C6 등) 및 퓨란계 화합물(C5) 등 다양한 탄소수를 갖는 원료로부터 탄소-탄소 커플링 반응(알돌 축합, HAA, Guerbet 등)과 업그레이딩 반응(수소화, 수첨탈산소 등)을 통해 최종 C8~C15 범위의 탄소수를 갖는 지속가능한 바이오연료를 생산할 수 있는 촉매와 공정에 관해 소개하고자 한다. 또한 관련 국내외 최신 기술개발 및 사업현황에 관해서 간략하게 분석하고자 한다. 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-02306122).

심(석유)목-6

지속가능 바이오연료 인증 소개 및 역할에 대한 안내

김효준*
(주)컨트롤유니온코리아
(hkim@controlunion.com*)

전 세계적으로 강화되는 탈탄소 정책과 에너지 안보 요구는 바이오연료 시장의 성장을 가속화하고 있다. 이러한 흐름 속에서 항공 분야는 CORSIA 제도를 통해 SAF 사용 확대를 추진하며, 자동차·해운을 비롯한 운송 산업 전반에서도 바이오연료가 핵심적인 전환 수단으로 자리매김하고 있다. 바이오디젤, 바이오에탄올, SAF 등은 폐식용유, 식물성 기름, 곡물, 목질계 바이오매스 등 재생 가능한 자원을 활용해 생산되며, 화석연료 대비 최대 80%의 온실가스 감축 효과를 제공한다. 또한 화학산업의 정제, 촉매, 수소화 기술과 결합해 대체연료 생산 효율을 높이고 있어, 단순한 연료 대체재를 넘어 산업 전반의 기술 혁신을 이끌고 있다. 또한 주요 국가의 정책은 바이오연료 의무 혼합 비율을 높여 시장 수요 확대를 견인하고 있으며, 이는 에너지 안보와 공급 안정성 측면에서도 중요한 의미를 갖는다. 동시에 국제 인증체계(ISCC, RSB 등)는 원료의 지속 가능성, 생애주기 온실가스 감축량, 공급망 추적성을 검증함으로써 글로벌 교역에서 필수 요건으로 기능하고 있다. 결국 바이오연료는 친환경 대안을 넘어 기후변화 대응, 에너지 안보, 산업 경쟁력 확보라는 세 가지 과제를 동시에 충족시키며, 항공·운송·화학 산업 전반에서 미래 에너지 전환의 핵심 축으로 부상하고 있다.

심(CCU)목-1

항공유 및 플라스틱 생산을 위한 전기화 기술 개발

김용태*
한국화학연구원
(ytkim@krict.re.kr*)

EU 탄소국경조정제도(CBAM) 도입과 미국 인플레이션 감축법(IRA) 시행으로, 탄소중립 이슈는 더 이상 환경 문제에 국한되지 않고 경제 경쟁력의 핵심으로 확장되고 있어 대규모 이산화탄소 저감과 고부가가치 전환 기술의 병행 개발이 필수적이다. 연료인 항공유와 화학제품인 플라스틱은 정유와 석유화학 산업의 지속가능성 제고를 위한 주요 전략 지점이며, 이를 가능하게 하는 에너지 효율적인 전환 기술의 개발은 기존 시장 구조를 대체하고, 동시에 미래 친환경 산업으로의 전환을 가속화하는 실질적 대안이 될 수 있다. 전기를 에너지원으로 사용하는 반응기 전환 기술은 항공유와 플라스틱 생산 공정 효율을 극대화하면서 이산화탄소 감축 효과와 경제성을 동시에 만족하는 중요 수단 중 하나이다. 이산화탄소 자원화와 전기 가열의 융합은 탄소중립 사회의 가속화에 기여할 수 있고, 이를 위해서는 전기 효율을 높일 수 있는 시스템 개발이 필요하다. 본 발표에서는 항공유 및 플라스틱 생산을 위한 전기화 융합 전략을 제시하고, 원천기술 확보에서 확대 규모로의 실증 전략을 논의하고자 한다.

심(CCU)목-2

양이온 교환막 기반 CO_2 전해 연구

오형석*
한국과학기술연구원
(hyung-suk.oh@kist.re.kr*)

In membrane electrode assembly (MEA) electrolyzers with a cation exchange membrane (CEM), efficient CO_2 reduction (CO_2RR) is hindered by proton, cation, and electro-osmotic water transport from the anode, which disturbs ionic balance. To overcome this, we employed two microenvironmental strategies. First, a carbon/anion-exchange ionomer buffer layer retains cations and regulates water under alkaline conditions. Second, cathode pressurization enhances local CO_2 concentration and induces reverse osmosis, counteracting water and cation migration. The synergy of these approaches provides a stable microenvironment, enabling efficient CO_2RR under CEM operation. Moreover, reverse osmosis via cathode pressurization offers practical potential for industrial deployment, as it integrates readily with pressurized CO_2 feeds and MEA systems.

심(CCU)목-3

미세조류 기반 생물학적 CO_2 활용 (CCU) 기술: 현황과 전망

김희식*
한국생명공학연구원
(hkim@kribb.re.kr*)

Microalgae have garnered considerable interest as workhorses for combating the global climate crisis because they can scavenge CO_2 using light energy (derived both from the sun and electricity) and convert it into a breadth of products. Despite their potential, the real-world application has been hindered, especially in countries with limited spatial resources, due to the large area required. In this presentation, three strategies for intensifying the areal integrity of the biological process: i) increasing biomass productivity, ii) converging with biomineralization, and iii) developing a highly efficient photobioreactor-based cultivation layout will be discussed. General aspects of microalgae will also be introduced. These information and strategies will provide a scientific guide to broadening the practicability of this promising carbon capture and utilization (CCU) technology.

심(CCU)목-4

고체흡수제 기반 직접공기포집(DAC) 기술개발 현황

박영철*, 조성호, 김재영, 문동규, 이동호, 전동혁, 박현설, 박재현, 황윤태, 김정민, 김현욱[1]
한국에너지기술연구원; [1]고려대 세종캠퍼스
(youngchp@kier.re.kr*)

국내에서는 과기부 주관으로 2023년 고체흡수제 기반 S-DAC 상용화 기술 개발 사업이 최초로 시작되어, 한국에너지기술연구원, 한국과학기술원, 고려대학교, GS건설이 협력하여 연구를 수행하고 있다. 본 과제를 통해 2024년 하루 1 kg급 공정을 개발하고, 국내 고유 소재인 SMKIER-1을 적용하여 350시간 이상의 연속 운전 실증을 완료했으며, 2025년 하루 10 kg급 공정 개발을 진행 중이다. 또한 해외 선도기관과의 기술 격차를 줄이기 위해 2030년까지 하루 200 kg급 실증을 통한 상용화 기술 확보를 목표로 하고 있다. 이러한 대용량 규모 격상 기술 확보와 더불어, 도시형, 건물형, 이동형 등 다양한 환경에 적용 가능한 소형화, 모듈화 기술 개발이 요구되며, 재생에너지 전력 비중 증가에 대응할 수 있는 전기 기반 DAC 기술 개발 또한 중요한 과제로 부각되고 있다. 이러한 기술적 요구를 해결하기 위해, 2025년부터 글로벌TOP전략연구단 지원사업으로 시작된 '한계돌파형 무탄소 CCU 기술'과제 내 세부과제 4에서는 전기화 포집(e-DAC) 기술 개발을 목표로 연구가 추진되고 있다.

심(CCU)목-5

탄소 포집 공정 및 저탄소 화학공정 개발

김기웅*, 박용기, 박재득, 노고산[1]
한국화학연구원; [1]충남대
(kwkim@krict.re.kr*)

본 연구에서는 제철 산업의 대표적 탄소 배출원에 해당하는 고로가스를 활용한 저탄소 화학공정 개발에 대해 논의하고자 한다. 이를 개발하기 위해, steady state modeling, dynamic modeling, 시스템 수준 통합(System-level Integration) 접근을 통해 저탄소 화학 공정 기술을 개발하였다. 개발 공정에 대한 평가를 위하여 전과정평가 분석과 경제성평가 분석을 수행하였고, Global sensetivity analysis를 통하여 CO_2 다배출 및 고비용 공정 포인트에 대한 Hot spot을 분석하였다. 그 결과 부생가스에서 CO를 회수하는 VPSA 공정에서 탄소 배출이 많은 것을 확인하였으며, 이를 저감하기 위해 통합 공정 모사를 기반으로 한 인공 신경망 최적화 연구를 수행하였다. 해당 결과들을 토대로 고로가스의 화학적 전환을 위한 파일롯 공정을 설계/구축하였고 공정 시스템 측면에서 공정 실증 과정과 결과에 대해 간략히 논의하고자 한다.

심(CCU)목-6

다양한 화학 변환을 위한 전기화학 기반 합성 방법론

진경석*
고려대
(kysjin@korea.ac.kr*)

For decades, electrochemistry has driven synthetic innovation—from Kolbe's 1848 decarboxylation to today's industrial electrosynthesis of anthraquinone, selected perfluorinated hydrocarbons, and adiponitrile (the Nylon 6,6 precursor). Yet these achievements are rare; most commodity molecules still arise from energy-intensive thermochemical plants. Electrosynthesis promises modular, ambient-temperature production, but widespread adoption is stalled by large overpotentials and limited chemo-/regio-/stereoselectivity, confining most work to the lab or pilot scale.Our group confronts these barriers through rational catalyst design coupled with mechanistic studies. I will detail our recent advance in olefin epoxidation, where water acts as the sole oxygen donor. Tailored electrodes deliver high selectivity at room temperature and atmospheric pressure, displacing hazardous oxidants and eliminating stoichiometric waste. I will also survey additional electro-organic transformations under development, illustrating how targeted catalyst engineering can convert electrochemical promise into scalable, sustainable manufacturing.

심(CCU)목-7

전기화학적 일산화탄소 전환을 통한 에틸렌, 프로필렌 생산 기술

이찬우*
국민대
(cwlee1@kookmin.ac.kr*)

Ethylene and propylene are essential building blocks in the chemical industry, ranking 2nd and 4th in global production volume among all chemicals. Due to their large-scale production, they are also major contributors to industrial carbon emissions. Developing sustainable methods for their synthesis is thus a critical challenge. Stepwise electrochemical conversion of CO_2 to CO and subsequently to ethylene and propylene offers a more energy- and cost-efficient route than direct CO_2 conversion, with improved selectivity. This presentation reviews recent progress in CO reduction technologies for olefin production and discusses performance targets for commercialization. We explore strategies involving catalysts, electrolytes, and electrolyzer designs, along with insights into reaction mechanisms. Finally, we present key objectives, methodologies, and preliminary results from a leading global research initiative on this topic.

심(KTR)목-1

석유대체 친환경 화학기술 기반구축 사업 소개

박백수*
한국생산기술연구원
(bspark33@kitech.re.kr*)

석유화학산업은 석유계 연·원료를 기반으로 제품을 생산하는 산업 특성으로 인해 온실가스 다배출 산업으로 알려져 있으며, 탄소중립 추진을 위해 바이오매스 활용, 폐플라스틱 전환, 저탄소 혁신 공정 등 다양한 기술 개발을 병행하고 있다. 그러나 석유화학 업계는 많은 이해관계가 얽혀있어 기술개발과 확산을 위한 공통의 합의점 도출이 어려우며, 제품 전과정 관점의 탄소저감 전략 수립을 위한 데이터·방법론·정책 기반에 대한 정보 인프라가 부족한 실정이다. 본 석유대체 친환경 화학기술 기반구축 사업에서는 기술·산업·정책 분야의 유기적 연계를 위한 소통의 장 구축 및 산업별 대응 전략을 수립하고, 전과정 평가체계를 마련하여, 석유화학 업계의 이러한 문제를 해결하고 탄소중립 체계 전환에 기여하고자 한다.

심(KTR)목-2

친환경 플라스틱 원료 제조를 위한 폐플라스틱의 촉매 분해 기술

김도경*
한국화학연구원
(dokykim@krict.re.kr*)

지속가능한 폐플라스틱 재활용 및 탄소 배출 저감을 위한 대안으로, 본 연구에서는 폐플라스틱 열분해유(WPPO)를 직접 활용한 촉매 분해 공정을 제시하였다. P-도핑된 증기처리 ZSM-5 기반의 미세구형 촉매(ms-P-HZSM5-S)를 이용한 촉매 분해는 기존 나프타 기반 열분해 및 촉매분해 공정 대비 현저히 높은 C2-C4 경량 올레핀 수율(최대 56.6 wt%)을 달성하였다. 특히, 680℃ 조건에서의 반응성은 우수하였으며, 코크 누적으로 인한 성능 저하는 730℃ 공기 중 재생을 통해 완전 회복되어 연속 공정 적용 가능성을 입증하였다. 이어서, 파일럿 규모의 순환 유동층 반응기(CFBR, 1000g/h 처리량)를 적용한 장시간 운전 결과를 통해 안정적인 운전이 가능함을 확인하였다. 본 공정은 전처리 불필요, 전량 WPPO 활용 가능성, 연속 코크 제거, 수소 불필요성 등의 이점을 바탕으로 기존 상업공정 대비 우수한 친환경 플라스틱 원료 생산 기술로 평가된다.

심(KTR)목-3

벤치 규모 폐플라스틱 유동층 열분해기를 이용한 왁스형 오일 생성 및 운전 조건별 특성 분석

김주식*, 김재경
서울시립대
(joosik@uos.ac.kr*)

플라스틱의 지속가능한 활용을 위해 재활용은 필수적이다. 본 연구는 목표는 유동층 열분해를 통해 폐플라스틱 중 약 50 wt.%를 차지하는 올레핀계 플라스틱을 화학산업의 기초 원료인 에틸렌과 프로필렌으로 전환하는 FCC 촉매 전환 공정에 투입할 수 있는 wax를 다량 함유하고 있는 오일을 생산하는 것이다. 본 연구는 벤치규모(1.2 kg/h)의 유동층 반응기에서 510 ℃의 반응온도에서 열분해를 수행하였고, 그 피드로는 수집된 생활계 폐플라스틱의 부유 선별로 회수한 폐플라스틱을 사용하였다. 실험 변수는 유동화 매체의 종류(N_2, pyrolysis gas), 염소 제거 첨가제의 종류 (Fe_2O_3, CaO)이며, 3시간의 장시간 운전 데이터가 제공되어진다. 생성물 특성과 수율 변화는 발표에서 상세히 논의할 계획이다.

심(KTR)목-4

탄소제로 폐플라스틱 리파이너리 기술 전주기평가

한지훈*
POSTECH
(jhhan@postech.ac.kr*)

현재 플라스틱 폐기물은 대부분이 매립과 소각을 통해 처리되고 있으며, 이는 환경 오염 및 자원의 비효율적 활용이라는 문제를 야기하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 지속가능 기술로서 다양한 폐플라스틱 리파이너리 기술이 연구되고 있으며, 실험실 수준에서 파일럿 규모까지의 다양한 스케일의 기술들이 보고된 바 있다. 전주기평가 기법을 통해 폐플라스틱 리파이너리 기술의 온실가스 배출량 정량화 및 기술 대체 시 감축효과 제시가 가능하며, 이는 온실가스 감축을 위한 최적기술 도입을 위한 기초자료로서 활용될 수 있다.본 연구에서는 폐플라스틱 원료 유래 Xylene 생산 및 수소·탄소 동시 생산 공정에 대해 실험 데이터 기반 상용 규모 공정 설계를 수행하고, 이를 통해 확보한 인벤토리 데이터를 기반으로 온실가스 배출량을 신뢰도 있게 산정하기 위한 전주기평가 평가 방법론을 제시하였다. 본 연구에서 제시되는 전주기평가 방법론은 다양한 폐플라스틱 활용 화학원료 제조 기술의 실증가능성 평가에 있어 유용한 기준을 제공할 수 있다는 점에서 폐플라스틱 문제 해결 및 순환경제 기반의 탄소중립 달성을 위한 원천 연구로서 기여할 수 있다.

심(KTR)목-5

p-Xylene 선택적 제조를 위한 폐PET 전환 촉매 기술

Saira Kanwal[1,2], 최종인[1], 홍도영[1,2*]
[1]한국화학연구원; [2]과학기술연합대학원대
(dyhong@krict.re.kr*)

PET is widely used but generates large volumes of post-consumer waste, and the limits of mechanical recycling have led to growing interest in chemical routes to recover valuable products. Among these, catalytic conversion of PET to benzene, toluene, and xylene (BTX) has gained attention because these aromatic hydrocarbons are essential feedstocks in the petrochemical sector. Recent studies have shown that direct hydrogenolysis of PET can yield BTX, particularly p-xylene, under optimized reaction conditions, offering opportunities for seamless integration into existing petrochemical production schemes. In this work, a catalyst exhibiting high activity and selectivity for the hydrogenolysis of post-consumer PET to BTX was investigated. The reaction was performed in a semi-batch system under elevated hydrogen pressure, achieving complete PET conversion and high selectivity toward p-xylene.

심(KTR)목-6

폐 PET로부터 BTX 생산을 위한 촉매 및 반응 속도론 개발

유천재*
한국과학기술연구원
(cjyoo@kist.re.kr*)

This study investigates the valorization of polyethylene terephthalate (PET) waste using monometallic (Ru/TiO_2, Mo/TiO_2) and bimetallic (M_2Ru/TiO_2; M_2 = Co, Ni, Zn, Mo) catalysts. Ru/TiO_2 mainly yielded ring-saturated products, whereas $MoRu/TiO_2$ selectively produced aromatic compounds with >80% xylene selectivity. Proximity of Ru and Mo suppressed aggregation, tuned oxidation states, and reduced Lewis acidity, inhibiting aromatic ring saturation. Mechanistic and model-compound kinetic studies revealed that Mo promoted selective hydrolysis of PET to terephthalic intermediates, which were hydrogenated to xylenes over Ru sites, while avoiding benzene/toluene formation. $MoRu/TiO_2$ retained performance over five cycles, offering mechanistic insight into bimetallic synergy for BTX production from PET

심(KTR)목-7

실험실 수준의 화학 기술에 대한 환경·기술 경제성 평가 방법 개발에 관한 연구

김아연*
한국생산기술연구원
(okay@kitech.re.kr*)

최근, 사업장 중심에서 제품 중심으로 온실가스 관리체계의 구조적 변화가 이루어지고 있으며, 제품 단위의 탄소배출량과 생산 비용을 정량적으로 분석하여 온실가스 배출저감과 경제성 확보 방안을 수립할 수 있는 전과정 평가와 기술경제성 평가가 주목받고 있다. 기존 평가 방법은 상용 기술에 한정되어 있으며, 기술성숙도가 낮은 신기술에 대한 평가를 수행하기 위한 적절한 체계 마련이 미흡한 실정이다. 이에 따라 Lab-scale 수준을 포함한 낮은 TRL 단계 기술에 적용 가능한 평가 가이드라인 마련을 통해 석유대체 화학기술의 조기 확산과 저탄소사회 이행을 지원하기 위한 전략적 의사결정 기반을 제공하고자 한다.

심(KTR)목-8

용융 금속 기반 촉매 플라스틱으로부터 수소 수율 향상을 위한 연구

이은지[1,2], 이승현[1,3], 유지호[1,4], 양원[1], 이은도[1], 이용운[1], 이영재[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]과학기술연합대학원대; [3]고려대; [4]연세대
(leeyj@kitech.re.kr*)

플라스틱 사용량은 환경문제가 대두되고 있음에도 불구하고 여전히 증가 추세에 있어 석유화학 제품의 재자원화에 대한 전략이 필요한 시점이다. 폐플라스틱의 폐립은 국제적으로 금지 추세에 있으며, 소각은 열 생산의 이점이 있으나 재자원화의 연속성 결여, 2차 환경오염 유발 등으로 현안이 있다. 따라서 본 연구에서는 폐플라스틱의 재자원화를 위해 열분해와 용융 금속 촉매와의 연계를 통해 폐플라스틱에서 수소와 탄소를 선택적으로 분리할 수 있는 시스템을 개발하고 이를 통해 수소 생산 수율을 높이고자 한다. 실험실 규모의 용융 금속 기포 컬럼 반응기를 이용하여 반응 온도 700℃ 이상 조건에서 대상 플라스틱의 열분해 실험을 수행하였으며, 운전 조건에 따른 플라스틱 전환 및 수소 생산에 대한 특성 분석 연구를 수행하였다. 이를 바탕으로 수소 수율을 높이기 위해 벤치 규모의 다단 용융 금속 기포 컬럼 반응 시스템을 개발하고 이를 활용하여 처리 플라스틱 내 수소 함량을 기준으로 생산된 수소 수율을 50% 이상 확보하였다.

심(KTR)목-9

플라스틱 열촉매 공정에서의 용융합금촉매의 한계와 가능성

김유권*
아주대
(yukwonkim@ajou.ac.kr*)

플라스틱 또는 천연가스의 열분해 공정은 이산화탄소를 배출하지 않고 수소와 탄소로 분리 생산할 수 있지만, 촉매의 고체 탄소에 의한 비활성화 문제와 고체 탄소의 효과적인 분리 회수의 문제점으로 인해 양산 스케일로 확장하는데 어려움이 있다. 이를 극복하기 위한 방법으로 액체 촉매의 사용을 들 수 있는데 이때 촉매의 비활성화 및 탄소와 촉매의 분리가 해결될 수 있음이 확인되었다. 하지만 액상 촉매의 경우, 촉매가 금속 또는 합금인 경우 금속에 의한 탄소의 오염 문제라든지, 비표면적 문제, 촉매 활성 제한 등이 문제가 될 수 있으며 이를 극복하기 위한 연구들이 진행되고 있다. 탄소의 오염은 염의 사용을 통한 분리와 후세정공정등이 제시되고 있으며 비표면적의 한계를 극복하기 위한 방법으로 액체 촉매의 물성을 제어하거나 기포크기를 제어하는 방법등이 제시되고 있다. 또한 활성 촉매의 활성을 극복하기 위한 방법으로 조촉매를 포함한 다양한 합금 촉매가 제시되거나 하이브리드 촉매 등이 제시되고 있다.

심(KTR)목-10

Comparative investigation of various framework atom substituted MWW-type molecular sieves for methyl chloride adsorption

Min Bum Park*, Linh Mai Tran, Trinh Thuan Khiet Nguyen, Sungjoon Kweon
Incheon National University
(mbpark@inu.ac.kr*)

We prepared various heteroatom-substituted MWW-type zeolitic adsorbents through a simple hydrothermal treatment, and investigated the effect of CH3Cl adsorption. We systematically investigated the structural properties, chemical state of framework atoms, concentrations of hydroxyl groups, and amounts and strength of Lewis acid sites of the prepared zeolitic adsorbents. Among the prepared x-MWW adsorbents, the aluminosilicate Al-MWW exhibited the highest concentration and the strongest strength of Lewis acid site, coupled with moderate hydrophilicity. This Al-MWW showed the highest CH3Cl adsorption capacity primarily due to its highest Lewis acidic properties. When the differences in Lewis acid concentrations were not significant, hydrophilicity played the second role in CH3Cl adsorption. Furthermore, the superior amount and strength of Lewis acid site of Al-MWW compared to the other x-MWW adsorbents resulted in the highest concentration and strongest affinity for chemisorbed CH3Cl.

심(KTR)목-11

Upcycling of waste polystyrene into activated carbon for high-performance supercapacitor electrodes

Soo Hong Lee*
KRICT
(SHLee2@krict.re.kr*)

This study advances the circular economy by valorizing char produced during the oil-recovery (pyrolysis) of polystyrene-rich plastic waste into high-value carbon materials. The residual char underwent subsequent carbonization coupled with concurrent physical (steam/CO2) and chemical (KOH) activation to tailor micro- to mesoporous architectures. The resulting activated carbons were characterized via N2 sorption (BET surface area and pore-size distribution), Raman spectroscopy and X-ray diffraction (structural order), electrical-conductivity measurements, and residual-metal analysis. Electrodes fabricated for aqueous-electrolyte supercapacitors were benchmarked against commercial activated carbons in terms of gravimetric capacitance, rate capability, and cycling stability. The integrated pathway—pyrolysis oil recovery, char upcycling to activated carbon, and device-level evaluation—establishes a closed-loop value chain and elucidates correlations between processing conditions, pore architecture, and electrochemical response. These results provide an experimentally grounded framework to improve both the techno-economics and environmental performance of plastic pyrolysis by converting an underutilized by-product into a functional energy-storage material.

심(KTR)목-12

줄히팅을 활용한 고에너지 효율 VOC 처리 기술

이진희[1,2*], 김현탁[1], 김근영[1,2], 정재훈[1,2]
[1]한국화학연구원; [2]과학기술연합대학원대
(leejh@krict.re.kr*)

휘발성유기화합물(VOCs)은 광화학 스모그와 2차 유기에어로졸의 형성, 인체 건강 악화에 기여하는 대표적인 대기 오염 물질이다. 본 연구에서는 줄히팅(Joule heating) 기반의 전기화 VOC 처리 기술을 제안한다. 줄히팅은 전도성 촉매 지지체 내부에서 전기에너지를 직접 열로 변환하여 수초 수준의 초고속 가열과 높은 에너지 효율을 구현할 수 있다. 특히 펄스 전력 제어를 통해 표면 온도를 정밀하게 조절함으로써 VOC의 과산화를 방지하고, VOC 회수 선택성을 향상시킬 수 있다. 전통적인 가열 방식과 비교했을 때, 본 전기화 방식은 예열 시간을 90% 이상 단축시키고, 주변 반응기 부피로의 열 손실을 최소화하여 에너지 투입량을 대폭 절감하여, 탄소중립과 기후위기 대응을 위한 공정 전기화(global electrification) 의 핵심 기술로서의 가능성을 제시한다.

심(성균)목-1

산업용 AI 개발과 활용

백도현*
Dohyun Baek
(baekdo@skku.edu*)

LLM(대형 언어 모델)과 RAG(복잡한 질의 처리 기법)이 결합하여 다양한 분야에서 어떻게 활용될 수 있는지를 탐구한다. 특히 정보 검색 및 질의 응답 시스템에서 LLM은 자연어 질의를 해석하고, RAG는 관련 문서를 검색 및 통합하여 사용자에게 정교한 답변을 제공함으로써, 고객 지원, 의료, 교육, 법률 및 과학 연구 등에서 혁신적인 솔루션을 제시한다. 또한, On-Device AI의 활용은 데이터 처리를 클라우드 대신 로컬 기기에서 수행함으로써 개인정보 보호와 실시간 응답성을 강화한다. 모바일 기기, 자율주행차, 스마트 가전, 웨어러블 기기, 보안 시스템, 증강현실, 가상현실 및 산업용 IoT 등 다양한 응용 분야에서 On-Device AI는 실시간 데이터 처리와 효율적인 에너지 관리, 사용자 맞춤형 서비스를 가능하게 하며, 네트워크 대역폭의 사용을 감축하는 효과를 가져온다. 본 연구는 이러한 기술의 융합이 가져올 수 있는 산업 전반의 혁신적 가능성을 논의한다.

심(성균)목-2

CVD 공정에서 샤워헤드의 표면 특성 변화가 공정에 미치는 영향성

이도형*
㈜에이플어스
(williamlee@aplearth.com*)

최근에 반도체는 AI(인공 지능), 빅데이터, 자율주행, 사물인터넷등의 영역에서 활용되면서, 고성능, 저전력,초소형 반도체를 만드는 기술을 확보할 수 있는지로 판가름 나게 되었다. 그래서 3D NAND Flash, FinFET, 기존 FinFET 공정 기술의 한계를 극복할 수 있는 GAA(Gate-All-Around) 를 적용하면서, 500도 이상의 고온 공정과 가혹한 플라즈마 부식 환경 조건에서 Integration process가 진행됨에 따라서 반도체 제조 장비의 진공 Parts의 수명 단축과 부식에 따른 Particle 발생, Process 균일도가 틀어짐, 생산성 감소등의 심각한 문제점을 야기되므로 개선이 필요하게 되었다.본 발표에서는 이러한 반도체 공정의 고질적인 문제를 해결하기 위한 샤워헤드의 특성 변화를 고찰함으로써 이의 특성 개선을 할 수 있는 방안 및 개발 방향을 제시하고자 하며, 추가로 ESG 경영을 위한 PFAS(과불화 화합물) 규제 대응을 위한 방안에 대해서도 소개하고자 한다.

심(성균)목-3

반도체 기술 혁신을 위한 소재 개발

박성준*
연세대
(seongjun.park@yonsei.ac.kr*)

Since the first scalable integrated circuit was introduced in 1959, scaling down is believed as a necessary path in semiconductor industry to improve the performance of device and the profit of business. For this reason, the word “scaling down” became so natural for the last several decades. However, the development process of scaling down, putting twice more devices every two years, was extremely challenging and new materials always took their big roles. For example, metal wires and gate oxides were replaced from Al to Cu and from SiO2 to high-k dielectric material. New etchant and new photo resist with new polymer system were introduced for highly selective etches and EUV (Extreme Ultraviolet Light) scanner. And as getting close to the end of the scaling down of current devices, even stronger challenges surfaced including new material requests. In this talk, we will present the directions and the issues of current scaling down and we will discuss the new roles of the materials.

심(성균)목-4

차세대 트렌지스터 공정용 박막 기술 개발

이공수*
삼성전자 DS부문 차세대공정개발팀
(alfredo.lee@samsung.com*)

반도체 메모리 및 로직 제품들의 기술적인 발전과정을 돌아보고, AI를 포함한 미래의 고성능 반도체 제품의 핵심 소자인 차세대 트렌지스터 개발용 박막기술의 개발현황을 예측한다. 차세대 반도체 소자의 지속적인 Scaling과 비약적인 성능향상의 요구로, FEOL 부터 BEOL 전반에 걸친 박막 신재료들과 증착기술의 연구동향을 High-k Metal Gate, Epitaxial Growth, Atomic Layer Deposition 분야를 중심으로 요약하고, Silicon Channel의 한계 극복을 위한 신규 Channel 물질들(2D 물질, 산화막 반도체)의 Chipmaker 차원의 개발현황을 점검한다. 또한, Bonding이나 TSV 등 3차원 적층 구조로의 Integration시 예측되는 트렌지스터 특성 열화에 대한 연구동향을 소개한다.

심(성균)목-5

Material Development Trend for Package of AI related Chips Manufacturing

YoungGwan Ko*
SAMSUNG Electronics
(yg1.ko@samsung.com*)

Recently, there has been a significant increase in investment in advanced semiconductors. Access to circuit formation on a one-digit nanometer scale requires very accurate and uniform materials and equipment that are expensive to manufacture, so alternative architectures with affordable methodologies play a more important role. Heterogeneous integration, including chiplets, is now the core technology. However, these technologies are facing many challenges due to AI-related business requirements. One of the major challenges is the improvement of electrical performance, and the other is the mechanical stability that shows a reasonable level of confidence for data center and server systems, which are typically much harsher than mobile applications. In this talk, we will discuss key materials for successful AI-related packaging in particular.

심(성균)목-6

Molybdenum application case in the next generation device

Oh-Hyun KIM*
Air Liquide Solutions Korea
(oh.kim@airliquide.com*)

Molybdenum has been considered to replace tungsten in semiconductor's word line metal, metal gate, and contact metal application due to its barrier-less and lower thin film resistivity benefits. Its precursor's low vapor pressure, however, was the biggest roadblock to be commercially adopted in semiconductor industry's high volume manufacturing. In this talk, it will be presented which deposition process innovation and precursor delivery technology innovation were applied in the next generation NAND, DRAM, and Logic devices.

심(C1)금-1

메탄가스의 미생물 전환을 통한 생분해성 플라스틱 생산

김민식*, 조재환, 강응수, 문명훈, 박권우
한국에너지기술연구원
(kms0540@kier.re.kr*)

Methane gas is the second most abundant greenhouse gas in terms of emissions, following carbon dioxide. However, it has garnered significant attention due to its higher global warming potential compared to carbon dioxide. In this study, we developed a bioprocess for producing the biodegradable plastic polyhydroxyalkanoate (PHA) using the type II methanotroph Methylocystis sp. MJC1 strain.Since PHA is stored intracellularly, achieving high cell density is essential for enhancing its production. To enable high cell density cultivation of methanotrophs, we optimized the initial concentrations of nitrogen, phosphorus, sulfur sources, trace elements, and cofactors. Given the low solubility and mass transfer rate of gaseous substrates, optimizing the gas supply strategy is crucial for high cell density cultivation of gas-utilizing microorganisms. We also evaluated the pressure tolerance of the MJC1 strain. Cultivation was carried out in a pressurized bioreactor, gradually increasing the reactor pressure and gas feed rate. As a result, we achieved an OD_{600} greater than 200 and a maximum PHB productivity of 0.53 g/L/h.This work demonstrates the potential of gas-fermentation-based microbial processes. For commercialization, further improvements in productivity, application to industrial gas streams, and pilot-scale reactor operation are necessary.

심(C1)금-2

Engineering value from waste carbon: bioconversion of steel mill off-gas in a collaborative framework

나정걸*, 김용환[1], 권광호[2], 홍형표[3], 오민규[4], 이정욱[5], 송윤주[6], 김휘찬, 이진원
C1 Gas Refinery R&D Center, Sogang University; [1]UNIST; [2]RIST; [3]CJ Cheiljedang; [4]Korea University; [5]POSTECH; [6]Seoul National University
(narosu@sogang.ac.kr*)

Efficient carbon utilization is a critical global challenge. In Korea, where steelmaking and petrochemicals dominate industry, carbon reduction has become not only an environmental concern but also an economic priority. Steel mill off-gases can either act as major emission sources or be transformed into valuable resources. This study, conducted through collaboration among industry, academia, and research institutes, aims to create value from these gases, supporting national emission goals and new chemical industry growth. We highlight recent advances, including discovery of unique enzymes and process innovations enabling industrial application of novel biocatalysts, alongside cross-cutting technologies. We also discuss how overcoming fundamental scientific challenges can translate into economic and societal benefits, offering perspectives for practical deployment.

심(C1)금-3

산업 부생가스 활용 저탄소 연/원료 합성 연구

정천우*, 김기웅[1], 김유권[2], 나경수[3], 백준현[4]
포항산업과학연구원; [1]한국화학연구원; [2]아주대; [3]전남대; [4]숙명여대
(cjeong@rist.re.kr*)

제철 산업 및 기타 산업 부생가스에는 H_2, CO, CH_4, CO_2 등 다양한 성분이 포함된다. 현재 제철 부생가스는 주로 열원 확보나 발전용 연소에 제한적으로 활용되고 있다. 본 연구는 이러한 부생가스를 고부가 화학원료로 전환하는 기술을 개발하여 온실가스 저감과 경제적 부가가치 창출에 기여하고자 한다. 전로공정 발생 LDG로부터 CO 분리 및 메탄올 합성하는 기술을 연구하였다. 메탄올은 기초 화학원료이자 대체 선박연료로 활용 가능하다. 또한, 바이오매스 유래 부생가스 CH_4 직접 전환을 통해 수소와 탄소를 생산하고, 이를 에너지원 및 2차전지 소재로 활용하는 방안도 제시하였다. 마지막으로 CH_4 및 CO_2를 기존 간접 방식이 아닌 직접 활용하는 기술에 대해서도 연구하였다.

심(C1)금-4

카보닐화를 통한 에폭사이드 Value-up 방향성

윤성호*
중앙대
(sunghoyoon@cau.ac.kr*)

Carbon monoxide (CO) present in off-gas streams can be effectively utilized for the carbonylation of epoxides to produce value-added β-lactones. Over the past 15 years, diverse catalytic systems have been developed to improve key performance metrics such as selectivity, conversion, turnover number (TON), and turnover frequency (TOF). These efforts have contributed not only to catalyst innovation but also to the advancement of scalable process technologies. This presentation provides a comprehensive summary of the research progress in this area, highlighting catalyst design, process development, and key challenges overcome. Additionally, the potential of β-lactones as precursors for biodegradable polymers and other valuable chemicals will be discussed, along with a brief perspective on future directions in sustainable CO utilization and β-lactone-based material platforms.

심(양자)금-1

Post-InP 양자점 소재 개발 현황

이도창*
KAIST
(dclee@kaist.edu*)

과학기술정보통신부 함께달리기 과제로 수행한 Post-InP 양자광소재 개발의 진행 현황을 공유하고 앞으로의 난제를 검토함.

심(양자)금-2

PL & EL QD 소재

배완기*
성균관대
(wkbae@skku.edu*)

In this talk, I introduce heavy metal-free quantum dots for display applications. Specifically, quantum dots made of III-V (InP, InGaP), II-VI (ZnSeTe) and I-III-VI ternary compound semiconductors are discussed in view of their potentials in down-conversion or electroluminescence devices. The electronic structure and photophysical characteristics are compared.

심(양자)금-3

고색재현 Post-InP 양자점용 신규 전구체 및 잉크

이수연*
한국화학연구원
(sylee@krict.re.kr*)

While InP has anchored progress in cadmium-free quantum dots (Cd-free QDs), persistent challenges in delivering bright, stable emission are motivating exploration of post-InP materials for self-emissive QD light-emitting diodes (QLEDs). Prior studies on post-InP QDs have largely optimized crystal structures and core/shell designs, but typically within a narrow precursor space and with limited attention to surface chemistry. Consequently, current approaches struggle to reach commercialization thresholds. In this talk, I will present our research team's efforts in developing and evaluating new precursor chemistries for post-InP QDs within the broader Cd-free landscape. Furthermore, this talk outlines post-synthetic treatments that increase QD brightness and stability, and demonstrates integration of these QDs into QLEDs alongside Cd-free device development.

심(양자)금-4

양자점의 초고해상도 광패터닝 공정 개발

강문성*
서강대
(kangms@sogang.ac.kr*)

Electroluminescence from solution processed light-emitting materials such as quantum dots (QDs) or organic luminophores is a suitable photon source for futuristic displays offering hyper-realistic images with free-form factors. In this talk, two different nondestructive photopatterning methods for light-emitting materials, especially in focus on QD, are introduced, both of which exploit crosslinking reaction between the ligands of neighboring QDs. The first method exploits photoactivated crosslinking reactions. This method is referred to as the direct photopatterning methods. The second method also exploits crosslinking reactions, but this time, it is activated with heat. In this method, photoresist sacrificial patterns are first formed, QD films are deposited and thermally crosslinked, and then photoresist layers are stripped off to leave QD patterns behind.

심(양자)금-5

광이득 양자점 소재를 활용한 차세대 광원 기술 개발

함동효*
한양대
(donghyohahm@gmail.com*)

Colloidal quantum dots (QDs) are emerging as promising materials for next-generation light sources due to their unique emission properties and solution-processability. Among their applications, QD lasers are particularly attractive for integrated photonic and display technologies, owing to their tunable emission wavelengths, high brightness, and compact form factors. However, most QD lasers demonstrated to date have relied on high-power femtosecond excitation, which limits their practical utility. In this study, we report low-threshold QD lasing using an electrically modulated continuous-wave laser diode, achieving lasing at pump intensities just above $500 Wcm^{-2}$. This advancement is enabled by type-(I+II) heterostructured QDs, which suppress nonradiative Auger recombination by supporting hybrid biexcitons with significantly extended multicarrier lifetimes. We further highlight the potential of these QDs for high-performance LED displays, leveraging their biexciton emission for enhanced brightness and fast response times.

심(양자)금-6

적외선 광기능성 양자점 소재의 개발

노정철*
홍익대
(jcnoh@hongik.ac.kr*)

InP-based quantum dots (QDs) have emerged as the dominant platform for visible displays, but next-generation display technologies demand materials that extend spectral coverage and functionality into the infrared (IR). This presentation highlights two complementary advances demonstrating how rational QD design can enable high-performance IR optoelectronics. The first advance focuses on IR emission using germanium (Ge) QDs. A heat-up synthesis based on the thermal decomposition of GeI_2 in mixed ligands of oleylamine, octadecene, and trioctylphosphine yields highly uniform nanocrystals with diameters tunable from 3 to 18 nm, robust alkyl passivation, and excellent oxidation resistance. These QDs exhibit broadband, size-dependent IR photoluminescence at room temperature, overcoming longstanding limitations in tunability and emission efficiency. Further discussion includes how controlling crystallographic lattice strain can modify the indirect band gap toward a nearly direct structure, enhancing emission and enabling Ge QDs as viable IR emitters for hybrid display architectures. Turning to IR detection, magnetic-impurity-mediated spin-exchange interactions are employed to enhance hot-carrier utilization in Mn-doped CdSe/HgSe inverted type-II core/shell QDs. The unique band alignment, with the narrower band gap in the shell, promotes spatial carrier localization for efficient extraction. Ultrafast spin-exchange energy transfer from hot excitons to Mn ions drives highly efficient

심(탄소)금-1

탄소 중립 기술: CO2 전환 및 폐플라스틱의 연료화

강영수*
한국에너지공과대
(yskang@kentech.ac.kr*)

Recently, CO_2 conversion technology has attracted a lots of attentions due to climate change. Capturing, storage and conversion of CO_2 into useful chemicals or fuels are urgent demands for the solution climate change issues because CO_2 and methane are regarded as the most critical gas molecules for the green house effect of the earth. So many research groups have worked on those kinds of research. Among those technologies, CO_2 conversion technology still has a lots of bottle neck for the high conversion efficiency because it has so many complicated process in the aspect of thermodynamics, kinetics, electron transfer, proton transfer and optimization of the CO_2 conversion energy for the product selection. In this talk, we will suggest and prove the solution methods for the high efficiency of CO_2 conversion into liquid fuels. The four critical approaches based on the thermodynamics, kinetics, photochemistry, electrochemistry and combined approaching fused critical are 1) sequential multi-electron shuttling function, CO_2 conversion reaction energy tuning to have product selectivity, CO_2 activation and electron/proton one pot reaction to produce liquid fuel product. Also the similar approaching methods will be applied for the N_2 conversion into NH_3 to store H_2 gas fuel. Waste plastics can be utilized by recycling or upcycling by degradation into fuels like gasoline or diesel. This approach has been studied as intensively of

심(탄소)금-2

액체연료 생산을 위한 고체전해질 반응시스템 개발

박기태*
건국대
(kpark@konkuk.ac.kr*)

The electrocatalytic reduction of CO_2 (CO_2 RR) to liquid products offers a sustainable pathway for mitigating CO_2 emissions while producing carbon-neutral fuels. However, achieving high-purity, high-concentration liquid products remains challenging because conventional reactors typically generate aqueous mixtures rather than pure products, leading to costly downstream purification. To overcome this limitation, a solid-state electrolyte (SSE) reactor design has been developed, enabling the direct recovery of electrolyte-free liquid products. In this study, the SSE-based reactor successfully produces formic acid and ethanol with high concentration. The advancements in SSE reactor design are reviewed, and future research directions for scaling up the technology toward industrial applications are outlined.

심(탄소)금-3

이산화탄소 저에너지·고효율 전환을 위한 집적형 줄 발열 공정 개발

김선규*
국립부경대
(sunkyuk@pknu.ac.kr*)

이산화탄소(CO_2)를 저에너지·고효율로 고부가가치 화학물질 및 연료로 전환하는 기술 개발이 시급하다. 이를 위해서는 혁신적인 촉매 개발과 함께 공정 집적화를 통한 반응기 설계가 필수적이다. 특히, 전기화 기반의 줄 발열(Joule heating)-집적형 공정은 에너지 효율을 극대화하고 반응 성능을 크게 향상시킬 수 있다. 본 발표에서는 줄 발열을 활용한 CO_2 전환 공정의 집적화 개념을 소개하고, 이를 통해 에너지 효율 및 전환 성능 향상 방향성을 제시하고자 한다. 앞으로 혁신적인 촉매 및 공정 설계와의 결합을 통해 저에너지·고효율 CO_2 전환 기술 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

심(탄소)금-4

초분자 흡착제를 이용한 이산화탄소 포집

김현욱*, 박영철[1]
고려대; [1]한국에너지기술연구원
(hukim@korea.ac.kr*)

Amine-based solid adsorbents in direct air capture (DAC) technology exhibit strong CO_2 affinity but often suffer from oxidative degradation and volatility. Here we report a supramolecular CO_2 adsorbent composed of cucurbit[6]uril (CB[6]) and spermine, which leverages robust host-guest interactions to enhance amine stability and reversibility. Single-crystal X-ray analysis revealed that CO_2 was captured via carbamate formation at the terminal amines of spermine, and released upon regeneration under thermal swing adsorption conditions. Notably, spermine exhibited a reversible bending-straightening motion within CB[6], facilitating dynamic and efficient CO_2 uptake and release. The adsorbent exhibited a high CO_2 capacity of 1.38 $mmol \cdot g^{-1}$ (6.06 wt%) and an amine efficiency of 0.41 mol CO_2/(mol N) under 400 ppm CO_2 over 50 cycles, representing the highest efficiency reported to date. In situ spectroscopy and mass analysis confirmed the CO_2 capture-release mechanism. Furthermore, breakthrough experiments under humid conditions (1.3 % H_2O) confirmed its moisture-tolerant performance with 6.1 wt% CO_2 uptake and 12.4 wt% H_2O uptake. These results establish CB[6]·spermine as a highly stable, regenerable, and efficient DAC material, with details to be presented.

효율적 에탄올 생산을 위한 Cu 합금 기반 전기화학 CO2 환원 촉매의 계면 제어

남대현*
고려대
(dnam@korea.ac.kr*)

전기화학 CO_2 환원은 전기에너지를 활용하여 CO_2로부터 고부가가치 화합물인 이퓨얼 및 화학연료를 생산하는 기술이다. 전기화학 CO_2 환원을 통해 CO_2로부터 다중 탄소 (C2+) 화합물을 형성하기 위해서는 *CO 이량체화를 통해 C-C 커플링을 유도할 수 있는 Cu 활성점이 필요하다. 특히, 에틸렌 (C_2H_4)과 에탄올 (C_2H_5OH)의 선택적 생산을 위해 스필오버 효과 (spillover effect)를 유도할 수 있는 Ag를 활용한 Cu-Ag 합금 촉매가 활발히 연구되고 있다. 본 발표에서는 에틸렌과 에탄올의 반응경로 제어를 위해 야금학적 원리를 바탕으로 Cu와 Ag 이종금속으로 이루어진 촉매의 계면을 제어하는 연구에 대해 소개하고자 한다. Cu-Ag의 혼화성 한계를 초월하는 과포화 고용체 형성을 통해 효율적으로 에탄올을 생산할 수 있는 촉매 설계 방안을 제시한다. 또한 전기화학 CO_2 환원 반응 중 발생하는 재건현상 (reconstruction)에 의한 Cu-Ag 이원계 합금의 계면 변화 현상을 이해하고 이를 제어하기 위한 방법에 대해서도 다루고자 한다.

심(재활용)금-1

플라즈마 활용 혼합 폐플라스틱 화학전환 공정 개발

이대훈*, 김유나, 송호현, 최정안, 이희수, 정민호, 강홍재, 정찬미, 조동현, 최수빈
한국기계연구원
(dhlee@kimm.re.kr*)

기존 화학적 폐플라스틱 재활용에서는, 열분해 생성물 중 화학적으로 활용 가능한 생성물의 수율이 20% 이하 수준으로 낮아, 재활용의 한계로 거론되어져 왔다. 특히 일반 생활폐기물의 경우 NCC 투입 등을 통한 화학적 재활용이 고려되어 왔지만 불순물 문제 등으로 인해 한계가 있음이 밝혀 지고 있다. 본 사업단을 통해 개발하는 공정의 경우, 기존 열분해 보다 낮은 온도에서 혼합 플라스틱 폐기물을 부분적으로 열분해, 유동화 하여 플라즈마 반응기로 공급을 한다. 이 때 플라즈마 공정에서는 열분해유와 wax 수준의 생성물을 포함하는 혼재 폐플라스틱 상태의 생활폐기물 유래 유동화 feed를 단일 공정을 통해 높은 선택도로 C2 화합물로 전환할 수 있는 가능성을 제공한다. 열분해 과정에서 발생하는 기상 생성물, Wax를 포함하는 feed의 전환을 통해 생성물을 화학적으로 재활용하는 수율을 60% 이상으로 가져갈 수 있다. 특히 단일 전환 공정에서 C2 생성물의 선택도를 70% 이상으로 높게 만들어 낼 수 있다. 본 발표에서는 그동안 사업단을 통해 개발된 플라즈마 전환 공정의 개발 과정과, 전환 공정의 운전 성능에 대해 설명하고, 공정 운전 data에 기반한 경제성 평가 결과와 더불어 향후 활용 방안 등에 대해 논의하고자 한다

심(재활용)금-2

파일럿 규모 오거 시스템 이용 폐플라스틱 열적 해중합

정수화*
한국생산기술연구원
(pysoo80@kitech.re.kr*)

폐플라스틱 해중합 기술은 열적 해중합, 화학적 해중합 기술 그리고 생물학적 해중합으로 나눌 수 있다. 이들 기술 중 열적 해중합 기술이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 국내외적으로 설비 투자도 계속 이어지고 있는 추세이다. 본 연구에서는 파일럿 오거 시스템 활용, 폐플라스틱 중 열적 해중합에 가장 적합한 폐폴리프로필렌 및 폐폴리에틸렌을 단독 또는 혼합 사용하여 해중합 후 생산된 열분해 액상 생성물의 특성을 관찰하였다. 추가적으로 염소와 같은 불순물을 제거하기 위하여 생석회를 적용하였으며, 이를 통해 열분해 액상 생성물 내 염소 제거 효율을 살펴보았다. 열적 해중합 실험 결과 비점이 낮은 오일과 비점이 높은 왁스가 동시에 생성되는 것을 확인할 수 있었으며, 생석회 적용 결과 액상 생성물 내 염소 함량이 약 20 ppm 대로 감소하는 것을 관찰할 수 있었다.사 사본 연구는 산업통상자원부 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 소재부품산업기술개발기반구축사업(No. RS-2025-1902973)의 일환으로 수행되었습니다.

심(재활용)금-3

폐기물에서 가치로: 물 첨가로 활성화된 폐플라스틱 업사이클링

노인수*
고려대
(insooro@korea.ac.kr*)

Despite plastics' widespread use, only 9% are recycled, with most waste landfilled, incinerated, or leaked into the environment. Conventional recycling often reduces material quality. In this study, we investigate catalytic upcycling as a more effective alternative, with a focus on catalyst design and optimization. Notably, we demonstrate that the addition of water can enhance both plastic conversion and selectivity for valuable liquid fuels. We also evaluate the economic and environmental potential of this approach compared to traditional waste management, highlighting its promise for sustainable processing.

심(재활용)금-4

폐PET 및 폐폴리에스터 섬유의 해중합 기술

Chitra Sarkar[1], 최종인[1], 홍도영[1,2]*
[1]한국화학연구원; [2]과학기술연합대학원대
(dyhong@krict.re.kr*)

An Fe-based catalyst supported on hierarchically porous graphitic carbon was synthesized for the glycolysis of post-consumer polyethylene terephthalate (PET) to bis(2-hydroxyethyl) terephthalate (BHET). The catalyst was obtained through pyrolytic carbonization, producing a core-shell structure in which Fe nanoparticles are uniformly dispersed and encapsulated within graphitic carbon layers. The optimized material exhibited a high surface area, controlled pore structure, and stable metal dispersion. This architecture effectively minimized nanoparticle aggregation and thermal sintering, enabling consistent catalytic activity over multiple uses. In PET glycolysis, the catalyst achieved a BHET yield of 93.4% under optimized conditions. The high performance is associated with the combined effects of oxygen vacancy sites at the Fe centers and the conductive graphitic carbon framework, which facilitate reactant activation and enhance catalyst stability. This work demonstrates a viable route for converting PET into high-purity monomers while providing a stable catalytic system prepared from low-cost and waste-derived precursors, highlighting its potential for sustainable plastic recycling processes.

심(재활용)금-5

폴리에스터/PET 분해산물로부터 기초화학원료 생산 촉매화학기술 개발

하정명*
한국과학기술연구원
(jmha@kist.re.kr*)

PET 또는 폴리에스터의 화학적 업사이클링을 위한 glycolysis 반응을 수행하였을 때에 bis(2-Hydroxyethyl) terephthalate (BHET)를 단량체 형태로 얻을 수 있다. BHET는 다시 재중합을 통해 재생 PET로 전환할 수 있으나, 추가적인 화학반응을 통해 석유 원료 및 기초석유화학제품을 대체하는 재생 원료로 전환할 수 있다. BHET에 포함된 alcohol, ester 등의 다양한 산소 기능기를 제거하여 탈산소 화합물을 제조하면 석유와 유사한 원료를 얻을 수 있으며, 이는 석유화학공정에 직접 혼합할 수 있는 석유 대체 또는 석유 업사이클링 원료가 된다. 본 연구에서는 BHET의 탈산소 화학반응공정을 위한 촉매 개발을 제시하고, 이로부터 BHET 유래 방향족 또는 나프텐 화합물을 생성하고자 한다. 촉매 개발의 다양한 전략을 제시하고, 실제로 어떠한 반응 활성을 얻을 수 있는지도 확인하고자 한다.

심(재활용)금-6

플라즈마 활용 혼합 폐플라스틱 업사이클링 기술의 공정 단위 기술경제성 평가

김경수*
한국과학기술연구원
(kyeongsu@kist.re.kr*)

Mixed plastic waste is a key challenge for a circular economy. Plasma pyrolysis enables high selectivity regardless of feed composition, reducing downstream separation needs and offering an alternative to thermal processes. Yet, its high electricity demand raises economic concerns. This study presents a process-level analysis to reduce this demand and assess feasibility. Based on experimental data, plasma conversion designs for representative polymers were compared with conventional pyrolysis. Results indicate plasma pyrolysis can run under milder pretreatment, cut CO_2 emissions with renewable power, and improve efficiency through unit-by-unit optimization, supporting its potential for mixed plastic upcycling.

심(재활용)금-7

MOF를 이용한 C2 흡착분리 및 에틸렌 정제공정 기술

이우황*
한국화학연구원
(uhwang@krict.re.kr*)

기존 석유화학분야에서의 에틸렌 분리 정제 공정은 영하 100도씨 수준에서 심랭증류에 의해 이루어지는 대표적인 에너지 다소비 공정 중 하나이다. 이에 따라 에너지소비를 최소화 하기위한 흡착분리 및 분리막 분리기술 등을 활용한 다양한 기술개발이 이루어져 왔다. 최근에는 탄소중립 실현을 위해 에너지소비와 이에 따른 온실가스의 간접 배출 뿐만 아니라 공정자체 발전 및 연소에 의한 온실가스 배출 저감까지 고려해야하기 때문에 새로운 기술개발이 더욱 필요한 시점이며 이러한 기술들은 기존 석유화학분야를 넘어 폐플라스틱의 자원화 및 활용기술에도 필수적으로 활용될 가능성이 높다. 본 발표에서는 MOF를 활용한 C2 및 에틸렌 흡착분리 공정에 대하여 보고할 예정이며, 특히 폐플라스틱을 플라즈마를 활용하여 전환된 혼합기체들의 분리 정제 공정에 대한 상세 내용과 이를 활용한 추가 응용기술들에 대하여 중점적으로 논의하고자 한다.

심(고분)금-1

차세대 이차전지용 유연 고분자 전해질

김덕준*
성균관대
(djkim@skku.edu*)

Development of a highly lithium-ion conductive solid electrolyte is crucial for reliable next-generation secondaty batteries such as lithium-sulfur (Li–S) and lithium-air batteries. In this study, we present a self-assembled solid electrolyte by co-grafting zwitterion (ZW) and poly(ethylene glycol) (PEG) segments onto a rigid poly(arylene ether sulfone) (PAES) backbone (PAES-co-$(ZW/PEG)_2$). The Li-ion conductive (ZW/PEG) regions are formed within the robust PAES matrix through phase separation aided by ionic liquid and ethylene carbonate, achieving both superior conductivity and high mechanical stability. ZW segments not only inhibit PS shuttle but also create selective Li-ion conductive pathways via electrostatic interactions between Li-ions and delocalized anionic sites. The PAES-co-$(ZW/PEG)_2$ membrane demonstrates a high Li-transference number (0.752), excellent ionic conductivity (1.58 mS cm^{-1}), and good mechanical properties (tensile strength of 1.8 MPa, Young's modulus of 15 MPa). Additionally, the membrane demonstrates excellent PS blocking capability (~3.418×10^{-5} cm^2 s^{-1}) and high oxidation stability (5.28 V). Cells using this membrane exhibit outstanding cyclability over 350 cycles, retaining 93 % capacity, and maintain high rate capability up to 5C, offering promise for high-performance Li–S batteries.

심(고분)금-2

기후위기 대응 R&D 전략

정희태[1,2*]
[1]한국과학기술원; [2]사우디아람코-카이스트 CO2 센터
(heetae@kaist.ac.kr*)

Climate change is an urgent global problem that demands immediate action. In this seminar, we present R&D strategy aimed at addressing the challenges of climate change through advanced science and technology. The strategy includes green hydrogen, efficient solar cells, stable artificial photosynthesis, breakthroughs in carbon capture and utilization, eco-friendly greenhouse gas storage, batteries with enhanced safety and capacity, energy harvesting, optimization of energy cloud systems, highly accurate climate prediction powered by AI, and self-generation technologies. However, from an R&D perspective, the challenges are immense. Achieving meaningful progress within the limited timeframe available to mitigate global warming requires not only scientific breakthroughs but also rapid scaling, cross-disciplinary collaboration, and integration of diverse energy and material solutions.

심(고분)금-3

키랄성 초분자/융복합 나노소재 기반 에너지·바이오 미래기술

김동하[1*], 김민주[1,2], 채경희[1,3], 강하은[1], 유수빈[1,4]
[1]이화여자대; [2]싱가포르 국립대; [3]리버풀 대; [4]하바드 대
(dhkim@ewha.ac.kr*)

The chirality of nanostructured systems has gained growing attention in catalysis, biotechnology, optoelectronics, spintronics, etc., owing to their exotic enantio-/spin-selective interactions and intriguing chiroptical features. However, large-scale fabrication of chiral inorganic nanostructures still remains a challenge. Herein, we report precision engineering and supramolecular self-assembly based nanofabrication of hybrid chiral nanostructures and exploit their unprecedented properties and applications. We demonstrate chiro-optical, magneto-optical, catalytic energy conversion, circularized light emission properties and nanozyme-based cancer therapy. Our design concept pinpoints the steps required to construct an extended library of viable chiral nanostructures, and will aid in the development of artificial chiral materials.

심(고분)금-4

친환경 수계 폴리이미드 중합 공정 및 전자재료 응용 연구

김윤호*
한국화학연구원
(yunho@krict.re.kr*)

To address climate change and pollution, the chemical industry is adopting greener practices by replacing harmful organic solvents with eco-friendly alternatives. In response, the synthesis of aromatic polyimides (PIs), known as super engineering plastics, has shifted toward aqueous polymerization to produce water-soluble poly(amic acid) salts (W-PAAS). This presentation explores the mechanism of W-PAAS polymerization using suitable organic bases. The resulting water-borne PI films exhibit outstanding thermal and mechanical properties. W-PAAS solutions have been successfully applied in eco-friendly gate dielectrics, nanocomposites for electronics, lithium-ion batteries, and 3D printing inks. Furthermore, scalable film fabrication via mass polymerization and R2R processes paves the way toward commercialization. This work presents a new molecular design platform for aqueous PI synthesis and broadens application possibilities.

심(고분)금-5

고분자 소재기반 에너지 저장 장치 적용 연구

송우진*
충남대
(wjsong@cnu.ac.kr*)

차세대 이차전지를 위한 고분자 소재 연구는 전기화학적 안정성, 충방전 특성, 에너지 밀도등 다양한 성능 요구 사항을 충족시킬 수 있는 새로운 고분자를 디자인하고 합성하는 것을 목표로 함. 고분자 소재는 기존의 리튬이온 전지에서 사용되는 기존 소재와 비교하여 안전성이 높고 가격이 저렴하며, 유연성을 갖거나 가볍다는 장점을 이용하여 차세대 이차전지에 적용이 가능함. 본 발표에서는 안정성 및 높은 에너지밀도를 갖는 차세대 이차전지를 개발하기 위해 고분자 소재를 응용하는 연구를 발하고자 하며 고분자 상분리를 이용하여 이차전지에 고기능성 분리막 개발을 발표하고자 하며, 본 연구를 통해 개발된 고분자 분리막의 경우 높은 이온전도도와 고온 안전성을 바탕으로 차세대 이차전지인 리튬전지 및 리튬이온 전지에 적용 가능성을 제시함.

심(고분)금-6

그린수소 생산을 위한 수전해용 차세대 분리막 개발

이재훈*, 서종수[1], 최영우[1], 김상경[1]
인천대; [1]한국에너지기술연구원
(jaehun.lee@inu.ac.kr*)

Hydrogen is generally categorized into gray, blue, and green hydrogen, with green hydrogen drawing the most attention as a carbon-free energy carrier produced via water electrolysis using renewable electricity. Among various electrolysis methods, low-temperature water electrolysis—encompassing alkaline water electrolysis (ALK), proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE), and anion exchange membrane water electrolysis (AEMWE)—is particularly promising for scalable and clean hydrogen production. Each technology employs distinct membrane systems: ALK uses porous diaphragms typically composed of polymers and inorganic fillers, while PEMWE and AEMWE rely on dense ion-conductive membranes without pores. As membrane properties such as ionic conductivity, chemical/mechanical stability, gas crossover resistance, and scalability critically impact the efficiency and safety of electrolysis systems, the development of next-generation membranes tailored to each electrolysis platform is essential. Recent research highlights innovations in polymer design, hybrid nanocomposite architectures, and roll-to-roll scalable processing methods to meet industrial demands. This presentation will introduce the key functional requirements and development trends of membranes across ALK, PEMWE, and AEMWE systems, with a particular focus on the next-generation membranes under development at the Korea Institute of Energy Research. These

심(공업)금-1

용액공정 기반 뉴로모픽 소자 개발

김영진*
경기대
(yj.kim@kyonggi.ac.kr*)

Neuromorphic devices emulate neural functions such as synaptic plasticity, enabling learning, memory, and signal processing with low energy and parallel computation beyond the von Neumann architecture. Neuromorphic computing supports AI hardware, real-time sensing, and edge computing. Sensory nervetronics detect stimuli and convert them to electrical signals, while motor nervetronics drive muscles for life-like motion. Solution processing allows low-temperature, large-area fabrication, substrate compatibility, and high stability, ideal for biocompatible uses such as wearable skins and implants. We developed solution-processed neuromorphic devices showing synaptic plasticity and explored their use in sensory-motor nervetronics. This talk covers mechanisms, learning/memory, pattern recognition, and applications in neural bioinspired systems.

심(공업)금-2

추진기관용 액체추진제 개발동향

정병훈*
국방과학연구소
(Jeongbh@add.re.kr*)

우주 발사체나 군사용 로켓 등을 추진하기위한 액체추진제로 처음에는 케로신을 이용하여 액체 산소와 같이 연소시켜 1926년 미국 R.H Goddard가 최초로 발사에 성공하였으며 이후에 연료는 알코올, 고밀도 합성 탄화수소, 액화수소, 액화 메탄, 하이드라진 계열 등으로 다양화 되었고, 산화제로는 질산, 사산화 질소, 액화 산소, 과산화수소 등을 사용하였다. 이러한 연료와 산화제의 조합은 추진기관의 운용성 측면에서 비추력 성능, 상온 저장성, 접촉발화성, 비용, 저독성 등을 고려하여 선정/적용하여 왔다. 군사용 대형 추진기관에서는 특성상 고성능, 상온 저장성, 접촉발화성을 고려한 추진제 위주로 발전하였고 최근에는 이러한 장점을 모두 지닌 하이드라진/질산/사산화 질소 계열 추진제의 맹독성을 대체하기위해 ADN(ammonium dinitramide) 혼합물 등을 이용한 저독성 추진제를 소형 추진기관에 적용하는 연구가 활발히 진행되었다.

심(공업)금-3

목질계 바이오매스를 이용한 탄소저감형 화이트바이오 소재기술개발

김태현*, 박승현, 트란 바오 우옌
한양대
(hitaehyun@hanyang.ac.kr*)

The depletion of fossil resources has intensified the need for renewable substitutes for petroleum-based products. Lignocellulosic biomass, abundant and sustainable, holds significant promise for industrial biochemical production. Its valorization involves depolymerizing cellulose and hemicellulose—about two-thirds of biomass—into fermentable sugars, followed by microbial conversion to fuels and chemicals. The process comprises three steps: pretreatment, hydrolysis, and fermentation. Pretreatment, as the most critical stage, overcomes the structural recalcitrance of biomass, enabling efficient downstream conversion. This study reviews key technical challenges in these processes, with a focus on pretreatment strategies, and examines their role in advancing reduced-carbon products for a sustainable bio-based economy.

심(공업)금-4

인공수정체의 반짝임 변성 감소를 위한 소재 개발

송기창*
건양대
(songkc@konyang.ac.kr*)

Hydrophobic acrylic intraocular lens (IOL) is widely used because of its advantages of low incidence of posterior capsule opacification and high refractive index. Despite these excellent advantages, hydrophobic acrylic IOL has a problem that glistening is observed more often than silicone or hydrophilic acrylic IOL. Glistening is the condensation of water that forms within IOL, which can degrade the patient's vision quality. In this study, we investigated the preparation method of IOL materials that can reduce the glistening.

심(공정)목-1

Recycling perfusion platform for continuous mAb production using SPTFF permeate

Seongkyu Yoon*
University of Massachusetts Lowell
(Seongkyu_yoon@uml.edu*)

The continuous processing for better product consistency and reduced COGs and process down times have been a major challenge in biomanufacturing community while a high level of process automation and control is required for industry to manufacture therapeutics via continuous bioprocessing. Proper PATs for the real-time monitoring of critical process parameters (CPPs) and critical quality attributes (CQAs) are also required to support the enhanced process automation/control for an extended period of continuous culture. In addition, the excessive media usage to maintain production perfusion bioreactor kept many biopharmaceutical industry members turned away due to the obstacles, including huge facility footprints, a large amount of process waste, and a burden on downstream operations. The work performed for this paper strategized spent media recycling for a more sustainable production perfusion platform. The flask study compared the performance of slow perfusion and recycling perfusion. For the bioreactor study, a new recycling perfusion platform was built using a single-pass tangential flow filtration (SPTFF) to generate mAb-free spent media from the ATF harvest. The culture performances at three different recycling ratios (0%, 25%, and 50%) were compared in 30-day periods. Throughout the study, we demonstrated that the culture was endurable up to 50% of SPTFF permeate recycling by

심(공정)목-2

Engineering Insight: Integrating Modeling, Data, and Culture in Biopharmaceutical Innovation

Salvador García Muñoz*
Eli Lilly and Company
(sal.garcia@lilly.com*)

In the evolving landscape of pharmaceutical development, the role of the chemical engineer has expanded significantly over the past decade. This shift reflects the growing need to understand the physical and chemical driving forces within manufacturing processes—not only to optimize production but also to articulate robust control strategies to regulatory authorities. Chemical engineers now play a pivotal role in ensuring high-quality products and reliable medicine supply by bridging the gap between process science and regulatory compliance.A key enabler of this transformation is the integration of computer-based modeling technologies. These models serve as dynamic repositories of process knowledge, encoding hypotheses and beliefs into mathematical expressions that evolve alongside development. By capturing complex relationships between materials, process conditions, and product quality across multiple unit operations, these models empower teams to propose targeted experiments, interpret results more effectively, and assess the robustness of control strategies with greater precision.This modeling-centric approach marks a cultural shift from empirical development—where success often yields limited insight—to a paradigm that embraces rapid, informative failure. In this new framework, learning is accelerated through strategic experimentation, and computational tools are leveraged to predict optimal conditions

심(공정)목-3

Advanced Biotherapeutics: Global Regulatory & CMC Challenges and Strategies

Jun Park*
Korea Health Industry Development Institute
(junpark7749@khidi.or.kr*)

The biopharmaceutical industry is experiencing a profound transformation, particularly in oncology and other complex disease areas. This paradigm change is fueling a new wave of innovation and the rise of advanced drug modalities such as bispecific antibodies, antibody-drug conjugates (ADC), cell and gene therapies, and RNA therapeutics. While these advanced platforms offer immense therapeutic potential, their development introduces significant hurdles. Overcoming these challenges requires navigating intricate global regulatory pathways and robust Chemistry, Manufacturing, and Control (CMC) strategies that are dictated by the products' unique structural complexity, biological activity, and stability profileThis presentation will delve into important regulatory and CMC considerations for these innovative, advanced drug therapies.

심(공정)목-4

연속공정 기반의 의약품 제조 및 품질관리 전략 수립을 위한 시스템공정공학 적용사례

이해우*, 이진실, 박민욱
대구경북첨단의료산업진흥재단
(hwlee@kmedihub.re.kr*)

최근 제약산업에서는 전통적인 배치 제조방식의 한계를 극복하기 위해 품질 일관성과 생산성을 높이는 동시에 제조비용·설비면적·제조시간을 절감할 수 있는 연속제조 공정기술이 디지털전환을 위한 차세대 의약생산 플랫폼으로 주목받고 있다. 이에 따라 다국적 제약사를 중심으로 연속공정으로의 전환이 활발히 진행되고 있으며, 국내에서도 경구용 고형제제 분야를 중심으로 초기 연구가 본격 시도되고 있다. 특히, 최근 제정된 ICH Q13 글로벌 가이드라인은 연속공정의 동특성 기반 외란 관리, 실시간 모니터링, 완건한 품질관리전략 수립을 강조하며, 이는 기존 제약산업의 공정관리와는 차별화된 접근을 요구한다. 이에 본 발표에서는 고형제제 연속공정을 대상으로, 의약품 처방 및 제조공정 확립 과정에서 품질고도화(QbD) 방법론을 기반으로 한 공정시스템공학의 활용 사례를 제시하고자 한다. [사사: 이 연구는 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (과제번호 : RS-2023-00230655)]

Digital Transformation and Hybrid Modeling in Bioprocess: Case Studies at CJ CheilJedang BIO

박찬훈*
CJ제일제당
(chanhun.park@cj.net*)

CJ CheilJedang's BIO business leverages microbial fermentation to produce a range of bio-based materials, including amino acids, polyhydroxyalkanoates (PHA), and flavor ingredients. The Bioprocess Innovation Group is dedicated to advancing process technologies, not only by developing new product processes but also by enhancing productivity and yield to strengthen cost competitiveness.This presentation outlines the development strategies for integrating Digital Transformation technologies into BIO process research and highlights representative application cases. CJ BIO's process research adopts a hybrid modeling approach, combining fundamental process theory and mathematical models—based on the physicochemical properties of bioprocess solutions—with empirical and AI/ML models to address the inherent unknowns of bioprocesses. Additionally, ongoing research focuses on systematizing the entire process through reconfigurable process, superstructure optimization, and real-time monitoring, utilizing these advanced process models.

심(분리)금-1

지속 가능한 저에너지/고회수율 수처리를 위한 hybrid semi-batch/batch reverse osmosis 시스템의 bench-scale 규모 실증 테스트, 모델 최적화 및 전과정평가

박기호*
한양대
(kiho138@hanyang.ac.kr*)

To overcome the limitations of conventional batch and semi-batch reverse osmosis (RO) systems, the hybrid semi-batch/batch RO (HSBRO) process was recently developed as a high-recovery, low-energy, and compact desalination solution. HSBRO has demonstrated exceptional energy efficiency, achieving a specific energy consumption (SEC) as low as 0.38 kWh/m³ at 80% recovery under 3,000 ppm feed salinity conditions. This paper presents a comprehensive analysis of a bench-scale (>15 m³/day) HSBRO system, including its implementation, design, model-based optimization, and a life cycle assessment for both brackish water and wastewater applications. The bench-scale HSBRO system validated the process's competitive performance, achieving a high recovery of approximately 92% across a salinity range of 2,000-8,000 mg/L. The reported electrical SEC values were 0.86 kWh/m³ for a NaCl solution and 0.98 kWh/m³ for a Na_2SO_4 solution. These results confirm that the HSBRO process is a highly promising and efficient desalination strategy for treating complex, saline wastewaters, offering high recovery within a compact footprint.

심(분리)금-2

MOF 기반 이산화탄소 포집제 연구

홍창섭*
고려대
(cshong@korea.ac.kr*)

Addressing climate change requires concerted efforts to lower atmospheric CO_2 concentrations. Carbon capture and sequestration (CCS) offers a promising pathway by selectively removing and storing CO_2 . Solid adsorbents with low heat capacities can significantly improve the efficiency and sustainability of such mitigation strategies. Among these, metal-organic frameworks (MOFs) have emerged as highly attractive porous, crystalline materials for CO_2 adsorption. In this presentation, I will highlight diamine-appended Mg_2 (dobpdc) (dobpdc^{4-} = 4,4′-dioxidobiphenyl-3,3′-dicarboxylate) as a high-performance platform for CO_2 capture. To enhance stability under humid conditions and accelerate desorption kinetics, postsynthetic strategies—such as hydrophobic molecule incorporation and composite fabrication—were employed. The underlying design principles, synthetic methodologies, and resulting performance improvements will be presented in detail.

심(분리)금-3

고분자 기체 분리막을 위한 분자시뮬레이션

박치훈*
경상국립대
(chp@gnu.ac.kr*)

고분자 기체 분리막은 산소, 질소 등 산업현장에서 이미 많이 사용되고 있는 기체 뿐만 아니라, 수소, 이산화탄소, 메탄, 질소화합물 등 신재생에너지 및 탄소중립 관련하여 지속가능한 지구 환경 달성을 위해 필수적인 기체 들을 분리/포집하는데 중요한 역할을 담당하고 있다. 이러한 고분자 소재를 통한 기체 분자의 이동 및 분리현상은 분자운동론에 기반한 것으로 분자 수준의 기체 분자의 움직임 및 고분자 소재의 물리화학적 특성에 대한 이해가 필수적이다. 분자동역학(MD)은 분자운동론에 기반한 시뮬레이션 기술로서 이러한 고분자 분리막을 통한 기체 분자의 이동을 분석하고 구조-특성 상관관계를 규명하는데 효과적인 분야 중 하나이다. 본 발표에서는 이러한 분자동역학을 바탕으로 고분자 분리막의 분자 설계에 관한 다양한 관점들을 살펴 보고, 분자동역학만으로는 얻을 수 없는 분자 특성 계산을 위한 양자역학(QM or DFT) 시뮬레이션 및 메조스케일 시뮬레이션 기술도 소개하고자 한다.

심(분리)금-4

미세다공성 고분자 기반 기체 분리막: 소재 설계 및 박막화 기술

이태훈*
성균관대
(thoonlee@skku.edu*)

Polymers of intrinsic microporosity (PIMs) offer ultrahigh gas permeability and solution-processability, rendering them attractive for decarbonizing energy-intensive separations. This talk presents our group's recent advances in PIM-based membrane materials for gas separation via post-synthetic modification. Specifically, UV-induced crosslinking of anthracene-functionalized PIM-polyimides forms ladder-like structures, enhancing microporosity and boosting CO2 permeability by up to 260% without sacrificing selectivity. The resulting membranes resist plasticization and aging, showing CO2/CH4 selectivity >30 at 31 bar. We also highlight challenges in scaling PIMs into submicron thin films, where anisotropic structures and aging reduce performance. GIWAXS analyses reveal key morphological transitions, guiding the design of high-performance PIM-based thin-film composite (TFC) membranes.

심(생물)금-1

CJ BIO의 미래를 설계하다 : 원료 다변화, 제품의 혁신

서창일*
CJ제일제당
(changil.seo@cj.net*)

CJ제일제당 BIO 사업부는 미생물 대사공학을 기반으로 라이신, 쓰레오닌, 트립토판 등 주요 아미노산과 핵산, MSG 등 조미소재를 생산하며 성장해 왔습니다.최근에는 PHA(Polyhydroxyalkanoate)와 같은 친환경 바이오소재(Biomaterial) 사업으로 영역을 확장하고 있습니다.한편, 중국의 제조 경쟁력을 기반으로 한 글로벌 BIO 시장 경쟁이 심화됨에 따라, CJ는 안정적인 Cash Cow으로서 기존 사업의 경쟁력을 유지함과 동시에 신속한 미래 신제품 발굴이 요구되는 상황에 직면해 있습니다.이러한 상황에서 제조 경쟁력 강화를 위해 수율 향상뿐 아니라 생산성 및 발효 농도 개선을 추진해 왔으며, 생산 균주를 대장균에서 코리네박테리움으로 전환하여 제품 품질 및 제형 다양화를 달성하였습니다. 또한 공정 기술의 고도화를 통해 지속적인 원가 절감과 품질 경쟁력을 확보하고 있습니다. 나아가 원재료의 다변화 및 경제형 원료 활용 전략을 통해 원가 경쟁력을 제고하고 있습니다.향후 CJ는 균주 개발의 자동화와 Biofoundry 인프라 구축을 기반으로 개발 속도를 대폭 향상시키고, 이를 토대로 고부가가치 제품 중심의 사업 구조를 적극적으로 전환·고도화할 것입니다.

심(생물)금-2

생물분자의 설계에서 생명현상의 설계로

이상민*
포항공과대
(sminlee@postech.ac.kr*)

최근 몇 년간 인공지능(AI) 기반 모델의 발전으로 생물분자, 특히 단백질의 구조 설계·예측과 상호작용 분석 능력이 비약적으로 향상되었습니다. 그러나 이러한 모델의 적용범위는 주로 단일 단백질 또는 소수 단백질 간 상호작용 예측에 국한되며, 실제 세포 내에서 수많은 단백질과 생체분자가 얽혀 이루어지는 복잡한 생명현상을 예측하는 데에는 여전히 한계가 있습니다. 분자 수준에서 세포 수준까지 아우르는 폭넓은 예측·계산 모델이 구축된다면, 우리는 생명현상을 보다 통합적으로 이해하고 설계할 수 있을 것입니다. 본 발표에서는 AI 기반 생체분자 예측 기술의 현재 수준을 살펴보고, 향후 통합적 모델이 발전했을 때 가능해질 미래의 모습을 그려보고자 합니다.
(RS-2024-00345974, RS-2024-00411809)

심(생물)금-3

바이오제조 전환 가속화를 위한 미생물 세포 공장 개발

임현규*
인하대
(hyungyu.lim@inha.ac.kr*)

The shift toward a sustainable bioeconomy relies on the ability to produce fuels and chemicals from renewable resources at an industrial scale. Microbial cell factories offer a powerful solution, yet their deployment in biorefineries faces persistent challenges. This talk will explore strategies to overcome these barriers using systems and synthetic biology. By expanding the range of usable substrates, optimizing metabolic pathways, and enhancing stress tolerance, microbial hosts can be transformed into robust production platforms. I will highlight how combining advanced genetic tool development, adaptive evolution, and pathway engineering can enable rapid and efficient conversion of diverse biomass-derived feedstocks. Finally, I will discuss emerging directions that could accelerate the transition from fossil-based manufacturing to a circular and sustainable biomanufacturing future.

심(생물)금-4

Unlocking the full genetic potential of microbes through synergizing systems and synthetic biology

이남일*
한국과학기술원
(namillee@berkeley.edu*)

Microbes are capable of producing a vast diversity of metabolites with industrial, agricultural, and medical applications, yet much of this biosynthetic potential remains underutilized. For example, actinomycetes are prolific producers of secondary metabolites (SMs) with antimicrobial, antifungal, anticancer, and immunosuppressive activities. However, most biosynthetic gene clusters (BGCs) in these organisms remain uncharacterized and transcriptionally silent under standard laboratory conditions, limiting their exploitation. To address these challenges, systems and synthetic biology approaches integrated with data-driven DBTL cycles are increasingly being applied to: (1) discover novel BGCs; (2) decode and rewire regulatory networks; (3) identify and resolve biosynthetic bottlenecks; and (4) reprogram biosynthetic machinery for retrobiosynthesis of new-to-nature molecules. In the coming decades, these strategies are expected to enable the next level of biomolecule engineering beyond conventional metabolic engineering, with broad impacts on global health and sustainability.

심(생물)금-5

2055년 청정사회를 위한 미생물 해법

안정호*
KIST
(ajungho@kist.re.kr*)

Humanity faces escalating carbon emissions, plastic waste, and the limits of fossil-based industry, underscoring the need for carbon-neutral solutions. Microbial technologies provide a powerful foundation for this transition. In this talk, I will highlight microbial plastic biodegradation as both a solution to waste and a route to create valuable materials, as well as microbial conversion of lignocellulosic biomass into sustainable chemicals. Looking toward 2055, I will share my vision of how microbial cell factories and bioprocesses will reshape industries, restore ecosystems, and guide society toward a resilient and sustainable future.

심(에환)목-1

e-메탄 생산 시스템 파일럿 규모(30 Nm3/h) 운전 결과 및 기술경제성 평가

김수현*, 유영돈, 서민혜, 백종민, 김진우
고등기술연구원
(shkim0605@iae.re.kr*)

e-메탄은 재생에너지를 활용해 생산된 그린 수소(green hydrogen)와 포집된 이산화탄소(CO_2)를 메탄화 반응(Sabatier reaction)을 통해 합성한 인공 메탄으로, 연소 시 CO_2 를 배출하지만 원료 단계에서 이를 재활용함으로써 순탄소배출을 '0'으로 만드는 탄소중립 연료로 여겨진다. 현재 유럽연합, 일본, 독일 등 주요 선진국들은 e-메탄을 수소경제의 한 축으로 간주하며 기술 개발과 실증 사업에 적극 투자하고 있다. 일본은 도시가스의 탈탄소화를 목표로 해외에서 생산된 e-메탄을 수입하여 천연가스망에 혼합하는 '메탄 혼입 전략'을 추진 중이다. 본 연구에서는 30 Nm3/h 규모의 e-메탄 생산 시스템 설계 및 구축, 실증을 기반으로 한 운전 결과 및 해외 수소 도입 방법 측면에서의 e-메탄 생산 기술에 대한 기술 경제성을 평가하였다.본 연구는 2021년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No.20218801010030)

심(에환)목-2

CO_2 직접 수소화를 통해 액체 탄화수소 제조하는 Power-to-Liquid 핵심 요소 실증기술 개발

김정랑[1]*, 박해구[1], 민형기[1], 박명준[2], 전기원[1,3]
[1]한국화학연구원; [2]아주대; [3]가스엔텍
(jrkim@krict.re.kr*)

Power-to-Liquid (P2L) 기술은 이산화탄소에 재생에너지 기반 수소를 반응시켜 납사, 가솔린, 메탄올 등과 같은 화학 원료를 생산하는 기술로, 기존 석유 유래 화합물을 대체하고 특히 이산화탄소 같은 온실가스 배출을 획기적으로 줄일 수 있는 유망한 기술 중 하나로 주목받고 있습니다. P2L 기술의 핵심 공정 중 하나인 CO2 직접 수소화 반응을 통해 액상 탄화수소를 생산하는 기술은, 역수성가스반응(RWGS)과 피셔-트롭쉬(FT) 합성 반응을 하나의 촉매와 반응기 내에서 동시에 진행함으로써 에너지 효율을 극대화할 수 있는 장점이 있습니다. 그러나 여전히 목표 생성물의 수율을 높이는 것이 주요 기술적 과제로 남아 있습니다. 본 발표에서는 고수율 액상 탄화수소 생산을 위한 촉매 개발 연구, 성형 촉매를 활용한 실증 연구, 재생에너지 활용에 적합하면서도 에너지 효율을 극대화할 수 있는 반응 공정 개발 연구를 포함하여 현재까지의 연구 내용을 소개하고자 합니다.

심(에환)목-3

마이크로채널 반응기를 이용한 이퓨얼 생산

김영*, 류진우, 이종훈, 문선영
한국기계연구원
(ykim@kimm.re.kr*)

재생전력은 날씨에 따라 공급량이 크게 변화하는데 이러한 재생전력이 공급되면 전력계통의 안정적 운영이 까다로워진다. 이퓨얼은 재생전력 생산이 수요를 초과할 때 발생하는 잉여전력을 이용해 전력계통의 안정성을 높이고 부가가치가 있는 제품을 생산하고자 하는 기술이다. 분산전력 시스템에서 공급되는 주기와 양의 변동성이 큰 잉여전력을 효율적으로 활용하기 위해서 마이크로채널 반응기를 적용한 이퓨얼 생산 연구가 이루어졌다. 소형에서도 효율이 높은 마이크로 반응기로 공정집적도를 높이고 빠른 기동이 가능하였다. 본 기술은 이산화탄소를 전환하여 탄소자원화하는 새로운 촉매가 상용급 공정에 적용되기까지 소요되는 긴 시간과 막대한 비용을 줄일 수 있고, 단위 부피당 처리량이 높아 촉매 사용량이 적고 장치 크기가 작은 장점을 가진다. 마이크로 채널 구조의 열교환형 반응기로 빠르고 균일한 열제어가 가능하므로 이퓨얼 생산 뿐만 아니라 다양한 반응에 적용 가능할 것으로 기대된다.

심(에환)목-4

차세대 선박연료로서의 메탄올 제조기술 현황

김학주*
한국에너지기술연구원
(hakjukim@kier.re.kr*)

국제해사기구(IMO)의 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 차세대 선박연료로서 e-메탄올이 주목받고 있다. e-메탄올은 재생에너지 기반 그린수소와 포집된 CO2를 원료로 생산되는 탄소중립 연료로, 기존 선박 인프라 활용이 용이하고 상온 액체 상태로 취급이 간편한 장점을 지닌다. 본 발표에서는 탄소중립 연료로서 활용이 가능한 메탄올 생산 주요 경로를 제시한다. 상용 촉매인 Cu/ZnO/Al2O3 기반 반응기 기술과 함께, e-메탄올 제조 공정의 경제성 분석 결과를 제시한다. 글로벌 프로젝트 현황으로는 아이슬란드 CRI사의 연 4,000톤 규모 상용플랜트를 비롯해 덴마크, 노르웨이 등에서 연 10만톤 이상 대규모 프로젝트가 진행 중이다. 국내 석유산업의 e-메탄올 도입 전략으로 기술개발과 기술도입 병행 추진을 제안하며, 메탄올의 선박연료 직접 활용 및 항공유(e-SAF) 전환을 통한 수송부문 탄소중립 실현 방안을 제시한다.

전기화학적 CO_2 전환 막-전극 접합체의 나노구조 및 운전 조건 제어 연구

오형석*
한국과학기술연구원
(hyung-suk.oh@kist.re.kr*)

Nanoscale catalytic materials are key components of various electrochemical devices for storing and converting renewable energy, including fuel cells, water-splitting systems, and CO_2 electrolysis. Their successful development and optimization require deep insight into the relationships between the atomic-scale structure of catalytic interfaces and their corresponding electronic structures to enhance activity and stability. However, in electrochemical CO_2 conversion, controlling extrinsic properties—particularly the operating environment of the membrane-electrode assembly (MEA)—is equally crucial for achieving high performance and long-term stability. MEAs, where the actual CO_2 reduction reactions (CO_2RRs) occur, facilitate the coupled transport of electrons, ions, and electrolytes, and their optimization is essential for bridging laboratory-scale advances to commercial deployment. In this talk, I will present recent findings on CO_2RR design and understanding from a MEA perspective, emphasizing how fluid dynamics, mass transport, and local pH evolution under operating conditions critically influence reaction performance. Using in-situ/Operando analytical platforms, such as X-ray absorption fine structure (XAFS), Raman spectroscopy, and X-ray computed tomography (CT), we directly observe these extrinsic effects during

심(열역)금-1

CO2 활용 및 H2 생산을 위한 케미컬 루핑 공정

이재우*
한국과학기술원
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

화학 루핑 프로세스는 다양한 연료와 화학 물질을 효율적으로 생산할 수 있는 유망한 경로로 간주됩니다. 화학 루핑에서 시간적으로 또는 공간적으로 분리된 환원 및 산화 반응은 에너지 효율성 향상, 평형 제한 초과, 별도의 정제 단계의 필요성 제거 등 여러 가지 이점을 제공합니다. 그러나 화학 루핑 프로세스의 전반적인 효율성은 산소 운반체의 성능에 크게 의존합니다. 높은 가스 전환율은 분리 효율성을 향상시킬 수 있으며, 높은 고체 전환율은 순환되는 산소 운반체의 양을 줄일 수 있습니다. 주요 성능 지표는 산소 운반체의 열역학적 특성과 그들의 산화환원 반응 속도와 밀접하게 관련이 있습니다. 이 발표에서는 에너지 효율적인 화학 루핑 프로세스를 목표로 한 산소 운반체 재료의 설계 전략에 대해 발표할 것입니다.

심(열역)금-2

CO_2 Capture/Storage/Transportation and Clathrate Hydrates

서용원*
울산과학기술원
(ywseo@unist.ac.kr*)

Clathrate hydrates—crystalline inclusion compounds in which gas molecules are encapsulated within hydrogen-bonded water cages—have gained prominence as a versatile medium for CO_2 capture, storage, and transportation. This study examines the potential of clathrate hydrate-based systems across the entire CO_2 management chain. For capture, hydrate-based processes offer high selectivity and operate under relatively mild conditions, with particular advantages when integrated into pre-combustion capture schemes. A novel strategy is proposed involving reversible CO_2 capture via pre-formed semi-clathrates embedded in porous silica gels. For storage, naturally occurring gas hydrate-bearing sediments in deep-sea environments present a stable, long-term storage option. The CH_4 – CO_2 replacement process provides the dual benefit of CO_2 storage and CH_4 production. Here, we investigate the replacement behaviors and mechanisms in natural gas hydrates of different structure types (sI, sII, and sH) (Lee et al. [2]). Conversely, the formation of CO_2 hydrates during pipeline transport presents serious flow assurance challenges, including plugging and potential rupture. To address these issues, we explore environmentally benign hydrate inhibitors, assessing their inhibition performance and underlying mechanisms. Overall, this work underscores the

심(열역)금-3

에너지 전환 대응 플랜트 사업의 진화

서유택*
서울대
(yutaek.seo@snu.ac.kr*)

그동안 화학공학은 인류에게 에너지를 공급하는 중요한 역할을 수행해왔다. 대규모 석유화학 플랜트를 중심으로 다양한 연료와 화학제품이 공급되면서 인류는 전래없는 풍요로운 삶을 살수있었지만, 최근 나타나는 기후 변화 문제는 그동안 미처 생각하지 못한 온실가스 배출과 과도한 에너지 사용의 문제를 되돌아볼 필요성을 제기한다. 지금 에너지 업계의 화두는 지속가능, 적정 가격, 신뢰성있는 에너지원으로의 전환이며, 이를 위해서는 화석연료, 재생 에너지, 원자력, 합성연료가 모두 사용되는 형태일것이다. 이에따라 대규모 플랜트보다는 수요에 대응할수있는 분산형 플랜트가 요구되며, 기존 화석 연료의 분리 정제와 더불어 새로운 에너지원의 합성도 필요하다. 따라서 대규모 플랜트 산업이었던 화학공학은 이제 고효율, 지속가능, 청정 에너지를 공급할수있는 산업으로 진화해야하며 그 중심에는 이산화탄소와 수소가 있다. 기존 산업의 지속 가능을 위한 이산화탄소 포집, 수송, 저장이 필요하고, 화석연료 대신 재생에너지와 수소 기반의 에너지 밸류 체인이 구축되어야 한다. 이번 발표에서는 최근 산업계에서 진행되고 있는 관련 프로젝트를 소개하면서, 화학공학에 새롭게 요구되는 지식에 대해서 논하고자 한다.

심(열역)금-4

CO_2 고체화 위험 완화 및 주입 플랫폼 설계를 위한 첨단 전략

이준섭*, 임성선, 김성은, 안상윤[1], 변우영[1]
HD한국조선해양; [1]HD현대중공업
(joonseop.lee@ksoe.co.kr*)

Paris Agreement demonstrated the objective of limiting global temperature increase upto 1.5℃ from temperature of pre-industry, and CCS is one of essential options for satisfying Net Zero 2050. The depleted gas reservoir has several technical points; wide pressure range and low pressure operation. Therefore, the investigation of solidification risk and two-phase flow and proper operation philosophy with transient scenario is essential for successful CO2 injection platform.In this study, initial process design was conducted with overall CO_2 injection system. Dry ice issue was also considered at the depressurization situation. The risk of solid was verified from lab-scale & pilot scale experiment. The overall flow stability was investigated via two-phase flow simulation. The study can be utilized for detailed engineering design of the CO_2 injection platform.

이산화탄소와 수소로부터 고부가가치 화합물 생산을 위한 촉매 기술

김광영*, 천동현, 윤민혜, 임근배, 김영은
한국에너지기술연구원
(glorykim@kier.re.kr*)

Carbon Capture & Utilization(CCU) 기술은 철강, 정유, 석유화학 등과 같은 탄소 다배출 산업에서 발생하는 CO_2를 포집하여 유용한 화학제품이나 연료로 전환함으로써, 온실가스 감축과 자원 순환을 동시에 달성할 수 있는 핵심 기술로 주목받고 있다. 특히, CO_2를 그린 수소와 결합해 고부가가치 액체 연료나 화학 원료로 전환하는 공정은 탄소중립 목표 달성과 지속가능한 산업 발전을 연결하는 중요한 해결책으로 평가된다. 본 발표에서는 CO_2를 수소와 직접 반응시켜 고부가 화합물을 생산하는 직접 전환 방식과, CO_2를 Reverse Water Gas Shift (RWGS) 반응을 통해 합성가스로 만든 뒤 Fischer-Tropsch synthesis(FTS) 반응을 거쳐 고부가 화합물을 생산하는 간접 전환 방식에 적용되는 촉매 기술 개발 현황을 논의한다. 또한, 고효율·저비용 촉매 개발, 반응 공정 최적화, 실증 및 상용화 동향을 종합적으로 정리하고, CCU 기반 고부가 화합물 생산 기술이 해결해야 하는 기술적 도전과 향후 발전 방향을 제시한다.

심(이동)목-1

AI 기반 전주기 데이터 플랫폼 구축을 통한 Lab-to-Fab 격차 해소

박인철*
포스코홀딩스 미래기술연구원
(inchul@posco-inc.com*)

본 연구는 이차전지 양극 소재 제조에서 AI와 데이터 기반 접근법을 결합하여 연구개발(R&D) 속도를 가속화하는 전략을 제안한다. 전통적 소재 개발은 평균 10~18년이 소요되며, 수십 개 이상의 공정 변수가 비선형적으로 상호작용하는 고차원 탐색 문제를 내포한다. 본 발표에서는 계산과학 기반 스크리닝에서 딥러닝·자율주행실험실(Self-Driving Lab, SDL)로의 패러다임 전환을 소개하고, TRL 단계별 AI 활용 전략을 제안한다. 또한, 데이터 품질 확보를 위한 표준화·통합 플랫폼의 필요성을 강조하며, 능동학습 기반 소재 개발, 이미지 정량화 모델링을 통한 미세구조 역설계, 전기화학 데이터 기반 반응 메커니즘 분석 등 세 가지 사례를 제시한다. 이러한 통합 접근은 Lab-to-Fab 속도 격차를 줄이고 차세대 이차전지 소재 개발의 효율성과 성공률 향상에 기여할 것으로 기대된다.

심(이동)목-2

현탁액 코팅 및 건조 공정에서 입자 역학 최신 동향

윤진성, 전병진, 정현욱*
고려대
(hwjung89@korea.ac.kr*)

Controlling particle distribution during film coating is crucial for achieving desirable mechanical and electrochemical properties in the final particulate films or layers (e.g., electrodes in Li-ion battery). In the first part, we discuss key factors influencing particle distribution in various flow fields, based on mesoscale lattice Boltzmann method (LBM) simulations. The focus is on (1) migration phenomena, including shear-induced migration and inertia migration, (2) particle interactions associated with stickiness, and (3) the behavior of nonspherical particles. In the second part, we examine microstructural evolution in suspension films during vertical drying using LBM, explicitly considering the effects of both evaporation and sedimentation. Finally, we highlight the occurrence of Rayleigh-Taylor instability induced by weakly sedimenting particles in the course of two-step drying.

심(이동)목-3

고성능 저비용 LFP 배터리 구현을 위한 전극 소재 및 공정 혁신 전략

윤정근*
한국과학기술연구원
(yoojk@kist.re.kr*)

Battery safety concerns have shifted focus from maximizing energy density to improving safety. Mid-Ni NCM is being revisited, while lithium iron phosphate (LFP), valued for stability, is gaining attention. Cell-to-Pack (CTP) technology enables broader LFP use but also demands greater energy density and cost competitiveness.Despite low material cost, nanosized LFP yields low solid-content slurries, raising processing costs and requiring more additives, which reduce electrode density. Thick electrodes are needed to offset low capacity, but current methods limit performance.This study introduces a novel binder and microscale composite materials that improve slurry solid content, electrode density, and tortuosity. These advances enhance electrochemical performance and present a path to cost-effective, high-performance LFP batteries.

심(이동)목-4

AI의 문맥학습을 활용한 고분자 설계

허수미*
전남대
(shur@chonnam.ac.kr*)

Applying advanced computational tools in polymer science remains challenging due to complex molecular interactions, vast combinatorial spaces, and multi-scale phenomena. We present HAPPY (Hierarchically Abstracted rePeat unit of PolYmers), a string-based representation that simplifies polymer structures by grouping substructures and using grammatically complete connectors. Integrated with RNN or Transformer models, HAPPY achieves accurate property prediction even with limited data and supports inverse design of target-property polymers. By combining hierarchical abstraction with deep sequence modeling, this approach offers a data-efficient pathway for next-generation polymer informatics.

심(이동)목-5

고분자 복합소재 개발 가속화: 데이터, 자동화, 그리고 AI

김인*, 한요셉, 홍사성, 손진경, 양관수, 조남정, 명진석, 박재성, 최우진
한국화학연구원
(inkim@krict.re.kr*)

탄소중립과 전기차 중심의 패러다임 전환이 가속화되면서, 미래모빌리티용 경량 고분자 복합소재에 대한 수요가 빠르게 증가하고 있다. 이에 따라 짧아진 제품 개발 주기를 효과적으로 뒷받침할 수 있는 데이터 기반 기술과 AI 활용 방법론에 대한 관심이 높아지고 있으며, 특히 목표 물성을 만족하는 고분자 복합소재를 신속하게 설계·제조하기 위한 데이터 기반 소재 개발 플랫폼의 필요성이 부각되고 있다. 본 발표에서는 고분자 복합소재 개발을 위한 조성-물성 데이터 수집, 압출 및 사출 공정 자동화 및 물성 측정 자동화 기술을 기반으로 구축한 실험 자동화 체계와, 이를 통해 수집된 데이터를 활용한 인공지능 기반 물성 예측 및 조성 최적화 모델 개발 사례를 소개한다. 더불어, 이러한 모델을 활용하여 압출 공정 조건을 자율적으로 수행할 수 있는 소재 개발 자동화 시나리오에 대해서도 논의하며, 궁극적으로 자율 소재 개발 플랫폼으로의 확장 가능성을 제시하고자 한다.

심(이동)목-6

유변학-인공지능 융합분석 기반 소재 및 공정 분석

박준동*
숙명여자대
(jdpark@sookmyung.ac.kr*)

Rheology has emerged as a critical tool in the secondary battery industry, serving various purposes across materials characterization and process optimization. One of its most valuable applications is in the characterization of electrode slurries. Rheological analysis provides deep insights into the microstructure and inter-component interactions, offering a robust alternative to optics-based techniques, which are inherently limited in their applicability to such opaque and complex systems. Beyond characterization, rheological modeling has been effectively applied to optimize and control key manufacturing steps, including coating and drying. However, current rheological approaches for analyzing electrode slurries and their processing still face significant limitations. While characteristic states such as dispersion are often inferred from variations in viscosity or viscoelastic moduli, these conventional metrics struggle to offer clear and unambiguous information on the underlying microstructure. More critically, the complex correlation between rheological properties and processability remains poorly understood. To address these limitations, we propose an advanced rheological framework that enables intuitive and quantitative assessment of slurry microstructure, leveraging nonlinear rheological methods—specifically, large amplitude oscillatory shear (LAOS) combined with sequence of physical processes (SPP) analysis. Furthermore, we introduce a strategic and intriguing data-driven approach to uncover

심(이동)목-7

통계적 형상 분석법을 이용한 코팅층 형상 예측

송지수, 남재욱*
서울대
(jaewooknam@snu.ac.kr*)

The shape of a coating layer profile is a key factor determining coating quality. Traditionally, coating quality has been assessed with global metrics such as average thickness and uniformity. Modern industrial coatings, however, often exhibit systematic local shape features. One example is the “heavy edge” observed in battery electrode coatings, where edge thickening flow is so that the layer’s edges become thicker than its center. Although moderate edge thickening can enhance coating uniformity, excessive edge thickness negatively affects battery performance. Hence, identifying process conditions that yield the most desirable profile is essential. Typically, shape features are represented using shape descriptors. For example, a heavy edge can be quantified by its edge height and edge width. But there are limitation; shape descriptors can be ambiguous when shape features are insignificant or non-existent, and the full profile cannot be reconstructed from only a few shape descriptors. Instead of shape descriptors, we represent full profile shapes as continuous functions. Using techniques from statistical shape analysis and Fréchet regression, full profile shapes under given process variables can be predicted. The predicted shapes can then be used for further applications, such as shape classification and shape descriptor extraction. The proposed approach therefore enables robust, data-driven modeling of coating layer shapes. p { line-height: 115%; text-align: justify; orphans: 0;

심(입자)금-1

다양한 오가노이드 분석 및 성장에 필요한 기계 및 자기적 디바이스 연구

홍성민*
한국전자기술연구원
(smhong@keti.re.kr*)

AlN/ScAlN압전 재료 기반의 Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducers(PMUT)는 소형화된 구조, 저전력 소모, 액체 환경에서의 우수한 동작 특성으로 인해 바이오 산업 분야에서 주목받고 있다. 생명공학 분야에서는 랩온어칩(Lab-on-a-Chip) 시스템에 적용되어 첨단 생물공정 및 신약개발을 지원한다. PMUT의 소형화, CMOS 공정 호환성, 높은 감도 등 고유한 장점은 향후 차세대 바이오 산업 시스템의 핵심 기술로 발전할 수 있는 가능성을 보여준다. CNZ(CoNbZr)기반의 직교형 플럭스게이트는 저잡음과 높은 안정성을 갖춘 고감도 자기장 검출기로서 높은 감도, 소형화 가능성, CMOS 공정 호환성 등의 장점을 통해 자성 나노입자와 마이크로플루이딕스 기술과 결합하여 질병 진단용 면역센서 및 세포 분리·병원체 검출이 가능한 랩온어칩 시스템으로 활용될 수 있다. 본 논문은 바이오 산업 응용 사례를 고찰하고, 센서의 원리와 동작 과정을 정리하여 바이오 산업에서의 차세대 센싱 기술로서 잠재력을 소개하고자 한다.

심(입자)금-2

신경화학물질 분석을 위한 CNT FET 기반 단일분자 압타머 센서 연구

이윤희*
대구경북과학기술원
(yoonhee@dgist.ac.kr*)

This talk presents research on single-molecule aptamer sensors based on carbon nanotube field-effect transistors (CNT FETs) for the analysis of neurochemicals. We focus on neurotransmitter detection, particularly serotonin, using CNT FET–based single-molecule field-effect transistors (smFETs) functionalized with specific DNA aptamers. These devices enable label-free, real-time monitoring of aptamer–ligand binding kinetics at the single-molecule level, providing insights into conformational changes. To achieve scalable production of high-density smFET arrays, we employ a drop-and-spread inkjet printing technique that positions CNTs exclusively within FET channels through surface tension–driven flow. This process achieves single-tube resolution, high device yield, and nonintersecting CNT configurations advantageous for low-interference molecular detection. The resulting arrays allow multiplexed sensing with diverse probe molecules, supporting the development of versatile, high-performance bio-FET platforms for diagnostics, environmental monitoring, and molecular analytics.

심(입자)금-3

요역 동학검사를 위한 방광압 측정 센서 연구

신규식[1]*, 이권홍[1,2]
[1]한국전자기술연구원; [2]고려대
(neokarion@keti.re.kr*)

요역동학 검사는 방광과 요도의 전반적인 기능을 확인하여 치료 계획을 세우기 위한 진단적 검사로, 요실금, 배뇨장애, 신경인성 방광, 요로 폐색 등 배뇨기능의 문제를 확인하는 검사방법이다.요역동학 검사의 경우 의료인이 함께 있는 상황에서 시행되기 때문에 검사 중 환자의 심리적인 불편함을 유발하며, 방광에 강제적으로 식염수를 주입하는 방법을 사용하기 때문에 방광의 충전기에 생리적인 속도보다 빠르게 방광이 충전되어 일부 환자에서는 검사가 실제 환자의 배뇨 양상을 정확하게 재현하지 못할 수 있어 이를 보완할 수 있는 검사 시스템의 개발이 매우 중요하다.요역 동학 검사를 위한 시스템을 개발하기 위해서는 센서를 방광 내부에 삽입하여 방광의 압력(대기압) 및 요도압 (근육힘에 의한 압력)을 측정해야 한다. 이러한 소자를 구현하기 위하여 카테터에 삽입이 가능한 압력센서 구조를 설계 하였으며, 생체 노이즈를 줄이기 위한 ROIC를 설계하여 측정 시스템을 개발하였다. 시스템의 유효성을 검증하기 위하여 돼지를 통한 전임상을 실시하였다.

심(입자)금-4

Engineering Electrochemical Biosensing Interface for Healthcare

김자영*
연세대
(jayoungkim@yonsei.ac.kr*)

Wearable biosensors enable continuous, non-invasive monitoring of human physiology through (bio)chemical markers in sweat, tears, saliva, and interstitial fluid. These platforms provide real-time molecular-level information on health, performance, and stress, complementing traditional invasive blood testing and supporting early diagnosis and treatment. My talk will focus on developing electrochemical biosensors in form-factors such as mouthguards, tattoo patches, and contact lenses for salivary, sweat, and tear analysis. Considerable progress has been made in enzymatic electrochemical sensors for daily metabolite tracking and diabetes management. We also demonstrated personalized strategies for accurate blood glucose estimation from non-invasive biofluids. Finally, I will present efforts on wearable small-molecule monitoring, highlighting nanoscale molecularly imprinted polymers with quantum electrochemical detection.

유도진화 기반 근적외선 탄소나노튜브 신경전달물질 나노센서와 실시간 이미징 나노센서 연구와 그 응용

정상화*
부산대
(rmanasit@gmail.com*)

Release and reuptake of neuromodulator is central to mood regulation and neuropsychiatric disorders, whereby imaging neurochemicals is of fundamental importance to study the neurochemistry signaling system. Recently, I presented a reversible near-infrared optical probe for serotonin that reports physiologically-relevant serotonin concentrations on relevant spatiotemporal scales, and is compatible with pharmacological tests. Synthetic molecular recognition for serotonin was conferred by evolving molecular recognition between single stranded DNA (ssDNA) and single-walled carbon nanotube (SWNT). To do so, we developed a high-throughput screening platform for evolution of serotonin molecular selectivity, in which systematic evolution of ligands by exponential enrichment is implemented on carbon nanotube surfaces, a process we've termed SELEC.

심(재료)목-1

Implantable soft acoustic hydrogels for ultrasound sensors on monitoring physiological signals

Jianfeng Zang*
Huazhong University of Science and Technology
(jfzang@hust.edu.cn*)

Recent advances in soft materials, robotics, and manufacturing technologies have inspired many innovations in biomedical engineering like wearable electronics, implantable sensors, and new intervention methods. Soft acoustic materials possess extraordinary acoustic properties for long-distance wireless sensing and communication without the addition of electronic components or metal electrodes. To address the grand challenges in understanding the interfaces between human and medical devices, I will show our recent progress in the development of the medical devices using soft acoustic materials. Examples will be involved in this talk include: metagel ultrasonic sensor for wireless monitoring of physiological signals like strain, pressure, temperature, pH. Achieving multimodal and decoupled physiological signals is beneficial for an intricate and precise depiction of bodily health. Besides, wireless sensor in the form of embedded ultrasonic soft sensors (EUSS) is integrated with miniature machine, magnetic actuators, to address sensing-actuation incompatibility, enabling precise robotic feedback control, drug dosing, and physiological monitoring in vivo.

심(재료)목-2

Understanding the working mechanism of LEDs using electrically excited transient absorption spectroscopy

Fengjia Fan*
University of Science and Technology of China
(ffj@ustc.edu.cn*)

The core working principle of LED is the radiative recombination of electron holes driven by electric field, so finding out the behavior of electron holes in LED and the distribution of electric field is crucial for analyzing and understanding the working and failure mechanism of LED. However, the existing instruments and equipment can not achieve this purpose. Therefore, the reporter spent years and developed an electrically excited transient absorption spectrometer to in-situ detect the charge carriers and electrical field, which have patented PCT(ZL202011470295.0, PCT:WOCN21071264). In this report, I will report the applications of this technology to study: (1) the performance limiting factors of green indium phosphide quantum dot LED; (2) the origin of efficiency roll-off in Perovskite LEDs.

심(재료)목-4

Design Principle for Bright and Robust Colloidal Semiconductor Heterostructures

정병국*
부산대
(bgjeong@pusan.ac.kr*)

Colloidal semiconductor nanocrystals designed as heterostructures have attracted considerable attention as efficient light emitters, owing to their distinctive photophysical features. These optical properties are strongly governed by the structural configuration of the materials. For example, coating an InP core with a ZnS shell provides strong carrier confinement within the core region. Achieving high-performance emission from such heterostructured nanocrystals requires precise interface design at the atomic scale. In this presentation, I will highlight recent strategies in structural tailoring to realize highly efficient light-emitting materials. In the latter part of the talk, I will discuss the design principle of colloidal semiconductor heterostructures. III-V/II-VI heterostructured nanocrystals, including InP-based cores combined with ZnSe or ZnS shells, represent the most practical candidates for achieving saturated red and green emission in display technologies, given environmental hazards and regulations. I will introduce novel approaches that leverage the interfacial manipulation of legacy nanocrystals and the wet chemistry of another heterovalent system to tune the photophysical and optoelectronic behavior of nanocrystals. By elucidating the electronic mechanisms and synthetic chemistry, this design principle enables us to extend material design beyond simple quantum confinement, offering promising pathways to overcome intrinsic limitations in

심(재료)목-5

Eco-friendly process of Perovskite nanomaterials for next-generation optoelectronics

김민*
서울시립대
(min.kim@uos.ac.kr*)

The development of perovskite materials has been hindered by the use of toxic, high-volatility solvents, limiting their scalability and environmental compatibility. In this work, we present an eco-friendly synthetic route for perovskite nano/microcrystals using low-toxicity, biodegradable solvents under ambient conditions. This approach enables precise control over crystal shape and surface passivation, resulting in nanomaterials with enhanced stability and optoelectronic properties. Incorporation of these nanocrystals into perovskite solar cells demonstrates improved film morphology, reduced trap densities, and enhanced power conversion efficiency. This green-chemistry-based methodology offers a scalable pathway toward sustainable, high-performance optoelectronic devices, including next-generation photovoltaics and light-emitting applications.

심(재료)목-6

Confining free carriers in nanocrystals: Implications and futures in semiconductor device deployment

조신흠*
계명대
(shinhum@kmu.kr*)

Localized surface plasmon resonance (LSPR) in doped semiconductor nanocrystals results in absorption and near field enhancement on the nanocrystal interface. This property can be tuned across a wide optical spectral range towards the infrared. We overview the fundamental electromagnetic dynamics governing near-field light matter interaction in plasmonic semiconductor NCs, and the realization distinctive physical properties made possible by the advancement of colloidal synthesis routes via shape and dopant control. Direct observation of infrared near-field hotspots in nanocrystal faceted corners are visualized through STEM-EELS microscopy and machine learning techniques. Furthermore, we will discuss the promise that LSPR in doped semiconductor NCs holds for a wide range of applications in infrared heat management, energy-saving smart window technology, and nanoscale information storage devices.

심(재료)목-7

전기촉매를 위한 결함 제어 나노결정 에피택시

오명환*
한국에너지공과대
(mhoh@kentech.ac.kr*)

Topological defects—dislocations, grain boundaries, and related features—play an essential role in determining the properties of crystalline materials. When crystallite or functional domain sizes shrink to the nanometer scale, these defects become dominant. To date, however, neither bottom-up nor top-down synthesis has provided a reliable means of controlling them. Here, we demonstrate delicate control over shell epitaxy on nanocrystals within thin films, producing three-dimensionally organized nanocrystallites with uniform grain boundaries and associated defects. In these structures, the resulting 3D-patterned strain field can be mapped with atomic precision and tuned to introduce targeted dislocations or disclinations. Using multiscale crystallography and spectroscopy, we show that the uniformity and discreteness of these defects provide a clear correlation between local structure and collective electrochemical performance—specifically, catalytic activity in oxygen evolution and reduction reactions. Finally, we outline how this nanocrystallite-engineering approach is guiding the design of next-generation functional materials for energy nanotechnology.

심(재료)목-8

Reactive Capture of CO_2 from Carbonates: Progress in Efficient Upgrade to Fuel Intermediates

이건희*
서울대
(rjsrjs159@gmail.com*)

Emerging technologies to capture CO_2 from air are projected to be energy-intensive and capital-intensive. They rely on a temperature and/or pressure swing to release CO_2 from capture sites, and today this comes at a high energy cost.The ensuing step in CO_2 valorization – its upgrade to a valuable chemical or fuel – requires additional energy. This upgrading step suffers from incomplete CO_2 utilization (the fraction of input CO_2 converted to desired products) limited to 50% for C_1 production and 25% for C_2 production, the result of carbonate formation in locally alkaline conditions. It leads to a high cost to regenerate/separate (otherwise-lost/unreacted) CO_2.We herein report systems for what is known as reactive capture: the integrated capture and upgrade of CO_2 to valuable products. We pursue approaches, based on carbonate and amine capture molecules, that are particularly amenable to processing dilute streams, such as those from the air.One major benefit of reactive capture is that it enables ~ 100% CO_2 utilization with no CO_2 losses and without unreacted CO_2 at the system's outlet. This obviates the need for energy to regenerate CO_2 losses and separate unreacted CO_2.Because the system has the potential to utilize CO_2 captured

심(재료)목-9

고안전성 및 지속가능성을 갖춘 차세대 이차전지 설계: 흐름전지와 전고체전지 시스템

이원미*
공주대
(wonmilee@kongju.ac.kr*)

The development of safe, sustainable, and cost-effective energy storage systems is essential for future energy infrastructures. Redox flow batteries (RFBs), well-suited for large-scale energy storage applications, were studied using organic active materials instead of conventional vanadium, achieving both performance and cost competitiveness through advancements in active materials, electrolytes, and membrane engineering. Solid-state batteries (SSBs), more appropriate for small- to medium-scale applications such as electric vehicles, were explored not only for Li but also for Na and K systems to enhance economic feasibility. This work proposes design guidelines for achieving target energy densities and discusses polymer- and covalent organic framework-based solid electrolytes capable of conducting Li-, Na-, and K- ions. By integrating these strategies, the research outlines a pathway toward scalable, high-safety, and economically viable next-generation battery technologies for diverse applications.

심(공동)목-3

PSE Foundation Model의 비전

신동일*
명지대
(dpshin@gmail.com*)

공정시스템 분야에서 Foundation 모델 도입의 필요성은 다가올 Autonomous Plant 구현과 더불어 핵심 요소로 크게 증가하고 있다. 기존의 공정 모델은 특정 문제에 한정된 단일 목적 모델로, 새로운 공정 조건이나 이상 상황에 대한 범용적 대처 능력과 적응성이 부족하다. 또한, 공정 전반의 다양한 데이터(센서, 운전 기록, 문서, 이미지)를 통합적으로 활용하는 데 한계가 있었다. 이러한 문제를 극복하고 공정 지능화 수준을 획기적으로 높이기 위해, 대규모 공정 데이터로부터 공정의 근본적인 지식과 패턴을 사전 학습하는 공정시스템 Foundation 모델 개발이 필수적이다. 이 모델은 공정의 상태 진단, 최적 제어, 이상 예측 등의 공정 운전뿐만 아니라, 공정 개선 및 신공정 설계에도 활용 가능한 공정시스템 AI의 기반을 제공하며, 인간의 개입을 최소화하는 미래형 자율 운전 시스템 구축도 목표로 한다. 주요 개발 방향은 다중 모달 데이터 통합 학습, 실시간 자율 의사결정 기능, 그리고 모델의 투명성(XAI) 확보에 초점을 맞춘다. 특히, 신공정 설계 및 기존 공정 개선 분야에서 모델의 가치는 더욱 두드러진다. 공정 전반의 지식과 복잡한 상호작용 원리를 내포한 Foundation 모델은 새로운 설계 변경의 효과를 가상 환경에서 빠르고 정확하게 예측할 수 있다. 이는 시행착오를 최소화하고, 기존 공정 대비 더욱 효율적이고 친환경적인 신공정 개발을 가속화하며, 설계-운전-개선의 전주기를 통합하는 지능형 시스템 구축을 가능하게 한다.

심(공동)금-4

자율형 공정 시스템을 향하여: PID에서 강화학습, 그리고 자율 제어로

이종민*
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

This presentation reviews the historical progression of process control systems, from classical Proportional-Integral-Derivative (PID) control through Iterative Learning Control (ILC) and Model Predictive Control (MPC), to the emerging paradigm of Reinforcement Learning (RL)-based autonomous control. Applications span traditional sectors such as petrochemical processing to advanced semiconductor manufacturing, reflecting increasing demands for precision, adaptability, and autonomy. We present recent work by our group on RL algorithms, including comparative evaluations against model-based methods and demonstrations using industrial process data. The study highlights the transition toward fully autonomous process systems, emphasizing both achievements and challenges that define the future of industrial automation.

심(공동)금-5

국내 PSM제도의 성과와 향후 발전방안

권혁면*, 황성훈[1]
연세대; [1]산업안전보건교육원
(1225hmk@hanmail.net*)

우리나라는 미국의 공정안전관리제도(PSM, Process Safety Management)를 참고하여 PSM 제도를 21개물질, 7개 업종을 대상으로 1995년 산안법에 도입하여 1996년부터 시행하던중 2012년 휴브글로법 불화수소 누출사고를 계기로 대상물질을 2014년 51개 물질로 확대하였다. PSM제도 도입후 1996년 PSM 적용 대상 사업장 347개소에서 중대산업사고가 20건이 발생하여 15명이 사망하던 수준에서 2024년 적용대상이 6배이상 늘어난 2,237개소에서 13건이 발생하여 3명이 사망한 수준으로 줄어들었다. 더불어 비상정지 건수도 감소되어 제품의 품질 및 생산성도 함께 향상되는 결과를 가져왔다. 향후에는 기존 PSM대상 사업장의 사고 ZERO를 위해 공정안전문화의 향상과 정량적 위험성 평가의 적용활성화가 필요하며 현재 PSM대상에 포함되지 않는 2차전지, 바이오가스등 친환경 플랜트를 PSM제도권으로 흡수하여 국내의 중대산업사고를 총체적으로 관리하는 방안의 검토가 필요할 것으로 본다

심(공동)금-6

인공지능 기술의 진화:현재의 페러다임의 변화

윤형준*, 김동석
(주)유티이씨
(hjyoon@utec.kr*)

본 발표는 '인공지능 기술의 진화: 현재와 패러다임의 변화'를 주제로, 생성형·멀티모달 AI의 도약과 AI 전용 칩·초대형 클라우드 발전이 만든 전환점을 정리합니다. ChatGPT·Gemini·Claude 등 최신 모델, 엔비디아 등 하드웨어 혁신, 추론 비용 하락을 데이터로 설명하고, 금융·제조·헬스케어·공공에서의 성과와 한계를 사례로 다룹니다. Figure·Optimus·Unitree 등 로봇 융합을 통해 업무 자동화의 확장을 살피며, 시장 규모·투자 추세와 지역별 성장 차이도 요약합니다. 끝으로 윤리·거버넌스, 프라이버시·편향 관리, 재교육·업스킬 전략을 제안합니다.

심(공동)금-7

인공지능과 함께 여는 공정시스템 공학의 새로운 미래

김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

인공지능(AI)의 비약적 발전은 공정시스템 공학 분야에 새로운 혁신의 물결을 가져오고 있다. 디지털 트윈, 강화학습 기반 공정 관리, 자율 운전 공정 시스템 등 첨단 AI 기술 도입은 생산 효율성 제고, 에너지 절감, 환경영향 최소화 등 다각적 성과를 창출하고 있다. 본 세미나에서는 전통적인 화학공정 모델링, 최적화, 제어 분야에 AI와 데이터 기반 접근법을 접목하여 미래 공정 산업의 패러다임 변화를 조망하며, 비전통 자원 활용 고부가가치 물질 생산, AI 기반 안전 관리, 디지털트윈 개발, 실험 최소법 역공학 방법론 등의 연구 사례를 통해 공정시스템 공학의 전략 변화를 논의한다. 변화하는 산업환경에서 공정시스템 공학이 직면한 과제와 필요 사항을 제시하고, 학문 발전과 산업적 파급효과에 대한 통찰을 공유하며, 공정시스템 공학의 발전과 변화를 주도하고 미래 전략 수립에 큰 공헌을 하신 문일 교수님의 업적을 바탕으로 본 분야의 과거, 현재, 미래를 조망하여 지속가능한 혁신 방향성을 모색한다.

심(공동)금-8

미래 화학공학을 위한 양자컴퓨팅의 활용

김정환*
연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

재료 개발, 공정 예측 및 최적화에 활발히 적용되는 머신러닝(ML)은 데이터 불균형에 따른 성능 저하와 낮은 일반화 성능 문제에 직면해 있다. 양자ML은 적은 데이터에도 높은 성능을 지녀 데이터 불균형과 일반화 성능 문제의 해결책으로 제시되고 있다. 본 연구에서는 QNN과 ANN의 하이브리드 모델로 화학공학의 문제들을 해결하였다. DRM 촉매 데이터를 QNN과 ANN에 훈련시켜 각각 R2 기준 0.942와 0.935를 확보하였다. PROX와 OCM 촉매 모델 개발 결과 QNN이 ANN보다 MAE 기준 각각 6.7%와 35.1% 낮은 오차 값을 보여주었다. 윤활유 데이터의 일반화 평가 결과 R2 기준 QNN은 0.808, ANN은 0.651로 QNN의 성능이 뛰어났다. 증류탑 온도 예측 모델의 일반화 평가 결과 R2 기준 QLSTM이 0.8244, LSTM이 0.4987을 보여주었다. 따라서, 양자컴퓨팅을 활용하면 소재 개발 및 공정 최적화의 효율성 증진에 기여할 것으로 기대된다.

심(반도체)금-1

Recent semiconductor process material trends

Seongjun Park*
Yonsei University
(seongjun.park@yonsei.ac.kr*)

A little more than ten years ago, we experienced a hardly expected change in device structures, a three-dimensional (3-D) stacking of devices. VNAND (Vertical NAND) was first commercially introduced and quickly replaced NAND with planar structures. The idea of 3-D stacking devices had been discussed but it had never been applied in commercial level before.The appearance of VNAND changed not only manufacturing processes but also their processing materials. For example, new type of PR (Photo Resist) to etch a thick film, highly selective etchant to build a mold structure, and precursors for high conformal depositions were developed. And similar shifts, 3-D stacking of devices, are expected to be applied to DRAM (Dynamic Random Access Memory) and Logic devices in next few years. Changes in materials are also expected to meet the shifts in DRAM and Logic.In this talk, we will discuss the research directions of material research to meet the shift in device structure changes.

심(반도체)금-2

Packaging in AI era – Building a path forward

YoungGwan Ko*
SAMSUNG Electronics
(yg1.ko@samsung.com*)

Today, the importance of heterogeneous convergence semiconductor packages that go beyond Moore's Law is being highlighted in order to differentiate the characteristics of high-speed communication between different chips and the investment cost of semiconductor front-end processes. Innovation in various fields such as design, construction method, facility, material, and manufacturing is underway to realize the six major values of semiconductor packages such as extreme electrical performance and high reliability with affordable mechanical stability. This presentation summarizes the trends in package technology to reflect the needs of the semiconductor industry and introduces the development trends of substrates, which are the most important materials among them.

심(반도체)금-3

Next generation HARC etch technologies requiring ultra-high aspect ratio, high selectivity, and very high etch rate for VNAND device

JAEHO MIN*, KYUJIN JANG, HOKI Lee
SAMSUNG ELECTRONICS
(jaeho76.min@samsung.com*)

The importance of HARC patterning has been emphasized with the decrease in design rule. Traditionally, verticality, locality, and planarity of HARC patterning have been spotlighted. With a significant increase in etch depth, depth loading becomes more pronounced, and the competitiveness of HARC patterning is no longer limited to the profile of the holes. Instead, the etching rate of the process is gaining more attention.Two different HARC etch steps in VNAND - Channel hole and Stair Free Contact – are presented. The two require ultra-high aspect ratio, high selectivity, and very high etch rate. For the channel hole etching, we have explored cryogenic regime and developed some methodologies to maximize productivity in this regime. For the SFC etching, which involves selective cyclic etching of SiN and Ox layers, we have studied the conditions to maintain the selectivity. This cyclic etching requires rapid transition between the steps to enhance productivity of the process.

심(반도체)금-4

Commercialization of Molybdenum for advanced node device applications

Oh-Hyun KIM*
Air Liquide Solutions Korea
(oh.kim@airliquide.com*)

Molybdenum has been considered to replace tungsten in semiconductor's word line metal, metal gate, and contact metal application due to its barrier-less and lower thin film resistivity benefits. Its precursor's low vapor pressure, however, was the biggest roadblock to be commercially adopted in semiconductor industry's high volume manufacturing. In this talk, it will be presented how to overcome challenges in the Molybdenum deposition process and precursor delivery for its commercialization along with the industrial success stories in advanced node applications.

심(배터리)목-1

차세대 소듐 전고체전지

장지현*
서강대
(jihyunjang@sogang.ac.kr*)

Sodium-ion all-solid-state batteries (Na-ASSBs) are emerging as a promising next-generation energy storage technology, offering enhanced safety, low cost, and resource abundance compared to conventional lithium-based systems. Recent advances in solid-state electrolytes, particularly sulfide and halide-based Na-ion conductors, have achieved significant improvements in ionic conductivity and processability. However, challenges remain in achieving stable interfaces, high-voltage compatibility, and scalable fabrication processes. This talk will highlight recent progress in electrolyte and electrode material development, interface engineering strategies, and advanced cell architectures for Na-ASSBs. We will also discuss scale-up manufacturing approaches and present perspectives on the future commercialization potential of this technology.

심(배터리)목-2

폴리음이온계 양극재-집전체 계면 공유결합을 통한 소듐 이온 전지 성능 최적화

김영진*
강원대
(ykim@kangwon.ac.kr*)

NASICON-structured $Na_3V_2(PO_4)_3$ cathodes exhibit interfacial incompatibility between hydrophobic carbon-coated particles and hydrophilic Al_2O_3 surfaces. This polarity mismatch deteriorates electrode adhesion and electronic conductivity under ~8% unit cell expansion during cycling. Carbon primer-functionalized aluminum substrates mitigate these limitations by establishing hydrophobic surface compatibility while enabling covalent bond formation to replace van der Waals interactions with mechanically stable linkages. Electrochemical evaluation reveals enhanced charge transfer kinetics, improved rate capability, and superior cycling stability with maintained structural integrity throughout volume fluctuations. This methodology provides industrially scalable enhancement for phosphate-based SIB cathodes through systematic interfacial design principles.

심(배터리)목-3

Development of Cathode Materials for High-Performance Na-ion Batteries

Jang-Yeon Hwang*
Hanyang University
(jangyeonhw@hanyang.ac.kr*)

As the global demand for lithium-ion batteries rises, concerns about raw material costs and supply security are growing. This has driven the search for cost-effective, high-performance alternatives, with sodium-ion batteries (SIBs) as a promising option. Sodium layered oxide cathodes are particularly attractive due to their high energy density and efficient two-dimensional Na^+ diffusion pathway. However, sodium's inherent properties, including its standard hydrogen electrode potential (−2.71 V vs. S.H.E.) and molar mass (22.99 g mol^{-1}), present challenges for practical battery systems. Thus, developing cathode materials with high voltage and reversible capacity is essential for SIB technology. Efforts to address these challenges have focused on reducing phase transitions through doping and minimizing side reactions with the electrolyte via protective coatings. In this presentation, I will propose a material design and present experimental results for high-energy-density SIBs.

심(배터리)목-4

캐즘 극복을 위한 나트륨 이차전지 시장 전망과 기술개발 과제

하영균*
(주)에너지11
(ykha2001@energy11.co.kr*)

이차전지 시장은 기술적 한계와 보조금 문제로 인해 캐즘(chasm)에 직면해 있다. 이를 극복하려면 높은 에너지 밀도, 긴 수명, 빠른 충전 속도 그리고 원가 경쟁력을 확보할 수 있어야 한다. 특히, 나트륨 이온 전지(SIB)에서는 4.2V 이상의 고전압이 가능한 고성능 양극재 및 비가역 용량을 최소화할 수 있는 음극재, 그리고 고전압 및 저온에서도 구동할 수 있는 전해질 소재 개발에 대한 개발이 시급하다. 또한, SIB는 생산 비용을 낮춰 LIB 특히 LFP와 경쟁할 수 있는 가격 경쟁력을 확보해야 한다. SIB는 원가경쟁력에서 제조 공정 최적화 및 규모의 경제를 통해 생산 단가를 절감하는 것이 중요하다. 이러한 과제를 해결한다면 SIB는 리튬 자원 편중 문제를 해결하는 대안이자, 전기차, ESS 등 새로운 시장을 창출할 수 있는 잠재력을 가질 수 있다. 즉, 기술 혁신을 통해 캐즘을 넘어선다면, 나트륨 전지 시장은 지속 가능한 에너지 솔루션으로서 크게 성장할 것으로 전망한다.

심(배터리)목-5

대한민국 이차전지사업의 도전

김명환[1,2]*
[1]한국화학연구원; [2]차세대 이차전지 글로벌 TOP 전략연구단
(mhkimc@krict.re.kr*)

이차전지는 전기자동차, 신재생에너지 저장, 휴머노이드 로봇, UAM, AI 데이터센터, 국방 분야 등 미래 기술의 핵심 심장 역할을 하며 그 중요성이 날로 커지고 있습니다. 그러나 리튬이온전지 후발국이었던 중국이 LFP 양극재를 기반으로 저가 공세를 펼치며 전기차 및 ESS(에너지 저장 시스템) 시장을 급속히 장악하고 있습니다. 이러한 상황 속에서, 2011년 리튬이온 전지 종주국인 일본을 제치며 리튬이온전지 산업 세계 1등이 되었던, 한국은 시장 지위가 미끄러지며 위기에 직면해 있으며, 공공연구기관의 연구개발 효율성 저조 또한 문제로 지적되고 있습니다.이러한 위기를 극복하고 차세대 이차전지 분야의 글로벌 리더십을 확보하기 위해, 한국화학연구원을 주축으로 7개 정부출연연구기관을 포함한 총 52개 기관(출연연, 대학, 기업 등)이 참여하는 **시장선도형 차세대 이차전지 혁신 전략연구단(K-Battery Innovation Consortium, K-BIC)**이 2024년 5월 출범했습니다. 자원과 인력이 부족한 한국이 중국의 물량 공세에 맞서기 위해서는, 무엇보다 상호 신뢰를 기반으로 한 진정한 산학연 협력이 필수적입니다. 제한된 자원을 효율적으로 활용하기 위한 과제의 '선택과 집중' 전략, 그리고 국제협력을 통해 기술 격차를 벌리는 것이 야말로 이 위기를 기회로 만들 수 있는 핵심적인 해결책이 될 것입니다.

심(배터리)목-6

Li-rich 양극: LIB to 전고체전지

김상륜*
광주과학기술원
(sangryun@gist.ac.kr*)

Lithium-rich 전극은 기존 Transition metal(전이금속) 기반 전극 대비 높은 가역 용량과 에너지 밀도를 제공할 수 있어 차세대 이차전지 전극으로 주목받고 있다. 그러나, 과량으로 존재하는 Lithium에 의한 1) 전이금속 및 산소 redox 반응의 복잡성, 2) 구조적 재배열과 비가역적 산소 방출, 3) 부피 변화 및 4) 계면 불안정성 등으로 인해 장기적인 전기화학적 안정성이 확보되기 어렵다. 최근, 전고체전지 고체전해질 연구가 가속화됨에 따라, Lithium-rich 전극과 고체전해질의 고체/고체 계면 제어를 통해 이러한 불안정성을 완화하고 새로운 이차전지 시스템은 창출하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 발표에서는 LIB 및 전고체전지 시스템에서의 Lithium-rich cathodes의 전기화학적 반응과 특성을 비교/논의하고자 한다.

심(배터리)목-7

Co-free 플랫폼으로서의 LFP와 LNMO: 저가 양극재의 설계 전략

이현정*
울산과학기술원
(hyeonjeong.lee@unist.ac.kr*)

코발트 프리(Co-free) 양극재는 차세대 리튬이온전지의 원가 절감과 공급망 안정성 확보를 위한 핵심 소재군으로 주목받고 있다. 본 발표에서는 대표적인 Co-free 플랫폼인 $LiFePO_4$(LFP)와 $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$(LNMO)를 비교·분석하여, 고에너지·저비용 양극재가 지향해온 연구 개발 방향을 고찰한다. LFP는 우수한 안전성과 장수명 특성을 보유하나, 낮은 작동 전압으로 인해 에너지 밀도 향상에 한계가 존재한다. 반면 LNMO는 4.7 V급 고전압 스피넬 구조를 기반으로 높은 에너지 밀도와 우수한 출력 특성을 제공하지만, Mn 용출과 표면 부반응으로 인한 장기 안정성 저하가 문제로 지적된다.본 발표에서는 LFP의 한계를 극복하기 위한 연구 방향 소개와 더불어 단결정 LNMO의 수명 향상을 위한 기계적 무결성 확보 전략에 대한 최근 연구를 집중적으로 논의한다. 특히 고속 충·방전 조건에서의 입내 리튬 농도 구배 완화와 CEI 형성 억제 메커니즘을 심층적으로 분석하고자 한다. 이는 고에너지·저비용 Co-free 플랫폼 개발을 위한 소재 설계 가이드라인을 제공한다.

심(배터리)목-8

장수명 수계 아연전지를 위한 계면 설계 및 안정화 전략

이진홍*
한국에너지기술연구원
(jinhong02@kier.re.kr*)

아연 수계 전지는 우수한 안전성, 경제성, 그리고 친환경성을 바탕으로 장주기 그리드 규모 에너지 저장 장치(Grid-scale Energy Storage System)로의 응용 가능성을 바탕으로 활발한 연구가 진행되고 있다. 특히, 아연 수계 전지는 음극으로 비교적 높은 이론 용량을 갖는 아연 금속(820mAh·g^{-1}, 5854mAh·cm^{-3})을 사용하며, 양극 소재로는 MnO_2, V_2O_5, C/I_2, Quinone 등이 대표적으로 활용되고 있다. 그러나 아연 금속의 환원 전위(-0.76V vs. SHE)는 물의 환원 전위(0V vs. SHE)보다 낮기 때문에 전지 구동 시 수소 발생 반응(HER)이 병행되어 전기화학적 효율을 저하시킨다. 또한, 아연 이온의 불균일한 전착으로 인해 수지상(dendritic) 구조가 형성되며, 이는 분리막 파손 등의 문제를 초래하여 장수명 구동에 장애가 된다. 본 발표에서는 이러한 아연 금속 음극의 한계점을 극복하기 위해 두 가지 고분자 기반의 계면 안정화 전략을 제시하였다. 첫째, iCVD(initiated Chemical Vapor Deposition) 기반의 기상 증착 공정을 통해 아연 금속 표면에 약 200nm 두께의 신축성을 갖는 불소계 고분자 박막을 형성하였다. 해당 고분자는 아연 표면에서 물의 활성도를 낮추어 수소 발생 반응을 억제하고, 장기 구동 환경에서도 균일한 셀 압력을 유지하도록 기여하였다. 둘째, 술폰산기(-SO_3^-)의 당량(EW, Equivalent Weight)이 다른 과불화술폰산(PFSA) 이오노머를 적용하여, 아연 전착 중 수지상 성장 억제 효과를 유도하였다. 이를 통해 sulfonic acid 밀도에 따른 이온전도 및 전기화학적 성능 간의 상관관

심(배터리)목-9

수계 아연 이차전지를 위한 전해액 개선

허지윤*
가천대
(jiyunheo@gachon.ac.kr*)

수계 아연 이차전지는 대표적인 저가격 차세대 이차전지로, 물 기반 전해액을 사용하기에 발화 위험이 낮아, 안정성이 중요한 어플리케이션에 유망한 후보로 여겨진다. 하지만 물은 좁은 구동 전압범위를 가지고 있으며, 기체 형태로 분해되기 때문에, 수계 이차전지들은 구동 중 지속적인 물 분해 반응을 문제로 가지고 있다. 물 분해는 전지 내부 압력을 높이고, 불균일한 전극 반응을 유도하기에 반드시 해결해야하는 부반응이다. 따라서 최근 수계 전해액 연구에서는 본 반응을 억제하기 위한 다양한 전략들이 보고되고 있다. 대표적 전략들은 다음과 같다; 1. 양이온의 첫번째 용매화 껍질 내 물 분자 제어, 2. 전극 계면으로의 물 분자 접근 차단. 본 전략들의 유효성이 어느 정도 입증된 것과는 별개로, 아직 이 전략들을 효과적으로 활용할 수 있는 전해액의 설계 원리는 합의가 이루어지지 않고 있다. 본 발표에서는 고성능 수계 전해액 개발을 위한 효과적인 전해액 구성 요소 선택 인자에 대해 다루고자 한다.

심(배터리)목-10

마그네슘 이차전지 구동을 위한 단독 용매 전해질 시스템 연구

최장욱*
서울대
(jangwookchoi@snu.ac.kr*)

Rechargeable magnesium metal batteries (RMBs) are emerging as promising sustainable energy storage systems that complement lithium-ion batteries. This promise arises largely from their use of low-cost raw materials sourced from globally distributed reserves and their improved safety characteristics, including reduced air and moisture sensitivity as well as a lower tendency for dendrite formation—both regarded as critical attributes in the current battery landscape. However, their widespread adoption remains constrained by limited electrolyte options, primarily due to the formation of Mg ion-insulating surface film that hinders even the initial activation of the cells. In this presentation, I will introduce our recent work on electrolyte design for RMBs. The design strategy was informed by insights into the relationship between coordination behavior of solvent molecules and their intermolecular interactions, such as steric hindrance. Furthermore, I will discuss additional factors to be considered for enhancing the performance and cyclability of RMBs.

신재생에너지와 청정수소/청정수소화합물을 통한 탄소 중립 고속도로와 RE100산단화

김기동*
Ahes
(omni430@naver.com*)

정부는 국가온실가스 국가 감축목표를 2035년을 준비하고 신 정부에서 신재생에너지 보급을 2030년까지 재생에너지 용량을 현재 35.1GW에서 78GW로 확대하는 것을 목표로 설정하고자 합니다. 이를 위해 신재생발전인 태양광, 풍력발전을 확대하면서산업체의 전기를 탈탄소화 하는 RE100도 병행 추진하는 태양광, 육해상 풍력 발전은 도심지와 거리가 먼 전라남도, 전라북도, 강원도, 경상남도 및 경상북도 등 수요처와 거리가 떨어져서 생산되는 경우가 많고 이렇게 생산된 재생전기를 수요처인 수도권 및 지역 산단에 공급하기 위한 송배전 사업을 주축으로 하는 에너지 고속도로를 추진하려 합니다. 에너지고속도로는 영농형 태양과, 수상태양광, 산단 태양광 등의 태양광과 해상풍력에서 생산된 전기를 수도권의 전력 수요를 위해 전기를 공급하는 의미가 아니라 재생에너지 생산지를 수요자(지역산단 등)와 연결하도록 송전선로를 기존 대비 30%이상 확충하는 것이다.재생에너지를 지역내 제조업 등이 들어선 산단에 공급할 수 있다면, 재생에너지를 수도권으로 송전하는 송배전선에 대한 투자도 적게 소요되면서, 산단의 탈탄소화 크게 기여할 수 있다. 이러한 장점으로 인해 정부는 지방에 재생에너지 100%로 운영하는 RE100 산단을 유치, 혹은 기존 산단을 RE100 산단으로 전환하기를 희망하고 있으며 그 실행을 확대하고 싶어한다.한편, 재생에너지는 태양광은 햇빛이 있는 낮시간에만 전력을 생산할 수 있으며, 풍력은 바람에 의한 간헐성이 높아서 재생에너지 전기를 안정적으로 저장하는 방식으로는 글로벌에서는 ESS와 함께 주로 수소를 생산하는 것이

심(교류)목-2

패러다임 전환기의 석유화학산업, 이슈와 생존 전략

임지수*
LG경영연구원
(jslim510@naver.com*)

글로벌 석유화학산업은 2000년대 성장 후기에 진입했으나, 중국 주도의 견조한 성장과 중동/중국 중심 투자가 제한적으로 추진되면서, 장기간 양호한 수익이 유지되었다. 이러한 양상은 ▲ Energy Transition 트랜드로 석유/정유사들의 화학 투자 집중 ▲ 중국의 정부 석유화학 투자 자유화('17) 이후 공격적 투자 랠리 ▲일부 석화기업의 추가 투자가 중첩되면서, 새로운 패러다임에 접어들었다. 글로벌 수요를 이끌 성장동력은 미약한 반면, 석유 메이저와 중국기업의 투자 랠리는 불황기에도 지속되기 때문이다. 더욱이 2020년경 시작된 Sustainability 신사업도 각국 정부의 정책 위축과 인플레에 따른 대형 투자비 부담, 기술혁신 지연 등으로 생태계 형성이 기대에 못 미치는 상황이다.이러한 환경에서 한국 석유화학 산업은 생산품의 60% 이상을 수출하는 구조로, 중동 및 중국 기업들의 공격적 투자에 직접 영향을 받아 어려움이 더욱 크다. 한국 석유화학산업계는 현실을 직시하고, 석유화학사업 구조전환을 위한 구미일 선진 화학기업들의 장기간 노력을 복기하면서, 취할 수 있는 생존전략을 선택 및 실행해야 할 것이다.

심(교류)목-4

정유/석유화학 산업의 위기 및 대응 전략

박덕수*
SK가스 연구소
(parkds@sk.com*)

최근 국제 환경 변화로 국내 화학산업의 위기가 도래했다. 국내 화학산업은 기존 동아시아 최대 폴리머 생산 기지로 역할을 해 왔지만, 중국의 제품 자립화와 중동의 공격적 투자 등에 의해 최근 상대 경쟁력이 악화되고 있다. 에너지 자립국이 아닌 우리나라는 정유-화학이 Integration 되어있는 구조이기 때문에 경쟁력을 갖추기 위해 올레핀 공정 뿐 아니라 정유 공정 및 제품과의 종합적 검토가 필요하다. 본 발표에서는 정유사와 화학사들이 어떤 노력을 하고 있고, 나아가 친환경 시대에서 어떤 대비를 해야 하는지 고찰한다.

심(교류)목-5

석유화학의 원료다변화와 차세대 프로필렌 생산 기술

박대성*, 강나영, 신지호, 김도경, 박용기
한국화학연구원
(dpark@krict.re.kr*)

최근 석유화학 산업의 위기는 글로벌 전반에서 발생되고 있는 구조적 위기이다. 수요감소, 공급과잉, 원료/에너지 가격 상승 및 환경규제 강화 등 복합적 요인이 맞물리며 유럽, 미국 등 주요 국가들에서도 위기의 목소리를 내고 있다. 국내 석유화학 산업 역시 납사 기반의 수출 중심 구조에서 탈피하여 원료 다변화와 고부가가치 전환 및 공정의 합리화가 요구되는 시점에 있다. 본 발표에서는 화학연의 융합연구단을 중심으로 수행된 다양한 원료다변화 전략 기술인 납사-메탄올, LPG, 디젤, 폐플라스틱 크래킹 기술과 바이오매스 기반 화학소재 생산 기술을 소개한다. 또한 친환경 순환유동층 기반의 차세대 프로필렌 생산 기술(FPDH)을 통해 낮은 에너지 소비, 온실가스/NOx 저감 등 지속가능성과 경제성을 동시에 확보하는 기술적 가능성을 제시한다. (이 논문은 2024년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회 융합연구단 사업(No. CRC22043-000)의 지원을 받아 수행된 연구임.)

심(전문)목-1

전문대학 RISE 사업 기반의 화공분야 인재양성 모델 고찰과 제언

이종민*
영남이공대
(jlee@ync.ac.kr*)

본 발표에서는 영남이공대학교의 RISE 사업과 이를 바탕으로한 화공분야의 인재양성 모델 사례에 대해 소개 하고자 한다.

심(전문)목-2

취업역량 제고를 위한 전문대학 중심의 융합형 실무교육 모델: 캡스톤디자인, 산업체 조사, 인성검사 대비 활동 중심으로

이화수*
동의과학대
(lhs0826@dit.ac.kr*)

캡스톤디자인 기반의 학·산·연 융합 프로젝트, 실제 산업체 사례 조사를 통한 실무 이해, 그리고 인성검사 대비 교과외 활동을 통합하여 취업역량을 강화하고자 한다. 졸업예정 학생들이 팀을 구성하여 산업체 요구를 반영한 프로젝트 설계와 실험을 수행하고, 산업체 조사를 통해 현업 흐름과 직무 요건을 분석하게 하였다. 또한 직무 관련 인성검사 유형을 분석하여 학생들의 자기 이해와 의사소통 능력, 공동체 협업 역량을 함께 향상시켰다. 교수자는 학생들의 발표를 바탕으로 산업체에 대한 공정 및 제품 설명 및 보완, 사회적 인지도 고취, 자아 개발 등 피드백 세션을 반복적으로 실시하여 프로그램 참여 후 설문조사 결과, 문제해결력, 현장 적응력, 자기설명능력, 팀워크 협력 능력 등 모두 유의하게 상승하였으며, 졸업 후 취업률 및 만족도도 개선되었다.본 프로그램은 전문대학 특성에 맞추어 실무중심 교육과 학생 개별 역량 진단을 융합한 선제적 접근으로서, 교육혁신 및 직무연계형 취업교육의 모범사례로 제시할 수 있도록 지속적으로 발전시켜 나갈 것이다.

심(전문)목-3

에너지신산업 혁신융합대학사업 성과를 통한 현장 맞춤형 화공 인재 양성

김봉수*
경남정보대
(kimbs@eagle.kit.ac.kr*)

에너지 전환 시대를 맞아 이차전지 및 연료전지를 중심으로 한 에너지신산업의 성장은 지속적인 기술 혁신과 전문인력 양성을 필요로 한다. 혁신융합대학사업을 통해 교육과정을 융합교육과정으로 개편하고, 에너지관련 실험·실습 교육을 강화하였다. 특히, 이차전지 및 연료전지의 핵심 기술을 다루는 실험 실습과 산업체연계 프로젝트 기반 학습(PBL)을 도입하여 현장 문제해결능력을 향상시키고자 하였다. 또한, 다양한 현장 경험을 제공하기 위해 국내 및 국외 맞춤형 인턴십과 방문프로그램을 운영하였다.

심(전문)목-4

국제협력선도대학사업의 성과 공유 및 확산

이재성*
인하공업전문대학
(jlee@inhatc.ac.kr*)

국제협력선도대학사업은 교육부 ODA사업으로, 본 사업단은 키르기스스탄의 키르기스한국대학에 컴퓨터사이언스학과를 2023년 신설하고 3년차를 맞고 있습니다.본 사업의 성과로 매년 20명 이상의 학생들이 입학하였고, 2025년 6월 7명의 첫 졸업생을 배출하였습니다. 국내 대학에서 ODA사업을 진행하기 어려운 점은 경제성입니다. 이를 극복하기 위해 현지의 유학생을 유치하여 사업의 경제성을 높이는 방안을 공유하며 본 사업에 대학들의 관심을 유도하고자 합니다.

심(전문)목-5

스마트한 표적성 약물전달시스템을 이용한 암치료제 개발

정경원*
조선이공대
(gwjeong@cst.ac.kr*)

To develop drug carrier for targeted drug delivery system and cytosolic triggered drug release, the reduction-sensitive disulfide bond (-S-S-)-conjugated hyaluronic acid-stearic acid (HCS) was successfully synthesized by coupling agent. The HCS 40% was displayed to compact particle size than HCS 20% and particle size of doxorubicin (DOX)-loaded HCS (HCSD) was relatively increased a bit than HCS micelles. The HCS micelles were a non-toxicity but DOX-loaded HCSD nanoparticles were indicated to highly anticancer efficacy. The targeting effect against CD44-receptor of HCSD nanoparticles was investigated by cellular uptake and competition assay using fluorescence microscopy and flow cytometer. These results suggest that DOX-loaded HCSD nanoparticles can expect high therapeutic efficacy because of targeted drug delivery and rapid drug release in cytoplasm with reducing environment.

심(위젯)수-1

친환경 기계식 화학 반응을 이용한 전기차 폐리튬이온 배터리 내 리튬의 회수 및 메커니즘 첫 규명

김성령, 최진영, 김동근, 문수인, 정해성*
국립창원대
(haesung.jung@changwon.ac.kr*)

The rapidly increasing demand for lithium-ion batteries (LIBs) is leading to the generations of a huge amount of waste LIBs. To recycle waste LIBs, current technologies have employed strong acids or significant amounts of heat energy through hydrometallurgy and pyrometallurgy. However, these techniques cause secondary environmental pollution, such as wastewater and toxic gas, and result in the loss of Li. Therefore, we developed a novel mechanochemical (MC) reaction that can mitigate environmental pollution and Li loss. Especially, we showed the oxidation of Ni, Co, and Mn from spent cathode without the use of additional chemical reagents, such as reductants and oxidants, during the MC reaction. After the reaction, Li was released on the surface of the spent cathode, and we successfully pre-extracted Li with 100% efficiency using this simple and effective MC process.

심(위젯)수-2

나노센서의 고분자 3D 미세인터페이스를 이용한 광학 코 개발

윤민영, 조정현, 차정민, 정균성, 조수연*
성균관대
(sooyeonc@skku.edu*)

생물체의 후각 시스템은 수백 개의 수용체를 통해 다양한 가스 종을 식별하지만, 이러한 복잡성을 모방한 인공 시스템은 여전히 많은 어려움에 직면해 있습니다. 기존의 전자 코(electronic nose, E-nose)는 금속 산화물 센서에 기반하여 표면 화학적 개질을 통해 가변성을 확보합니다. 그러나 이는 타겟 가스마다 개별적인 표면 개질 공정이 필요하여 제작 및 감지 범용성이 낮다는 한계를 가집니다. 본 연구는 코로나 상 분자 인식(Corona Phase Molecular Recognition, CoPhMoRe) 기술을 기반으로 무한 확장의 광학 코(photonic nose, P-nose)를 새로운 가스 센서 방안으로 제안합니다. 이 시스템은 나노센서의 고분자 3D 미세인터페이스에 타겟 가스 분자가 결합하면서 발생하는 근적외선 형광 변화를 통해 가스를 감지하고 분류합니다. 본 연구에는 단일벽 탄소나노튜브(single-walled carbon nanotubes, SWCNTs)를 단일가닥의 DNA 라이브러리로 기능화하여 18종의 미세인터페이스를 설계하였습니다. 이 미세인터페이스는 DNA 염기 구성과 반복 단위 패턴의 다양화를 통해 센서 구성의 높은 확장성을 가집니다. 개발한 광학 코 어레이는 NO_2와 NH_3를 포함한 다양한 기체를 정량적으로 분류할 수 있음을 입증했습니다. 이러한 결과는 단일 트랜스듀서 기반의 광학 코 어레이 개발 및 확장 가능한 인공 후각 시스템의 구현에 중요한 진전을 달성했다는데 의미를 갖습니다.

심(위젯)수-3

친환경 Ag2Te 양자점 기반 단적외선 고발광 소재 및 응용 기술 개발

권가연, 이준희, 백재민, 최지호, 최민재*
동국대
(minjae.choi@dgu.ac.kr*)

This study aims to develop biocompatible core-shell quantum dots (QDs) based on silver chalcogenides for shortwave infrared (SWIR) bio-imaging applications. Conventional heavy-metal-based QDs such as PbS and CdTe exhibit high photoluminescence efficiency but suffer from toxicity and environmental hazards, limiting their biomedical use. To address these issues, Ag_2Te, Ag_2S and $AgInTe_2$ are selected as core materials due to their low toxicity and favorable biocompatibility. Wide-bandgap ZnS shells are introduced to passivate interfacial defects, thereby enhancing photoluminescence quantum yield (PLQY) and structural stability. The synthesis strategy leverages precursor reactivity control and In alloying to adjust crystal structures, minimizing lattice mismatch during shell growth. The resulting core-shell QDs are subjected to hydrophilic ligand exchange for aqueous phase transfer, followed by stability evaluations under biomimetic conditions including varied pH and the presence of proteins. Optical performance is assessed in the 1000–1400 nm range, targeting strong and stable SWIR emission with ≥20 % PLQY and prolonged signal retention. This work is expected to provide a promising pathway for the design and fabrication of non-toxic, high-efficiency SWIR emitters, with potential applications in deep-tissue bio-imaging, precision medical diagnostics, and real-time monitoring of drug delivery.

심(위젯)수-4

결정 차원이 조절된 페로브스카이트를 이용한 고감도·고성능 유기 가스 센서 개발

구나현[1], 손다은[1], 최슬기[1], 강신혁[1], 박영돈[1,2]*
[1]인천대; [2]화공혁신연구소
(ydpark@inu.ac.kr*)

With rapid industrialization, smart gas sensors for early pollutant detection have gained significant attention. Organic semiconductor-based sensors offer advantages such as lightweight properties, flexibility, and low-cost processing at room temperature. However, their susceptibility to moisture and oxygen limits stability, selectivity, and sensitivity. To enhance performance, we developed organic-inorganic hybrid sensors by incorporating CsPbBr3. We fabricated devices using perovskite quantum dots and nanowires and investigated their effects on sensing performance. Both structures improved interactions with oxidizing gases due to perovskite's excellent electron transfer properties and high surface reactivity. Notably, nanowires exhibited enhanced gas adsorption/desorption due to Br-vacancies formed during crystal growth, demonstrating their potential for high-performance gas sensing.

심(위젯)수-5

리튬이온전지용 고에너지밀도 실리콘 음극을 위한 다기능성 바인더 설계

우상현, 송민주, 왕태수, 박지환, 정인애, 박형민[1], 송우진*
충남대; [1]한국건설생활환경시험연구원
(wjsong@cnu.ac.kr*)

The commercialization of silicon (Si) anodes has been hindered by their significant volume expansion, instability of the solid electrolyte interphase (SEI), and inherently low electrical conductivity. To overcome these issues, we developed a multifunctional binder—pre-lithiated poly(acrylic acid)-boric acid (LiPAA-BA)—featuring a three-dimensional cross-linked network, achieved through a combination of pre-lithiation and chemical cross-linking. This binder exhibited a strong adhesion strength of 4.8 N, approximately twice that of conventional PAA, owing to an increased number of contact points with the Si surface and the 3D network structure. Consequently, the Si@LiPAA-BA electrode maintained full capacity after 300 charge-discharge cycles while effectively mitigating volume changes. In addition, the lithium-conductive moieties within LiPAA-BA enhanced the Li^+ diffusion coefficient (D_{Li^+}) by 1.6-fold relative to PAA, thereby improving rate performance. The boric acid crosslinker, containing electron-deficient boron atoms, facilitated the formation of a robust SEI on the Si surface via interactions with electrolyte anions. When applied in a full cell paired with an LFP cathode, the SiOx@C anode incorporating LiPAA-BA achieved a capacity retention of 64.89% after 50 cycles, underscoring its potential for practical battery applications.

심(위젯)수-6

항암 면역치료를 위한 암 유래 세포외소포체 분비 저해 기능성 고분자-약물 접합체 개발

조유진, 신솔, 박재형*
성균관대
(jhpark1@skku.edu*)

본 연구에서는 endothelin A receptor(ETA) 길항제를 기반으로 종양 유래 세포외소포체(extracellular vesicle, EV) 생성을 억제하여 면역관문억제제 치료 반응을 향상시키는 고분자-약물 접합체(EMPDC)를 설계 및 평가하였다. pH 감응형 EMPDC1과 환원 감응형 EMPDC2를 합성하여 구조와 약물 적재 특성을 분석하고, CT26 세포에서 EV 분비 억제 효능을 검증하였다. EMPDC2는 EMPDC1 대비 높은 약물 함유량과 EV 억제 효과를 보였으며, aPD-1 병용 시 종양 성장을 현저히 억제하였다. 반복 투여 시 일부 독성이 관찰되었으나, EMPDC 플랫폼은 EV 표적 면역치료의 시너지 효과를 극대화할 잠재력을 입증하였다. 향후 종양 특이성과 안전성을 강화한 차세대 EMPDC 개발을 통해 난치성 암종에서도 효과적인 병용 면역치료 전략 확립이 가능할 것으로 기대된다.이 연구는 2025년도 정부 재원(과학기술정보통신부 여대학원생 공학연구팀제 지원사업)으로 과학기술정보통신부와 한국여성과학기술인육성재단의 지원을 받아 수행되었습니다.

심(위젯)수-7

CO_2 레이저로 합성한 Cu/Cu_2O/rGO 촉매를 이용한 질산염 환원 반응 기반 암모니아 합성과 에너지 생산

고원지[1], 이상경[1], 박주현[1], 이다현[1], 최명룡[1,2]*
[1]경상국립대; [2]광화학 나노소재 전문 핵심연구지원센터
(mychoi@gnu.ac.kr*)

현재 산업 규모의 암모니아(NH_3) 합성은 고온·고압 조건에서 막대한 에너지를 소모하고 전 세계 CO_2 배출량의 약 2%를 차지하는 환경 문제를 야기한다. 이러한 문제의 대안으로 친환경적인 질산염 환원 반응(Nitrate Reduction Reaction, NRR)이 주목받고 있다. 본 연구에서는 환원제를 사용하지 않고 짧은 시간 내 촉매를 제조할 수 있는 친환경 CO_2 레이저 합성법을 통해 Cu/Cu_2O가 결합된 환원 그래핀 산화물(rGO) 촉매를 제작하였다. 합성된 Cu/Cu_2O/rGO 촉매는 NRR에서 -0.4 V (vs. RHE)에서 NH_4^+ 생성 속도 4.6 mg cm^{-2}와 90%의 패러데이 효율(FE)을 달성하며, 우수한 전기 촉매 활성을 보였다. 또한 이 촉매를 양극으로 적용한 Zn-질산염 배터리는 전류밀도 6 mA cm^{-2}에서 전력밀도 2.19 mW cm^{-2}와 NH_4^+ 생산 FE 91%를 기록하여 실용적 적용 가능성을 입증하였다. 이러한 결과는 지속 가능하고 대규모 암모니아 생산을 위한 고성능 촉매 개발에 있어 중요한 진전을 의미하며, 에너지 효율과 환경 지속 가능성 향상에 기여할 수 있다.

심(위젯)수-8

근관 치료 성공률 향상을 위한 다원소 나노복합체 기반 고항균성 실러 개발

김세연, 채수연, 진장현, 허인, 박수민*
한국기술교육대
(smpark@koreatech.ac.kr*)

Persistent bacterial contamination remains a major obstacle in dental therapy, often associated with the survival of resistant pathogens such as Enterococcus faecalis within hard-to-reach anatomical sites. This study presents a novel multi-element nanocomposite designed for incorporation into resin- and calcium silicate-based dental materials. The material employs a cation-exchange mechanism to facilitate rapid ion release, while maintaining structural stability and enhancing protein absorption at the bacteria-material interface. These combined effects lead to robust antibacterial activity without compromising biocompatibility or essential physicochemical properties. Integration into existing dental sealer systems demonstrates the potential to eliminate residual pathogens and reduce reinfection risk. This approach offers a broadly applicable strategy for developing advanced dental materials and antimicrobial biomedical coatings.

심(위젯)수-9

부피팽창 제어 및 전도성 향상을 위한 리튬 이온 배터리용 실리콘 기반 다공성 탄소 코팅 음극 소재 개발

김민지, 최서호, 정선민, 임정규, 이두진*
전남대
(dlee@chonnam.ac.kr*)

Silicon is abundant and high-capacity, but its huge (de)lithiation-induced volume change cracks particles, destabilizes the SEI, consumes Li, and shortens cycle life. Here we use a simple Stöber method to deposit an RF-derived carbon shell on silicon (SC). The thin carbon mitigates volume changes, stabilizes the interface, and builds a continuous electron transport network. It increases contact with SWCNTs, forming a percolated hybrid network that improves conductivity. The optimized SC electrode shows better high-rate performance, consistent with lower charge-transfer resistance in EIS and scan-rate-dependent CV (higher b-values and greater capacitive contribution). These results indicate that RF-derived carbon coating is a manufacturing-compatible route to mitigate volume expansion in silicon-based anodes while enhancing conductivity and kinetics.

심(위젯)수-10

발광 나노 복합체 기반 효과적인 가스 감지 연구

부지영, 신소연, 윤선중, 조유이, 박동혁*
인하대
(donghyuk@inha.ac.kr*)

본 연구에서는 유해가스 노출 시 발광 특성이 변화하는 나노복합체 기반 센서를 개발하였다. 발광 물질을 고분자 매트릭스에 분산시켜 전기방사로 제작한 나노 섬유는 높은 표면적과 다공성 구조를 가져, 가스 분자의 흡착과 반응을 효과적으로 유도하였다. 다양한 유해가스(클로로폼, THF, 헥세인 등) 노출 시 발광 파장 이동과 세기 변화를 광학적으로 분석하였다. 특히, 가스 농도 변화에 따른 색 변이 패턴을 수치화하여 정량 분석의 가능성을 확인하였으며, 더 나아가 수집된 데이터를 바탕으로 인공지능(AI) 기반 분석 모델을 구축하고 실시간 감지 및 예측 시스템으로의 확장 가능성을 보고자 한다.

심(위젯)수-11

자가면역 염증 질환 치료용 면역세포 레귤레이팅 엑소좀 개발

김성윤, 김찬호, 박재형*
성균관대
(jhpark1@skku.edu*)

Autoimmune inflammatory diseases remain challenging to treat due to the limitations of current therapeutics, which primarily alleviate symptoms but fail to simultaneously modulate immune responses and promote tissue regeneration. Here, we report the development of stem cell-derived exosomes engineered via click chemistry to selectively target inflammatory immune cells. Chondroitin sulfate-dibenzocyclooctyne (CS-DBCO) was conjugated to the exosome surface using metabolic glycoengineering and bio-orthogonal chemistry, enabling precise targeting to activated immune cells in inflamed tissues. Physicochemical characterization confirmed uniform particle size, stable morphology, and high protein content. Functional assays demonstrated efficient uptake by T lymphocytes and macrophages, with subsequent modulation of cytokine profiles, including increased IL-10 and reduced IL-17 and IFN-γ secretion. In vitro co-culture with inflammatory macrophages induced polarization from the pro-inflammatory M1 phenotype to the anti-inflammatory M2 phenotype, while T cell assays revealed a shift toward regulatory T cell populations. Moreover, exosome treatment enhanced cell survival and promoted markers associated with tissue repair. Collectively, these results suggest that immune cell-regulating exosomes can provide a novel, targeted therapeutic approach for autoimmune inflammatory diseases, offering simultaneous immune

심(위젯)수-12

악성 종양 표적 광역학 치료물질 개발

김희주, 조재준, 임도연, 김연수, 이민희*
중앙대
(minheelee@cau.ac.kr*)

A naphthalimide-based dual-channel fluorescent probe was developed to simultaneously target human NAD(P)H:quinone oxidoreductase 1 (hNQO1) and hypochlorous acid (HOCl). TLQ serves as both a fluorescence-quenching moiety via photoinduced electron transfer (PET) and a cleavable unit selectively responsive to hNQO1. The urea group selectively reacts with HOCl, releasing methylene blue as a photosensitizer for photodynamic therapy (PDT). Upon hNQO1 exposure, TLQ cleavage restores naphthalimide fluorescence, while HOCl triggers methylene blue release, producing a distinct signal. When both targets are overexpressed, the probe emits dual fluorescence, enabling quantitative monitoring of oxidative stress and antioxidant enzyme activity. Released methylene blue provides potential PDT efficacy, making this probe a theranostic platform integrating diagnostic imaging with therapy.

심(위젯)수-13

우울증 바이오마커 정량 검출을 위한 무기나노입자-단백질 복합체 제조 및 특성 분석

박채이, 류세희, 이재헌, 이효원, 나현빈*
명지대
(hyonbin@mju.ac.kr*)

최근 우울증은 전 세계적으로 빠르게 증가하는 심각한 정신 건강 문제로, 특히 우리나라에서는 OECD 국가 중 자살률 1위를 기록하며 사회적 대응의 필요성이 더욱 강조되고 있다. 그러나 현재 우울증 진단은 주로 설문지나 상담 등에 의존하여 주관적 평가에 머무르고 있어 정확성과 객관성이 부족하며 이러한 한계를 극복하기 위한 생체지표 기반의 정량적 진단법 개발은 필수적이다. 기존의 효소 결합 면역 흡착 분석법은 높은 특이성 및 우수한 감도를 가진 검출법이나 효소를 기반으로 하여 안정성 등의 문제점이 증가하고 있다. 본 연구에서는 효소를 대신하여 무기 나노입자를 사용해 선택성과 정확도를 유지하면서 안정성을 높이기 위한 무기 나노입자 기반 우울증 바이오마커 정량 검출 연구를 진행하였다. 본 연구에 사용된 반도체 나노입자(Quantum dots, QDs)는 반도체 특유의 형광 발광 신호로 고감도 검출이 가능하며, 다기능성 리간드를 이용하여 생체적합성이 가능한 양자점을 합성하였다. 또한 면역 분석법에 적용하고자 양자점과 항체 사이 높은 결합 효율을 갖는 생물직교반응인 SPAAC (Strain-promoted azide-alkyne cycloaddition) 방법으로 나노입자와 항체 복합체를 결합하였다. 최종적으로 우울증 바이오마커 정량 검출에 응용하고자 면역 흡착 분석법을 기반으로 정성/정량 검출을 연구하였다.

심(위젯)수-14

PET Glycolysis 공정을 위한 물리 기반 디지털 트윈 및 실시간 공정 최적 제어 AI 에이전트 개발

노현, 최은아, 정유림, 여민경, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

As global plastic consumption rises, efficient recycling of polyethylene terephthalate (PET) has emerged as a critical environmental challenge. This study proposes a real-time optimization platform integrating digital twin technology and artificial intelligence (AI) to improve the economic and environmental performance of PET glycolysis. A physics-informed neural network (PINN) model of a multiphysics reactor, validated against computational fluid dynamics (CFD) results, uses a compartmental approach to capture complex flow and reaction dynamics. Coupled with a full-process simulator for system-level evaluation, the platform applies techno-economic analysis (TEA) and life cycle assessment (LCA) to identify key performance indicators for AI-driven optimization. supporting sustainable process design and circular economy goals in chemical manufacturing.

심(위젯)수-15

결함 엔지니어링 기반 초고효율 MOF 촉매 개발을 통한 산업용 PET 해중합

나주영, 이지은, 지원석*
전남대
(wschi@jnu.ac.kr*)

A heterogeneous catalyst was synthesized and applied to the glycolysis of polyethylene terephthalate (PET) to evaluate its performance against conventional homogeneous catalysts. Compared with zinc acetate, a typical homogeneous catalyst, the heterogeneous system offered advantages in catalyst recovery, reusability, and reduced equipment corrosion. In contrast, the homogeneous catalyst showed higher solubility and faster initial activity but suffered from separation difficulties and limited recyclability. Under identical reaction conditions, ZIF-8 nanoparticles exhibited comparable bis(2-hydroxyethyl) terephthalate (BHET) yields to zinc acetate, while providing superior sustainability benefits. Furthermore, introducing structural defects into the heterogeneous catalyst further enhanced its catalytic efficiency, demonstrating the potential of defect engineering as a strategy to boost PET depolymerization performance.

O고분목-1

Invigorating PET chemical recycling via integration of thermodynamic and kinetic considerations

Razote Bernard Jomari, 홍정숙, 안경현*
서울대
(ahnnet@snu.ac.kr*)

To effectively and sustainably improve recycling rates of polyethylene terephthalate (PET), thermodynamic and kinetic considerations must be integrated. In this study, the individual effects of alcohol, co-solvent, Lewis acid, and reaction conditions are comprehensively evaluated for the alcohol-based conversion of postconsumer PET into terephthalic acid (TPA) and its upcycling intermediates. Thermodynamic analysis using the Flory–Huggins interaction parameter highlights the crucial role of co-solvents in facilitating PET depolymerization by lowering thermodynamic potential. Kinetic evaluation of the catalyst underscores the importance of Lewis acid solubility for effective PET breakdown. Optimization studies reveal an ideal methanol molar ratio (X_{MeOH}) of 0.16 and a reaction temperature of 50 °C, enabling over 90 % TPA yields within 15 minutes for various pure and mixed PET feedstocks. Overall, integrating thermodynamic and kinetic considerations offers a unified strategy for optimizing and advancing sustainable recycling of post-consumer plastic waste.

O고분목-3

Zwitterion-Enhanced Ionic Liquid for Electric Double Layer Retention in Neuromorphic Computing Devices

전영운, 이동화[1], 이은호[1], 송슬기*
충남대; [1]서울과기대
(sksong@cnu.ac.kr*)

뉴로모픽 컴퓨팅은 기존 폰노이만 방식보다 1,000 배 이상 빠른 계산 속도, 생물 수준의 저전력 구동으로 큰 장점을 가지고 있다. 컴퓨팅에 사용되는 유기 전기화학 트랜지스터는 병렬 기반 계산 방식에 적합하고 전기화학 기작을 통해 낮은 전압에서도 효과적으로 가소성이 발휘될 수 있는 생체적합형 소자이다. 유기 전기 화학 트랜지스터는 채널 고분자의 홀 도핑, 전기 이중층 형성을 통해 전도도가 갱신되지만 생물 모방형 소자에서는 이러한 전도성 채널의 유지가 가소성 소자에 중요한 역할을 한다. 해당 연구에서는 기존 이온성 액체의 제한적인 비휘발성 특성을 크게 개질하여 쯔위터 이온이 첨가된 고점도 매트릭스를 형성하여 유기 전기화학 트랜지스터의 비휘발성을 크게 증가시키고 그 결과 인공 뉴런 네트워크 시뮬레이션을 통해 94 % 이상의 정확도를 보여줬다. 추가적으로 P-타입의 고분자 채널층과 쯔위터 이온 물질이 첨가된 매트릭스와 상호작용을 규명하기 위해 다양한 전기화학적 분석을 진행했다.

O고분목-4

Interface-Guided Synthesis of N-Doped Carbon with High-Density Dual-Fe Sites for Efficient Oxygen Reduction in Zn-Air Batteries

김동균, 김정훈*
연세대
(jhkim03@yonsei.ac.kr*)

Achieving high-density, structurally uniform dual-atom catalysts is a significant challenge in electrocatalysis. We present an interface-assisted synthetic route that drives the assembly of closely spaced Fe–Fe sites embedded within nitrogen-rich carbon matrices. The polymer interface serves to fully coordinate surface Zn atoms and introduces abundant nitrogen functionalities and vacancy defects during pyrolysis, thereby enriching Fe anchoring sites. This approach yields atomically dispersed dual-Fe centers with strong electronic interactions, accelerating oxygen reduction reaction (ORR) kinetics. The optimized catalyst delivers a half-wave potential of 0.90 V, negligible peroxide generation, and outstanding durability. Integrated into a Zn–air battery, it attains a peak power density of 182 mW cm^{-2} and sustains stable cycling over extended operation. Structure–activity analysis indicates that orbital coupling between Fe–N and Fe–Fe moieties, combined with electrostatic stabilization from neighboring nitrogen atoms, underpins the resistance to Fe dissolution. This work demonstrates a versatile interface-engineering strategy for designing cooperative dual-metal sites and emphasizes the role of local coordination environments in maximizing catalytic performance.

O고분목-5

Infiltration Kinetics and Nanophase Separation of Block Copolymer in Confined Gap: A Molecular Dynamics Simulation Study

이상엽, 허태영, 로버트 리글먼, 이대연*
University of Pennsylvania
(daeyeon@seas.upenn.edu*)

Polymer-infiltrated nanoparticle films (PINFs) combine ultrahigh nanoparticle loading with outstanding mechanical, thermal, and optical properties. While capillary rise infiltration (CaRI) is widely used, the infiltration behavior of block copolymers in confined gaps remains unclear. We prepared lamellar block copolymer films with controlled top interfaces and found that interfacial structure affects infiltration kinetics. To investigate this, we performed molecular dynamics simulations mimicking the experimental process. The simulations reveal that the initial interface structure governs nanophase separation in confined gaps, influencing polymer transport and infiltration rate. In this presentation, we demonstrate the detailed simulation approach, highlight molecular-level findings, and discuss how these insights can guide the design and optimization of advanced nanocomposite systems.

O고분목-6

소규모-불균형 데이터를 활용한 고분자 물성 능동기계 학습

하민영*
경희대
(myha@khu.ac.kr*)

Despite the potential of machine learning in accelerating polymer design and discovery, the high cost of experimental and computational characterization leads to challenges regarding the quantity and quality of accessible training data. In this work, we study variants of Gaussian process regression (GPR) models to systematically integrate sparse and imbalanced datasets. We compare the predictive accuracy and uncertainty quantification results of GPR models employing different kernels to develop a machine learning model of reasonable performances over a finite design space of polymers, where the data curation efforts remain a significant challenge in the small-data limit. This work aims to pave the way for data-driven polymer discovery platforms that can suggest bespoke design of experiments based on in-house databases that are difficult to generalize.

O고분금-1

Mechanical Properties of Flexible Polyurethane Foams Filled with Chitosan Particles

이주환, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

Bio-based materials are increasingly used to enhance the mechanical properties of flexible polyurethane (FPU) foams. Among them, chitosan—a biopolymer obtained by deacetylating chitin from crustacean shells—has gained attention as a natural filler. While chitosan has been applied in FPU systems, few studies have directly compared the effects of untreated versus surfactant-treated chitosan on foam performance. In this study, both raw and surfactant-treated chitosan were added to FPU foam formulations, and their effects on mechanical properties such as strength, resilience, and durability were investigated. This comparison aims to clarify how surface treatment influences the physical behavior of chitosan-filled FPU foams, offering insights into the design of enhanced bio-based foam materials."This research was supported by the Post-Plastic Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE)"

O고분금-2

Scaling Relations and Core Region Analysis of Complex Coacervate Core Micelles via All-Atom Molecular Dynamics Simulations

정제연, 이민환, 김세빈, 최수형[1], 이원보*
서울대; [1]홍익대
(wblee@snu.ac.kr*)

Complex coacervate core micelles (C3Ms) are formed by polyelectrolyte self-assembly, possessing high potential for applications in bioengineering and nanotechnology through utilizing their core regions. However, experimental characterization of these regions is difficult, and computational studies have limitations that require information of micelle size. In our work, all-atom molecular dynamics simulations were conducted to distinguish and determine C3M size. This method was validated by comparing scaling relation derived from modified experimental results. Also, we performed structural and dynamical analysis of C3M core focused on water as a function of polymer block length. Our work proposes a computational method for C3M studies, and provides valuable information and insights to the C3Ms application targeting the core region.

O고분금-5

나노입자 박막의 기공도가 이온 젤 침투와 전기변색 성능에 미치는 영향

이찬용, 허성연*
서울과학기술대
(sungyeonh@seoultech.ac.kr*)

Even though NIR modulation of doped metal oxide nanocrystals has been extensively studied, most research has focused on systems using liquid electrolytes. Ion gels are attractive for their high ionic conductivity and mechanical stability, but performance with porous nanocrystal films remains unclear. In this study, we fabricated electrochromic devices with ion gels and $WO_{2.72}$ nanorod electrodes to examine how film architecture affects ion gel penetration and performance. Randomly packed, high-porosity films allowed deep, uniform ion gel infiltration, achieving higher optical modulation than dense, low-porosity films, despite having lower particle density at the same thickness. This gap disappeared with liquid electrolytes, indicating that small ions penetrate films regardless of porosity.

O고분금-6

Molecular Simulation Guided Design of Bottlebrush Polymer as Drug Delivery System for Tumor Microenvironment

Grabriella Pasya Irianti, 이상엽, Quoc Thang Phan[1], Xavier Banquy[1], 허수미*
전남대; [1]Université de Montréal
(shur@chonnam.ac.kr*)

Effective solid tumor-targeted drug delivery requires nanocarriers that can penetrate through dense extracellular matrices and efficiently release drugs in tumor environments. Bottlebrush amphiphiles possess tunable architectures including backbone length, grafting density, and side chain composition that enable the formation of stable micelles with enhanced circulation times and improved accumulation in tumor through the enhanced permeability and retention effect. Using coarse-grained molecular simulations, we systematically investigate how structural parameters control micelle formation, drug loading, and release kinetics. We compare three architectures: pure bottlebrush micelles, blends with amphiphilic linear block copolymers, and core-shell bottlebrushes. The resulting structure-property maps delineate design trade-offs between circulation stability and release kinetics and yield practical rules for selecting brush architectures and blend ratios.

O고분금-7

Lewis Acid-driven Hydroxo Complexes for Enhanced Ion Transport in Mixed Ionic-Electronic Thermoelectric Films

김지현, 김병관*
충남대
(bg_kim@cnu.ac.kr*)

Mixed ionic-electronic conductors have garnered significant attention due to their potential to enhance thermoelectric (TE) performance by combining outstanding thermovoltage through ion diffusion with high electrical conductivity via electron transport. Herein, ion transport pathways enabling rapid cation (H^+ and Sn^{4+}) conduction are formed through the binding of Sn^{4+} Lewis acids and PEDOT:PSS. Hydroxo complexes formed by Sn^{4+} ion not only serve as highly concentrated source of protons but also enable dynamic proton conduction via super-acidic sites. Spectroscopic characterization confirmed that the introduction of Lewis acid Sn^{4+} induces oxidation of PEDOT, leading to increased formation of polarons and bipolarons. Thermoelectric performance of tetravalent-cation-doped proton transport conductor (TPC) films were optimized by precisely controlling the relative humidity (RH) and the aggregation behavior, achieving remarkable Seebeck coefficient of 23.6 mV K^{-1} and power factor of 18.2 mW $m^{-1}K^{-2}$ at 90% RH and room temperature. Leveraging high TE performance and voltage stability, PEDOT—$[Sn(OH)_n]^{(4-n)+}$—based ionic-electronic conductors represent a promising platform for efficient TE harvesting, even under

O고분금-8

아릴-에테르-프리 고분자 기반 미세다공성 분리막의 구조 제어

신주호, 이종석*
서강대
(jongslee@sogang.ac.kr*)

Membrane-based gas separation, a pressure-driven and phase-change-free process, offers an efficient alternative to conventional thermally driven separation processes. However, the widespread industrial adoption of polymeric membranes remains limited due to inherent drawbacks such as plasticization, physical aging, and the permeability-selectivity trade-off. In this presentation, I will introduce a strategy to address these challenges by tailoring the microporous architectures of membranes derived from aryl-ether-free fluorinated aromatic polymers (FAPs). Specifically, a thermal cross-linking applied to a pentafluoro-aromatic polymer precursor leads to enhanced gas permeability, plasticization resistance, and aging stability. I will also briefly discuss the structural engineering of carbon molecular sieve membranes derived from these FAP precursors.

O고분금-9

지속 가능한 비패러다익 신경 자극을 위한 다중 교차 결합 멤브레인-이오노겔 어셈블리

최원혁, 김지홍, 김종휘, 김도환*, 임영수[1], 김준호[1], 박성민[1], 정재현[2]
한양대; [1]포항공과대; [2]숭실대
(dhkim76@hanyang.ac.kr*)

Neurostimulation is used to treat various disorder but metal and polymer-based electrode induce faradaic charge injection and ion imbalance. These effects impair long-term stability and biocompatibility, thereby restricting its clinical applicability. Here, we introduce a multicross-linked membrane-ionogel assembly (McMiA) that facilitates nonfaradaic neurostimulation by inhibiting undesirable faradaic charge injection. The McMiA, composed of a dopamine-cross-linked graphene oxide membrane and a genipin-cross-linked biopolymeric ionogel, forming a bioadhesive interface with tissue. With ionic liquid incorporation, electrochemical window is expanded beyond physiological limits and multicross-linked membrane prevents undesirable ion exchange. This synergistic configuration enhance stability and highlighting McMiA's potential for next generation neural interface engineering.

O고분금-10

Performance Enhancement of Polyurethane Foams Using Citric Acid-treated Cellulose Fillers

이인성, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

Polyurethane (PU) foams are widely used in the automotive industry for seat cushioning and sound-absorbing materials due to their lightweight properties and excellent moldability. In this study, PU foams were fabricated using cellulose particles as fillers. To improve the interfacial interaction between the PU matrix and the cellulose particles, the particles were chemically treated using citric acid. As a result, the chemically treated cellulose particles induced morphological changes in the PU foam due to enhanced interfacial compatibility, which ultimately led to improved physical characteristics and sound absorption performance. This research was supported by Post-plastic Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE)

P고분금-1

온도 변동 흡착 하에서 직접 공기 포집을 위한 폴리에틸렌이민 함침 실리카 흡착제의 CO_2 포집 성능에 대한 프로필렌 산화물의 영향

Stephen Michael Mirando, 이승규, 이동현, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

Direct Air Capture (DAC) of carbon dioxide (CO_2) has emerged as a critical negative emissions technology for mitigating atmospheric CO_2 concentrations and achieving the 1.5℃ climate target. In this study, high-performance silica-supported amine sorbents were synthesized via wet impregnation of polyethyleneimine (PEI) functionalized with varying molar ratios of propylene oxide (PO). The CO_2 adsorption performance of the prepared sorbents was assessed under temperature swing adsorption (TSA) conditions using thermogravimetric analysis (TGA). A systematic investigation of the composition was conducted to determine its influence on the CO_2 uptake capacity and sorbent cyclic stability, with the objective of identifying the optimal functionalization conditions for DAC applications.

P고분금-2

사이클릭 올레핀 및 아크릴계 모노머를 이용한 광투명 점착제의 제조

Oblepias Jernette Louise, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

Norbornene is a rigid cyclic olefin known for its high transparency and ability to enhance the mechanical strength of polymer systems. Optically clear adhesives (OCAs) were developed using acrylic terpolymers composed of various acrylate monomers and further enhanced by integrating norbornene in tetrapolymers. By optimizing monomer compositions, the adhesives were evaluated for their adhesion, mechanical performance, and optical clarity. Incorporating norbornene improved stiffness and adhesion while maintaining high transparency, indicating its potential to enhance OCA performance for evolving display technologies.

P고분금-3

에틸렌 단일 및 공중합을 위한 기능화 메탈로센 복합체의 합성 및 촉매 평가

Laxamana Justienne Rei, 김지수, Austria Diana May, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

Polyethylene is traditionally synthesized using Ziegler-Natta and Phillips (Cr-based) catalysts, while metallocene catalysts have emerged as a highly tunable alternative due to their distinct active sites and controllable polymer microstructure. The study explored the synthesis of metallocene complexes bearing Indene-substituted ligands to assess their catalytic performance in polyolefin polymerization. The synthesized metallocene complex was characterized by ^{1}H NMR spectroscopy to confirm its structure, and its catalytic activity was evaluated through ethylene homopolymerization and ethylene/1-hexene copolymerization. The resulting polymers were analyzed using GPC and DSC to determine their molecular weight distribution and thermal properties.

P고분금-4

에틸렌 단일 및 공중합을 위한 메탈로센의 합성

김지수, Laxamana Justienne Rei, Austria Diana May, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

폴리에틸렌은 저비용, 우수한 물성, 다양한 용도 등으로 인해 산업 전반에 걸쳐 널리 활용되는 범용 고분자이다. 에틸렌 중합을 위한 메탈로센 촉매의 개발은 고성능 폴리올레핀 소재 생산을 위한 핵심 연구 주제로 주목받고 있다. 본 연구에서는 Cp계열 리간드를 포함한 메탈로센 촉매를 합성하였으며, 에틸렌과 1-hexene의 공중합을 통해 촉매의 성능을 평가하였다. 특히, 리간드에 치환기를 도입하여 촉매를 합성하였고, 합성된 화합물의 구조는 1H-NMR 분광법으로 확인하였다. 중합 반응을 통해 얻은 폴리에틸렌의 고분자 특성은 GPC 및 DSC를 이용해 분석하였다.

P고분금-5

ZnGA 촉매를 이용한 CO_2 기반 Poly(propylene carbonate) 중합 특성 연구

이준호, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

지속적인 온실가스 배출로 인한 기후 변화 대응을 위해 탄소중립과 CCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage) 기술의 중요성이 대두되고 있다. CO_2를 고정하고 활용할 수 있는 생분해성 고분자인 Poly(propylene carbonate)(PPC)는 우수한 탄소 포집 능력을 갖춘 지속가능한 대안으로 주목받는다. 본 연구는 ZnGA 촉매를 활용하여 CO_2와 propylene oxide의 공중합을 통해 PPC를 합성하였으며, 촉매 투입량 및 중합 시간 변화에 따른 중합 특성을 조사하였다. ZnGA 촉매를 SEM을 통해 미세구조를 확인하였으며, 합성된 고분자는 ^{1}H-NMR, GPC, DSC 분석을 통해 특성을 확인하였다.

P고분금-6

소성온도에 따른 실리카 담지체의 특성 변화 및 메탈로센 촉매의 중합 활성 비교

김혜란, 구도연, Manianglung Clinton, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

폴리에틸렌은 다용성, 가공 용이성, 저렴한 비용 등의 장점으로 인해 전 세계적으로 널리 사용되며, 매년 약 4%의 수요 증가가 예상된다. 이에 따라 우수한 중합 활성을 갖는 촉매의 개발이 중요한 과제로 부각 되고 있다. 본 연구에서는 실리카의 소성온도에 따른 물리화학적 특성을 분석하고, 이를 담지체로 활용한 메탈로센 촉매의 중합 활성 변화를 평가하였다. 실리카는 250℃ 및 650℃에서 소성하였으며, 중합 활성 향상을 위해 Activator를 첨가하여 메탈로센 촉매를 합성하였다. 실리카 분석에는 FT-IR, SEM 분석을 활용하였고, 폴리에틸렌 중합 반응은 고압 반응기에서 실험하였다.

P고분금-7

폴리에틸렌 중합용 메탈로센 담지 촉매의 활성 개선 연구

구도연, Manianglung Clinton, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

폴리에틸렌은 저렴한 생산 비용과 우수한 가공성 등의 장점으로 인해 전 세계적으로 가장 널리 사용되는 플라스틱 중 하나이다. 폴리에틸렌 중합에는 주로 지글러-나타 촉매와 메탈로센 촉매가 사용되며, 이 중 메탈로센 촉매는 단일활성점을 가지며 분자량 조절이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 메탈로센 촉매를 이용한 중합 과정에서는 fouling 현상이 발생하기 쉬우며, 이를 억제하기 위해 담지형 촉매의 개발이 활발히 이루어지고 있다.본 연구에서는 촉매 활성을 향상시키기 위한 활성화 첨가제를 도입하여 메탈로센 기반 담지 촉매를 제조하였으며, 다양한 합성 조건을 적용하여 촉매 성능을 비교 평가하였다.제조된 촉매 및 생성된 고분자는 ICP, XPS 분석을 통해 촉매 특성과 GPC, DSC을 통해 생성 고분자의 특성을 분석하였다.

P고분금-8

Polyetheramine 기반 CO_2 흡착제의 합성과 성능 연구

이동현, 이승규, Stephen Michael Mirando, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

기후 변화 대응을 위해 이산화탄소(CO_2) 포집 기술, 특히 직접 공기 포집(Direct Air Capture, DAC)의 중요성이 부각되고 있다. 그중 건식 흡착 방식은 낮은 에너지 소비와 환경 친화성으로 주목받고 있으나, 기존 아민 기반 흡착제는 고온에서의 열화 및 우레아·아마이드와 같은 비가역적 부산물 형성으로 인해 재사용 시 성능 저하 문제가 있다. 본 연구에서는 Polyetheramine(PEA) 및 epoxide 계열 화합물을 활용하여 새로운 고성능 흡착제를 DAC용으로 합성하였다. 또한 열중량분석(Thermogravimetric Analysis, TGA)을 통해 온도별 CO_2 흡착 성능을 평가함으로써 실온에서 가장 효율적인 흡착 조성을 탐색하였다. FT-IR, NMR등의 다양한 분석 기법을 통해 구조적 특성과 CO_2 흡착 메커니즘을 규명하고, 장기적 최적 조건을 제시하고자 하였다.

P고분금-9

TSA 공정용 아민 기반 고체 흡착제의 제조 공정 최적화를 통한 CO_2 흡착 성능 향상 연구

이승규, Stephen Michael Mirando, 이동현, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

지속적으로 증가하는 CO_2 배출은 기후 변화와 환경 문제를 가속화하고 있다. 본 연구에서는 polyethyleneimine (PEI)과 propylene oxide (PO)를 조합한 고체 흡착제를 대상으로, 진공 건조 시간, 기능화 반응 시간, 교반 시간, 오븐 건조 시간 등 제조 공정 변수들이 CO_2 흡착 성능에 미치는 영향을 체계적으로 분석하였다. TGA, ^{13}C NMR을 통해 TSA 조건에서의 CO_2 흡착 성능을 평가하였으며, 최적의 제조 조건을 도출하였다. 본 연구는 TSA 공정용 고체 흡착제의 성능 향상을 위해 제조 공정 최적화의 중요성을 강조하며, 향후 고효율 CO_2 포집 소재 개발을 위한 기초 자료로 활용될 수 있다.

P고분금-10

Aligned Boron Nitride Nanosheet Islands in Porous PDMS Foam for Selective Thermal Management in Multi-Chip Electronics

김예지, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Miniaturization and high-density integration of electronic devices pose significant thermal management challenges, particularly due to heat interference among multiple-chip arrays. To address this issue, we present a nanocomposite comprising aligned boron nitride (BN) nanosheet islands embedded within a porous polydimethylsiloxane (PDMS) foam. This design ensures both mechanical stability and minimized thermal interference. The structured BN islands exhibit high thermal conductivity of 1.219 $W{\cdot}m^{-1}{\cdot}K^{-1}$ (through-plane) and 11.234 $W{\cdot}m^{-1}{\cdot}K^{-1}$ (in-plane) with only 16 wt.% BN loading. In contrast, the porous PDMS foam has a significantly low thermal conductivity (0.0328 $W{\cdot}m^{-1}{\cdot}K^{-1}$ at 70% porosity), effectively acting as a thermal barrier. Thus, targeted heat dissipation pathways are established exclusively within the BN islands, eliminating unwanted thermal crosstalk between adjacent chips. Furthermore, this composite maintains stable thermal dissipation performance even under significant mechanical deformation (up to 70% tensile strain). Multilayered assemblies of vertically aligned BN islands further enable directional thermal management, making this nanocomposite highly suitable for effective thermal regulation in densely integrated multi-chip electronics.

P고분금-11

Enhancing Dielectric Properties of Amorphous Polymers via Side-Chain Dipole Engineering for Low-Voltage Organic Electronics

권혁진*, 안태규[1], 이지훈[1], 김세현[2]
국립부경대; [1]한국교통대; [2]건국대
(hj1370@pknu.ac.kr*)

High-dielectric-constant (high-k) polymers are essential for next-generation electronics, including low-voltage organic thin-film transistors (OTFTs) and high-energy-density capacitors. However, conventional high-k polymers often suffer from phase separation or crystallinity issues when blended with inorganic fillers. In this study, we present a strategy to increase the dielectric constant of amorphous intrinsic polymers by introducing polar side-chain groups. By engineering side chains with strong dipole moments, we achieved k values greater than 6 without compromising the insulating behavior, which remained comparable to that of poly(methyl methacrylate). These polymers were applied as gate dielectrics in OTFTs and enabled low-voltage operation at 3 V, high field-effect mobility around 1.90 $cm^2\ V^{-1}\ s^{-1}$, and excellent stability under bias stress. This approach provides a scalable pathway to flexible, high-performance dielectric materials suitable for integrated organic logic circuits.

P고분금-12

Ligand-Exchange-Mediated Modulation of Chiral Nanogap Hotspots in Helicoidal Plasmonic Nanoparticles

김동현, 유필진*
성균관대
(pjyoo@skku.edu*)

Chiral structures, defined by geometries that cannot be superimposed on their mirror images, are commonly found in natural biomolecules. With advances in nanotechnology, plasmonic chiral nanoparticles have been synthesized to enhance chiral optical properties. However, their optical activity remains limited due to the restricted structural asymmetry inherent to seed-mediated growth methods. In this study, we introduce a strategy to enhance the chiral optical response of nanoparticles by modulating their dielectric environment through ligand exchange, without altering the original structure. A conformal organic ligand layer was applied to the surface of Helicoid-3 (H3) nanoparticles, precisely tuning the refractive index contrast by up to $\Delta n \approx 0.2$. This dielectric adjustment enhances electromagnetic field confinement via localized surface plasmon resonance (LSPR), resulting in a ~12.5 nm redshift and a 10.4% increase in g-factor. This enhancement mechanism was experimentally validated using transmission electron microscopy-based electron energy-loss spectroscopy (TEM-EELS) at the nanometer scale, unveiling that the selective increase in optical chirality within the chiral nanogap is the key eanbler of the amplified chiroptical response. Furthermore, theoretical validation through three-dimensional finite element method (FEM) simulations

P고분금-13

근적외선 형광 탄소나노튜브의 3D 고분자 코로나 인터페이스를 이용한 무한 확장의 광학 코

윤민영, 조정현, 차정민, 정균성, 조수연*
성균관대
(sooyeonc@skku.edu*)

Biological olfaction relies on hundreds of receptors to distinguish gases, but mimicking this complexity in artificial systems remains challenging. Conventional electronic nose (E-nose) employs metal-based sensors and surface charge detection, requiring analyte-specific fabrication and offering limited sensing versatility. Here, we introduce a scalable photonic nose (P-nose) based on Corona Phase Molecular Recognition (CoPhMoRe), which operates via fluorescence modulation upon gas interaction with 3D polymer corona phases. We engineered the interfaces by functionalizing near-infrared fluorescent single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) with a combinatorial ssDNA library, diversified in nucleotide composition and motif patterns. This yielded a single-transducer, multi-element array capable of quantitatively classifying gases, including NO_2 and NH_3, advancing the development of scalable artificial olfaction.

P고분금-14

Research on the synthesis of high-functionality silylated polyurethane adhesives for engineering plastics

전호균*, 김두헌, 이진욱[1], 이병화[1]
한국소재융합연구원; [1]대흥특수화학
(hkjeon@kimco.re.kr*)

Polyphenylene Sulfide (PPS) is a crystalline, high-temperature thermoplastic with excellent chemical resistance, mechanical properties, chemical resistance, and flame retardancy. Its exceptional performance and relatively low price have led to rapid growth in demand across all industries. Despite these advantages, however, PPS resins lack sufficient bonding strength when bonding molded parts to metals, glass, plastics, and other materials. Therefore, the development of adhesives for PPS is urgently needed. This study aims to develop an adhesive for PPS materials by combining an epoxy resin with high bonding strength and room-temperature curing properties with a silylated polyurethane.This project was supported by the Ministry of SMEs and Startups (RS-2025-02307878), for which we gratefully acknowledge the support.

P고분금-15

Study on the modification and synthesis of latent hardeners for epoxy resins with low-temperature stability.

전호균*, 김두헌, 서원선[1]
한국소재융합연구원; [1]케미랜드
(hkjeon@kimco.re.kr*)

Latent curing agents typically consist of a core component, which acts as a curing agent, and a shell component, which ensures storage stability. Typically, amines or imidazoles are used as the core. This is because faster curing allows for greater density in the shell, thereby enhancing storage stability. Forming a shell with sufficient density to ensure heat and solvent stability while maintaining fast curing properties is a key technology for manufacturing latent curing agents with optimal properties. This study aimed to enhance low-temperature storage stability and curing properties by surface modification of an imidazole curing agent.This project was supported by the Ministry of Trade, Industry and Energy (RS-2024-00432810), for which we gratefully acknowledge the support.

P고분금-16

Janus Photonic Micropatterns via Position-Selective Crystallization of Binary Colloidal Particles

김영건, 정용석, 김신현*
KAIST
(kim.sh@kaist.ac.kr*)

Conventional methods for photonic films yield single-layer films with limited colors and require complex processes. We design a position-selective crystallization to fabricate dual-layer photonic films from two colloids in one step. A mixture of polystyrene(PS) and poly(methyl methacrylate)(PMMA) spheres are dispersed in an intermediate-density sucrose solution containing depletant and salt. Controlled centrifugation positions PS on the upper substrate and PMMA on the lower, forming distinct crystals via depletion. Photonic micropatterns are fabricated by partially curing SU-8 on glass substrates through a photomask. The films display different colors on each side, with overlapping patterns producing mixed colors. This method enables three-color patterns from two particles, offering a simple route for optical encoding, anti-counterfeiting, and decorative applications.

P고분금-17

저산소 종양 미세환경에서 향상된 광역학 성능을 위한 도너-억셉터 나노입자의 형태 및 조성 공학

민경선, 박주현*
중앙대
(jpark@cau.ac.kr*)

Conjugated polymer-based nanohybrids are promising phototherapeutic agents due to their tunable optoelectronic properties. In this study, nanoparticles were prepared using a modified phase separation method with D8PE-Ac and D8PE-PEG phospholipids, incorporating PCPDTBT as an electron-donating core material. Two structures were designed to examine the effect of acceptor location: (1) both PCPDTBT and Y6 distributed in the core, and (2) PCPDTBT in the core with Rose Bengal (RB) localized on the surface. Under 808-nm laser irradiation, reactive oxygen species (ROS) generation was analyzed to evaluate how acceptor positioning influences photodynamic efficiency. The results demonstrate that internal versus surface localization of acceptors critically affects ROS production. This study underscores the importance of molecular distribution within nanohybrids and offers insights for designing more effective nanostructures for cancer phototherapy.

P고분금-18

그물형 미세구조 분자각인고분자를 이용한 옥스카르바제핀의 고감도 전기화학적 검출

임석진, 배정연, 박진영*
경북대
(jinpark@knu.ac.kr*)

Oxcarbazepine (OXC) is an anticonvulsant used to treat epilepsy, and accurate monitoring of its blood concentration is essential to accurately monitor the blood concentration due to its close association with therapeutic efficacy and adverse effects. While conventional techniques such as UV spectrophotometry, HPLC, and LC-MS/MS are widely used, the complexity and time-consuming procedures limit their suitability for rapid analysis. In response, molecularly imprinted polymer (MIP)-based electrochemical sensing has emerged as a alternative for rapid and sensitive detection along with the advantages of MIPs, including selective molecular recognition through biomimetic binding cavities. To address the limitations of conventional methods, this study aims to fabricate an electrochemical sensor capable of sensitive and selective detection of OXC using an electrochemically polymerized MIP film with a net-like microstructure, with bismuth oxyiodide nanoflowers serving as a sacrificial template.

P고분금-19

Development of Light-Colored Woven Fabrics with Enhanced Soil Resistance and Release for Cockpit Module Applications

김기태*, 한인수, 이창재[1], 황인섭[1], 김민정[1]
현대자동차 남양연구소; [1]코오롱인더스트리
(kitae9038@hyundai.com*)

As mobility evolves, modern vehicles are seen as personalized living spaces, driving the use of advanced textiles in cockpit modules. Light-colored fabrics enhance aesthetics but are prone to contamination from oils and dust, raising durability concerns. This study presents a novel woven fabric optimized for soil resistance and release. A user-centered evaluation and Design of Experiments(DoE) were employed to assess weave type, density, and soil-repellent finish. Soil resistance was evaluated via water and oil repellency tests per ISO 23232 and ISO 14419, while soil release was examined with vegetable oil according to AATCC 130. Findings indicate that fabric density significantly impacts cleaning efficiency. An optimized C6 fluorochemical formulation met Durable Soil-Repellent Grade A standards, resulting in a plain weave specification of 39 ends/inch. This fabric is now in mass production for the KIA EV4 crash pad garnish, highlighting its practical role in automotive interiors.

P고분금-20

Impact of Engineering Catalyst Morphology on Ziegler-Natta Polymerization Performance

Manianglung Clinton, 구도연, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

This study systematically investigates the influence of key synthesis parameters—such as solvent type, concentration, reactor configuration, reaction time, and feeding protocols—on the synthesis of Ziegler-Natta (ZN) catalysts. The study highlights how these variables affect catalytic activity and morphology, providing insights into the relationship between synthesis conditions and catalyst performance in ethylene polymerization. Particle size and distribution were determined using particle size analyzer and SEM to analyze their impact on the polymerization activity. Furthermore, the catalysts' physicochemical properties were characterized using FT-IR and XRD to better understand how their molecular and crystal structure influence the resulting polymer's properties.

P고분금-21

공액 고분자 필름 내 도판트 확산 과정에서의 곁사슬의 역할

배주영*, 이용경, 이한솔
가천대
(jooy0531@gachon.ac.kr*)

본 연구에서 공액 고분자 박막의 순차적 용액 도핑에서 고분자의 곁사슬이 도판트의 확산에 미치는 영향을 탐구하였다. 특히, 곁사슬이 없는 고분자 필름에 대해 순차적 용액 도핑이 효과적인 도핑 방법이 될 수 있는 지에 대해 주목하였다. 곁사슬의 열 분해가 가능한 polythiophene 기반 p-형 공액 고분자를 이용했으며, 열 분해하지 않아 곁사슬이 존재하는 경우와 열 분해 하여 곁사슬이 제거된 경우에 대해 대표적인 p-도판트 중 하나인 F4TCNQ를 이용해 순차적 용액 처리를 수행하였다. 그 결과 순차적 용액 처리에 의해 동일한 양의 F4TCNQ가 고분자 박막에 존재함에도 곁사슬의 존재 여부에 따라 F4TCNQ의 고분자 박막에서의 분포가 크게 달라짐을 확인했다. 곁사슬이 없는 경우에 곁사슬이 있는 경우에 비해 F4TCNQ 분자의 강한 결정화가 발생했다. 이는 곁사슬의 부재로 인하여 곁사슬-용매 간 상호작용 및 고분자 박막 팽윤이 최소화되었고, 그 결과 F4TCNQ의 고분자 박막 내부로의 확산을 심각하게 제한했음을 의미한다.

P고분금-22

금속-고분자 계면에서 산화 상태 변화가 화학적 부착 메커니즘에 미치는 영향에 관한 연구

이재진*
현대자동차 표면처리재료개발팀
(jaejin96@hyundai.com*)

To achieve a premium appearance beyond what can be obtained by painting or plating alone, polyurethane (PU) coating over chromium plating is widely used in automotive parts. At the polymer-metal interface, bonding interfacial adhesion can lead to coating delamination and a decline in perceived quality. This study investigates the correlation between chromium plating's chemical changes and PU interfacial adhesion after ambient exposure. XPS and ToF-SIMS analyses revealed a gradual reduction of surface CrO_3 to stable Cr_2O_3. At the interface, N-Cr and COO^- ionic bonds were identified, with possible coordination and hydrogen bonds. CrO_3 reduction limits these interactions, decreasing adhesion strength. These findings offer insights for designing polymer coating systems to enhance the long-term stability of Cr-plated components.

P고분금-23

Robust Double-Network Hydrogel-Shelled Oil Droplets for High-Payload Lipophilic Drug Carriers

오윤진, 김신현*
한국과학기술원
(kim.sh@kaist.ac.kr*)

Hydrogels are valued in biomedical applications for their high water content and biocompatibility, but conventional single-network (SN) hydrogels have limited mechanical strength, restricting use in dynamic or load-bearing settings. Double-network (DN) hydrogels, formed from two interpenetrating networks with contrasting mechanical roles, offer superior toughness and durability. Here, we encapsulate oil droplets containing lipophilic drugs within DN hydrogel shells to create mechanically stable microcapsules. Uniform oil-in-water-in-oil double emulsions, generated via a glass capillary microfluidic device, serve as templates. The oil core efficiently stores hydrophobic therapeutics, while the DN shell prevents mechanical rupture. DN capsules exhibit greater mechanical integrity, minimal passive diffusion under static conditions, and controlled release upon mechanical stimulation.

P고분금-24

리튬 이온 배터리를 위한 높은 가역성을 지닌 마이크론 다공성 실리콘 기반 p-Si/rGO 복합재의 간편한 합성

신완섭, Mahesh B. Naikwade, 이상화*
가천대
(lswha@gachon.ac.kr*)

Silicon (Si) is considered a promising anode material for high-energy lithium-ion batteries due to its exceptionally high theoretical capacity of 4200mAhg^{-1}, nearly ten times greater than that of conventional graphite anodes (372mAhg^{-1}). Despite this advantage, the commercialization of Si anodes remains limited due to their poor cycling stability and inherently low electrical conductivity. To address these challenges, this study focuses on the integration of graphene with porous silicon. Porous silicon (p-Si) particles were fabricated via a metal-assisted electroless chemical etching method, followed by surface functionalization with 3-aminopropyltriethoxysilane (APTES) to introduce amine ($-NH_2$) groups. The p-Si/NH_2 particles were then electrostatically assembled with graphene oxide (GO) in aqueous solution. Subsequently, the GO was thermally reduced using a tube furnace to yield the final composite material, p-Si/rGO. The structural and morphological characteristics of the materials were analyzed using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and energy-dispersive spectroscopy (EDS). Electrochemical performance was evaluated through cyclic voltammetry (CV), electrochemical impedance spectroscopy (EIS), and rate capability tests. The porous structure of silicon reduces lithium-ion diffusion paths and acts as a mechanical buffer during volume expansion, improving both physical and chemical stability.

P고분금-25

Dynamic Retroreflective Color Displays via Programmed Water Vapor Condensation on Hydrophobic–Hydrophilic Micropatterns

노혜진, 김신현*
한국과학기술원
(kim.sh@kaist.ac.kr*)

Structural coloration from total internal reflection (TIR) appears as angle-dependent hues in water droplets on glass, arising from light confinement and interference at curved liquid interfaces. We present a simple method to generate dynamic TIR colors via selective vapor condensation on micropatterned glass. Hydrophilic circular domains (10–20 μm) were patterned in SU-8 on oxygen plasma-treated glass, where hemispherical droplets preferentially nucleated due to wettability contrast. Acting as micro-optical elements, droplets produced retroreflective colors through combined TIR and thin-film interference, evolving with vapor exposure time and temperature, achieving tunable colors from blue to orange. This lithography-enabled platform offers potential for anti-counterfeiting, environmental sensing, and responsive photonic labeling.

P고분금-26

Polarization-Dependent Retroreflective Multicolor Graphics Using Orientation-Controlled Hemicylindrical Arrays

이지우, 김신현*
한국과학기술원
(kim.sh@kaist.ac.kr*)

When light enters the concave surface of a curved microstructure, total internal reflection induces retroreflection. Some retroreflected paths exiting the structure have identical reflection angles but different lengths, causing interference that generates unique structural colors for concave-side incidence. We fabricated curved microstructures using single-step photolithography and reflow. Unlike hemispherical microstructures, semi-cylindrical forms show optical anisotropy dependent on incidence and reflection angles. A phase shift from total internal reflection adds further anisotropy under crossed polarizers. Using these properties, we created retroreflective multicolor graphics that reveal different images depending on polarizer orientation.

P고분금-27

Hybrid Structural Color Graphics with Multimodal Visual Effects via Colloidal Photonic Microdome Arrays

강준구, 김신현*
한국과학기술원
(kim.sh@kaist.ac.kr*)

We present a structural coloration system combining colloidal photonic crystals with microscale hemispherical domes for dynamic optical modulation. Angle-sensitive Bragg diffraction couples with curvature-induced total internal reflection to produce four visual states determined by viewing direction and dome orientation. UV-curable silica suspensions are cast into hemispherical molds, where shear forces guide colloidal self-assembly. Tuning nanoparticle size, volume fraction, dome radius, and coverage controls color, intensity, and distribution. Angle-dependent chromatic graphics remain hidden in direct film-side views but appear when tilted or viewed from the dome side, offering a scalable, lithography-compatible route to functional structural colors for adaptive displays, anti-counterfeiting, and reconfigurable optics.

P고분금-28

에폭시 폴리머 성능 향상을 위한 경화제로서의 다기능 아민

유서윤*
한국화학연구원
(hyeonmin@krict.re.kr*)

While epoxy resins require curing agents for crosslinking, only a limited number are capable of substantially enhancing mechanical performance. In particular, it is challenging to obtain polyfunctional amine-based hardeners that can achieve high crosslink densities. In this work, two curing agents containing six amine functionalities—IPDI-PETA2-ED and IPDI-PETA2-DDS—were synthesized via a two-step reaction. Initially, isophorone diisocyanate (IPDI) was reacted with two equivalents of pentaerythritol triacrylate (PETA) to produce the intermediate IPDI-PETA2. This intermediate was subsequently reacted with ethylenediamine (ED) or 4,4′-diaminodiphenyl sulfone (DDS) to yield the two target curing agents. These polyfunctional amines were incorporated at various loadings into an epoxy formulation composed of dicyandiamide (DICY) and 2-methylimidazole (2-MI), and their effects on mechanical properties were compared with a reference formulation. Mechanical testing revealed that adding 5 wt% IPDI-PETA2-DDS increased the flexural strength by 34% and the impact strength by 36.7%. Likewise, the incorporation of 5 wt% IPDI-PETA2-ED resulted in a 39.7% improvement in flexural strength (up to 197 MPa) and a 38.8% increase in impact strength (up to 68 J/m). These results demonstrate that the designed polyfunctional amines are effective curing agents for achieving both high crosslink density and

P고분금-29

Colloidal-Based Structural Color Paints as Pigment-Free Mediums for Visual Art

김수현, 김신현*
한국과학기술원
(kim.sh@kaist.ac.kr*)

In nature, periodic nanostructures create vivid structural colors, as seen in the blue wings of Morpho butterflies and the iridescence of beetles. While tunable, non-toxic, and non-fading structural colors have been developed using colloidal crystals and glasses, their use as practical artistic tools, such as paints, remains largely unexplored. Conventional paints rely on chemical pigments and toxic solvents, suffering from issues like cracking and discoloration. To address this, we present pigment-free structural color paints formulated by dispersing silica particles in acrylate-based resins. By adjusting particle size and concentration, brightness and saturation can be precisely controlled, and volume fraction is optimized for smooth application on various surfaces. Our approach offers a sustainable, durable, and visually striking medium for artistic expression.

P고분금-30

Phase Change Material Composites with Segregated Filler Networks for Enhanced Thermal Conductivity and Stability

이동훈, 김채빈*
부산대
(cbkim@pusan.ac.kr*)

Phase change materials (PCMs) can absorb and release heat during phase transitions making them useful for thermal management. However, organic PCMs typically suffer from low thermal conductivity and leakage, limiting their practical use. In this work, we present a PCM composite incorporating a interconnected network of thermally conductive hexagonal boron nitride (h-BN) fillers to address these challenges. The composite is fabricated by blending h-BN with two immiscible organic PCMs, forming a Pickering emulsion. This induces a 2D filler network that improves thermal conductivity (~20.2 W/m·K) and maintains structural stability above both PCMs' melting points. Compared to single-PCM composites, the material shows improved heat transfer and thermal stability. This strategy offers a promising pathway for advancing the performance and reliability of PCM-based thermal regulation systems.

P고분금-31

Sustainable and Adhesive Poly(β-amino ester) Covalent Adaptable Network-Based Solid Polymer Electrolytes for Lithium Metal Batteries

양미옥, 전용하[1], 최우혁[1], 김채빈*
부산대; [1]인하대
(cbkim@pusan.ac.kr*)

Despite the widespread adoption of lithium metal batteries, safety and sustainability remain major challenges. Solid polymer electrolytes offer a safer and more durable alternative, with advantages such as flexibility, thin-film processability, and mechanical stability. Crosslinked rubbery polymers with low T_gs are typically used to ensure high lithium-ion conductivity, strong interfacial adhesion, and mechanical integrity. But permanent crosslinks hinder recyclability. To address this, poly(β-amino ester)-based covalent adaptable networks were developed as fully recyclable, catalyst-free, and highly adhesive SPEs. Their lithium-ion conductivity, dynamic bond exchange behavior, and adhesion were systematically investigated across different crosslinking densities. Additionally, the reprocessability of the electrolytes and lithium salts within the network were recovered with high purity.

P고분금-32

Polarity-Switchable Maleic Anhydride Copolymer Adhesive Coating for Efficient Microplastic Removal from Water

최윤영, 박준용[1], 전혜리[1], 우상혁[1], 김채빈*
부산대; [1]중앙대
(cbkim@pusan.ac.kr*)

Microplastics are widespread aquatic contaminants, yet conventional size-exclusion membrane filters show limited capture efficiency. Thin adhesive layers have been used to improve performance, but typically require toxic organic solvents. Here, we present a polarity-switchable adhesive copolymer containing maleic anhydride (MA). Upon base treatment, the copolymer becomes hydrophilic and water/ethanol-soluble; subsequent heat triggers ring closure, restoring hydrophobicity and forming a stable adhesive layer under aqueous conditions. This eco-friendly, solvent-free coating enhances microplastic capture and enables odorless, large-scale spray application. The reversible polarity-switching mechanism also offers a sustainable route for filter recycling.

P고분금-33

Cationic/Anionic Polypeptides via Ring-Opening Polymerization of NCAs toward Complexes Fiber Fabrication

김지우, 고영운*, 정예진, 조광민
전남대
(yeongunko@jnu.ac.kr*)

Synthetic Polypeptides offer biodegradability and biocompatibility, which make them promising candidates for biomedical applications. Among various approaches for synthesizing polypeptides, ring-opening polymerization (ROP) of N-carboxyanhydrides (NCAs) is a widely used and efficient method to prepare polypeptides from diverse amino acid derivatives. In this study, we synthesized poly(L-lysine) (PLL) and poly(glutamic acid) (PGA) via ROP of NCAs to obtain cationic and anionic polypeptides, respectively. These oppositely charged polypeptides can form a complex coacervate at certain experimental condition, which can be further processed into fiber structure, potentially contributing to tissue engineering and biomedical engineering fields.

P고분금-34

MXene 기반 EMI 차폐형 고감도 광범위 압력센서 개발

김민우, 임현아, 이기원*
광운대
(giwonlee@kw.ac.kr*)

로봇 공학, 접이식 디스플레이, 웨어러블 전자기기 분야에서 신축성 압력 센서의 수요가 급증하고, 그중 정전 용량형(Capacitive type) 압력 센서는 낮은 전력 소모와 우수한 내구성으로 특히 각광받는다. 하지만 기존 정전용량형 압력 센서는 민감도와 감지 범위 간의 Trade-off 및 Electromagnetic Interference(EMI)로 인한 신뢰성 저하 문제를 안고 있다. 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 넓은 감지 범위에 걸쳐 높은 민감도를 보이는 EMI 차폐형 압력 센서를 제안한다. 이 센서는 MXene 복합체 기반 전극을 도입하여 EMI를 효과적으로 차폐하고, 구조체 내부에 기공을 형성한 Gradient Dome 구조를 통해 넓은 감지 범위에서도 높은 민감도를 구현하는 혁신적인 디자인을 특징으로 한다.본 연구에서 개발된 센서는 광범위한 감지 범위에서 높은 민감도를 제공하며, EMI 차폐를 통한 신뢰성 있는 감지 기능을 구현하여 다양한 응용 분야에서 유연 압력 센서의 발전에 기여할 것으로 기대된다.

P고분금-35

열 인터페이스 재료용 BN μ-platelets의 수직 및 양방향 정렬 향상

문유진, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Flexible and miniaturized electronics require efficient thermal interface materials (TIMs), yet common polymers such as PI and PDMS have low thermal conductivity, causing heat dissipation issues. To overcome this, composites with conductive fillers like carbon, metals, and ceramics have been explored. Hexagonal boron nitride (h-BN) is a strong TIM candidate with high thermal conductivity, insulation, and stability, but shows anisotropy—high in-plane (600 W/m·K) and low through-plane (30 W/m·K). We propose a PUA/BN composite skeleton film with microstructural control to enhance through-plane conductivity. This structure improves heat dissipation, lowering LED temperatures. The results demonstrate the potential of h-BN-based TIMs for cooling compact, high-performance electronics and solving thermal management challenges.

P고분금-36

디지털 처리 없이 구현되는 생체모사 주파수 선택적 에너지 소산 댐퍼

양예지, 박병학, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Stably and continuously monitoring physiological signals is essential for wearable devices. However, accurate biophysiological signal acquisition is often hindered by motion-induced noise from breathing, walking, tapping, or running. Conventional approaches, such as digital bandpass filtering to selectively remove dynamic noise (typically below 30 Hz), risk the loss of critical physiological information. Here, we present a bioinspired frequency-selective energy dissipation damper that functions purely through material-intrinsic properties, eliminating the need for digital processing. Inspired by the viscoelastic cuticular pad of spiders—used to discriminate against low-frequency environmental noise such as wind or rain—our gelatin-chitosan hydrogel damper achieves a frequency-dependent phase transition from a rubbery to a glassy state around 30 Hz. This transition enables selective energy dissipation of low-frequency noise while preserving target physiological signals. Mechanical characterization shows a frequency-induced increase in storage modulus and a corresponding left-shifting tan δ peak at the transition frequency. Furthermore, the relaxation time can be tuned by controlling gelatin's molecular weight and temperature, allowing structural optimization of the hydrogel for desired damping behavior. This purely material-driven strategy enables continuous, high-fidelity acquisition of

P고분금-37

혼합 비율에 따른 습식 방사 고분자 전해질 복합체 섬유의 형성과 물성에 미치는 영향

조광민, 김지우, 정예진, 고영운*
전남대
(yeongunko@jnu.ac.kr*)

Complex coacervates are dense liquid phases formed by the associative phase separation of oppositely charged polyelectrolytes. In this work, we fabricated wet-spun fibers from polydiallyldimethylammonium chloride [PDADMAC] / polystyrene sulfonate [PSS] complex coacervates. The coacervation was induced by adding potassium bromide [KBr] external salt. Upon extrusion into a low-salt coagulation bath, the coacervate was precipitated into a solid-like fiber structure via diffusion of salts from the coacervate toward the coagulation bath. Tuning the PDADMAC:PSS monomeric ratio allowed control over net charge, leading to corresponding changes in fiber properties such as selective adsorptions. Additionally, the solid-like fiber could be dissolved into a liquid phase at high salt concentrations, which could be utilized in shape-shifting applications.

P고분금-38

이식형 MicroLED-매개 화학-광역학 신경교종 치료를 위한 복합 요법

YUETONG HOU, Hin Kiu Lee, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

신경교종은 예후가 좋지 않고 재발이 쉬운 가장 흔한 악성 뇌종양입니다. 수술, 방사선 치료, 항암 화학요법과 같은 기존 치료법은 혈액-뇌 장벽, 종양 침윤 및 약물 내성으로 인해 제한적입니다. 광역학 치료(PDT)는 국소 특이적이지만, 두개골은 빛의 투과를 차단하여 심부 치료의 효과를 감소시킵니다. 본 연구에서는 신경교종의 화학-광역학 복합 치료를 위해 이식형 바늘형 MicroLED 장치와 카텝신 B 반응성 전구약물 나노입자(PNP)를 개발했습니다. MicroLED는 종양 중심부에 최소 침습적으로 이식되어 심부 조직에 균일한 빛을 조사합니다. PNP는 아드리아마이신(DOX), 베시카프로펜(VPF), 그리고 효소 분해된 펩타이드 사슬로부터 자가 조립됩니다. PNP는 종양 미세환경에서 특이적으로 활성화되어 치료제를 방출합니다. 시험관 실험 결과, PNP는 카텝신 B 발현이 높은 암세포에서만 상승적으로 사멸하는 것으로 나타났습니다. 생체 내 실험에서는 이러한 병용 요법이 낮은 전신 독성으로 종양 성장을 억제한다는 것이 입증되었습니다.

P고분금-39

빛으로 활성화되는 동적 결합 교환에 의한 교차로 중첩된 마이크로구조의 가역적, 비접촉식 형상 프로그래밍

윤여명, 문호준[1], 조웅비[1], 이동욱[2], 정소담[2], 위정재[1], 김채빈*
부산대; [1]한양대; [2]동의대
(cbkim@pusan.ac.kr*)

Dynamic network exchange reactions enable covalent adaptable networks (CANs) to be malleable and reprocessable analogue of thermosetting polymers. Unlike conventional CANs, which rely on thermally activated network exchange reactions, a new CAN incorporating both UV- and heat-responsive disulfide bonds is introduced. UV irradiation at room temperature effectively accelerates the stress relaxation of this CAN, achieving results comparable to those obtained at elevated temperatures (> 100 ℃) without UV irradiation. To maximize the effectiveness of this approach, we employ the facile fabrication of three-dimensional (3D) staggered-overlapped microdenticles, mimicking sharkskin, that demonstrate magneto-active deformation and UV-induced non-contact/spatiotemporal shape-fixation.

P고분금-40

전고체 배터리용 고신뢰성 에폭시 몰딩소재의 기계적·열적 특성 및 패키징 적용성 평가

백지원*
(주)원케미컬
(rnd@wonchemical.com*)

전고체 배터리의 고신뢰성 패키징 요소기술은 기판실장 공정에 대응 가능하며 다양한 사용환경에서 성능 및 신뢰성을 확보하는 것이 핵심이다. 이를 위해 전고체 배터리 기판실장과 연계 가능한 몰딩 소재 기술을 개발하였다. 개발된 몰딩소재는 패키지 제조 기술과 기판실장 공정 기술을 연결하는 핵심 소재로서, 몰딩 후 균열이 발생하지 않도록 에폭시 혼합수지, 경화제, 무기 필러, 첨가제를 균일하게 조성하였다. 또한 적층 시 기계적 응력과 변형을 최소화하고, 고온 안정성을 확보하기 위해 높은 유리전이온도를 구현하였다. 탄성계수, 항복강도, 파단강도 측정 결과, 온도 상승에 따른 강도 저하는 완만하였다. 이러한 변화는 경화 반응 및 미세구조 변화에 기인하며, 고온 구동 환경에서 구조 안정성 확보와 응력 분산 설계의 중요성을 시사한다. 이 논문은 산업통상자원부의 '전고체 전지 개발사업'의 지원을 받아 연구되었음(No. RS-2023-00247320)

P고분금-41

입자의 안정성을 위한 계면활성제의 적용

박채린, 김태성*
성균관대
(tkim@skku.edu*)

Cerium oxide (CeO_2) nanoparticles, typically ranging from tens to several hundred nanometers, exhibit high surface energy and non-uniform electrostatic charge distribution. These characteristics often lead to significant particle agglomeration. In slurry systems, such agglomeration is exacerbated when electrostatic repulsion is weakened, allowing van der Waals forces and hydrogen bonding to dominate, resulting in the formation of micron-sized aggregates. This undermines the dispersion stability of the slurry and introduces critical defects during the CMP process—such as scratches, pits, and particle residues. Furthermore, re-adsorption of these aggregates onto the wafer surface makes subsequent cleaning steps complicated, lowering device yield and impairing the precision of downstream processes including etching and deposition.Therefore, achieving a stable dispersion of CeO_2 particles is essential for high-performance CMP applications. Preventing agglomeration and maintaining a uniformly dispersed slurry state is key to improve process reliability. Via this study, I focus on a chemical dispersion strategy that minimizes structural damage and morphological changes in CeO_2 particles. I adopted two surfactants as an dispersant in this study, which are PVP and Chem.A. PVP is commonly researched in terms of dispersant in ceria slurry. However, Chem.A that I use is barely used as dispersant. I compared the size distribution and zeta potential which

P고분금-42

Surface-Selective Functionalization and Fiber Orientation Control of Electrospun Poly(γ-benzyl-L-glutamate) Nanofibers for Biomaterial Applications

정예진, 고영운*, 김지우, 조광민
전남대
(yeongunko@jnu.ac.kr*)

Poly(γ-benzyl-L-glutamate) (PBLG) was synthesized via ring-opening polymerization (ROP) of γ-benzyl-L-glutamate N-carboxyanhydride (BLG-NCA). The resulting PBLG was fabricated into nanofibers by electrospinning, followed by surface-selective deprotection of benzyl protecting groups using trimethylsilyl iodide (TMSI). Using a carefully selected organic solvent that dissolves TMSI but not PBLG nanofibers, only the exposed surface area of the nanofibers was modified, preserving bulk properties and surface morphology. Additionally, fiber alignment was introduced during electrospinning to integrate structural orientation with surface modification, broadening potential applications. This work presents a versatile functionalization strategy for polypeptide nanofibers, contributing to the advancement of biomaterials and nanodevices for tissue engineering and drug delivery.

P고분금-43

Study on the synthesis of epoxy adhesive for vehicle parts

심재학*, 서보경
한국소재융합연구원
(jhsim@kimco.re.kr*)

In vehicles, a cooling system is installed to prevent engine overheating and to maintain an optimal operating temperature. The coolant tube serves the function of circulating the coolant and providing a flow path. Typically, the coolant tube is manufactured by separately producing the tube and the bracket, and then joining the two components together, most commonly using a brazing furnace welding process. However, the brazing furnace welding method has disadvantages such as process complexity, excessive energy consumption, and high labor requirements, which result in low productivity.To reduce the cost of such a complex and energy-intensive conventional process while minimizing material damage, it is necessary to introduce a structural adhesive. Among the available options, a functional epoxy adhesive is required to meet the demands for stiffness and durability against noise and vibration.In this study, a functional adhesive was applied in place of the conventional brazing furnace welding process to manufacture the coolant tube. As a result, it was confirmed that the adhesive achieved mechanical properties—such as saltwater resistance and joint strength—comparable to those of welding.AcknowledgementThis research was supported by the Ministry of SMEs and Startups of the Republic of Korea (contract grant number: RS-2024-00467681)

P고분금-44

저온 공정 본딩을 통한 3D 이종 접합: 기능성 유기 자기 조립 나노층에 대한 연구

한수정, 심현우, 정채연, 김태성*
성균관대
(tkim@skku.edu*)

The commercialization of 3D heterogeneous integration through hybrid bonding has accelerated, and accordingly, Cu-polymer bonding has gained significant attention as a means of overcoming the limitations of conventional Cu-SiO_2 hybrid bonding, offering high compatibility with other fabrication processes. Polymers offer robust bonding strength and a low dielectric constant, enabling high-speed signal transmission with high reliability, but suffer from low thermomechanical stability. Thermomechanical stability of polymers was not achieved previously because of thermal degradation and unstable anchoring. To overcome these limitations, wafer-scale Cu-polymer bonding via N-heterocyclic carbene (NHC) nanolayers was presented for 3D heterogeneous integration, affording ultrastable packing density, crystallinity, and thermal properties. NHC nanolayers were deposited on copper electrodes via electrochemical deposition, and wafer-scale 3D heterogeneous integration was achieved by adhesive bonding at 170 ℃ for 1 min. Ultrastable conductivity and thermomechanical properties were observed by the spatial mapping of conductivity, work function, and force-distance curves. With regard to the characterization of NHC nanolayers, low-temperature bonding, robust corrosion inhibition, enhanced electrical conductivity, back-end-of-line process compatibility, and fabrication process reduction, NHC Cu/polymer

P고분금-45

Zinc Acrylate 기반 저비용 자가패터닝 공정을 이용한 ZnO 멤리스터 소자 구현

정용욱, 안태규, 정용진B*
국립한국교통대
(yjjeong@ut.ac.kr*)

반도체 메모리 산업의 지속적인 발전을 위해 새로운 소자 구조와 공정 기술에 대한 연구가 요구되고 있으며, 특히 멤리스터(Memristor)는 단순한 MIM(Metal-Insulator-Metal) 구조와 우수한 비휘발성 특성으로 차세대 메모리 소자로 주목받고 있다. 본 연구에서는 구조적·화학적으로 안정하며 넓은 밴드갭(3.4 eV)을 갖는 ZnO(Zinc Oxide)를 멤리스터의 활성층으로 사용하였고, 복잡한 포토리소그래피 공정을 대체할 수 있는 Zinc Acrylate 전구체 기반의 자가패터닝(sol-gel) 공정을 도입하였다. ZnA 전구체 용액의 농도 및 열처리 온도 변수로 설정하여, UV 노광과 현상, 열처리 과정을 통해 안정적인 ZnO 패턴을 형성하였으며, 이에 따른 소자의 전기적 특성을 평가하였다. 실험 결과, 특정 조건에서 우수한 I-V 특성 및 LRS/HRS 상태에서의 데이터 유지 특성이 확인되었으며, 약 ±0.5V에서 1000초 이상의 비휘발성 유지 성능을 보였다. 본 연구는 저비용·저온 공정으로 고신뢰성의 산화물 기반 멤리스터를 구현함으로써, 차세대 메모리 소자의 공정 단순화와 상용화 가능성에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

P고분금-46

Study on the encapsulation application of near-infrared inorganic pigments

심재학*, 서석훈, 서보경, 김관용, 이상철
한국소재융합연구원
(jhsim@kimco.re.kr*)

When a security pigment is applied to fibers, it exhibits spectroscopic reflection properties not only in the visible light range but also in the near-infrared (NIR) region. As such, it can be utilized in various security applications, including cards, banknotes, passports, brand protection, and GRS-based textile materials. In this study, pigments capable of absorbing light in the wavelength range of 700-1200 nm are considered for use in the authentication of recycled fiber materials.To achieve this, more thermally stable inorganic pigments are employed; however, because these pigments tend to aggregate within polymer resins, encapsulation methods are being explored to address this issue.In this study, an inorganic luminescent material—serving as a near-infrared emitting pigment—was encapsulated, and its morphology, particle size, and composition were analyzed. The encapsulated inorganic luminescent pigment was then dispersed in a PVDF binder, and its luminescent properties were evaluated following electrospinning.AcknowledgementThis research was supported by the Ministry of Trade, Industry and Energy of the Republic of Korea (contract grant number: 20021925)

P고분금-47

고신축성·변형 무감응성 액체금속 기반 탄성 키리가미 전극(LM-eKE)

최혜수, Carmel Majidi[1], 김태일*
성균관대; [1]Carnegie Mellon University
(taeilkim@skku.edu*)

Stretchable electronics require conductive materials with high deformability. Gallium (Ga)-based liquid metal (LM) alloys offer high metallic conductivity and intrinsic stretchability. Here, we present a liquid metal-coated elastic kirigami electrode (LM-eKE) that combines extreme stretchability (up to 820%) with high conductivity and low electromechanical coupling. The LM-eKE uses a soft, elastic silicone membrane patterned in a kirigami design, coated with a thin gold (Au) film and eutectic gallium-indium (EGaIn) alloy. The biphasic Au-EGaIn film has negligible stiffness, enabling a low elastic modulus (kPa range) and high deformability. Elasticity in the substrate allows deformation beyond conventional kirigami by combining folding with elastic strain, maintaining stable conductive pathways. The LM-eKE shows only a 33% resistance increase at 820% strain and 1.3-1.7% during knee motion, minimizing motion artifacts for wearable health monitoring.

P고분금-48

Study on the synthesis of chitosane/PCM microcapsules and application of TPU web

안서준, 박치균[1], 천정미*
한국소재융합연구원; [1]아셈스
(jmcheon@kimco.re.kr*)

Phase change materials (PCMs) repeatedly exhibit the property of releasing heat when the ambient temperature decreases—causing a phase transition to crystallization—and absorbing heat when the ambient temperature increases. They thus have the capability to autonomously absorb, store, and release heat in response to changes in the external environment. Textile products incorporating PCM microcapsules can provide cooling or thermal insulation effects to the human body, thereby enhancing the wearer's thermal comfort.Conventional synthetic polymer shells have several drawbacks, including non-recyclability, the presence of residual monomers, and the emission of toxic gases, all of which can cause serious environmental pollution and pose risks to human health. Consequently, extensive research and development efforts are underway to employ eco-friendly materials.In this study, stearyl acrylate was selected as the PCM material, as it can undergo phase changes to provide a cooling sensation to the human body. Chitosan was used as the shell material, and microcapsules were synthesized via suspension polymerization. The morphology, particle size, and antibacterial properties were evaluated according to the core-to-shell ratio. In addition, the synthesized microcapsules were coated onto functional fabrics, and their thermal properties were investigated.AcknowledgementThis research was supported by the

P고분금-49

Polyborodimethylsiloxane(PBDMS) 기반 주파수 선택적 진동 흡수를 통한 장기간 지속형 패스 필터의 구현 및 헬스케어 센서 적용

옥제형, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Continuous monitoring of physiological signals is often interrupted by motion artifacts and environmental noise, requiring filtering to retrieve genuine data. Our previous gelatin-chitosan noise-selective damper suffered from dehydration, limiting stability. Here, we report polyborodimethylsiloxane (PBDMS) as a durable alternative, maintaining damping properties for over three months. Its molecular weight controls damping behavior, as hydrogen and B-O bonds dissipate energy through chain rearrangement and entanglement. Higher molecular weight slows network reconfiguration, extending relaxation time and enabling precise transition frequency tuning. Combining materials with distinct phase transition features yields high-pass, low-pass, and band-pass mechanical filters. Integrated into wearable bioelectronics, PBDMS-based filters separate multiple simultaneous mechanical signals without additional signal processing.

P고분금-50

Study on high-performance thermally conductive long fiber reinforced PP nanocomposites

조혜연, 김동화, 이재식, 김동학*
순천향대
(dhkim@sch.ac.kr*)

탄소 배출 저감을 목표로 전기자동차가 빠르게 보급되고 있으나, 이에 따른 화재 발생 건수도 급증하고 있다. 전기자동차용 리튬이온 배터리는 충방전 시 고온의 열이 발생하고 이는 열 폭주의 원인이 되며, 배터리의 안정성과 효율을 저하시킨다. 따라서 리튬이온 배터리에서 발생하는 열을 제어할 수 있는 배터리 하우징 소재에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 비교적 단가가 낮은 범용 플라스틱인 PP(polypropylene)과 glass fiber를 사용하여 배터리 하우징용 고분자 복합소재를 제조한다. 이 때 열전도율이 뛰어난 Boron nitride를 첨가하여 고성능·방열성 장섬유 강화복합소재를 제조하고자 한다. 방열특성이 뛰어난 PP 기반 장섬유 강화 복합소재를 개발함으로써 경량화를 통한 주행거리 확대 및 생산 과정에서의 탄소 배출 저감 효과를 얻을 수 있으며, 나아가 원가 절감을 통해 가격 경쟁력을 갖춘 배터리 하우징용 방열소재를 제작하는 것이 본 연구의 최종 목표이다.

P고분금-51

Hypoxia- and Photothermal-Responsive Self-Assembled Ion Pair of Phenylazophenol and Polyvinylpyrrolidone with In Situ Gold Nanoparticles for Effective Breast Cancer Treatment

조지 조이 조몬, 김진철*
강원대
(jinkim@kangwon.ac.kr*)

This study explores the self-assembly of Phenylazophenol (PAP) and Polyvinylpyrrolidone (PVP) ion pairs for in situ synthesis of gold nanoparticles (GNPs) at various ratios. Gold concentrations (0 mM, 2 mM, 5 mM, 10 mM) were tested for particle size, light scattering, and zeta potential. Photothermal activity was observed with IR irradiation, with temperature increase proportional to GNP concentration. Mitoxantrone was loaded into the PVP:PAP (3:7) ion pair with 10 mM GNPs. Drug release was enhanced by Sodium dithionite and IR irradiation, showcasing a photothermal effect. Cytotoxicity assays on MDAMB231 cells showed higher cytotoxicity for the ion pair with GNPs compared to the ion pair alone. Cellular uptake of the nanoparticle system was significantly higher than free drug, and hypoxia further enhanced cytotoxicity, indicating improved therapeutic potential in tumor microenvironments.

P고분금-52

골 재생을 위한 생체적합성 개선 및 약물 탑재 GelMA 크리오젤의 합성 연구

HAO AN[1], 김유경[1], 장용석[1,2], 이민호[1*]
[1]전북대; [2]Institute of Biodegradable Materials
(mh@jbnu.ac.kr*)

The clinical success of bone tissue engineering critically depends on designing scaffolds that simultaneously provide a highly interconnected porous structure and sufficient mechanical integrity to support cell infiltration, nutrient exchange, and tissue ingrowth. Such scaffolds should mimic the native extracellular matrix environment to guide tissue regeneration while maintaining stability during healing. Conventional hydrogels, although attractive due to their biocompatibility and tunable chemistry, often exhibit dense, poorly connected networks with predominantly nanoscale pores, which limit cell migration, vascularization, and effective mass transport. To address these limitations, cryogels—macroporous hydrogels fabricated under cryogenic conditions—offer a promising alternative. During cryogelation, ice crystals act as porogens, generating large, interconnected pores upon thawing, which greatly enhance cell infiltration and nutrient diffusion. Gelatin methacryloyl (GelMA), a gelatin derivative, is particularly suitable for cryogel fabrication due to its excellent bioactivity, inherent cell adhesion motifs, and chemically modifiable structure. Incorporating bioactive molecules such as dexamethasone (a glucocorticoid with anti-inflammatory and osteoinductive effects) and natural compounds with anti-inflammatory, antibacterial, and osteogenic properties is expected to further enhance scaffold performance. In this study, we present a

P고분금-53

Effects of Compatibilizing Conditions on the Rheological and Mechanical Properties of PP/Hemp Composites

이현아, 김동학*, 이재식
순천향대
(dhkim@sch.ac.kr*)

천연 섬유 강화 복합재(Natural Fiber Reinforced Polymer, NFRP)는 자동차 및 항공우주 산업에서 기존 금속 부품을 대체할 수 있는 친환경적이고 경량화된 소재로 주목받고 있다. 그러나 친수성인 천연 섬유와 소수성인 폴리머 간의 낮은 상용성은 복합소재의 산업적 적용을 제한하는 주요 요인이다. 이러한 비상용성은 섬유와 매트릭스 간의 계면 접착력을 저하시켜 섬유의 응집을 유발하고, 복합소재의 기계적 성능 또한 저하시킨다. 본 연구에서는 대표적인 범용 폴리머인 폴리프로필렌(PP)과 친환경 천연섬유인 대마섬유(hemp fiber)를 선정하여, 두 소재 간의 계면 특성 개선을 위해 상용화제를 첨가하고 최적함량을 결정하고자 한다. 최종적으로 환경 친화적이고 지속 가능한 PP/hemp 복합소재를 개발하여 자동차 내장재와 같은 산업적 응용 가능성을 높이고, 천연 섬유 복합소재의 상용화를 위한 기술적 기반을 마련하는 것이 본 연구의 목표이다.

P고분금-54

사슬연장제 첨가를 통한 물리적 재활용 TPU의 물성 개선

윤호병, 이재식, 손영곤[1], 김동학*
순천향대; [1]공주대
(dhkim@sch.ac.kr*)

열가소성 폴리우레탄(TPU)은 열가소성 탄성체의 한 종류로, 블록 공중합체(block copolymer) 구조를 갖는 엔지니어링 플라스틱이다. 우수한 내유성, 내화학성, 그리고 높은 인장 특성을 지닌 TPU는 다양한 산업 분야에서 활용되고 있으나, 가공 시 고온 환경에서 우레탄 결합이 분해되어 물성 저하가 발생하는 한계가 있다. 본 연구에서는 물리적 재활용 과정에서 발생하는 TPU의 사슬 끊김에 따른 물성 저하를 사슬연장제 첨가를 통해 개선하여, 원래의 물성 수준으로 회복시키는 것을 목표로 한다. 이를 통해 사용된 TPU의 재활용 가능성을 높이고, 비용 절감 및 자원 순환 측면에서의 이점을 확보함과 동시에, 탄소 배출 저감 및 지속 가능한 순환 경제 실현에 기여하고자 한다.

P고분금-55

상분리를 통한 미세다공성 고분자 필름의 제조 및 전자 피부 응용

김민성, 신다빈, 김호리, 오준학*
서울대
(joonhoh@snu.ac.kr*)

For E-skins demanding breathability and flexibility, porous polymer systems with precisely engineered pore architectures and robustness are essential. However, fabricating large-area films with uniform pores via simple processes remains challenging. Here, we report a polymerization-induced phase separation strategy to form a microporous network in a flexible polymer matrix by tuning solvent composition. The network is microscopically interconnected, providing high porosity, mechanical stability, and tunable pore sizes from hundreds of nanometers to tens of micrometers. This network enhanced the sensitivity of physical sensors for human motion detection and enabled stable biosignal detection underwater, demonstrating environmental stability. This work establishes a versatile approach to engineering porous polymers, paving the way for breathable E-skin devices.

P고분금-56

1D 유전체 나노필러의 자성 개질을 이용한 척추측만증 방향 감지 고분자 복합 센서

명수민, 박형민, 유근웅, 이기원*
광운대
(giwonlee@kw.ac.kr*)

척추측만증은 전 세계 청소년 약 2~3%에서 발병하며, 2021년 국내 환자 9만5천 명 중 청소년이 41.6%를 차지했다. 성장기에는 성인보다 평균 10배 빠르게 진행되고, 연간 Cobb's angle이 15° 이상 변하기도 해 정밀 모니터링이 필요하다. 본 연구에서는 Cobb's angle의 미세 변화를 실시간 감지할 수 있는 유연 자기반응형 각도 센서를 개발하였다. 센서는 피부 표피 구조에서 착안해 고분자 탄성체-이온성 액체 복합체에 자성 유전 나노필러(PFBTO)를 균일 분산시킨 구조를 가진다. 외부 자기장에서 나노필러가 정렬되며 유전율이 변하고, 이러한 변화가 정전용량 신호로 변환되어 미세 기계적 변위를 민감하게 포착한다. 제안된 센서는 자기장 변화에 따른 정전용량 응답 특성을 실험적으로 확인하여 Cobb's angle 변화의 실시간 감지 가능성을 검증하였으며, 척추측만증 조기 개입과 예방적 관리에 활용될 웨어러블 헬스케어 센서 기술의 잠재력을 제시한다.

P고분금-57

Thermoresponsive cellulose foams with directional shrinkage for adaptive mechanical properties

위서은, 이종휘*
중앙대
(jong@cau.ac.kr*)

Conventional cellulose processing often yields isotropic networks, limiting control over directional deformation. Here, thermoresponsive hydroxypropyl cellulose (HPC) with a lower critical solution temperature (LCST) was used to achieve controlled volumetric contraction upon heating. Porous foams with reentrant geometry were fabricated via directional crystallization and reinforced through two‐step glutaraldehyde crosslinking. Above the LCST, the crosslinked HPC network exhibited anisotropic shrinkage with 35% reduction parallel and 20% perpendicular to the pore orientation. This contraction, enabled by the directionally organized reentrant structure, indicates potential for auxetic‐like response and adjustable mechanical behavior. This approach offers a sustainable pathway to cellulose‐based architectures with programmable properties for flexible sensing and adaptive structural uses.

P고분금-58

Reformable Cellulose Foams Prepared from Fluff

박세원, 이종휘*
중앙대
(jong@cau.ac.kr*)

Polysaccharides such as cellulose are the most abundant polymers on earth and represent one of the most promising alternatives to plastics. However, strong hydrogen bonding and high crystallinity make cellulose highly resistant to melting or dissolution, posing challenges for conventional processing. In this study, a binder‐free, solvent‐free, non‐paper like route was developed to fabricate reformable porous structures from microcrystalline cellulose (MCC), inspired by ceramic processing principles. Mechanical treatment reduced the crystallinity of MCC, producing fluffy low‐density particles with enhanced water dispersibility. Directional freezing formed continuous and oriented porous networks via controlled ice crystallization, followed by hot pressing with citric acid to induce ester‐based crosslinking. The resulting foams exhibited high porosity, excellent moldability into free shapes, and significantly enhanced flexural strength compared to non‐crosslinked counterparts. Rheological analysis confirmed strong interparticle interactions arising from particle interactions and physical entanglement. This approach provides an environmentally benign and practical pathway toward sustainable plastic‐replacing porous materials.

P고분금-59

열적으로 가교결합된 수용성 고분자를 이용한 유기 뉴로모픽 트랜지스터

이승목[1], 김화정[1,2], 김영규[1*]
[1]경북대; [2]환경과학기술연구소
(ykimm@knu.ac.kr*)

Organic synaptic transistors (OSTRs) are promising for neuromorphic computing, offering diverse synthetic structures, mechanical flexibility, and solution processability. Environmentally friendly fabrication with water-soluble organic materials is gaining attention for sustainable devices. We focus on water-processable functional polymers as gate-insulating memory layers in OFETs, but some polymers lose memory characteristics under mild heating in multilayer fabrication. We propose a controlled thermal crosslinking (CTC) method to preserve these properties. OSTRs with polymeric memory layers treated by CTC method show stable operation, strong memory retention at low voltages, and robust synaptic behaviors such as paired-pulse facilitation, tunable long-term potentiation/depression, and high recognition accuracy in artificial neural network simulations.

P고분금-60

Surface Disulfide Functionalization of Crystalline Cellulose

이수빈, 이종휘*
중앙대
(jong@cau.ac.kr*)

As a sustainable alternative to plastic waste, this work developed a flexible porous composite from cellulose, a biodegradable polymer, and α-lipoic acid (LA), a biocompatible molecule. Cellulose dispersion in water was improved, and LA with adhesive properties was added to form a uniform blend. The blend underwent directional melt crystallization (DMC), and solvent crystals were removed by freeze-drying to yield a foam with oriented pores. Hot pressing induced LA ring-opening polymerization, forming reversible covalent bonds between particles. The composite showed flexibility, could be molded into various shapes, and maintained stability after repeated compression and bending. Vertically oriented pores and LA bonding enhanced integrity and recovery. This approach enables reprocessable cellulose-based foams via ceramic-inspired structuring with reactive biodegradable components.

P고분금-61

APTES-functionalized Ti_3C_2 MXene for ultra-sensitive electrochemical detection of paracetamol in pharmaceutical and environmental samples

Pavitra Varaganti, Vijaya Brahma Chowdavaram, 서순민*, Trieu Ngan Tran Pham
가천대
(soonmseo@gachon.ac.kr*)

We report the design and fabrication of an APTES-functionalized Ti_3C_2 MXene-based electrochemical sensor for ultra-sensitive detection of the widely used analgesic, paracetamol. Ti_3C_2 MXene was synthesized and surface-engineered via (3-aminopropyl)triethoxysilane (APTES) silylation, a strategy that markedly enhanced its oxidation stability while introducing hydrophilic $-NH_2$ groups to boost electrochemical activity. The resulting APTES-modified MXene, with its large surface area, abundant active sites, and superior electron transfer capability, was immobilized onto a glassy carbon electrode (GCE) to create a high-performance sensing interface. Comprehensive structural, morphological, and surface characterizations were conducted using XRD, BET, Zeta potential, FTIR, AFM, SEM-EDS, and contact angle measurements. Electrochemical evaluation via differential pulse voltammetry (DPV) revealed a broad linear detection range of 1-100 µM and an ultra-low detection limitof 26.6 nM, coupled with outstanding reproducibility, operational stability, and measurement precision. Real-sample analysis in environmental water and commercial pharmaceutical formulations validated the sensor's high

P고분금-62

다층 멤브레인에서의 표면 거칠기 제어 섬유층을 통한 소수성 및 투습방수 특성과 계면 접착성 연구

김선민*, 최지윤
한국전자기술연구원
(ksunmin@keti.re.kr*)

Air filters function by selectively allowing air and moisture to pass, preventing contamination in sterile environments; thus, developing high-performance filters with both water resistance and high air permeability is critical. In this study, we present a PVDF nanofiber layer fabricated on membrane via electrospinning, with roughness precisely controlled by adjusting process parameters. We compared property changes associated with fiber morphology and analyzed the influence of surface roughness on multilayer membrane performance. The modified membranes were characterized by SEM of surface and cross-sections, as well as contact angle for hydrophobicity, while air permeability and interfacial adhesion assessed functional performance. The results show electrospinning-based roughness control improves filter capability and holds promise for diverse applications.

P고분금-63

Charge-Trapping Architectures of Water-Processable Polymeric Materials for Organic Transistors – Nonvolatile Memory and Neuromorphic Applications

김지현, 김태훈, 이철연[1], 김화정, 김영규*
경북대; [1]삼성전자
(ykimm@knu.ac.kr*)

Organic field-effect transistors (OFETs) are promising for applications such as photodetectors, tactile sensors, and memory devices. Flexible OFETs draw interest for future electronics, but achieving low gate and drain voltages for battery-powered circuits is hindered by limitations of conventional gate insulators. We demonstrate that water-processable polymers enable OFET operation at voltages down to 0.5 V. These water-soluble polymers form unique charge-trapping architectures via click chemistry, resulting in pronounced hysteresis. We present the design concept of such architectures and their applications to OFETs with nonvolatile memory and neuromorphic functions.

P고분금-64

고열전도성 BN 가이드를 적용한 µLED 기반 Opto - Probe의 방열 성능

권태윤, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Recent advances in materials and fabrication technologies have enabled substantial improvements in the performance and miniaturization of electronic devices. However, the dense integration of components has intensified heat accumulation, posing critical challenges for bio-integrated systems where excessive heat accumulation can cause functional degradation and shorten operational lifespan.To address these problems, we present a microscale light-emitting diode (µLED)-based neural probe with an injectable heat dissipation guide incorporating high-thermal-conductivity boron nitride (BN) nanomaterials. The BN guide efficiently disperses heat, maintaining stable µLED optical output and enabling enhanced light penetration through brain tissue without causing thermal damage to surrounding tissue.

P고분금-65

고내마모성 다발형 탄소섬유의 마찰 거동 특성 평가

홍서화, 이평찬*
한국자동차연구원
(pclee@katech.re.kr*)

회전체 부품 중 Shaft Gronding Ring(SGR)과 같이 반복적인 마찰과 높은 하중, 전류 전달이 동시에 발생하는 환경에서는 소재의 기계적, 전기적 특성이 핵심적인 요소로 작용할 수 있다. 본 연구에서는 높은 마모성과 뛰어난 전기전도성을 갖춘 탄소섬유를 적용하여 마모거동을 평가하고 내구특성을 확인하였다. 탄소섬유를 6mm의 지름을 갖는 동그란 다발형태로 제작한 후 핀 온 디스크 장비를 통해 일정 시간 동안 마모시켜 섬유 다발의 마모계수를 확인하였다. 본 연구를 통해 탄소 섬유의 전기적인 특성과 함께 높은 내구특성을 확인할 수 있어 실제 산업 적용가능성을 확인했다.본 연구는 산업통상자원부 소재부품기술개발사업 (과제번호 RS-2024-00431451)의 지원을 받아 수행되었습니다.

P고분금-66

전고체 배터리 패키징 신뢰성 향상을 위한 에폭시 몰딩 소재 개발 연구

송수빈, 백지원*
(주)원케미컬
(rnd@wonchemical.com*)

MLCB 에폭시 몰딩소재의 조성 변화에 따른 내열 특성과 신뢰성 변화를 평가하기 위해 열충격 시험과 항온항습(80 ℃/85%) 시험을 수행하였다. 높은 접착력, 내열·내습성, 낮은 수축률을 최적화 하였으며, 고온에서 흐름성, 수축률, 열팽창계수, 유리전이온도, 겔화 시간 및 성형성을 분석하였다.온도 상승에 따른 강도 저하는 완만하였으며, Tg 전이 시 열팽창계수가 2~3배 급격히 증가하고 경도와 탄성계수가 감소하는 경향을 보였다. 이러한 변화는 에폭시 수지와 경화제 간의 가교 반응 및 무기 필러의 분산 상태, 그리고 커플링제·첨가제 등의 계면 강화 효과에 따른 미세구조 변화에 기인한다. 본 연구는 전고체 배터리용 에폭시 몰딩소재의 기계적·열적 특성과 고온 내구성을 분석하여, 장기 신뢰성 향상과 최적 조성 설계 기술적 지침을 제시한다. 이 논문은 산업통상자원부의 '전고체 전지 개발사업'의 지원을 받아 연구되었음(No. RS-2023-00247320)

P고분금-67

리튬이차전지 수명 향상을 위한 접착 분리막 설계

이주성*
유펙스
(js.lee@upex.kr*)

전기차의 장거리 주행을 위해서 리튬이차전지는 고용량 설계를 추진하고 있으나, 전지 제조 과정 및 충방전 과정에서 발생하는 전극의 부피 변화는 적층된 전극 구조의 뒤틀림을 발생시켜 전지 수명에 악영향 우려가 있다. 이를 방지하기 위해서 분리막에 접착기능을 부여하여 전극과 분리막 계면을 접착하는 방식이 선호되고 있으나, 동시에 전지의 저항 및 전해액 함침성 등의 우려사항도 상존하는 것이 사실이다. 또한 그간 업계에서 주로 사용해 온 PVdF 공중합체는 최근 대두되고 있는 PFAS 규제 움직임에 따라 빠른 대체재 확보가 필요하다. 본 발표에서는 이와같은 접착 분리막의 다양한 위험성을 해소하면서, 장수명 전지 구현을 위한 접착 분리막 소재 및 구조를 제안하고자 한다.

P고분금-68

인테리어 필름 적용을 위한 바이오매스 원료의 광경화 올리고머 합성 및 물성 연구

천정미*, 안서준, 최정인[1]
한국소재융합연구원; [1]케이피텍
(jmcheon@kimco.re.kr*)

Deco-sheets as interior films require critical performance characteristics including excellent surface quality, color matching technology, weather resistance, and contamination resistance. In response to the environmental crisis caused by strengthened global plastic regulations and waste disposal issues, the development of plastic recycling technologies and biomass-based plastic materials to reduce CO_2 emissions has emerged as an urgent challenge. Therefore, this study focused on synthesizing photocurable oligomers containing biomass raw materials, preparing coating formulations, and evaluating their physical properties. (Acknowledgement: This research was supported by the MSS of the Republic of Korea. (contract grant #RS-2022-TI022485))

P고분금-69

발포체 스크랩을 이용한 선박 데크용 에폭시계 커버링 제 연구

안서준[1,2], 심재학[1*]
[1]한국소재융합연구원; [2]부산대
(jhsim@kimco.re.kr*)

There is an increasing demand from the shipbuilding industry for improved construction convenience and weight reduction of ship deck materials. The development of epoxy-based covering materials with lighter weight and superior durability compared to conventional cement-based covering materials is expected to contribute to improved fuel efficiency and reduced carbon emissions of ships. In this study, lightweight covering materials were manufactured by crushing waste foam scraps according to particle size and mixing them with epoxy resin, and their physical properties were evaluated. The mechanical properties including compressive strength, tensile strength, and density of the manufactured covering materials were measured to examine their applicability as ship deck materials.(Acknowledgement: This research was supported by the MSS of the Republic of Korea.)

P고분금-70

향상된 오일 흡착을 위한 광열 기능을 갖춘 구조적으로 정렬된 다공성 재료

윤아영, 임지민, 남창우*
전북대
(cun120@jbnu.ac.kr*)

Oil spill accidents pose serious threats to aquatic ecosystems, creating demand for efficient, sustainable oil sorption materials. Conventional adsorbents often suffer from slow uptake, poor reusability, and mechanical fragility. We present structurally aligned porous materials fabricated via a controlled directional solidification approach and integrated with bio-derived photothermal composites. The combination of directional architecture and photothermal activity enabled rapid oil uptake under light through strong capillary-driven transport. Compared to random porous structures, the aligned materials showed significantly enhanced performance, highlighting the benefits of coupling tailored microstructures with multifunctional surfaces. This strategy offers a versatile platform for sorption technologies with strong potential for environmental remediation and resource recovery.

P고분금-71

카프로락탐 기반 첨가제 적용에 따른 폐플라스틱 계면 분석을 통한 열안정성 개선 평가

최두영*
한국생산기술연구원
(duychoi@kitech.re.kr*)

최근 폐플라스틱 배출량이 급격히 증가하고 있으며, 특히 복합 재질 기반의 플라스틱 폐기물이 재활용 과정에서 계면 결합력이 낮아 기계적 강도 저하 및 열적 안정성 감소 등의 문제를 초래하고 있다. 이를 해결하기 위해 Caprolactam 첨가제를 적용하여 고분자 간 화학적 결합을 형성하고, 상호작용을 증대시켜 계면 접착력을 개선함으로써 기계적 성능 및 열안정성 향상이 가능하다. 본 연구에서는 비혼화성 폐고분자 혼합물에 카프로락탐(Caprolactam)을 적용하여 계면 접착력, 열적 안정성 변화를 평가하였다. 첨가제 적용에 따른 화학적 접목 여부 및 결합 강도는 FT-IR을 통해 확인하였으며, 열적 평가는 TGA 및 DTG를 통해 수행하였다. 계면특성에 따른 IR 피크변화와 TGA를 통한 열안정성 결과간 상관간계를 분석하여, 커플링 효과로 인한 열적 안정성에 대해 평가하였다.향후 열적 안정성을 상용 알고리즘 기반 AI 도구를 활용해 예측하여 재활용(PCR)플라스틱 물질재활용을 위한 기술적 기반이 될 것으로 기대된다.

P고분금-72

Colloidal Particle Dynamics at Water–Water Interfaces in Aqueous Two-Phase Systems: Force Interplay and Interfacial Tension Estimation

최서영, 윤호준, 김규한*
서울과학기술대
(kyuhankim@seoultech.ac.kr*)

Aqueous two-phase systems (ATPS), composed of immiscible polymer-polymer or polymer-salt solutions in water, are gaining interest for their compatibility with biological systems and minimal environmental impact. Within these biphasic systems, the behavior of colloidal particles at the water-water interface plays a pivotal role in determining system stability and functionality. In this study, we examine how particles assemble, grow into aggregates, and eventually detach from the interface under varying concentration conditions. By quantifying the contributions of key interfacial forces—namely depletion-induced attractions, capillary interactions, van der Waals forces, and electrostatic double-layer repulsion—we clarify the physical mechanisms governing each stage of particle behavior. Moreover, by analyzing the temporal evolution of aggregate sizes before detachment, we propose an indirect, image-based approach to estimate interfacial tension. This method enables application to a broad range of particle types and offers a practical framework for investigating interfacial phenomena in soft colloidal systems.

P고분금-73

젤라틴 하이드로겔 유기 전기화학 트랜지스터를 이용한 집적 논리회로

최성빈[1], 김태일[1,2*]
[1]성균관대; [2]BICS
(taeilkim@skku.edu*)

Organic electrochemical transistors (OECTs) enable low-voltage, biocompatible electronics but face challenges from liquid electrolyte volatility and the complex fabrication of alternative polymeric materials. Gelatin, a protein-based, thermoresponsive hydrogel, offers biodegradability, non-toxicity, and high water content for efficient ion transport, enabling simpler processing than most synthetic electrolytes. Here, we demonstrate gelatin hydrogel-based OECTs and their integration into logic circuits for potential edible electronics. PEDOT:PSS channels and electrodes patterned on plastic substrates are gated by gelatin hydrogels, whose pH-dependent ionic behavior effectively modulates channel conductivity. Fully gelatin-based NOT, NOR, and NAND gates are realized, showcasing the material's suitability for low-voltage, biocompatible, and biodegradable circuit applications.

P고분금-74

정삼투 공정을 위한 UCST형 이온성 액체의 열응답성 및 항균성 유도용질로서의 설계 및 성능 평가

최광호, 강효*, 조연수
동아대
(hkang@dau.ac.kr*)

We developed alkylammonium-based ionic liquids (ILs) exhibiting upper critical solution temperature (UCST) behavior in aqueous solutions as thermoresponsive draw solutes for forward osmosis (FO). Eight ILs were synthesized by pairing two cations—dodecyltrimethylammonium ($[N_{11112}]^+$) and octyltrimethylammonium ($[N_{1118}]^+$)—with four fluorinated anions: trifluoromethanesulfonate ($[OTf]^-$), tetrafluoroborate ($[BF_4]^-$), bis(trifluoromethane)sulfonimide ($[NTf_2]^-$), and hexafluorophosphate ($[PF_6]^-$). Phase behavior tests identified $[N_{11112}][OTf]$, $[N_{11112}][BF_4]$, and $[N_{1118}][BF_4]$ as UCST-type ILs at 20 wt.%, with transition temperatures of 35, 45, and 39 °C, and electrical conductivities of 9.22, 19.01, and 32.13 mS/cm, respectively. The FO performance of the 20 wt.% IL solutions was measured in active layer-facing feed solution (AL-FS) and draw solution (AL-DS) modes using deionized (DI) and brackish water. With DI water, the AL-FS water fluxes were 18.75, 27.87, and 34.59 LMH, increasing to 20.34, 36.09, and 37.53 LMH in the AL-DS mode. With brackish water, the AL-FS mode yielded 12.39, 22.80, and 31.56 LMH, whereas the AL-DS mode achieved 15.39, 29.94, and 33.15 LMH. Thermal

P고분금-75

Electric-Field-Assisted Separation of Fine Oil Droplets Using a Pre-Wetted Mesh Membrane

박은솔, 김규한*
서울과학기술대
(kyuhankim@seoultech.ac.kr*)

Oil spills and industrial wastewater often contain fine oil droplets that are difficult to separate and pose threats to ecosystems and human health. Although various physical and chemical separation methods exist, most suffer from membrane fouling, high energy consumption, and a trade-off between separation efficiency and flux. In this study, we propose an electric-field-assisted separation method using surface-modified stainless steel mesh. The mesh exhibits superoleophilic/superhydrophobic properties, enabling stable thin oil film formation through controlled wetting and volatilization. The film has pores much larger than the dispersed droplets, enabling high flux. When an electric field is applied between two oil-wetted meshes, fine oil droplets migrate rapidly toward and are absorbed into the oil film, achieving over 90% separation efficiency with a flux of 3000 L/m²h.

P고분금-76

Influence of TiO_2 Particle Shape on Interfacial and Mechanical Properties of Water-in-Oil High Internal Phase Emulsions

김예린, 김규한*
서울과학기술대
(kyuhankim@seoultech.ac.kr*)

Water-in-oil high internal phase Pickering emulsions(W/O HIPPEs) exhibit polygonal droplets and viscoelasticity, originating from their high dispersed phase. These systems enable efficient encapsulation of hydrophilic compounds with reduced oil usage, making them valuable in pharmaceuticals, cosmetics, and food. While most studies focused on oil-in-water(O/W) HIPPEs stabilized by amorphous TiO_2 particles, we present the first comparative analysis of W/O HIPPEs stabilized with TiO_2 particles of two distinct shapes—spindle-shaped and amorphous—surface-modified with stearic acid. We investigated how particle shape influences interfacial stability and mechanical properties through analysis of droplet size distribution, interfacial particle arrangement, and rheological properties. These insights provide a foundation for tailoring HIPPE structures and enable precision design for applications.

P고분금-77

고성능 리튬 이온 배터리에 사용되는 세라믹 코팅 분리막용 삼중합체 바인더

박다현, 이수용, 김지현, 김화정, 김영규*
경북대
(ykimm@knu.ac.kr*)

Due to the demand for safe lithium-ion batteries (LIBs), separator technologies have emerged as a critical challenge point because the commercialized high-profile electrode materials could not be reconsidered for extra development. The reason behind this separator approach is attributed to low thermal stability and poor electrolyte wettability of conventional polyolefin (PO) separator films. As an alternative way, it has been proposed that the stability can be improved by coating ceramic materials on their surfaces. However, the ceramic layers cannot be well attached to PO films. On this account, we tried to develop a water-processable terpolymer binder, which has environmentally friendly processes and high affinity to ceramic materials. This presentation introduces the background of our strategy for the terpolymer binder and application results for LIBs.

P고분금-78

Formation of Asymmetric Multilayered Colloidal Films via Interfacial Compression

윤호준, 김규한*
서울과학기술대
(kyuhankim@seoultech.ac.kr*)

Asymmetric multilayered colloidal films were produced by dispersing polystyrene (PS) and silica (SiO_2) at the air-water interface and compressing the monolayers. Wettability differences caused silica domains to subduct beneath PS, creating vertical asymmetry. Langmuir isotherm and SEM analyses showed that compression distance and depletant concentration controlled multilayer width and stratification; low depletant levels reduced depletion pressure, enhancing particle desorption, subduction, and asymmetry. Sulfonic acid-functionalized PS reversed wettability, leading PS domains to subduct beneath silica under acidic conditions. Assembly was governed by surface characteristics rather than particle density, enabling a simple, tunable method for hierarchical films in optical, catalytic, and separation applications.

P고분금-79

기능화 그래핀 코팅을 통한 PEEK 복합재의 마찰 및 전기적 특성 향상

홍서화, 이평찬*
한국자동차연구원
(pclee@katech.re.kr*)

Polyetheretherketone(PEEK)은 높은 열 안정성, 화학적 저항성 및 우수한 기계적 특성으로 인해 다양한 산업 분야에서 널리 사용되고 있다. 첨단 산업분야에 적용하기 위해선 높은 마찰특성이나 우수한 전기적 특성이 요구된다. 본 연구에서는 PEEK 표면에 그래핀을 흡착시키고 열을 가압하여 PEEK/Graphene 복합재를 제작한 후 구조적, 마찰학적, 전기적 특성을 분석하였다. PEEK에 그래핀을 도입함으로써 결정화가 향상되었으며, 특히, CMG 1.0 Wt%, CMG 2.0 Wt% 조건은 마찰계수가 크게 감소하는 경향을 보여주었다. 본 연구 결과를 통해 기능화된 그래핀으로 코팅된 PEEK 입자들이 상호작용을 통해 우수한 마찰학적 및 전기적 성능을 발휘함을 보여주며, 정전기 소산과 내마모성 응용분야에 적합함을 시사한다.본 연구는 중소기업기술혁신개발사업 수출지향형 (과제번호 RS-2024-00469936)의 지원을 받아 수행되었습니다.

P고분금-80

Design of a Photo-Crosslinkable Fluorinated Hydrogel as an Efficient PFAS Removal

변종현, 김승열, 박병준, 김예리, 조재민, 이상구, 황태규*
한국화학연구원
(taegyu48@krict.re.kr*)

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS), commonly known as “forever chemicals,” are highly persistent pollutants whose widespread environmental contamination poses a significant threat to human health. To address this challenge, we report a novel photo-crosslinkable hydrogel adsorbent synthesized from fluorinated cationic copolymers. The hydrogels were fabricated via UV-induced crosslinking, and the influence of copolymer composition and degree of quaternization on curing efficiency was systematically investigated. Subsequently, the swelling behavior and PFAS adsorption capacity of the resulting materials were evaluated. This novel hydrogel is anticipated to exhibit high removal efficiency, offering a promising and scalable solution for the remediation of PFAS-contaminated water.This work was supported by the Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT), the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (RS-2023-00267510), and the Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT) Basic Research Fund (project number KS2521-30).

P고분금-81

광가교성 친수성 부분 불소 고분자의 합성 및 특성 분석

김승열[1,2], 황태규[1*], 이상구[1], 변종현[1], 박병준[1,3], 김예리[1], 조재민[1]
[1]한국화학연구원; [2]한양대; [3]과학기술연합대학원대
(taegyu48@krict.re.kr*)

Fluoropolymers offer exceptional properties, including high thermal/chemical stability and low surface energy, but their strong hydrophobicity limits applications in aqueous systems. To overcome this, we synthesized copolymers incorporating a hydrophilic monomer (4-Vinylpyridine or DMAEMA), a photo-crosslinker (4-Benzoylphenyl Acrylate, BPA), and fluoroalkyl groups with different chain lengths. The successful synthesis and structure of the polymers were confirmed by NMR spectroscopy and GPC analysis. Quaternization of the hydrophilic units imparted ionic character, enabling stable hydrogel formation under UV irradiation. The resulting functional polymer successfully combines the intrinsic advantages of fluoropolymers with aqueous applicability.This work was supported by the Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT), the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (RS-2023-00267510), and the Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT) Basic Research Fund (project number KS2521-30).

P고분금-82

Effect of Nonionic Surfactant Composition on Emulsion Stability and Process Control of Acrylate-Based Latex

김경민[1,2], 임세라[1,3], 박예린[1,2], 이준영[1], 황기섭[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]성균관대; [3]서울여자대
(ks_hwang@kitech.re.kr*)

This study investigates the emulsion polymerization of acrylate-based latexes composed of 2-(Dimethylamino)ethyl methacrylate (DMAEMA), methyl methacrylate (MMA), and butyl acrylate (BA), focusing on the influence of nonionic surfactant composition on emulsion stability and process control. The hydrophilic-lipophilic balance (HLB) was tuned by varying the Tween 80/Span 80 ratio to evaluate its effect on latex formation and dispersion. Higher HLB values enhanced colloidal stability and produced uniform particle sizes, whereas lower HLB values led to coagulation and reduced process robustness. The latexes were characterized by scanning electron microscopy (SEM), dynamic light scattering (DLS), and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) to analyze morphology, particle size, and chemical structure. Zeta potential measurements and thermogravimetric analysis (TGA) further assessed electrostatic stability and residual surfactants. These results provide guidelines for designing surfactant systems to achieve stable latex formulations for coatings, biomedical applications, and functional polymer dispersions.

P고분금-83

고분자화 가능한 이온성 액체 기반 CO_2 분리용 박막 복합 혼합매트릭스 막

황준석, 김종학*
연세대
(jonghak@yonsei.ac.kr*)

A thin-film composite (TFC) mixed-matrix membrane (MMM) was fabricated by incorporating an ionic liquid (IL) and zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8) into a polymerizable ionic liquid (PIL) matrix for efficient CO_2 separation. The PIL comb copolymer, poly(1-allyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide-co-poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate) [poly(AMIM-TFSI-co-POEM), PAP], was synthesized via free radical polymerization. The IL 1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide ([EMIM][TFSI]) acted as a CO_2 solubility enhancer, while 60 nm ZIF-8 nanoparticles served as molecular-sieving fillers. Strong adhesive properties of PAP, along with its chemical structure compatibility, enabled excellent miscibility and stable interactions among all components. The crystalline and porous features of ZIF-8 were fully retained in the MMM without significant PAP/IL penetration into its pores. The resulting 600 nm-thick TFC-MMM containing the PAP/IL/ZIF-8 ternary system demonstrated outstanding CO_2 separation performance, achieving a CO_2 permeance of 1017 GPU, CO_2/N_2 selectivity of 33, and CO_2/CH_4 selectivity of 13, surpassing commercial benchmarks for post-combustion CO_2 capture.

P고분금-84

Selective Separation of Microplastics via Interfacial Trapping in Aqueous Multiphase Systems

백무현, 김규한*
서울과학기술대
(kyuhankim@seoultech.ac.kr*)

Microplastics are extensively distributed across diverse environmental matrices, where their small size and heterogeneous physicochemical properties pose serious ecological and human health risks. Conventional density-based separation techniques often suffer from limited selectivity and efficiency. To address these limitations, we developed density-based aqueous multiphase systems (AMPSs) utilizing immiscible polymer mixtures to create stable multiphase structures, where particles of different densities are directed to specific interfaces. Experiments with representative microplastics verified density-driven interfacial trapping, demonstrating enhanced separation performance. This scalable approach offers a promising platform for precise microplastic classification and recovery and holds significant potential for environmental remediation and circular plastic resource utilization.

P고분금-85

From Pickering HIPEs to HEPA: Scalable Fabrication of Tunable PolyHIPE–PU Hybrid Filters

정아라, 김규한*
서울과학기술대
(kyuhankim@seoultech.ac.kr*)

Porous polymeric films with precisely tunable architectures were engineered using silica-stabilized high internal phase emulsions (HIPEs) as structural templates. By integrating Pickering emulsion stabilization with photopolymerization, we produced polyHIPE films exhibiting controlled pore size, interconnectivity, and mechanical flexibility. Systematic modulation of emulsion formulation and polymerization conditions enabled transitions between closed- and open-cell morphologies, while crosslinker chemistry—polyethylene glycol diacrylate (PEGDA) for elasticity and N,N´-methylenebisacrylamide (MBAm) for rigidity—allowed fine control over mechanical flexibility. To advance polyurethane (PU) foam filters toward HEPA-grade performance, polyHIPE films were incorporated into the foam scaffold. Rheological behavior of HIPEs, varying internal phase volume (50–80%) and pre-polymerization time (1–1000s), revealed strong dependencies of viscosity and infiltration efficiency on formulation parameters. Comparative evaluation of rolling-pin versus vacuum-assisted embedding identified optimal conditions for integrating a robust, interconnected porous network within the PU matrix, offering a scalable route toward high-performance filtration materials.

P고분금-86

PFSA Ionomer / h-BN Composite Membrane with a Controlled Ion Channel Structure for Proton Exchange Membrane Water Electrolysis

조준희, 김종민*
한국화학연구원
(jmwrd9724@gmail.com*)

Perfluorosulfonic acid (PFSA) membranes are widely used as proton exchange membranes (PEMs) for proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) owing to high proton conductivity and chemical stability. However, the high hydrogen permeability arising from the randomly interconnected channel structure is a critical limitation to achieving high performance PEMWE. To overcome this drawback, we propose a PFSA/h-BN composite membrane with a controlled channel structure fabricated via a foam-based process. A stable PFSA/h-BN composite foam was successfully prepared, attributed to the adsorption of the PFSA ionomer at the air/water interface. The composite membrane was subsequently obtained by hot-pressing after drying process of the foam. Lastly, the membrane properties of the PFSA/h-BN composite membrane were analyzed to optimize its stability and performance.

P고분금-87

MXene-Decorated Polymer Fibers for Wearable Devices

박민지, 박태현*
충남대
(taehyun.park@cnu.ac.kr*)

최근 웨어러블 전자기기의 경량화·고성능화로 투명성·전도성·형태 적응성을 갖춘 히터 소재 개발이 요구되고 있다. 기존 금속 나노와이어 및 탄소계 나노소재 히터는 우수하지만, 가공과 접합, 대면적 구현에 한계가 있다. 본 연구에서는 용액 공정이 가능하고 전도성이 높은 2차원 MXene(Ti_3C_2Tx)을 활용해 박막형과 실 형태 유연 히터를 제작하였다. 양전하 기판에 음전하 MXene를 정전기 조립한 박막 히터는 65% 광투과율, 215 Ω/sq 시트 저항, 빠른 전열 응답과 180° 굽힘에서도 안정성을 보였다. 실 형태 히터는 직물에 재봉·직조 가능하며 다양한 환경에서도 안정적이다. MXene 히터는 웨어러블 열치료, 제상, 연성 구동기 등 다양한 응용 가능성을 제시한다.

P고분금-88

캡사이신 유래 고분자 필름의 항균 및 방오 특성과 내구성 평가

배인희, 조연수, 강효*
동아대
(hkang@dau.ac.kr*)

To develop sustainable surface coatings with reliable functionality, we report a fluorine-free hydrophobic polymer system incorporating capsaicin-inspired moieties. These functional groups were covalently bonded to the polymer backbone to prevent the leaching observed in physically blended systems. Poly(4-chloromethylstyrene) (PCMS) was synthesized via free radical polymerization and modified by nucleophilic substitution with N-vanillylnonanamide (PEP), yielding PPEP# (with PEP substitution ratios of 20–100%). Thin films were fabricated on glass and cellulose substrates by spin and dip coating, maintaining high optical transparency while sealing cellulose pores to block moisture. Increasing PEP content enhanced surface hydrophobicity and significantly reduced bacterial attachment of Escherichia coli and Staphylococcus aureus. Antifouling tests with aqueous dyes and household stains showed reduced surface fouling and discoloration at higher PEP levels, attributed to enhanced water repellency. PPEP100 remained stable under saline and extreme pH, demonstrating environmental durability. This capsaicin-based coating system offers a robust, fluorine-free solution for long-lasting antibacterial and antifouling surface treatments.

P고분금-89

Quercetin-Enabled Cellulose Acetate Films from Cigarette Filter Waste for Active Food Packaging

Ashique Kotta, 박종연, Abdullah, 서형기*
전북대
(hkseo@jbnu.ac.kr*)

A biodegradable cellulose acetate (Ex-CA) film with a high degree of acetylation (DA) was successfully extracted from discarded cigarette filters, offering a sustainable strategy to address both plastic pollution and cigarette waste. To further enhance its functionality, quercetin a natural antioxidant was incorporated into the Ex-CA matrix. The quercetin-functionalized film (Ex-CA/Q) exhibited complete UV-blocking capability, superior antioxidant activity, and good antibacterial performance. UV-Vis analysis confirmed total UV light shielding, ensuring optimal protection for light-sensitive food products. These results position Ex-CA/Q films as promising eco-friendly active food packaging materials, combining effective product protection with significant environmental benefits.

P고분금-90

액상 에폭시화 천연고무를 이용한 아스팔트 시트의 성능 향상

배인희[1], 강효[1]*, 이관희[1,2], 문지현[1], 안희정[2]
[1]동아대; [2]에너리얼
(hkang@dau.ac.kr*)

Asphalt is widely used in construction due to its excellent waterproofing and bonding properties. However, at low temperatures, its flowability and adhesion decline significantly. To address this, elastomeric modifiers like styrene-butadiene-styrene (SBS) and natural rubber (NR) are commonly used, though they require high processing temperatures (170-200℃), resulting in higher energy usage and reduced efficiency. In this study, liquid epoxidized natural rubber (LENR) was synthesized via epoxidation and depolymerization of NR to enable asphalt processing below 160℃. LENR-modified asphalt sheets exhibited improved processability and significantly enhanced tensile strength, adhesion, and wet adhesion. The correlation between LENR content and mechanical performance was systematically analyzed. Results indicate that LENR is a promising, eco-friendly modifier that enhances asphalt performance under energy-saving conditions.

P고분금-91

Enzymatic Synthesis of Bio-Based Monomers for Sustainable Adhesive from Lignin Derivatives

정서형, 윤경석, 강용수, 상병인*
한양대
(biosang@hanyang.ac.kr*)

Sustainable materials are increasingly sought after due to escalating environmental concerns, emphasizing the need for bio-based alternatives to petrochemicals. We synthesized a novel monomer, 4-hydroxybutyl 3-(4-hydroxyphenyl)propionate acrylate, derived from lignin-based compounds. The precursor, 3-(4-hydroxyphenyl)propionic acid, was esterified with 4-hydroxybutyl acrylate via an enzymatic approach, offering an eco-friendly pathway by reducing reliance on hazardous reagents. Reaction parameters—including enzyme type, concentration, and temperature—were systematically optimized to enhance efficiency. The synthesized monomer can be polymerized via emulsion polymerization to produce adhesives and is anticipated to significantly contribute to the development of sustainable bio-based materials, providing a viable alternative to petrochemical-derived products.

P고분금-92

All-aqueous gel: in situ photopolymerization of water-in-water high internal phase emulsion enables tunable pore interconnectivity and release modulation

이은석, 김규한*
서울과학기술대
(kyuhankim@seoultech.ac.kr*)

This study presents a strategy for fabricating all-aqueous gels by stabilizing and photopolymerizing water-in-water high internal phase emulsions (W/W HIPEs). The poor stability of W/W emulsions originates from particle aggregation at the interface, primarily driven by depletion attraction from the aqueous two-phase system. To suppress this, we introduce particles grafted with polymer chains, which hinder interfacial aggregation. This enables the first successful formation of W/W HIPEs with internal phase volume fractions exceeding 95%, serving as templates for all-aqueous gel. These gels exhibit tunable interconnectivity and viscoelasticity, governed by the type and concentration of stabilizing particles. Notably, they can be formed in situ without post-processing, offering broad applicability in drug patch systems, aqueous electrolytes, and other bio-/eco-friendly domains.

P고분금-93

자가 조립 블록 공중합체 광자 결정 기반 열변색 디스플레이

이세영, 박태현*
충남대
(taehyun.park@cnu.ac.kr*)

본 연구에서는 자가 조립 블록 공중합체(block copolymer)를 이용하여 주기적인 나노구조를 형성함으로써, 온도 변화에 따라 구조색이 가역적으로 변하는 열변색(thermochromic) 디스플레이를 구현하였다. 블록 공중합체의 미세상 분리(microphase separation) 특성을 활용하여 광자 결정(photonic crystal) 구조를 형성하였으며, 이 구조의 주기 변화는 온도 변화에 민감하게 반응하여 반사되는 빛의 파장을 조절한다. 제조된 박막은 별도의 염료나 안료 없이 선명한 색 변화를 나타내었으며, 온도 응답 속도와 색 안정성을 평가하였다. 본 접근법은 단순 공정, 대면적 제조 가능성, 우수한 색 순도 등의 장점을 가지며, 차세대 시각 정보 표시 소자 및 센서 응용에 유망한 기술임을 확인하였다.

P고분금-94

Phase-Transition-Driven Silicone Actuator for Energy Harvesting

오륜, 노상철*
전남대
(scroh@jnu.ac.kr*)

Materials capable of changing their volume in response to external stimuli have potential applications in energy‐harvesting devices and soft actuators. Here, we report a polydimethylsiloxane (PDMS)-based soft actuator that transduces external temperature differences into mechanical energy. Since PDMS itself is not inherently temperature‐responsive, it serves as a matrix to encapsulate temperature‐responsive active fluids. PDMS, renowned for its excellent elasticity and deformability, provides stable inclusion of the active fluid while permitting substantial volume changes. Furthermore, a non‐expandable PDMS passivation layer is attached to form a bi-layer structure, which promotes efficient actuation by maximizing bending deformation or enabling controlled force direction. The actuator exhibits an approximately eightfold volumetric expansion and can lift objects weighing more than its own mass. These findings highlight the potential of this system for temperature-difference-driven energy-harvesting and various soft actuator applications, particularly when integrated with thermoelectric or piezoelectric devices.

P고분금-95

PSI 기반 에너지 조절형 약물전달 플랫폼

이정연, 강태현, 이신혁, 김일태*
가천대
(itkim@gachon.ac.kr*)

본 연구에서는 poly(succinimide)(PSI)를 기반으로 다양한 환경 조건에서 약물의 선택적 및 지속적 방출이 가능한 약물전달 플랫폼을 제안한다. 해당 시스템은 간단한 합성 과정을 통해 제작되며, 구조적 안정성을 유지하면서도 환경 변화에 따라 방출 속도를 조절할 수 있다. 특히 제형의 조성을 조절함으로써 방출 특성을 정밀하게 제어할 수 있으며, 높은 물리화학적 안정성과 생체적합성을 나타냈다. 초기 생체적합성 평가에서 유해한 상호작용이 관찰되지 않았으며, 장기 지속형 치료제 개발에 활용 가능성이 높다. 본 플랫폼은 다양한 치료제와 질환 환경에 맞추어 맞춤형 제형 설계가 가능하여 광범위한 생의학적 응용이 기대된다.

P고분금-96

탄소 나노튜브와 셀룰로오스 펄프를 기반으로 한 전도성 복합재에 대한 연구

손호진, 이하린, 류보은, 윤창훈*
전남대
(chyun2020@jnu.ac.kr*)

Carbon nanotubes (CNTs), with exceptional electrical and mechanical properties, are promising conductive agents for advanced applications. In this study, cellulose pulps from Softwood, Eucalyptus, and Birch were combined with single-walled CNTs (SWCNTs) via high-power shaking to prepare various cellulose-CNT (C-CNT) aqueous dispersions. The composites from softwood and eucalyptus pulps showed excellent dispersion and low resistance after shaking for 100-120 min. In addition, the birch-based C-CNT maintained stable conductivity despite higher viscosity and narrow size distribution. The viscosity, particle size distribution, electrical sheet resistance, and thermal stability were carefully analyzed to investigate the influence of generated micro-structure of C-CNTs depending on the utilized cellulose types.

P고분금-97

환경친화적 수용액 기반 UiO-66 합성 연구

성의현, 이영환, 노상철*
전남대
(scroh@jnu.ac.kr*)

Metal-organic frameworks (MOFs) are a class of microporous materials composed of metal cores and organic ligands. Owing to the wide range of possible combinations between metal cores and organic ligands, numerous MOFs have been reported. Among them, UiO-66 consists of a $Zr_6O_4(OH)_4$ cluster and 1,4-benzenedicarboxylate (BDC^{2-}) ligands. Conventionally, UiO-66 is synthesized in toxic organic solvents such as N,N-Dimethylformamide. In this study, we present aqueous synthesis of UiO-66, and how the variation in the synthesis conditions influences on its surface area and crystallinity. We vary the injection order of the metal and ligand solutions, and control the amount of the surfactant Tween 20. Our investigation reveals that the surfactant does not cause significant changes in particle size or crystal structure, whereas BET analysis reveals a dramatic reduction in surface area. These results provide a basis for optimizing aqueous-phase UiO-66 synthesis and support its potential for large-scale production and diverse industrial applications.

P고분금-98

수용성 매질에서 물 흡수성 실리콘의 팽윤 거동

강찬영, 노상철*
전남대
(scroh@jnu.ac.kr*)

Elastomers that can absorb water are one of the most promising soft materials for applications such as soft robotics, sensors, and energy-harvesting devices. Due to the aqueous droplets, contained in elastomers, these elastomers are able to absorb water from the external aqueous medium when they are immersed, despite hydrophobic nature of the elastomers. This swelling is primarily driven by the osmotic pressure difference between the immersion medium and the aqueous droplets. In this presentation, we present the effect of ionic strength, defined as the type of solute dissolved in the medium, and temperature on the swelling behavior of the elastomer composites (PDMS-Water/Glycerol droplets). Composites approximately 150 μm in thickness were used. We systematically tuned the osmotic pressure of the immersion media, inducing various swelling behaviors of the elastomeric composites. We expect that the investigation of the swelling behavior of elastomeric composites will pave the way for designing osmotic pressure sensors.

P고분금-99

바이오폴리올 기반 폴리우레탄 코팅제의 합성과 특성

서석훈*, 심재학, 정부영
한국소재융합연구원
(shsur@naver.com*)

Polyurethane can be synthesized in a variety of ways, but as environmental issues have recently emerged, regulations on organic solvents have been made, and production of polyurethane using organic solvents is also gradually limited. Most of the raw materials used in polyurethane production were extracted from petroleum resources, and petroleum-based raw materials are renewable resources in preparation for recent oil depletion, rising crude oil prices, and the international community's demand for greenhouse gas reduction. In particular, the replacement of raw materials including polyols, isocyanates and internal emulsifiers with plant-derived biomass has received extensive attention in the synthesis of PUD.(감사의 글: 본 연구는 해양수산부 해양수산딥테크육성기술개발(RS-2025-05022969)의 지원으로 수행되었음.)

P고분금-100

전기자동차 절연패드용 무기 난연제의 표면개질 및 특성 연구

배성국[1,2*]
[1]한국소재융합연구원; [2]부경대
(sgbae@kimco.re.kr*)

As global environmental regulations tighten, the electric vehicle (EV) market continues to expand, increasing demand for high-performance, reliable, and safe battery packs. However, lithium-ion batteries in EVs are highly temperature-sensitive and can lose up to 50% of their performance in sub-zero conditions. To address this, research has focused on improving battery efficiency with thermal insulation pads that provide insulation, vibration damping, low weight, and flame retardancy. Flame retardant choice is critical; organic types (especially halogen-based) release toxic gases and face environmental restrictions, while inorganic options are safer but show poor polymer dispersion due to surface polarity. This study tackles that issue by modifying inorganic flame retardant surfaces with a silane coupling agent and evaluating their dispersion in a polyurethane (PU) matrix.

P고분금-101

재생카본블랙과 카본블랙커플링제가 러버트랙 컴파운드의 기계적 특성에 미치는 영향 연구

신태원*
한국소재융합연구원/부산대학원
(twshin@kimco.re.kr*)

Rubber tracks are key components for driving and braking heavy machinery in harsh environments such as farmlands, construction sites, and mining operations. Compared with heavy-duty tires, they provide larger ground contact area and superior traction. Rubber track compounds must therefore exhibit high wear resistance and mechanical strength. Recently, the rubber industry has explored eco-friendly raw materials to enhance sustainability. Recovered carbon black (rCB), derived from pyrolysis of end-of-life tires, is considered a sustainable filler, yet its inferior properties restrict its use. This study applied a carbon black coupling agent to improve the interfacial interaction between rCB and the rubber matrix. The results showed that the coupling agent effectively enhanced filler-rubber interactions, achieving wear resistance and mechanical strength comparable to conventional carbon black. This work was supported by the Ministry of Trade, Industry, and Energy, Korea [RS-2024-00439120].

P고분금-102

액상부타디엔 고무가 첨가된 실리카 습식복합체의 타이어 트레드 컴파운드 적용 연구

배성국[1,2*]
[1]한국소재융합연구원; [2]부경대
(sgbae@kimco.re.kr*)

The silica wet masterbatch (WMB) enables production of highly dispersed silica-filled compounds. Compared with dry masterbatch (DMB), emulsion styrene-butadiene rubber (ESBR)/silica WMB provides better dispersion and lower rolling resistance. This study employed liquid polybutadiene rubber (LqBR) extended WMB to enhance dispersion and abrasion resistance. Properties including cure behavior, strength, abrasion, and viscoelasticity were evaluated. Silane-terminated LqBR WMB showed a 58% increase in 300% modulus, 48% lower DIN abrasion loss, and 23% improved rolling resistance versus conventional compounds. This research was supported by the Ministry of Trade, Industry, and Energy Grant funded by the Korean Government [Project Number RS-2025-02220765].

P고분금-103

Co-pelletizing 카본블랙이 적용된 전기차 타이어 사이드월 컴파운드의 기계적 특성 연구

신태원[1,2*]
[1]한국소재융합연구원; [2]부산대
(twshin@kimco.re.kr*)

The rapid growth of the electric vehicle (EV) market has raised demand for specialized tires. Owing to heavier loads, EV sidewall compounds require high stiffness and durability, typically achieved by blending natural rubber and butadiene rubber with carbon black. To enhance sustainability, recovered carbon black (rCB) from end-of-life tires has been considered, but its weaker strength and fatigue resistance limit application. This study applied co-pelletized carbon black to sidewall compounds, combining rCB sustainability with conventional performance. Results showed improved wear resistance and mechanical properties, though fatigue resistance needs further optimization, indicating promise for EV tire sidewalls. This work was supported by the Ministry of Trade, Industry, and Energy, Korea [RS-2024-00429617].

O공업금-1

화생방 방호소재의 시편 단위 성능 평가 시스템 개발 및 검증

최현서, 고은미, 류삼곤, 정희수, 유승정, 허지웅, 정현숙*
국방과학연구소
(hsj1974@gmail.com*)

Performance of protective materials against Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear (CBRN) threats is critical in biochemical warfare. Conventional test methods often fail to reflect multiple transport phenomena. We developed a swatch-level test system for chemical warfare agent (CWA) resistance simulating diffusion, permeation, evaporation, and bypass flow. It features custom test cells with bypass channels and a controlled airflow chamber with precise regulation of temperature, relative humidity, and flow rate. A gas chromatograph coupled with a thermal desorption module enables near real-time measurement of trace CWA permeation, allowing detection of breakthrough and peak concentrations. Our newly developed system enhances realism and interpretability, providing a platform to evaluate protective materials and advance personal protective equipment (PPE) standards.

O공업금-2

The acoustic boundary effect of a Brownian-diffusive particle on the vertical confinement within ultrasonic standing wave fields

김나해, 양인환*
경기대
(ihyang@kgu.ac.kr*)

In this study, we analyzed the effect of the acoustic boundary layer on the acoustic radiation force acting on submicron particles (1 and 0.7 μm in diameter). The micro-resonator, designed to establish a quarter-wavelength ultrasonic standing wave field at a resonance frequency of 2 MHz, was configured with the pressure nodal plane positioned at its bottom. Within the micro-resonator, the diffusion layer was confined as the particles migrated to the bottom surface due to the acoustic radiation force. The thickness of the distribution layer was used to determine the acoustic radiation force. Under the same acoustic field, the predicted acoustic energy density was 7.9% lower for 1 μm and 11.3% lower for 0.7 μm particles compared to the case without the acoustic boundary layer. This is due to the acoustic boundary layer effect, which becomes more significant as the particle size decreases.

O공업금-3

분산제 종류에 따른 exo-THDCPD연료의 열분해 특성 개선 연구

박찬호, 엄호선, 김창준, 정병훈[1], 최호진[1], 박동창[1], 김영진, 정지훈*
경기대; [1]국방과학연구소
(jhjung@kgu.ac.kr*)

극초음속 비행체의 엔진 효율 향상과 비행 속도 증가는 시스템의 열적부하를 유발한다. 이는 비행체 구조의 변형과 엔진의 오작동 등 심각한 문제를 야기한다. 이를 개선하기 위해 주 냉각제로 연료를 사용하는 흡열 연료 연구가 진행되고 있다. 흡열 연료의 화학적 개질로 인하여 코킹 문제가 발생할 수 있으며 이 문제를 저감하기 위해 연료내에 코크를 저감하고 고온 안정성을 가진 흡열 연료 첨가제 개발이 필요하다. 따라서 열분해 과정에서 첨가제 작용에 의한 매커니즘 분석 연구가 필요하다.본 연구에서는 exo-THDCPD 연료를 대상으로 다양한 종류의 분산제를 적용하여 열분해 실험을 진행하고 물질 수율을 통해 열분해 매커니즘을 분석하였다. 또한 Reaxff 시뮬레이션을 통해 첨가제에 의한 열분해 매커니즘을 검증하였다.

O공업금-4

금 나노입자의 광열 효과를 이용한 인공수정체의 후낭 혼탁 억제

김훈관, 송기창*
건양대
(songkc@konyang.ac.kr*)

Posterior capsule opacification (PCO) is a common complication after cataract surgery, and is caused by the attachment and proliferation of lens epithelial cell (LEC) that remains after intraocular lens (IOL) surgery. In this study, it was examined the possibility of inhibiting PCO on the IOL surface by applying Au nanoparticle (AuNP) that can generate heat under near-infrared (NIR) irradiation on the IOL surface to kill the LEC that adheres and proliferates on the IOL surface by photothermal effect. AuNP was prepared by reducing the precursor HAuCl4 with sodium bohydride, and the prepared AuNP was applied to the surface of hydrophobic acrylic IOL. The photothermal properties were evaluated under NIR laser irradiation at a wavelength of 808 nm.

O공업금-5

Unveiling Lattice Oxygen Participation in ZIF-67 Derived Cobalt Oxides for Oxygen Evolution and Selective Glycerol Oxidation to Formate

한솔, 이성규*
국립금오공과대
(seonggyulee@kumoh.ac.kr*)

최근 OER에서는 *OH→*O→*OOH 흡착 에너지의 스케일링 관계가 과전압의 이론적 하한을 규정하며, 이를 우회하기 위한 전략으로 lattice oxygen mechanism(LOM)이 주목받고 있다. 본 연구에서는 ZIF-67을 상이한 전환경로로 전환하여 서로 다른 Co oxide(CoOx)를 합성하고, 이를 OER과 GOR의 전기화학 촉매로 평가하였다. 그 결과, OER에서 LOM의 참여가 확인되는 CoOx가 낮은 과전압과 향상된 활성 지표를 보였다. 또한 바이오매스 유래 분자의 고부가가치 전환 반응인 GOR에서, LOM이 관여하는 촉매일수록 formate(FA) 선택성이 유의하게 높았다. 이는 전환경로에 따른 격자 산소의 반응성 조절이 OER의 스케일링 한계를 극복하며, GOR의 formate 선택도를 높일 수 있음을 시사한다.

P공업금-1

탄소중립 달성을 위한 CCU 및 CCS 기술의 경제성 비교와 공급망 최적화: 사회적 탄소 비용 시나리오 중심

노시욱, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

국내 탄소 포집·활용·저장(Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS) 기술은 높은 투자비용과 낮은 사업성으로 인해 상용화에 어려움을 겪고 있다. 그러나 2030년부터 전면적으로 추진되는 국가 온실가스 감축목표(NDC)의 이행을 위해서는 강화된 CO_2 배출 규제가 불가피하며, 이에 따라 사회적 탄소비용(Social Cost of Carbon, SCC)을 반영한 기후 정책의 도입은 CCUS 기술의 필요성을 한층 부각시킨다. 본 연구에서는 국내에 적용 가능한 SCC 시나리오를 기반으로, e-메탄올 생산(CCU) 및 지중 저장(CCS) 기술을 활용한 CCUS 옵션의 경제성과 환경적 편익을 정량적으로 비교하였다. 또한, 탄소 중립 목표 달성을 위한 최적의 CCUS 공급망 설계를 위해 혼합 정수 선형 계획법을 활용하여 수요-공급 연계 최적화를 수행하였다. SCC 민감도 분석을 통해, 다양한 정책 환경 하에서 경제성과 CO_2 감축 효과가 균형을 이루는 전략을 도출하였으며, 이는 CCUS 기술의 도입 타당성을 제고하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

P공업금-2

신규 수소불화에테르(HFE)의 합성 및 특성 분석

박병준[1,2], 김예리[2], 조재민[2], 김승열[2], 변종현[2], 황태규[2], 이상구[2*]
[1]과학기술연합대학원대; [2]한국화학연구원
(sgoo@krict.re.kr*)

Hydrofluoroether (HFE) is a low-toxicity, chemically stable material with diverse physical and electrical properties, suitable for applications in electronics, chemistry, and energy sectors. This study proposes an efficient synthesis route for novel-structure HFEs, yielding high-purity products. The compound was characterized by NMR and GC, and key thermal, physical, and electrical properties were measured. The Global Warming Potential (GWP) was calculated, showing a lower value than several commercial HFEs. The results indicate superior stability and broad application potential as high-performance insulators, precision cleaning agents, and specialty solvents.This work was supported by the Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT), the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (RS-2023-00267510), and the Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT) Basic Research Fund (project number KS2521-30).

P공업금-3

코발트 촉매의 재사용에 따른 Sodium borohydride의 연속 탈수소화 반응 연구

엄호선, 김지우, 김영진, 정지훈*
경기대
(jhjung@kgu.ac.kr*)

화석연료의 환경 문제로 인해 수소를 연료로 사용하는 고효율 PEMFC 연구가 활발히 진행 중이다. 수소는 에너지밀도가 높은 청정에너지원이지만 압축, 액화 등의 물리적 저장 방식은 저장 밀도가 낮아 이동형 발전 시스템에는 부적합하다. 따라서 가벼운 PEMFC 용 수소 저장체 개발이 필수적이며, 이를 위한 화학적 수소 저장 방법에 관한 연구가 진행되고 있다. 다양한 화합물 중 10.8 wt%의 수소를 포함한 Sodium borohydride(SBH)는 분해 시 불순물이 없고 저렴해 유용한 수소 저장체이다. 하지만 열분해에는 500℃ 이상의 고온이 필요하고 가수분해는 수율이 낮아 촉매를 이용해 탈수소 온도를 낮추고 수율을 높일 필요가 있다.본 연구에서는 코발트 촉매를 이용한 연속 흐름형 반응기에서 촉매의 재사용 횟수에 따른 전환율과 수소 생산량 및 촉매 내구성 변화에 대하여 연구하였다.

P공업금-4

첨가제 적용 JP-8연료의 흡열 특성 및 코크 저감 효과

김창준, 박찬호, 남궁혁준[1], 김윤상[1], 이재호[1], 황현준[1], 김영진, 정지훈*
경기대; [1]현대로템
(jhjung@kgu.ac.kr*)

극초음속 비행체는 비행중 열적 부하를 받으며 이는 다양한 문제를 유발할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 연료 자체를 냉각제로 활용하는 재생냉각 기술이 사용되고 있다. 그러나 흡열 연료의 고온 열분해 과정에서 탄소 침작물인 코크가 생성될 수 있으며 이는 시스템의 안정성을 저해하기 때문에 이를 해결하기 위해 첨가제 개발이 필요하다. 본 연구에서는 항공연료 중 하나인 JP-8을 대상으로 분산제, 산화방지제, 금속비활성화제를 첨가하여 열분해 반응 특성 및 코크 저감 효과를 평가하고자 하였다.연속식 반응기를 통해 실험을 진행하고 오븐의 전력값을 통해 흡열량을 산출하였으며, 반응 전후 튜브 및 필터의 질량 차이를 통해 코크 생성량을 측정하였다. 또한, GC-FID, GC-TCD, GC-MS를 통해 생성물의 조성 변화를 분석하였다.

P공업금-5

수소화붕소나트륨의 탈수소화 반응 코발트 촉매의 내구성 향상 연구

김지우, 엄호선, 정지훈*
경기대
(jhjung@kgu.ac.kr*)

다양한 수소 저장화합물 중 10.8 wt%의 수소를 포함한 Sodium borohydride(SBH)는 수소 저장체로써 매우 유용한 물질이다. 하지만 가수분해 시 과량의 물이 필요하여 수율이 낮아지는 단점 때문에 촉매를 이용한 SBH 탈수소 촉진 연구가 활발히 진행되고 있다. Cobalt Boride(CoB)는 금속 촉매로 SBH의 탈수소 반응을 가속시키는 촉매로 알려져 있다. SBH 탈수소 반응에서 촉매의 내구성은 중요한 요소이다. 본 연구에서는 분말 형태의 CoB 촉매와 바인더를 사용하여 펠렛 형태의 촉매를 제조하여 촉매의 내구성을 향상하고자 하였다. 이때 각 성분의 비율을 최적화하였으며, SEM-EDS 분석과 UTM 기기를 통해 각 펠렛 촉매의 특성을 확인하였다.

P공업금-6

왕겨의 전처리를 통한 레블린산과 퍼퓨랄 생산에 대한 비교 연구

안형균[1], 김현준[1], 오경근[2,3], 김준석[1]*
[1]경기대; [2]단국대; [3]주식회사 슈가엔
(jskim84@kyonggi.ac.kr*)

Rice husk is a promising biomass feedstock due to its rich content of cellulose, hemicellulose, and lignin. In this study, levulinic acid (LA) and furfural (FuR) were produced from rice husk through two pretreatment methods: a single-step ethanol-sulfuric acid process and a two-step process involving NaOH de-ashing followed by the same pretreatment.Experiments were conducted in a batch reactor under varying conditions: 130-200℃, 1.0-3.0wt% H_2SO_4, and 0-420min. Response surface methodology (RSM) was applied to determine optimal conditions for LA and FuR yield. In the single-step process, the maximum LA yield (35.76%) was obtained from pretreated solid at 180℃, 3.0wt% H_2SO_4, and 240min. For FuR, the highest yield (69.39%) was achieved from xylan-rich liquor at 170℃, 2.62wt%, and 10min. In the two-step process, the highest LA yield (44.83%) was achieved from solid at 180℃, 3.0wt%, and 180min, while the maximum FuR yield (67.31%) was obtained from liquor at 168.9℃, 1.9wt%, and 41.24min.

P공업금-7

Hybrid-mode separation of acoustic Field-Flow Fractionation

정수웅, 양인환*
경기대
(ihyang@kgu.ac.kr*)

In this study, an acoustic field-flow fractionation (FFF) channel was fabricated to perform a hybrid separation combining both Normal and Steric separation mechanisms. The channel was constructed by inserting a ribbon-shaped, punched polytetrafluoroethylene sheet between two quartz glass plates, with a piezoelectric transducer (PZT) attached to the top plate only. Vibrations from the PZT generated a quarter-wavelength ultrasonic standing wave field, locating the pressure nodal plane at the bottom of the channel. A particle mixture consisting of Brownian particles (0.7, 1.1, and 2 μm) and larger particles (5 and 10 μm) was fractionated by the carrier liquid. The particles were effectively sedimented by acoustic radiation force, and eluted in the order of 0.7, 10, 1.1, 5, and 2 μm. This demonstrates that hybrid-mode FFF can separate down to the submicron scale.

P공업금-8

인산 양극산화 기반 나노기둥 배열 광학 필름 제조 및 특성 분석

김희한[1,2], 임하나[1], 김현종[1]*
[1]한국생산기술연구원; [2]인하대
(hjkim0023@gmail.com*)

현대 전자기기의 디스플레이 성능 향상에 있어서 시인성 확보는 핵심적인 기술적 과제로 대두되고 있다. 특히 야외환경이나 강한 조명하에서 발생하는 표면 반사는 디스플레이의 가독성을 현저히 저하시키며, 이로 인해 사용자의 시각적 피로도가 증가하고 정보 인식 효율성이 감소하는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 대면적에서 균일한 무반사 특성과 광학 특성을 동시에 구현할 수 있는 표면 처리 기술 개발이 필수적이다. 본 연구에서는 인산 전해질을 이용한 양극산화 공정을 통해 광학 필름을 제작하였다. 인산 기반 양극산화는 옥살산 대비 더 큰 기공 직경과 향상된 나노기둥 배열 규칙성을 제공하여 효과적인 광학 특성 확보에 유리하다. SEM 분석 결과, 제작된 필름은 높은 배열 규칙성을 나타냈으며, 반사율 측정을 통해 우수한 무반사 특성을 확인하였다. 또한 필름의 위치별 편차 분석을 통해 제작 공정의 균일성과 재현성을 검증하여 실용적 응용 가능성을 입증하였다.

P공업금-9

인산 기반 AAO 템플릿을 이용한 나노기둥 배열 SERS 기판 제작 및 평가

임하나[1], 김희한[1,2], 최진섭[2], 김현종[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]인하대
(hjkim0023@gmail.com*)

표면증강 라만산란(SERS)는 금속 나노구조에서 발생하는 국소 표면 플라즈몬 공명 현상을 활용하여 라만 신호를 증강시키는 기법으로, 초미량 물질 검출 및 분자 분석에 효과적이다. 그러나 대면적에서 재현성 높은 SERS 기판 구현은 여전히 중요한 과제이다. 본 연구에서는 인산 기반 양극산화로 제작한 다공성 알루미나(AAO) 템플릿을 이용하여 균일한 나노기둥 배열 구조를 갖는 고분자 필름 SERS 기판을 개발하였다. 인산 전해질을 사용한 양극산화는 기존 황산이나 옥살산 대비 더 큰 기공 직경과 향상된 기공 규칙성을 제공하여, 최적화된 나노기둥 구조 형성에 유리하다. 제작된 AAO 템플릿은 복제 기법으로 고분자 필름에 전사하고, 스퍼터링으로 Au 또는 Ag 박막을 증착하여 SERS 활성 기판을 구현하였다. 로다민 6G(R6G)를 이용한 성능 평가를 통해 나노기둥 구조 특성과 금속 코팅 조건이 SERS 감도 향상에 미치는 영향을 분석하고 최적 조건을 도출하였다.

P공업금-10

ZnFe2O4 나노큐브를 이용한 폐수 속 항생제 분해

송광섭*
국립금오공과대
(kssong10@kumoh.ac.kr*)

Many countries, including Korea, raise large numbers of aquatic and livestock products in densely populated areas due to cost and space constraints. This dense farming increases the stress on these products, leading to numerous diseases. To prevent these diseases, excessive antibiotic use is required. Approximately 80-90% of these antibiotics are discharged intact and end up in rivers and oceans. These antibiotics are ultimately ingested by humans, causing numerous diseases and reducing the effectiveness of antibiotics by developing antibiotic-resistant bacteria, making infection treatment difficult. This patent proposes a photocatalyst composed of zinc ferrite (ZnFe2O4) nanoparticles and zirconium (ZrOx) attached to zinc ferrite (ZnFe2O4) nanoparticles for decomposing antibiotics in waste water.

O공정수-1

Optimal Synthesis of Bacterial Fermentation-based Biorefinery Utilizing Lignocellulosic Biomass

김다미, 김지연[1], 이상엽[1], 노고산*
충남대; [1]한국과학기술원
(ksroh@cnu.ac.kr*)

Next-generation biorefineries employing high-performance, metabolically engineered bacterial fermentation offer a promising route for producing a wide range of biochemicals and biofuels from lignocellulosic biomass—an increasingly attractive alternative to fossil-based production methods. This study proposes an integrated synthesis of a bacterial fermentation-based biorefinery, emphasizing both economic viability and greenhouse gas (GHG) emissions. The target system processes lignocellulosic biomass into C6 and C5 saccharification solutions, which are subsequently converted into value-added bioproducts through bacterial fermentation. Mass balances of the fermentation units are derived using flux balance analysis (FBA). Our mathematical framework enables the identification of optimal and sustainable chemical production pathways that maximize the efficient utilization of lignocellulosic feedstocks under various design scenarios.

O공정수-2

국내 제철 부생가스를 활용한 메탄올 생산 공정의 설계 및 분석

임준택, 조예은, 천동준, 김도현, 윤지호, 이호재*
홍익대
(hojaelee@hongik.ac.kr*)

본 연구는 포스코 제철 공정에서 발생하는 부생가스를 활용한 이산화탄소(CO_2) 기반 메탄올 생산 공정을 제안한다. 실제 제철소 데이터를 바탕으로 포집원과 폐열원을 산정하여 공정을 설계하고, 이를 사업화 규모까지 확장하여 경제성과 환경성을 평가한다. 분석 결과, 공정별 메탄올 생산단가와 탄소 배출량에 차이가 있었으며, 규모 확장을 통해 배출 저감 효과가 확인된다.

O공정수-3

Serial Hybrid Modeling Framework for CO_2-to-Acetate Conversion in Microbial Electrosynthesis Systems

김지훈, 손상환*
부산대
(shson@pusan.ac.kr*)

Microbial Electrosynthesis (MES), a bioelectrochemical system (BES) using electroactive microorganisms, reduces CO_2 under mild conditions to produce value-added products. In MES, redox reaction rates—governed by complex microbial communities and multi-step electron transfers—appear as measurable currents, so predicting them is key to understanding system performance. We propose a hybrid modeling framework that integrates a rigorous fundamental model with a data-driven model in a serial configuration. The fundamental model calculates current density from acetate production and microbial growth using physicochemical principles, while the data-driven model estimates additional current from side reactions. Comparison with experimental data showed the model closely matched current-voltage behavior and product yields, with normalized RMSE < 0.5. This approach maintains physical interpretability while improving computational efficiency, providing a practical tool for system analysis, design optimization, and real-time control.

O공정수-4

Symbolic Regression-Based Two-Stage Stochastic Optimization of Wet Scrubber Performance under Uncertainty in Nuclear Fusion Fuel Cycle

이원호, 한지훈*
포항공과대
(jhhan@postech.ac.kr*)

The Detritiation System (DS) in nuclear fusion facilities prevents tritium emissions by converting elemental tritium to tritiated water vapor and removing it before release. Ensuring reliable DS operation requires not only high removal efficiency and low cost but also the ability to maintain feasible performance under uncertain and varying conditions. This study proposes a two-stage stochastic programming framework for optimizing wet scrubber performance incorporating flexibility assessment through metrics such as the Swaney-Grossmann Index. Process data were generated with Aspen Plus simulations, and symbolic regression-based surrogate models were developed as an interpretable method to represent cost and performance, enabling efficient optimization under uncertainty. Embedding flexibility into the decision-making framework revealed trade-offs between performance and robustness, yielding strategies that are both economically optimal and resilient, and underscoring its critical role in achieving safe and reliable tritium management in the nuclear fusion fuel cycle.

O공정수-5

Process Simulation of High-Purity Cellulose from Kenaf using Deep Eutectic Solvents and Oxalic acids

권기현, 한지훈, 변재원[1], 이진형[2*]
포항공과대; [1]전남대; [2]한국세라믹연구원
(leejinh1@kicet.re.kr*)

Cellulose, the most abundant bio-polymer, is the most promising bio-based material due to its mechanical strength and biodegradability. Although most commercial cellulose production is based on the pulping process, challenges to improve the environmental impacts of using sulfuric acid as a solvent should be addressed. This study developed a process for producing high-purity cellulose from kenaf inner bast through hemicellulose removal using oxalic acid, followed by delignification using deep eutectic solvents (DES) consisting of ethylene glycol and formic acid. A System-level simulation based on experimental data was conducted to develop a high-purity cellulose production process, achieving a 51.8wt% cellulose yield with 93.0% purity at the commercial scale. These results showed the potential of environmentally-friendly cellulose production using oxalic acid and DES as an alternative to conventional cellulose production.

O공정수-6

고압 운전을 통한 eRCC 공정의 CO 전환 효율 향상

이정연[1,2], 박준우[1], 최원용[1], 이웅[1*]
[1]한국과학기술연구원; [2]고려대
(ulee@kist.re.kr*)

Electrochemical Reactive Capture of CO_2 Conversion (eRCC) is an emerging process that combines CO_2 capture with its electrochemical conversion, simplifying the conventional three-step unit operation (capture-regeneration-conversion) into two steps (capture-regenerative conversion). In this study, a bench-scale eRCC process was operated with a CO_2 -captured solution as the catholyte. One of the main challenges in eRCC lies in the inherently low CO_2 partial pressure and mass transfer limitations due to the dissolved CO_2 feed. To address this, we examined the effect of operating pressure to raise the CO_2 partial pressure and improve CO selectivity. Preliminary results showed a clear trend of increased Faradaic efficiency toward CO with increasing operating pressure. Based on these findings, future work will explore higher pressure conditions to further enhance system performance, along with catalyst modifications suitable for high-pressure eRCC operation.

O공정수-7

회전식충전탑 기반 CO_2 포집 공정의 격상 설계 및 경제성 검토

김형준, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

이산화탄소 포집 기술은 CO_2를 배출원에서 격리하여 저장하는 기술로 탄소중립 달성을 위한 정책적 수요가 증가하고 있다. CO_2 습식 포집 공정은 높은 CO_2 순도 및 낮은 포집 비용을 달성할 수 있으나, 공정 부지와 초기 자본비의 부담이 크다. 회전식충전탑(RPB)은 이러한 문제의 해결책이 될 수 있으나, 실증 사례가 부족하여 규모 격상에 따른 불확실성이 존재한다. 본 연구는 RPB 기반 CO_2 습식 포집 공정의 경제성 평가를 통하여 기술타당성 및 격상 설계 불확실성을 검토하는 것을 목표로 한다. 설계 한계에 따른 모듈화 방안을 검토하였으며, 주요 설계 변수에 대한 민감도 분석 및 CO_2 배출원별 사례 연구를 통하여 공정의 포집 성능 및 비용 분석을 수행하였다. 본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 [과제번호 RS-2022-KP002700 (20224C10300050)].

O공정수-8

전해조 동역학을 통합한 다기간 AC 전력망 최적화

송근서, Dirk Lauinger[1], 신성호[1], 나종걸*
이화여자대; [1]Massachusetts Institute of Technology
(jgna@ewha.ac.kr*)

Fast and accurate optimal power flow is essential for stable grid operation, especially with large-scale renewable integration, dynamic electricity prices, and diverse load profiles. This study tackles a multi-period AC Optimal Power Flow (AC OPF) problem with electrolyzers as a novel load, coupling their electrochemical dynamics with nonlinear AC power flow equations. A GPU-accelerated nonlinear solver enables near real-time computation for large-scale networks. Using PGLib OPF datasets, we assess performance across different system sizes, estimate the maximum hydrogen demand the grid can support, and examine the trade-off between economic feasibility and hydrogen production via an investment cost function. This framework supports studies on renewable integration, carbon neutrality, and climate change mitigation.

O공정수-9

다양한 열원 기반 축열식 메탄 열분해 반응기의 동특성 해석 연구

박지선[1,2], 이영재[1], 이은도[1], 양원[1], 홍종섭[2], 김성일[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]연세대
(ksungil85@kitech.re.kr*)

수소는 화석 연료 의존도를 낮추고 이산화탄소 배출량을 감축하기 위한 에너지원이다. 여러 수소 생산 방법 중, 청록수소 생산은 메탄 열분해를 통해 수소와 고체 탄소만 생성된다는 장점이 있다. 무촉매 반응 시, 촉매 비활성화 문제를 피할 수 있지만, 촉매 반응에 비해 높은 반응기 온도가 요구된다. 이를 해결하기 위해, 본 연구에서는 축열 기반 무촉매 메탄 열분해 시스템을 기반으로 동적 시뮬레이션을 수행하였다. 해당 시스템은 한쪽에서는 열분해 반응이, 다른 쪽에서는 축열이 이루어지는 교차운전을 한다. 이를 통해 반응기 내 고온 유지를 위해 가장 효과적인 연료를 선정하고자 다양한 연료를 비교하였으며, 수소 생산량, 반응기 온도 및 메탄 전환율 등을 분석하였다. 또한 생애주기 평가(LCA)를 통해 각 연료원에 따른 이산화탄소 배출량을 정량화하였다. 이는 청록 수소 생산 시스템의 다양한 열원 공급 방법 및 운전 효율성을 평가할 수 있고, 지속 가능하고 효율적인 수소 생산 기술 개발에 기여한다.

O공정수-10

송인서, 박기호*, 김건영, 장지웅[1]
한양대; [1]금오공과 대
(kiho138@hanyang.ac.kr*)

Forward osmosis (FO) systems at low or zero cross-flow velocities challenge conventional external concentration polarization (ECP) models, which often predict near-zero flux under stagnant conditions. This study introduces a revised ECP model incorporating an asymptotic Sherwood number to capture continuous mass transfer prediction as Reynolds number approaches zero, accounting for molecular diffusion and natural convection. Parameters estimated from experiments were validated via simulations of a hydration pack (zero flow) and a commercial FO module (0–10 cm/s), showing strong agreement with measured trends. Sensitivity analysis identified baseline mass transfer parameters (Sh$_o$, a–d) as influential as membrane properties. Recovery–flux–velocity analysis demonstrated the feasibility of low-velocity FO operation and clarified distinctions from RO. This model supports the development of compact modules suitable for portable and hybrid applications.

O공정수-11

Batch EARL-BO: 배치 베이지안 최적화를 위한 강화 학습 기반 다단계 의사결정 알고리즘

천무진, 이재형[1], Calvin Tsay[2], 고동연*
KAIST; [1]University of Southern California; [2]Imperial College London
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Batch Bayesian optimization enables parallel evaluations of expensive black-box functions, reducing wall-clock time in applications like hyperparameter tuning. However, existing methods rely on myopic heuristics without considering long-term consequences. We propose Batch EARL-BO, a reinforcement learning framework that formulates batch construction as a Markov Decision Process. Using an Attention-DeepSets encoder for state representation and a modified PPO agent trained in a GP-based virtual environment, our method learns non-myopic batch selection policies. The approach employs independent sampling with joint rewards, naturally balancing exploration and exploitation. Through two-phase training—off-policy initialization with TuRBO followed by on-policy refinement—the agent learns adaptive strategies without hand-designed heuristics. Experiments on benchmark functions across 2D-8D spaces demonstrate superior performance over UCB-PE, LP, SynTS, and TuRBO, with advantages increasing in higher dimensions.

O공정수-12

제조공정의 머신러닝 기반 에너지·환경성·경제성 다목적 최적화 연구

최현록, 박지선, 양원, 김성일*
한국생산기술연구원
(ksungil85@kitech.re.kr*)

최근 에너지 가격 상승과 탄소국경조정제도(CBAM) 도입 등 외부 환경 변화로 인해 제조공정은 기존의 생산성 중심 운영에서 벗어나, 에너지 효율성과 환경 영향을 동시에 고려한 지속가능한 운영 체계로의 전환이 요구되고 있다. 기존의 공장에너지관리시스템(FEMS)은 에너지 사용량의 모니터링과 단순 관리에 초점을 두고 있으나, 실시간 운영 데이터를 기반으로 한 정량적 분석 및 최적화를 통해 보다 능동적인 에너지 및 환경 성과 개선이 필요하다. 본 연구에서는 압연 공정을 대상으로 머신러닝 기법을 적용하여 공정 조건에 따른 에너지 소비량을 예측하고, 에너지원단위(Specific Energy Consumption), 이산화탄소 배출량(CO_2 Emissions), 균등화 발전비용(Levelized Cost of Electricity, LCOE)을 핵심 목적함수로 설정하여 생산 배분 전략을 최적화하였다. 이후, 이들 다변량 성능지표 간 상호작용을 고려한 다목적 최적화 기법을 적용함으로써, 공정의 에너지 효율, 환경성, 경제성 측면에서의 개선 가능성을 정량적으로 평가하였다.

O공정수-13

최적 커널 및 획득 함수 선택 기법을 적용한 베이지안 최적화

박준현, 천무진, 고동연*
한국과학기술원
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Bayesian optimization (BO), a sample-efficient method for expensive black-box problems, critically depends on the selection of its hyperparameters, the kernel function, and the acquisition function. However, their joint selection has been largely overlooked, forcing practitioners to rely on heuristics or costly manual training. In this work, we propose BOOST (Bayesian Optimization with Optimal Kernel and Acquisition Function Selection Technique), which automates this selection. BOOST performs an offline evaluation by running internal BO on data-in-hand to predict the performance of various kernel-acquisition pairs and select the configuration with the best retrospective performance before the expensive evaluation process. Experiments on various synthetic benchmark functions demonstrate that BOOST consistently selects an appropriate kernel-acquisition pair for each iteration.

O공정수-14

Sustainable blast furnace operation via waste plastic-derived syngas: A three-stage stochastic approach

류희도, 김진수[1], 한지훈*
POSTECH; [1]전남대
(jhhan@postech.ac.kr*)

As the steel industry produces high levels of carbon emissions, it is important that it achieves net-zero carbon emissions. Meanwhile, the amount of waste plastics has increased and is expected to continue growing, which is creating the disposal of waste plastics an environmental burden. This study proposes a strategy that addresses both issues simultaneously by converting waste plastics into syngas for injection into blast furnaces. Multi-stage stochastic programming is used to develop an integrated process. Environmental and economic viability is assessed by evaluating CO_2 emissions and production costs, while explicitly considering uncertainties in plastic feedstock and market conditions. It is expected that the proposed strategy will help to reduce CO_2 emissions in the steel industry and solve the problem of disposing of large amounts of waste plastics.

O공정수-15

Techno-Economic Analysis of Sodium Bicarbonate Production Using Carbon Dioxide in Steel Plant Off-Gas

이가영, 배종일, 한지훈*
포항공과대
(jhhan@postech.ac.kr*)

As global efforts to reduce carbon emissions intensify, the steel industry has emerged as a key contributor and is classified as a hard-to-abate industry. $NaHCO_3$ is widely used in the desulfurization process of steel plants. However, due to the current reliance on imports, concerns have arisen about price volatility and supply chain stability. In this study, a continuous reaction process was simulated to synthesize $NaHCO_3$ using steel plant off-gas containing CO_2, with NaOH used as an absorbent. A case study was conducted to identify the optimal process configuration. The economic feasibility of the proposed process was compared with that of imported $NaHCO_3$, and a sensitivity analysis was conducted to evaluate the effect of crucial process variables. The results demonstrate a potential pathway to simultaneously reduce carbon emissions and enhance economic competitiveness.

O공정수-16

Process Design of Low-Temperature CO2 Reactive Capture and Conversion to Methanol: Techno-Economic and Life Cycle Analysis

Margareth, 이웅*
한국과학기술연구원
(ulee@kist.re.kr*)

In this recent era, new paradigm shift on how the carbon cycle operates and the impact of carbon dioxides emitted from human ativities causes significant damage to the environment. In light of this issue, one of the focus of a lot of research involves capturing emitted CO2, with subsequent transformation to economical products to incentivize the carbon capture process. To this end, we proposed and evaluated one possible process design that integratess the capture and conversion of carbon using two amine solvents, each optimizaed to be effective at capturing and converting the captured carbon into methanol. To evaluate and benchmark this potential process against other available CO2-to-Methanol process, we simulated the process using process design software using data from experiments, and subsequently calculated the techno-economic and life cycle analysis along with two conventional CO2-to-Methanol process. Finally, our results show that the proposed process shows competitive advantage mainly in the carbon balance, while also showing lowest levelized cost of the methanol product.

O공정수-17

Designing Supply Chain Networks for Biomass-Derived Furan Diester Using a Multi-Objective Static Deterministic Model in a 2030 Korea Case Study

김희정, 한지훈*
포항공과대
(jhhan@postech.ac.kr*)

As environmental sustainability gains increasing importance, the production of chemicals from lignocellulosic biomass sourced from agricultural and forestry residues has become a crucial strategy. Furan diesters obtained from biomass-derived oleic acid have attracted attention as promising green base oil for lubricants. This study develops an optimal supply chain design for biomass-derived base oil production, formulated as a multi-objective optimization approach using a static deterministic Mixed-Integer Linear Programming (MILP) model. The MILP model simultaneously targets the reduction of greenhouse gas emissions and production costs by applying the ε-constraints method to derive Pareto-optimal solutions. A 2030 Korea case study reveals biomass-derived base oil as a viable alternative to imported poly alpha olefin, enhancing sustainability and supply chain resilience.

O공정수-18

CPFD 시뮬레이션 및 멀티모달 트랜스포머를 이용한 수소 환원 제철 공정 유동층 반응기의 이상 진단

박지훈, 윤시경[1], 노해랑, 이종민*
서울대; [1]포스코
(jongmin@snu.ac.kr*)

Distributor blockage in fluidized bed reactors challenges hydrogen-based direct reduction for sustainable ironmaking. This study integrates Computational Particle Fluid Dynamics (CPFD) simulation and data-driven fault diagnosis for early detection. We developed a CPFD model to simulate gas-solid flow dynamics under distributor blockage conditions. The simulation revealed increased pressure fluctuations with increasing blockage severity. Building on these insights, we compiled a dataset of 54 blockage scenarios varying in location and severity to train a multimodal Transformer-based model for fault classification. Incorporating topological features via zeroth-order persistent homology from pressure data, the model achieved over 80% accuracy in identifying blockage location and extent.

O공정수-19

에너지·엑서지 최적화를 통한 그레이·블루·그린 요소 생산 공정의 4E 성능 비교 분석

배성윤, 유은욱, 문종호*
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

With the growing global population and rising food demand, urea demand is increasing rapidly. However, its fossil fuel-based production accounts for about 1.2% of global GHGe, highlighting the need for sustainable processes that mitigate climate change and enhance food security.In this study, three urea production processes with a capacity of 3,200 tonne/day, the gray, blue, and green processes were systematically designed and comparatively analyzed. To identify the key process variables, both local sensitivity analysis (LSA) and global sensitivity analysis (GSA) were conducted. Multi-objective optimization (MOO) was then performed based on energy and exergy criteria to enhance process performance. A comprehensive 4E (Energy, Exergy, Economic, Environmental) assessment was followed, including energy consumption, exergy destruction, levelized cost of urea, and greenhouse gas emissions.

O공정수-20

화학 공정 구조 생성을 위한 트랜스포머 기반 생성모델의 잠재 공간 최적화

김찬, 손영우, 박지훈, 이종민*
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

The optimal chemical process design problem involves finding the best flowsheet structure in the available space, requiring exploration across discrete and continuous domains. We propose a novel method to search for the optimal flowsheet in a continuous latent space. First, we built a Transformer model that encodes flowsheets into latent vectors and reconstructs them back. Second, we developed an automated platform that optimizes operating conditions for a given flowsheet and outputs an evaluation score. Third, we combined these methods to perform latent space optimization, searching for latent vectors that maximize the score using derivative-free algorithms. Applied to the ethylene glycol production process, the method identified a flowsheet outperforming the base case. This approach enables optimal process flowsheet synthesis and serves as an assistive tool for process design.

O공정수-21

Multiphysics modeling-driven mechanistic insights into copper-catalyzed electrochemical CO_2 reduction

강은솔[1,2], 김현욱[1], 이웅[1]*
[1]한국과학기술연구원; [2]고려대
(ulee@kist.re.kr*)

Carbon capture and utilization (CCU) offers a promising solution to reduce atmospheric CO_2 by converting it into valuable chemicals. Electrochemical CO_2 reduction (CO_2 ER) is especially attractive due to its direct use of renewable electricity. This study examines CO_2 ER in a flow cell setup, enhancing reaction kinetics and mass transport. We focus on the impact of copper catalyst design on product selectivity and reaction efficiency. An integrated simulation framework combining electrochemical parameters, species transport, and charge transfer kinetics supports our experimental observations. This approach accurately predicts performance trends for different catalyst structures. Our simulation-driven method not only validates experimental improvements but also provides mechanistic insights, aiding rational catalyst design in CO_2 ER systems.

O공정수-22

불확실성 조건 하에 ASU 통합 폐플라스틱 열분해 공정의 Scope 기반 환경성 및 경제성 평가

김석주, 김도현, 고상혁, 이보름*
전남대
(Boreum.lee@jnu.ac.kr*)

본 연구는 Aspen Plus를 활용하여 폐플라스틱 열분해 공정을 설계하고, 열분해유의 최종 활용까지 고려한 환경 영향 평가를 수행하였다. Scope 기반 배출량 분류를 통해 환경성을 정량화하고, Techno-economic analysis를 통해 CAPEX와 OPEX를 평가하였다. 또한 환경성과 경제성 모두에 대해 코딩 기반 불확실성 분석을 적용하여 결과의 신뢰도를 확보하고 그래프를 구성하였다. 이를 토대로 공기분리장치(ASU)와의 통합 시 환경적·경제적 성과를 종합적으로 검토하였으며, Scope 분류에 따른 핫스팟을 규명하여 환경 부담 저감 가능성을 도출하였다. 나아가 경제성 분석을 통해 상업화 실현 가능성을 평가함으로써, ASU-열분해 공정 통합의 지속가능성과 산업적 적용성을 제시하였다.

O공정수-23

인공지능 기반 폐리튬이온 배터리의 폐쇄형 공급망 계획

고재락, 최언준, 이위진, 황보순호*
경상국립대
(s.hwangbo@gnu.ac.kr*)

The global depletion of energy resources and the impacts of climate change are driving the urgent need for sustainable solutions in both energy and environmental systems. The rapid adoption of electric vehicles has sharply increased the demand for lithium-ion batteries and created two critical challenges involving the management of end-of-life batteries and the stable integration of variable renewable energy sources into industrial processes. A promising approach to address both issues is to repurpose spent batteries as energy storage systems for renewable energy. This study proposes a comprehensive closed-loop supply chain framework for recycling spent lithium-ion batteries. The framework consists of 1) an industrial symbiosis model based on a large-scale hydrometallurgical process for metal recovery and high-value utilization of by-products in adjacent industries, with quantified environmental, economic, and circularity performance, 2) regional renewable energy forecasting for 2030 using AI models—deep neural networks (DNN), long short-term memory (LSTM), and adversarial autoencoders (AAE), and 3) mixed-integer linear programming (MILP) optimization to determine the optimal capacities of solar photovoltaic, wind power, and energy storage systems, ensuring minimum cost and greenhouse gas emissions. Applied to a South Korean case with a processing capacity of 200,000 ton/year, the proposed system achieved a 50.9%

O공정목-1

공정산업의 탄소상쇄 최적화 모델을 이용한 EU-ETS 및 K-ETS의 실효성 예측

최수형*
전북대
(soochoi@jbnu.ac.kr*)

공정산업의 탄소중립은 대부분의 경우 탄소감축과 함께 배출권 거래제(emissions trading system, ETS)를 이용한 탄소상쇄(carbon offset)를 필요로 한다. 이 제도는 주로 정부가 주도하는 의무 탄소시장(compliance carbon market)에서 운영되지만, 민간이 주도하는 자발적 탄소시장(voluntary carbon market)도 늘어나고 있다. 현재 EU-ETS에서는 의무시장의 배출권(allowance)만 통용되고, K-ETS에서는 배출량의 5%까지만 자발적 시장의 상쇄권(offset credit)이 인정된다. 따라서 자발적 시장의 탄소가격은 대개 의무시장에서보다 훨씬 낮다. 한편, EU-ETS에서는 구입한 배출권의 저축이 가능하지만, K-ETS에서는 자력으로 얻은 배출권의 일부만 저축 가능하다(연간 순매도량의 5배까지만 다음 연도로 이월 가능). 이로 인해 현재 K-ETS의 탄소가격은 EU-ETS에서보다 훨씬 낮다. 탄소가격이 낮으면 기업은 감축보다 상쇄를 선호하게 된다. 본 연구에서는 공정산업의 탄소상쇄 최적화 모델을 제안하고, 이를 이용하여 EU-ETS와 K-ETS의 실효성을 예측해보고자 한다.

O공정목-2

원자력 연계 개방형 공기 브레이튼 사이클 기반 대기직접포집 공정의 기술경제성 평가

손성민*, 송태준, 정주형
경북대
(seongminson@knu.ac.kr*)

Direct Air Capture (DAC) is a key solution for climate mitigation, but its high energy demand limits its scalability. This study proposes a novel system that couples a Small Modular Reactor (SMR) with a Direct Air Capture process via an Open-Air Brayton Cycle (OABC). A quasi-steady state thermodynamic analysis quantifies the energy performance of each component. Furthermore, an economic assessment estimates the levelized cost of CO2 removal, demonstrating that the OABC-DAC integration achieves competitive performance compared to current DAC technologies. This research highlights the potential of nuclear-coupled DAC systems to serve as a scalable and cost-effective pathway for carbon removal, offering a new design paradigm for integrated clean energy and climate solutions. ※This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (RS-2025-02310831).

O공정목-3

LAB 반응 연구기반 상업 반응공정 설계사례 II

이신범*
한화솔루션(주) 중앙연구소
(chris070kr@daum.net*)

다상반응기는 석유화학 산업계에 널리 사용되고 있는 타입의 반응기 형태로서 이에 대한 해석과 설계는 현재 설치되어 있는 설비의 생산능력 증대 및 신증설에 필수적인 기술이다. 본 발표에서는 LAB scale의 다상반응기 해석에서 상업 Scale up에 대한 설계 적용에 대한 몇가지 사례를 소개하고자 한다. PVC 중합 반응기 설계에 있어서 LAB에서 얻어진 중합 실험데이터의 해석과 이를 이용한 scale up 모델링을 수행하였으며, 상업 중합공정의 면밀한 해석을 통해 scale up factor 없는 모델을 구축하여 최대 발열량과 시점을 예측하고, 전산유체역학을 이용한 내부 유동 설계를 포함한 설계 상업화 사례를 소개할 예정이다.

O공정목-4

Electrification in Cracking Processes for Ethylene Production: Techno-economic and Life Cycle Assessments

Fitriasari Eprillia Intan, 이철진*
중앙대
(cjlee@cau.ac.kr*)

Naphtha steam cracking is the main route for ethylene but is highly energy-intensive and a major source of carbon emissions. Electrification, powered by renewable energy, offers a pathway to decarbonization. This work models two electrified routes, including electrified steam cracking and plasma-based cracking, at industrial scale to obtain detailed mass and energy balances. Plasma cracking shows higher C_2 selectivity but significantly higher energy demand. Techno-economic and life cycle assessments compare both routes to conventional cracking, evaluating costs, emissions, and CO_2 avoidance to assess their environmental and economic viability through case studies. These case studies are expected to demonstrate lower GHG emissions compared to conventional naphtha cracking processes.

O공정목-5

Computational study of integrated adsorption enhanced biomass reforming and carbon capture system for hydrogen production

Jester Ling Lih Jie, Ha Eun Lee[1], See Hoon Lee[2*]
전북대; [1]Department of Environment and Energy; [2]Department of Mineral Resources and Energy Engineering
(donald@jbnu.ac.kr*)

Hydrogen is a viable substitute for carbon-based fuels, but conventional production methods emit significant CO_2, undermining its clean energy potential. Bioenergy with carbon capture and storage offers a pathway to decarbonize hydrogen production while enabling negative emissions. This study simulates a biomass derived hydrogen production process via an enhanced adsorption dual fluidized system. The system processes 100 ton/day of dry pine at 650 ºC. CaO is circulated to capture CO_2 in situ via carbonation reaction, shifting product gas distribution to boost hydrogen yield. CO_2 released, either during reforming or from $CaCO_3$ calcination in the combustion reactor is collected through a post-combustion monoethanolamine system. This study highlights the potential of this integrated approach to produce biomass derived hydrogen while achieving carbon negativity.

O공정목-6

R&D 결과물로부터 그들의 성공적인 최종생산품을 얻을 때 까지의 Project Activities에 대한 응용연구 -국내외 대단위 화학공장의 실질적 hands-on Consulting/Coaching 경험에 근거한-

김영호*
Y.H.KIM Eng. & Mfg. Int. Consultant, Representative
(youngho1116@hanmail.net*)

The purpose of this research is to completely carry out so that those newly developed R&D products could be accomplished to final successful normal operation and production. But regretfully, through the practical hands-on experiences on the above-mentioned activities, we have been found out those newly developed R&D products shows many kinds of human errors in particular, overall design, process risks/hidden risks, specification, analytical methods, etc. So, R&D concerned persons, and core design engineers should be faced up to the critical phase on the performance guarantee test run. In this condition, the hopeful next stage of the initial startup operation and production is not able to be continued. Accordingly, this research shows what and how to newly apply overall project activities concerned from those R&D products to those final successful operation and production.

O공정금-1

Reactor design and scale-up in fluidized bed system with experiments, simulation, and modelling

김준영*
가톨릭대
(june0112@catholic.ac.kr*)

유동층 반응기는 고체 입자와 기체의 효율적 접촉으로 높은 반응 속도와 균일한 온도 분포를 구현해 화학·에너지·환경 분야에 널리 활용된다. 본 연구는 실험, CFD 기반 수치해석, 공정 모델링을 결합해 설계 및 스케일업 전략을 제시하였다. 실험실 규모의 기포·순환 유동층을 구축해 온도, 압력, 기체 조성, 입자 특성에 따른 반응 거동을 분석했고, CFD로 기포 형성, 입자 분포, 혼합 특성을 규명하였다. 또한 공정 시뮬레이션과 AI 기법으로 최적 운전 조건과 설계 변수를 도출했으며, 이를 통해 제안한 스케일업 방식을 공유한다.

O공정금-2

Ammonia Combustion Kinetics Reduction using Dynamic Mode Decomposition, Statistical methods, and Pathway Analysis

Gbadago Dela Quarme, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

Ammonia combustion presents a critical pathway for green energy generation owing to its high energy density; However, the inherently stiff and complex chemical kinetics incur significant computational costs and are poorly represented in reduction attempts. In response, this study proposes a three-step strategy for investigating and reducing ammonia combustion kinetics using statistical techniques, dynamic mode decomposition (DMD), and reaction pathway analysis. The ammonia oxidation is studied over a wide range of operating conditions, including temperature (800 –3000K), pressure (1–300 bar), and equivalence ratio (0.5–4) to generate reaction rate data, species concentrations, reaction paths, and flame characteristics. Subsequently, we investigate the complex interplay between these variables across the reaction conditions using statistical techniques and provide a 21-specie, 31-reaction step mechanism for studying ammonia oxidation at unprecedented computational efficiency (>50% faster) but with uncompromised accuracy using the three-step approach. The results were validated against complex ammonia kinetics data, revealing exceptional performance (99.93% accuracy) and paving the way for its utilization in experimental designs and complex simulation systems such as computational fluid dynamics. The developed mechanism

O공정금-3

디지털 트윈을 활용한 발효 공정의 적응형 제어 전략

김준우*, 김왕수, 윤정호
시마크로
(junwoo.kim@simacro.com*)

본 연구에서는 시마크로에서 개발한 Process Metaverse^{TM} (PMv) 플랫폼을 활용하여 발효 공정의 디지털 트윈 기반 공정 모델링 및 스마트 제어 전략을 제시하였다. Monod 모델을 기반으로 기질, 산소, 세포, 제품 농도 변화를 예측하는 동적 시뮬레이션을 구현하였다. Batch, fed-batch, continuous 운전 모드를 포함하여 수율 계수, 기질 및 산소 제한 조건을 반영하였으며, 운전 조건 별 농도 및 민감도 분석을 수행하였다. 또한 특이적인 발효 상황에 대응하기 위해 성장 속도와 생성 속도의 시간 의존적 감쇠항을 포함하였다. 이를 바탕으로 시간 경과에 따른 발효 공정 파라메터가 조정하여, 발효 후반부에 기질 공급 속도를 최적화할 수 있는 적응형 제어 로직을 제안하였다.

O공정금-4

디지털 트윈을 활용한 증발 공정의 모델예측 제어 전략

김왕수*, 김준우, 윤정호
시마크로
(wangsoo.kim@simacro.com*)

본 연구에서는 시마크로에서 개발한 ProcessMetaverse™(PMv) 플랫폼을 활용하여 증발 공정의 디지털 트윈 기반 공정 모델링 및 스마트 제어 전략을 제시하였다. 다중효용 증발기(multi-effect evaporator)의 각 단에서 제품 농도, 증발량, 압력, 열교환 특성을 예측하는 동적 시뮬레이션을 구현하였다. 또한 증발 공정의 조작변수인 증기 공급과 제어변수인 제품 농도의 변동성을 최소화하기 위한 모델예측제어 전략을 제안하였다. 다중효용 증발기는 기상 구간의 빠른 응답 특성으로 인한 짧은 dead time과 액상 구간의 느린 응답 특성으로 인한 긴 time constant를 가진다. 이러한 특성으로 인해 일반적인 PID 제어로는 원료 농도 및 유량 변화에 효과적으로 대응하기 어렵다. 본 연구에서는 모델 기반으로 미래 예측값 대비 설정값 편차를 적분하는 항을 핵심으로 하는 강화형 모델예측제어 로직을 제안하였다. 이를 통해, 최종 농축액의 품질 관리 안정성과 제어 강건성을 동시에 향상시킬 수 있음을 개념적 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

O공정금-5

바이오가스 기반 친환경 수소 생산 기술 실증

김홍석*, 진상준, 박광호, 류혜원, 김희향, 황덕영, 김평순[1], 박경수[1], 신중훈[1], 김정화[2], 권기운[3]
현대건설; [1]현대자동차; [2]수도권매립지관리공사 지원순환기술연구소; [3]수도권매립지관리공사 자원기술처
(khs4011@hdec.co.kr*)

본 연구는 바이오가스를 고부가가치 에너지원으로 전환하는 청정 수소 생산 기술의 상용화를 목표로, 현대건설, 현대자동차, 수도권매립지관리공사 3사가 공동연구개발 협력체계를 구축하여 인천 수도권매립지관리공사 부지 내에 메탄/이산화탄소 습식 복합개질(CSCR, Combined Steam and CO_2 Reforming) 및 분리막/PSA 정제 공정 파일럿 플랜트를 실증하고 검증하는 것이다. 본 플랜트는 '25년 상반기 구축 완료되었으며, 시운전을 통해 고효율의 개질 성능과 안정성을 확인하고, 수소전기차 및 화학 산업에서 요구하는 고순도의 수소와 일산화탄소를 생산 및 검증 중에 있다. 이는 단순 기술 검증을 넘어서, 실제 산업 분야에서 활용 가능한 기술적 기반을 확보한다는 것에 주요한 의미가 있다. 본 실증 성과를 바탕으로 생산된 청정 수소는 수소 모빌리티, 친환경 메탄올 생산 등 다양한 분야로의 사업화가 가능할 것이며, 향후 국내외 지자체와의 협업을 통해 유사 환경의 바이오가스 생산 시설 및 매립가스 활용 등 본 기술을 확장 적용하는 사업 모델을 구체화할 계획이다. 또한 확보된 기술 역량을 바탕으로 바이오가스 자원화 및 청정 수소 경제 활성화에 기여할 수 있는 중요한 기반이 될 것으로 기대된다.

O공정금-6

에너지 전환을 위한 컴퓨터 모델링: 학계에서 산업으로의 여정

Krishnadash Singh Kshetrimayum*
Samsung E&A
(kris.singh@samsung.com*)

Various computational modeling approaches, techniques, and tools are used in Chemical Engineering to study and analyze complex systems, design, scale-up and optimize the processes, and for a number of other purposes. Focusing primarily on the applications of Computational Fluid Dynamics (CFD) for research and engineering, the author would discuss selected works done while in Academics, and after moving to Industry. Author would also highlight the skill-sets current students should equip with to best serve the needs of industry, bridging gaps between academic and industry, and the possible ways to help accelerate the transformation into the era of environmental sustainability and energy security for mankind, leveraging the various opportunities computational modeling brings to us along with the availability of graphical processing units (GPUs).

O공정금-7

대면적 합성 공정 개발을 통한 차세대 양자점-실리콘 반도체 하이브리드 플랫폼 개발

정유진*
영남대
(yj_jung@yu.ac.kr*)

Silicon offers scalability and stable processing but is limited by its narrow spectral response. Colloidal quantum dots (CQDs), as next-generation semiconductors, provide tunable bandgaps and solution-based large-area processability.In this study, we present a process-oriented framework for integrating next-generation colloidal quantum dot (CQD) semiconductors with silicon. The approach consists of three stages: (i) optimization of silicon device fabrication, (ii) development of large-area CQD synthesis processes for scalable integration, and (iii) implementation of hybrid silicon-CQD platforms. This strategy enables broadband optoelectronic performance and offers practical routes toward advanced infrared sensing, photovoltaics, and quantum technologies.

O공정금-8

대규모 언어 모델을 활용한 강화학습 제어기 설명 프레임워크 개발

김해창, Hao Chen[1], Can Li[1], 이종민*
서울대; [1]Purdue University
(jongmin@snu.ac.kr*)

In process control, understanding the intention behind a reinforcement learning (RL) controller's decision is crucial. However, existing explainable RL (XRL) methods have limited flexibility in fully addressing the dynamic nature and specific objectives of RL controllers. To address this, we present an explanation framework built on Large Language Model agents, that integrates multiple XRL tools and maps diverse expert queries to the most appropriate ones. It further extends flexibility by automatically generating code for alternative control scenarios when needed. Explanations are delivered in a multimodal format, combining textual descriptions with corresponding XRL visualizations. Experimental results demonstrate that our approach provides valid and context-aware explanations for controller decisions, supporting safer and transparent decision-making in process control.

O공정금-9

폐플라스틱 가스화와 Chemical Looping을 활용한 수소 생산 공정의 경제성, 환경성, 에너지, 엑서지 분석

유은욱, 문종호*, 배성윤, 이재범, 한상준
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

지속가능한 개발과 환경 친화적인 수소 생산을 위해, 본 연구에서는 HDPE, LDPE, PP, PET 등 폐플라스틱의 가스화와 chemical looping을 통합한 공정을 제안했다. 제안된 공정은 기존의 수성가스전환(WGS) 기반 공정과 4E (경제성, 환경성, 엑너지, 엑서지) 분석을 통해 비교되었다. 수소 균등화 생산단가 (LCOH), 온실가스 (GHG) 배출량, 엑서지 파괴량을 목적함수로 설정하여 다목적 최적화를 수행하였다. 각 목적함수가 최소일 때, chemical looping 기반 공정은 WGS 기반 공정 대비 LCOH가 1.5%, 엑서지 파괴량이 10.1% 증가했으나, GHG 배출량은 94.6% 감소했다. 또한, 탄소 정책을 고려할 때, PET를 제외한 모든 폐플라스틱에서 chemical looping 기반 공정의 LCOH, GHG 배출량, 엑서지 파괴량이 더 낮았다. 이러한 결과는 chemical looping 기반 공정이 경제성과 환경성 측면에서 우수한 성과를 달성할 수 있음을 보여주며, 폐플라스틱으로부터 수소를 생상하는 유망한 방법임을 시사한다.

O공정금-10

Optimization of the Hydrogen Reduction (HyREX) Process Based on Simulation Modeling

김유리, 이정철, 손상환[1], 정동휘*
울산대; [1]부산대
(jdonghwi@ulsan.ac.kr*)

The use of hydrogen in steelmaking is an essential technology for the transition of the steel industry to a zero-carbon process. Hydrogen-based steelmaking is classified by reduction furnace type, such as shaft furnaces and fluidized bed reduction reactors. We conducted simulation modeling to evaluate POSCO's hydrogen reduction (HyREX). HyREX uses iron ore fines without pelletizing and hydrogen as the primary reducing agent, minimizing environmental impact. As a result, the environmental assessment showed that HyREX reduced CO_2 emissions compared with the conventional blast furnace process. However, being in the development stage, it faces economic challenges due to high production costs. Therefore, optimization was performed for various operating conditions of the hydrogen recovery section. In conclusion, the economic potential and environmental advantages of HyREX were evaluated.

O공정금-11

잔여염이 없는 HSBRO 시스템의 동적 모델링 및 운전 단계 분석

김건영, 박기호*
한양대
(kiho138@hanyang.ac.kr*)

Water scarcity, driven by rapid industrialization and climate change, is accelerating the need for desalination technologies that achieve high recovery with low energy consumption, particularly for minimal and zero liquid discharge (MLD/ZLD) applications. The hybrid semi-batch/batch reverse osmosis (HSBRO) process has attracted attention for its high energy efficiency and modular adaptability. However, conventional HSBRO models often rely on idealized assumptions, neglecting performance degradation from salt retention and osmotic backflow, critical issues in batch-based systems. This study proposes a novel phase-control HSBRO configuration and operating strategy to mitigate these non-ideal effects. A revised dynamic model, eliminating the perfect-rejection assumption and incorporating forward osmosis–based transport theory, was developed and validated against experimental results from an HSBRO test-bed under varied feed salinities and recovery ratios. The simulation model was applied to case studies, enabling quantitative evaluation of salt retention, osmotic backflow, and longitudinal dispersion. Based on these findings, optimized operating strategies are recommended for different recovery targets and salinity conditions, providing a robust framework for the design and operation of next-generation HSBRO systems.

O공정금-12

Dynamic Life Cycle Assessment of Miscanthus Saccharification from a Biogenic CO2 Accounting Perspective

김유빈, 노고산*, 김호용[1], 명수완[1]
충남대; [1]한국화학연구원
(ksroh@cnu.ac.kr*)

We conduct a dynamic life cycle assessment (d-LCA) of the enzymatic saccharification of Miscanthus sacchariflorus, a lignocellulosic biomass, to evaluate environmental impacts from a temporal perspective. Unlike conventional static LCA, which treats greenhouse gas (GHG) emissions and removals as time-independent, this work accounts for the temporal gap between biogenic CO_2 uptake during biomass growth and its release during conversion. An annual time resolution is used to track carbon flows. The cradle-to-gate system boundary includes cultivation and harvesting, steam explosion pretreatment, and enzymatic saccharification, yielding C6 (glucose-rich) and C5 (xylose-rich) sugar hydrolysates. Integrating time-resolved biogenic carbon dynamics enables more accurate carbon accounting than the instantaneous neutrality assumption of static LCA.

O공정금-13

Kinetic Monte Carlo Simulation of Methane Dehydroaromatization on Mo/HZSM-5

노채연, 이채은, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

Methane dehydroaromatization (MDA) is a promising route for converting methane into high-value BTX (benzene, toluene, xylene) aromatics. However, the benchmark Mo/HZSM-5 catalyst shows low BTX yield and rapid deactivation, limiting industrial adoption. To address these challenges, we developed a spatially-resolved kinetic Monte Carlo (kMC) simulation framework that divides the reactor domain into interconnected compartments and directly simulates a 54-step elementary reaction network across the grid. This approach allows for capturing both complex surface chemistry. By systematically adjusting activation energies and pre-exponential factors to match experimental data, we established a validated kinetic model that quantitatively describes the MDA reaction pathways. This study provides a quantitative microkinetic analysis of MDA reactions.

O공정금-14

Automatic Discovery of Governing Equations from Limited Data through Progressive Function Approximation

조은별[1,2], 박담대[1], 이기봉[2], 이웅[1,2*]
[1]한국과학기술연구원; [2]고려대
(ulee@kist.re.kr*)

Formulating governing equations for complex dynamical systems has traditionally relied on labor-intensive trial-and-error and deep domain expertise, making the modeling process both time-consuming and subjective. To address this challenge, we propose an explainable AI framework that autonomously discovers governing equations from limited data through progressive function approximation. Kolmogorov-Arnold Networks (KANs) are employed to directly approximate candidate functional terms from data and progressively refine them via pruning, transforming diffuse representations into explicit, interpretable equation components. Monte Carlo Tree Search is then used to sample a diverse set of candidate equations, enabling a posteriori decision making based on accuracy, parsimony, and physical plausibility. We validate the framework on various benchmark systems, including Lorenz dynamics, Burgers' equation, and Navier-Stokes flows, and also assess its performance under noisy and sparse data conditions. Results show that the approach consistently yields accurate, parsimonious, and physically interpretable models suitable for robust, data-driven scientific discovery.

O공정금-15

Integrated Modelling of an Electrified Reverse Water Gas Shift Reactor for CO_2 Utilisation

이동기, 백승준[1], 김용태[1], 송인협[1], 구보람*
전남대; [1]한국화학연구원
(boram.gu@jnu.ac.kr*)

Electrifying chemical processes shows significant potential for cutting global CO_2 emissions. Especially, conventional combustion units, which emit a large amount of carbon dioxide can benefit from electrification. Therefore, utilisation of CO_2 is essential for the sustainable production of carbon-based chemicals. The reverse water gas shift (RWGS) can valorise CO_2 by reaction with hydrogen to produce a synthesis gas. In this study, we integrated 2D energy balance and convection-diffusion-reaction model by algorithm for precise results and less computational loads to develop a reliable simulation approach for an electrified RWGS reactor and compare it with experimental data. As a result, simulation of the electrified reaction can allow us to identify optimal operating conditions and process operation strategies to minimise energy consumption and maximise CO_2 conversion.

O공정금-16

중수소 분리 증류탑의 동적 시뮬레이션을 위한 Complementarity 제약식 기반 제일원리 모델

지영남, 김종우*, 이나경
인천대
(jong.w.kim@inu.ac.kr*)

본 연구에서는 H2O/D2O를 분리하기 위한 Batch 증류탑의 Dynamic Simulation을 위한 미분대수방정식 (DAE) 기반 제일원리 모델을 구축하고, batch 운전 최적화를 위한 최적 제어를 수행하였다. Batch 증류의 특성상, Start-up과 Setpoint 변경 등 여러 Transient 조건에서 기체와 액체 상 중 하나의 상만 존재하는 경우가 있다. 이 경우에는 기체-액체 평형 (VLE) 수식을 사용할 수 없고, 이를 해결하기 위해 Complementarity Constraint를 이용하여 최적화 문제를 구성하였다. 본 연구는 시간에 따라 제어변수를 조정하여, 주어진 제약 조건 하에서 목표 순도를 만족하는 D2O를 일정 생산량 이상 확보하면서 총 에너지 사용량을 최소화하는 것을 목표로 한다.

O공정금-17

용량 및 출력 저하의 동시 예측을 통한 리튬이온 배터리 열화 진단 프레임워크

전상준[1], 이재욱[1,2], 허성민[1]*
[1]KAIST; [2]서울대
(smheo@kaist.ac.kr*)

Rapid diagnosis of major degradation mechanisms in lithium-ion batteries is essential for enabling adaptive strategies which optimize future cell operation. In this work, we develop a health indicator (HI) evaluation framework which considers both capacity fade and power fade to identify dominant degradation mechanisms from early-cycle data. Elastic net regression models with varying sparsity are constructed separately for capacity fade (captured by knee cycle) and power fade (quantified by voltage degradation rate) prediction. Two quantitative metrics, contribution and relative count, are introduced to classify HIs into capacity-specific, power-specific, and dual-impact categories. The developed framework is validated using two public datasets with different cell chemistry and operating conditions.

O공정금-18

Ultra-fast, high-throughput combinatorial nanomaterial synthesis based on a dual-gradient centrifugal microfluidic chip

Hiep Van Nguyen, 판민부, NGUYEN HOAI THANH, 목탄,
박소정, 서태석*
경희대
(seots@khu.ac.kr*)

We present a novel centrifugal microfluidic device enabling high-throughput (HTP) screening of 90 combinatorial silver nanomaterial syntheses in a single run. A siphon-based aliquoting microstructure allows sodium citrate (NaCt), hydroxylamine (HA), sodium hydroxide (NaOH), and silver nitrate ($AgNO_3$) to be loaded with one pipetting step each. Centrifugation dispenses them into 540 aliquoting chambers, then into 90 reaction chambers. A “dual-gradient” design pairs NaCt and HA chambers with diluents, creating equal final volumes but gradient concentrations. This yields diverse silver nanostructures, with HA controlling AgNS formation and NaCt tuning spike length. From loading to mixing, 90 reactions complete in under 3 min, offering an ultrafast platform for HTP nanomaterial synthesis, drug discovery, and reaction optimization.

O공정금-19

Rapid and Scalable Sonochemical Synthesis of AgCl Nanocubes for Economically Viable CO 2 Electroreduction

김현영, 채영현, 이웅*
한국과학기술연구원
(ulee@kist.re.kr*)

Achieving economic viability in electrochemical CO_2 reduction (CO_2RR) requires both high catalytic performance and cost-effective, scalable production. Here, we report AgCl nanocubes (AgCl NC) synthesized via a rapid sonochemical route that exhibit over 95% CO Faradaic efficiency with long-term stability, while enabling efficient large-scale manufacturing. Techno-economic analysis (TEA) reveals that this process lowers catalyst production cost by more than 40% than conventional Ag nanoparticles (Ag NP) due to decreased material usage and elimination of energy-intensive thermal steps. At the system level, AgCl NC further cut the levelized CO production cost by nearly 50% compared to Ag NP, driven by superior catalytic activity and reduced electrolyzer area. These results underscore the importance of integrating performance with manufacturability, positioning AgCl NC as a practical pathway toward economically viable CO_2 electrolysis at scale.

O공정금-20

재생 에너지 및 탄소 포집 기술을 활용한 탈탄소화 유틸리티 최적화 운영 전략

박하린, Bogdan Dorneanu[1], Harvey Arellano-Garcia[1], 김진국*
한양대; [1]Brandenburg University of Technology
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

화석연료 기반 에너지 생산 시스템의 탈탄소화를 위한 재생 에너지 도입은 환경적 제약 극복을 위한 대표적 대안으로 제시된다. 본 연구는 에너지 전환의 과도기적 환경 하에서 재생에너지 시스템의 기술적 제약을 보완하기 위해, 화석연료 기반 유틸리티와 탄소 포집 공정을 연계하여 통합 에너지 시스템의 최적 운영 방안을 검토한다. 비용 기반 분석 프레임워크를 활용하여 열 및 전력 수요를 충족하는 경제적 운영 전략을 제공하였다. 공정 최적화를 통해 재생 에너지의 간헐성을 체계적으로 보완하고, 화석연료 투입과의 균형을 조율하는 운영 방안을 도출하였다. 또한, 화석연료 사용에 따른 이산화탄소 배출 감축을 위해 탄소 포집 공정을 도입함으로써 통합 공정의 완전한 탈탄소화 가능성을 강조하였다. 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(RS-2025-00515836) 및 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원(RS-2022-KP002700 (20224C10300050))을 받아 수행된 연구임.

O공정금-21

Bioenergy with carbon capture and storage(BECCS)기반 수소 생산 공정 설계 및 전과정 평가 분석

이하은, Jester Lih Jie Ling, 박예찬, 이시훈*
전북대
(donald@jbnu.ac.kr*)

The present study designs and evaluates a hydrogen production process that integrates calcium looping with carbon capture and storage via a life cycle assessment. The system has a processing capacity of 100 ton/day, with the assessment boundary encompassing all upstream activities, including biomass collection and palletization. The quantification of environmental impacts is facilitated by the implementation of a functional unit of 1 ton of hydrogen. The assessment of global warming potential is conducted using the IPCC 2022 method, while the evaluation of terrestrial ecotoxicity and human toxicity is facilitated by the ReCiPe 2016 method. The results of the study highlight the potential for the commercialization of BECCS, and provide insights that are relevant to policy-making, with regard to supporting the objectives of carbon neutrality and the hydrogen economy.

O공정금-22

Pore network model을 이용한 Vanadium Redox Flow Batteries 제일원리 모델링 및 미세구조 최적화

정민제, 김종우*, 이승훈
인천대
(jong.w.kim@inu.ac.kr*)

본 연구에서는 VRFB의 셀 성능을 개선하고 비용을 절감하기 위해 이미지 생성 알고리즘으로 다공성 네트워크를 생성하여 PNM으로 모델링하고 미세 구조를 최적화하였다. 이미지 생성 알고리즘으로 3차원 이미지(2000x500x280 voxels)를 생성하고, pore와 throat을 sphere와 cylinder로 이상화하여 다공성 네트워크를 추출하였다. 전극의 미세구조를 반영하여 전해질의 전도도 물성을 계산하기 위해 다공성 네트워크 모델 (OpenPNM)을 이용하였다. 3차원 네트워크 모델의 pore와 throat에 대해 Stokes Flow, Nernst-Plank, Charge Transport, Butler-Volmer로 이루어진 제일원리 모델을 구축하였다. 기존 연구에서는 약 삼십육만 개의 변수로 이루어진 이 모델을 풀기 위해 모델 방정식 set 별로 순차적으로 풀어 계산 시간이 오래 걸렸지만, 본 연구는 이를 한 번에 풀어 계산량을 개선했다. 더 나아가 기공률과 기공 크기 등 미세구조 파라미터를 최적화하여 한계 전류밀도를 향상시켰다.

O공정금-23

농도별 휘발성 유기화합물(VOCs) 제거 공정의 기술경제성(TEA) 및 전과정평가(LCA) 비교

신길환[1,2], 이진희[1], 백승준[1], 민주원[1], 안진주[1]*
[1]한국화학연구원; [2]고려대
(jjan@krict.re.kr*)

Volatile organic compounds (VOCs) form secondary air pollutants through photochemical reactions. In response, Korea's Ministry of Environment strengthened emission standards via revisions to the Air Conservation Act. VOC control methods include regenerative thermal oxidation (RTO), regenerative catalytic oxidation (RCO), adsorption, absorption, and hybrid processes. However, varying VOC concentrations across industries hinder direct comparison of economic and environmental performance. This study compared adsorption and hybrid processes using toluene as a representative VOC under normal and worst-case scenarios. Process modeling was conducted, followed by techno-economic analysis (TEA) and life cycle assessment (LCA). Results show that, under certain conditions, the hybrid adsorption + RCO process achieved the best overall economic and environmental performance. (RS-2023-00219435)

O공정금-24

Enhancing Solid Oxide Fuel Cell Performance via Amine-Based CO_2 Capture from Coal-Derived Syngas

최예지, 한지훈*
포항공과대
(jhhan@postech.ac.kr*)

This study compares the performance of a Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) fueled with coal-derived syngas containing approximately 20 vol% carbon dioxide (CO_2), with and without CO_2 capture using Monoethanolamine (MEA). The presence of CO_2 in syngas can lead to carbonate formation in Yttria-stabilized zirconia (YSZ) electrolytes and electrode coking, thereby reducing SOFC efficiency and durability. To address this issue, an MEA-based adsorption process was applied to produce CO_2-reduced syngas, which was evaluated alongside untreated syngas. Process modeling with Aspen Plus was conducted to design the process and quantify SOFC power output and key operating characteristics under varying syngas compositions. The results provide a technical basis for syngas utilization as an alternative SOFC fuel, supporting the transition to clean energy systems.

O공정금-25

특정 성질 값을 목표로 하는 Redox-active Organic Molecule(ROM) 생성형 모델 개발

강장훈[1,2], 고성현[1], 최원용[1], 김창수[1]*
[1]한국과학기술연구원; [2]고려대
(changs90.kim@kist.re.kr*)

수용성 아민 용액을 이용한 CO_2 흡수 방식은 대기 중 이산화탄소 농도 증가를 억제하기 위한 방법으로 알려져 있다. 그러나 흡수 후 CO_2 를 방출(재생)하기 위해서는 높은 열에너지가 필요하다는 한계를 지닌다. 이러한 한계를 극복할 수 있는 대안으로 Redox-active Organic Molecule(ROM)이 주목받고 있다. ROM은 산화-환원 반응을 통해 전자 상태를 가역적으로 변화시킬 수 있는 유기 분자로, 전기화학적 전위 조절만으로 CO_2 를 포집할 수 있어 에너지 소비를 줄일 수 있다.본 연구에서는 CO_2 포집 성능에 영향을 미치는 ROM의 물성 특성을 규명한 뒤, 목표하는 특성값을 갖는 분자 구조를 생성할 수 있는 모델을 개발하였다. 이를 위해 Graph Diffusion Transformers 기반의 분자 구조 생성형 모델을 구축하고, 생성 분자의 물성을 예측하였다.

P공정금-1

비투멘 부분개질 공정 개발을 위한 감압잔사유의 수열 분해(aquathermolysis) 연구

임석현, Hung Hai Pham, 김광호, 김영두, 주영환, 노남선*
한국에너지기술연구원
(nsroh@kier.re.kr*)

The increasing demand for efficient processing of heavy oil and bitumen has accelerated the development of partial upgrading technologies aimed at reducing viscosity and improving transportability without the complexity and cost of full refining. Conventional visbreaking, while simple, often suffers from low conversion efficiency and significant coke formation. To overcome these limitations, this study proposes a catalytic aquathermolysis process that utilizes steam as a reactive gas-phase component, in conjunction with a dispersed solid catalyst, under mild thermal conditions. To accommodate the unique behavior of steam as a reactive species, a bubble column reactor was employed to promote effective gas-liquid-solid interactions. Prior to reaction testing, hydrodynamic behavior within the reactor was characterized using a model fluid system, evaluating gas hold-up and bubble flow regimes across varying superficial gas velocities. These experiments guided the selection of optimal operating conditions by identifying a stable flow regime. Subsequent reaction tests were conducted using bitumen feedstocks to evaluate the effects of temperature, residence time, and the application of steam and catalyst on product yield, viscosity reduction, and coke suppression. The results confirm that the integrated use of steam and catalyst under optimized conditions enhances the performance and stability

P공정금-2

Modeling and Optimization of Reactor Configurations in Visbreaking

Pham Hai Hung, 임석현[1], 주영환[2], 김영두, 김광호[1], 노남선*
Bioenergy and Resources Upcycling Research; [1]Bioenergy and Resources Upcycling Research Laboratory; [2]Energy AI & Computational Science Laboratory
(nsroh@kier.re.kr*)

Visbreaking is a mild thermal cracking process widely used in partial upgrading of bitumen to reduce viscosity and increase the yield of lighter hydrocarbons. This study focuses on optimizing reactor configurations with bubble column, coil, and soaker types. A kinetic model was developed using experimental data with vacuum residue as feedstock and validated across a wide range of operating conditions, achieving an average prediction error below 10% for product yields. Parametric analysis revealed that each configuration has distinct optimal regimes due to differences in temperature profiles. The simulation framework enables detailed evaluation of reactor hydrodynamics and thermal performance, identifying configuration-specific operating windows that enhance product yield and stability. The results highlight the value of integrating experimental validation with advanced modeling to guide data-driven reactor design and process optimization in visbreaking applications.

P공정금-3

폐 리튬 이온 전지 블랙 매스 재활용을 위한 기존 및 최신 침출 기술 비교 리뷰

김호종, 송대성*
전남대
(dssong@jnu.ac.kr*)

전기차 보급 확대로 폐 리튬 이온 전지(LIBs) 발생량이 급격히 증가하고 있으며, 이 전지에는 Co, Ni, Li 등 고부가가치 금속이 다량 함유 되어있다. 해당 금속들은 주로 양극 활물질 분말 형태의 '블랙 매스(black mass)'에 존재하며, 이를 회수하기 위한 다양한 재활용(Recycling) 기술이 활발히 연구되고 있다. 폐 리튬 이온 전지로부터 유가금속을 회수하기 위한 기존의 산 침출(Leaching) 공정은 높은 회수율과 산업 적용성을 갖지만, 낮은 선택성과 환경 부담이라는 구조적 한계를 지닌다. 본 발표에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 최근 주목받고 있는 다양한 침출 방법들을 리뷰하였다. 최신 연구 사례를 바탕으로 각 방법의 장점과 적용 조건을 비교 및 정리하고, 이를 통해 블랙 매스 재활용을 위한 침출 전략의 방향성을 제시하고자 한다.

P공정금-4

수소 생산을 위한 암모니아 크래킹 공정 촉매 연구

도명환, 원왕연*
고려대
(wangyunwon@gmail.com*)

Ammonia plays a crucial role as a hydrogen carrier in the hydrogen energy value chain due to its high energy density and carbon-free composition. However, to utilize the stored hydrogen, ammonia must be thermally cracked through an endothermic reaction that requires high temperatures. Although various catalysts have been studied for ammonia decomposition—particularly ruthenium (Ru) and nickel (Ni)-based catalysts—few studies have directly compared their economic and environmental performance. Therefore, this study conducts techno-economic analysis (TEA) and life cycle assessment (LCA) of Ru- and Ni-based catalysts for ammonia decomposition. The reaction rates of each catalyst were modeled using Langmuir–Hinshelwood–Hougen-Watson (LHHW) kinetics and simulated using Aspen Plus V14 to represent a large-scale hydrogen production system with a capacity of 400 metric tons per day. Catalyst prices were estimated using the CatCost® program to accurately reflect material costs, and LCA was performed based on the ecoinvent database. The minimum selling price (MSP) for each catalyst was determined through TEA and optimized using Python. LCA was then conducted at these optimized operating conditions to evaluate environmental impacts. Among all catalysts, the lowest MSP was \$4.47/kg-H_2 , while the highest was \$5.39/kg-H_2 . Overall, Ru-based catalysts showed lower MSPs than Ni-based ones, despite Ru's higher material cost,

P공정금-5

A Novel Process System Approach for Metallic Waste Treatment : Design of a Self Contained Melting and Solidification Process

신동준*, 박환서
한국원자력연구원
(djshin@kaeri.re.kr*)

The management of large-volume metallic waste from nuclear decommissioning requires innovative process solutions for effective volume reduction. This study proposes and evaluates a novel integrated melting-solidification process where the waste serves as both the melt and its own container. We focused on identifying the key operating conditions, particularly temperature, to control the alloying reaction within this self-contained system. Experiments using a SUS crucible and an Fe-C-Cu melt demonstrated that optimal process stability and desired alloying could be achieved at a relatively low temperature of 1200 ℃ , without significant crucible degradation. This work validates the feasibility of the process concept, presenting an energy-efficient and robust pathway for upcycling radioactive metallic waste.

P공정금-6

촉매 자율 합성을 위한 모듈형 컨베이어벨트 시스템

임수연[1], 임정욱[1], 황지호[1], 류재윤[1], 정유성[1], 남재욱[1], 박정원[1,2*]
[1]서울대; [2]기초과학연구원
(jungwonpark@snu.ac.kr*)

We developed ModuFlow, an autonomous system for catalyst design inspired by self-driving labs. Built on a conveyor belt platform, it integrates synthesis and analysis modules for stepwise processing. Users set up process recipes and embed a QR code in the ITO substrate, which ModuFlow scans to initiate the sequence. The Microfluidic Channel mixes liquid precursors, followed by annealing in a furnace. The resulting material undergoes XRD for structural characterization and SECCM for electrochemical performance evaluation, targeting oxygen evolution reaction (OER) catalysts. The system accelerates OER catalyst discovery.

P공정금-7

Aspen Custom Modeler을 이용한 Ion Solvating Membrane 기반 알칼라인 수전해 반응기 모델링 및 기술경제성 분석

김민성, 박예준[1], 주영환[1*]
경희대; [1]한국에너지기술연구원
(yhchu@kier.re.kr*)

Ion Solvating Membrane(ISM), recently explored for alkaline water electrolysis, is attracting attention for addressing the gas crossover and ionic conductivity issues of conventional porous separators. However, due to complex mechanisms involved, electrolysis cell models incorporating ISM are still under development and not yet supported by commercial process simulation software. In this study, polarization curves for both ISM and Zirfon® were obtained, and optimized parameters were derived using an overpotential prediction equation. These parameters were then used to implement an accurate overpotential model in Aspen Custom Modeler®, which was integrated into a full process model in Aspen Plus to compare power consumption and cost for hydrogen production. As a result, the ISM system showed a reduction of approximately 134 kW in power consumption and a cost saving of about $0.545 per kilogram of hydrogen at a current density of 1,000 mA/cm^2 and a membrane area of 50 m^2. This corresponds to an annual cost reduction of approximately 110 million KRW.

P공정금-8

Wabasca Primary Bitumen의 부분개질을 위한 증류 공정 기반 VR 회수 공정 모사 연구

주영환*, 팜흥하이[1], 임석현[1], 김광호[1], 김영두[1], 노남선[1]
헌국에너지기술연구원; [1]바이오자원순환연구실
(yhchu@kier.re.kr*)

Canadian bitumen can be subjected to partial upgrading after mining, wherein high-boiling fractions are thermally cracked and asphaltenes are removed, producing a product suitable for pipeline transport to U.S. refineries. In this process, low-boiling fractions are separated via an atmospheric distillation unit (ADU) and a vacuum distillation unit (VDU), with only the vacuum residue (VR) directed to the upgrading stage. VR yield and quality depend on ADU and VDU operating conditions. This study employed Aspen HYSYS simulations to evaluate two strategies for preventing excessive VR heaviness: blending VDU side-stream gas oil and relaxing VDU vacuum conditions. Results show that adjusting the vacuum conditions exerts a greater effect on VR quality.

P공정금-9

비투멘 수송 특성 평가를 위한 진공 잔사의 솔벤트 탈 아스팔텐 공정 연구

김영두, 노남선*, 권은희, 김광호, 임석현, Hai Hung Pham, 주영환
한국에너지기술연구원
(nsroh@kier.re.kr*)

Oil sands bitumen exhibits high viscosity, making pipeline transport challenging and necessitating partial upgrading. Solvent deasphalting (SDA) is an effective method for reducing viscosity by removing asphaltenes. In this study, vacuum residue (VR) was processed with n-pentane in a bench-scale SDA unit to investigate asphaltene extraction characteristics and determine optimal operating conditions. Temperature and solvent-to-oil ratio were varied to minimize feedstock loss and improve product quality. Asphaltenes were identified as a key factor hindering stable process operation. A continuous 10-hour run at 170℃ and 42bar achieved a stable 70wt% yield of deasphalted oil (DAO), with no operational issues. The results confirm the feasibility and stability of the SDA process for partial upgrading of heavy oil.

P공정금-10

CFD-TFM Analysis of Heat Transfer Dynamics in a Bubbling Fluidized Bed Reactor for CO_2 Capture

TOOBA SARWAR*
University of Chinese Academy of Sciences
(toobasarwar08@outlook.com*)

Efficient heat transfer and hydrodynamics are critical for optimizing post-combustion CO_2 capture in fluidized bed reactors. This study uses computational fluid dynamics (CFD) to analyze thermal transport and gas-solid flow in a bubbling fluidized bed (BFB) reactor with potassium carbonate (K_2CO_3) as a solid sorbent. A two-dimensional Eulerian-Eulerian Two-Fluid Model (TFM), coupled with the Kinetic Theory of Granular Flow (KTGF) and the standard k-ε turbulence model is developed. The Gidaspow drag model and established heat transfer correlations are applied to enhance model accuracy. Simulations capture key hydrodynamic features such as bed expansion and particle movement, which strongly influence heat transfer. The gas-solid heat transfer coefficient ranges from 320 to 650 W/m²K depending on operating conditions. This modeling framework offers valuable insights for designing thermally efficient fluidized bed systems for CO_2 capture.

P공정금-11

HEFA 원료로서 폐식용유 활용을 위한 전처리 공정 설계 및 모사

박예준, 김민성[1], 주영환*
한국에너지기술연구원; [1]경희대
(yhchu@kier.re.kr*)

The importance of SAF (Sustainable Aviation Fuel) is rapidly growing as a key solution to achieving carbon neutrality in aviation. The HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids) process is the most advanced in terms of technology and commercialization. However, limited supply of bio-based feedstocks makes pretreatment crucial for stable supply and quality. This study modeled a pretreatment process for used cooking oil in Aspen Plus®, applying empirical equations for impurity removal using temperature, contact time, and removal agent dosage as independent variables in degumming and bleaching. Simulation results showed free fatty acids reduced to 1.18%, and phosphorus and metals to 2.92 ppm and 8.98 ppm, confirming suitability as HEFA feed. A techno-economic analysis for a process with a 40MT/h feed scale revealed that LCOP for pretreated product was $873/MT and a minimum selling price of $969/MT was required to achieve a payback period within three years.

P공정금-12

Python-
Simulator Framework for Automated Generation c Flowsheets

손영우, 이종민*
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

Although commercial simulators are powerful software, they suffer

P공정금-13

액체 수소 터미널의 설계 및 최적화

배주언, 이철진*
중앙대
(cjlee@cau.ac.kr*)

A cryogenic terminal is expected to produce a large amount of boil-off gas (BOG) and consume a lot of energy in high-pressure (HP) compressors. Thus, a liquid hydrogen receiving terminal with a BOG reliquefaction system is proposed. A process model of a liquid hydrogen terminal was developed, and a numerical model of BOG emitted from the tank was applied. An optimization was conducted to find the optimum operating conditions. The results showed that the optimum operating conditions were 0.10 t/h of the flowrate of the HP compressor and 4.1 bar of the recondenser pressure. Though the model with the reliquefaction system had 6.0% higher capital costs, it had 45.1% lower energy consumption, and 15.9% lower total annualized cost compared to the one without the system. The proportion of energy consumption accounted for by the HP compressor decreased from 48.3% to 13.3%.

P공정금-14

폐회로식 비상 탈출 호흡기용 이산화탄소 제거를 위한 고성능 아민계 흡착제 설계

김자현, 박영환[1], 박병락, 박건, 최민기[1]*
포항산업과학연구원; [1]한국과학기술원
(mkchoi@kaist.ac.kr*)

Closed-circuit escape respirators (CCERs) are essential safety devices in oxygen-deficient or toxic environments, where CO_2 removal is critical for safe breathing.[1] However, conventional adsorbents such as soda lime suffer from premature CO_2 saturation, excessive heat and moisture generation, and poor regenerability. In this study, we present a tailored amine-based adsorbent—1,2-epoxybutane-functionalized polyethylenimine on γ-Al_2O_3 (EB-PEI/γ-Al_2O_3)—designed for CCERs. By tuning epoxybutane functionalization, the CO_2 adsorption enthalpy was optimized to suppress uptake from ambient air while maintaining capture efficiency under exhalation (5% CO_2, 3% H_2O). The optimized 0.4EB-PEI/γ-Al_2O_3 exhibited fast kinetics, low heat/moisture generation, and high oxidative stability. It more than doubled the CCER safe operation time compared to soda lime and retained performance after ambient exposure.[2]AcknowledgementsThis work was supported by Research Institute of Industrial Science & Technology (RIST) and Korea Institute of Science & Technology (KIST) grants funded by Korea Government (Ministry of Science and ICT; 2E33980-25-P012). References [1] National Institute for Occupational Safety and

P공정금-15

가스 하이드레이트 기반 소화제의 성능·경제성·환경성 평가 및 공정 분석

서지민[1], 박경태[1,2]*
[1]숙명여자대; [2]NXN Systems
(ktpark@sm.ac.kr*)

가스 하이드레이트는 저온·고압 조건에서 물과 불활성 가스가 결합해 형성되는 결정성 화합물로, 해리 시 냉각수와 불활성 가스를 동시에 방출하여 화염 온도를 낮추고 산소 공급을 차단하는 이중 소화 메커니즘을 제공한다. 기존 소화제는 화재 진압 과정에서 높은 투입량, 환경오염 가능성, 재점화 위험, 그리고 일부 적용 환경의 제약 등 한계가 존재한다. 이에 비해 가스 하이드레이트 소화제는 적은 투입량으로도 빠른 화재 진압이 가능하며, 냉각과 질식 효과를 동시에 발휘하고, 잔류물과 온실가스 배출을 줄일 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 CO_2 및 HFC 계열 가스를 이용한 가스 하이드레이트 소화제의 제조 공정을 설계하고, 공정 흐름도, 장치 구성, 운전 조건을 도출하였다. 또한 에너지 소비량, 원료 사용량, 장치 규모를 기반으로 생산 단가를 예측하고, 기존 소화제와의 경제성을 비교하였다. 환경성 분석에서는 GWP(Global Warming Potential)와 잠재 배출량을 산정하여 하이드레이트 공정의 환경 부담을 평가하였다.

P공정금-16

CA2C 알고리즘을 이용한 LNG 액화공정 최적화에 관한 연구

이지은[1], 박경태[1,2]*
[1]숙명여자대; [2]NXN Systems
(ktpark@sm.ac.kr*)

Optimizing single-mixed-refrigerant (SMR) liquefaction with many decision variables is challenging due to nonconvexity and strict feasibility constraints. We target minimization of specific energy consumption subject to practical constraints. Building on prior work where a continuous advantage actor-critic (CA2C) policy outperformed a genetic algorithm (GA) on this task, we propose a hybrid GA-CA2C scheme. A short-budget GA (50 generations) yields a feasible baseline operating point. CA2C then parameterizes actions as bounded deviations from this baseline. We evaluate training over 100 natural-gas feed compositions.

P공정금-17

Variational Autoencoder와 유전 알고리즘을 활용한 SCR 시스템 최적화

주형준, 김연수*
광운대
(kimy3@kw.ac.kr*)

SCR(선택적 촉매 환원) 시스템의 질소산화물 저감 효율은 반응속도 상수에 크게 영향을 받으며, 이는 반응기 설계 및 운전 조건 결정에 중요한 요소로 작용한다. 본 연구에서는 시뮬레이션 기반 데이터를 활용하여 전환율을 예측하고, 목표 전환율을 달성하기 위한 최적의 반응속도 상수를 도출하는 데이터 기반 최적화 프레임워크를 제안한다. Variational autoencoder 기반 대리모델을 통해 반응속도 상수와 전환율 간의 관계를 학습하고, 잠재 공간에서 유전 알고리즘을 활용해 목표 전환율을 만족하는 조건을 탐색하였다. 본 연구는 중소벤처기업부/중소기업기술정보진흥원의 지원(과제번호 RS-2025-02222143)을 받아 수행되었음.

P공정금-18

트랜스포머를 활용한 구성 단위에 상관없는 리튬이온 배터리 건강상태 진단

김윤서[1], 박서정[1,2], 유래형[1], 최윤석[1], 김동혁[1]*
[1]울산과학기술원; [2]삼성 SDI
(dkim@unist.ac.kr*)

Despite recent progress in Li-ion battery diagnostics technology, health assessment with general applicability across various configurations has been rarely investigated. Here, we propose a novel framework for configuration-agnostic State of Health (SoH) estimation by identifying the five most significant health indicators (HIs) from cycling data. It employs a multi-objective transformer-based feature selection methodology, achieving superior performance in SoH estimation while exhibiting limited effectiveness in configuration estimation, driven by attention weight analysis. Our framework, constructed with key HIs and transformer, demonstrates high accuracy for a 7P module despite being trained on single cells. This transformer-based framework is expected to significantly enhance the applicability of health estimation, covering a wide range of potential scenarios under real-world usage.

P공정금-19

바이오매스 열분해 생성물의 흡착 강화 수증기 개질을 통한 수소 생산

박서현, 송대성*
전남대
(dssong@jnu.ac.kr*)

바이오매스 열분해 생성물로부터 수소를 생산하기 위한 흡착 강화 수증기 개질 (Sorption Enhanced Steam Reforming, SESR) 기반 공정을 제안하였다. 열분해 공정은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 등을 고려한 kinetic 모델로 구현되었으며, 생성된 가스는 SESR 공정에 투입되어 고순도의 수소를 생산한다. 이 과정에서 반응 중 생성되는 CO_2는 실시간으로 CaO에 의해 포집되며, 포집된 $CaCO_3$는 화학 루핑 연소 (Chemical Looping Combustion, CLC) 기반 Calciner에서 재생된다. 시뮬레이션 결과, 최적 조건 (약 500℃ 열분해, 700℃ 개질, S/C 비 3.2, Ca/C 비 0.8)에서 수소 수율은 0.122 kg H2/kg biomass이며, CO_2 포집량은 0.96 kg/kg biomass이다. 본 공정은 수소 생산 효율을 높이는 동시에 탄소 배출 저감 효과를 갖는 지속 가능한 수소 생산 대안으로 제시된다.

P공정금-20

생성형 모델을 활용한 하이브리드 전기차 주행 데이터 증강

조승현, 박현민, 윤형로, 정해성[1], 이정준[1], 이종민*
서울대; [1]현대자동차
(jongmin@snu.ac.kr*)

고품질의 주행 데이터는 하이브리드 자동차(HEV)의 동력 분배 전략을 비롯해 자율주행 등 다양한 연구에서 필수적이다. 그러나 시간과 비용의 한계로 인해 다양한 주행 경로에 대한 충분한 양의 실제 데이터를 얻기 어려운 경우가 많다. 본 연구는 적은 수의 주행 데이터로부터 생성형 모델을 활용해 실제와 유사한 데이터를 생성하는 방법을 제안한다. 먼저 주행 데이터를 필터링하여 트렌드를 파악하고, 실제 데이터와의 차이를 잔차로 정의하였다. 조건부 변분 오토인코더(CVAE)를 사용해 주행 패턴에 맞는 잔차를 생성하는 모델을 구축하고, 주행 트렌드의 교차 구간을 섞어 새로운 시퀀스를 생성한 뒤 학습된 CVAE 모델로 데이터를 확장하였다. 이후 제약 최적화 문제(COP)를 통해 가속도와 가속도 변화율을 제한함으로써 물리적 타당성이 확보된 데이터를 효과적으로 생성할 수 있었다. 생성한 데이터의 실차 데이터와의 유사성은 차원 축소 기법을 사용하여 평가하였다.

P공정금-21

지속가능한 수소경제 이행을 위한 액화수소 다기간 공급망 최적화

최현준, 김영근, 이성민, 권휘웅[1], 김정환*
연세대; [1]순천향대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

탄소중립 달성을 위해 수소는 차세대 청정에너지원으로 주목받고 있으며, 국내는 전체 수소 수요의 80-82%를 해외 도입으로 충당하는 전략을 수립하였다. 본 연구는 인천, 통영, 삼척 터미널을 거점으로 하는 25년 장기 액화수소 공급망 최적화 모델을 개발하였다. 모델은 5년 단위 지역별 연료전지차 수요 전망과 BOG 발생량을 반영하여 100bar/200bar 기체수소 및 액화수소 운송 시스템을 포함한다. 최적화 분석 결과 터미널별 수소 공급단가는 인천 2.91/kg,삼척3.09/kg, 삼척 3.09 /kg,삼척3.09/kg, 통영 3.19$/kg으로 산출되어 인천 터미널이 가장 경제적임을 확인하였다. 또한 수소 인프라 투자 시점과 규모에 대한 최적 전략을 도출하였다. 본 연구의 다기간 최적화 모델은 동적 수요 변화를 고려한 장기 수소 공급망 전략 수립의 정량적 근거를 제공하여, 국가 차원의 수소 인프라 투자 우선순위 결정과 단계적 확장 계획 수립에 기여할 것으로 기대된다.

P공정금-22

그린 수소 저장 및 활용을 위한 고체-액체 하이브리드 저장 시스템 모델링 및 최적화

신민용, 김연수*
광운대
(kimy3@kw.ac.kr*)

탄소중립 달성을 위해 재생에너지를 활용한 그린 수소의 생산·저장은 핵심 과제로 부상하고 있다. 그러나 태양광·풍력 기반 전력의 간헐성으로 수전해 수소 생산량이 시간에 따라 변동하므로, 이를 안정적으로 저장·공급하기 위한 전략이 필수적이다. 액체유기수소운반체(LOHC)와 금속 수소화물은 높은 저장밀도와 장기 저장 안정성을 갖는 화학적 저장 기술로 주목받고 있다. 특히 LOHC의 수소화 반응은 발열, 고체수소(금속 수소화물) 흡장 과정은 흡열 특성을 보이므로, 두 공정을 열적으로 통합하면 시스템 에너지 효율을 향상시킬 수 있다. 본 연구는 이러한 열 통합 전략을 적용한 수전해-LOHC-고체수소 연계 시스템을 모델링하고, 공정 효율 극대화를 위한 최적 운전 전략을 제시한다. 제안한 모델은 재생에너지 변동성 하에서의 수소 생산·저장 균형을 정량 평가하며, 열 회수/공유를 통한 에너지 절감 및 운영비 절감 가능성을 검증한다. 본 연구는 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회 글로벌 TOP 전략연구단 지원사업(No. GTL24051-100)*의 지원을 받아 수행되었습니다.

P공정금-23

Enhancement of Hydrogen Storage System Using Subcooling via Tank Pressurization

박시우, 이철진*
중앙대
(cjlee@cau.ac.kr*)

Liquefied hydrogen (LH_2) must be stored at an extremely low temperature of -253 ℃, and inevitable heat flows during storage leads to the generation of boil-Off Gas (BOG). Conventional low-pressure hydrogen storage tanks are typically designed to release BOG immediately upon pressure rise, resulting in a short holding time (duration without BOG formation) and frequent BOG management operations. This study proposes a pressurization-based subcooling technique that intentionally raises the tank pressure within its design limits to maintain LH_2 in a subcooled state. By increasing the boiling point, this method delays BOG generation, thereby reducing energy loss and operational frequency. The proposed approach can be applied to the storage stage of hydrogen terminals, offering a reduction in both BOG handling events and losses while improving overall energy efficiency. Such a pressurization-driven subcooling strategy is expected to serve as a practical alternative for securing both economic and safety advantages in large-scale hydrogen storage infrastructure.

P공정금-24

혼합 아민의 CO_2 흡수 물성 예측을 위한 도메인 기반 머신러닝 모델링

김민재, 주종효, 김정환*
연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

고효율 습식 CO_2 포집 공정 구현을 위해 아민 흡수제의 성능 향상, 특히 재생 에너지 소비 저감을 위한 혼합 아민 조성 최적화가 주목받고 있다. 그러나 혼합 아민은 화학 반응 메커니즘이 복잡하고 실험 데이터가 부족해 기존 열역학 기반 모델만으로는 설계에 한계가 있다. 본 연구는 이를 해결하고자 혼합 아민의 CO_2 흡수 성능을 정량 예측하는 인공지능 기반 모델링 프레임워크를 제안한다. 제안 모델은 두 단일 아민 예측 모델을 통합한 도메인 지식 기반 구조로, 혼합 조성에 따른 CO_2 loading을 효과적으로 예측한다. 학습에는 DEA/AMP, MDEA/AMP, AMP/PZ 세 조합의 문헌 데이터 616개를 사용하고, 성능 평가는 R^2 score로 수행하였다. 그 결과 제안 모델은 기존 혼합 아민 예측 모델 대비 평균적으로 높은 R^2를 기록하며, 모든 조합에서 일관된 성능 향상을 보였다. 이를 통해 복잡한 실험 없이도 혼합 아민의 기액평형 특성을 정밀 예측할 수 있어, 고성능 CO_2 흡수제 설계·최적화에 효과적으로 기여할 수 있음을 확인하였다.

P공정금-25

CO_2 기반 지속 가능 항공유 생산 경로의 Superstructure 모델링 및 공정 시뮬레이션 비교 평가

이정민, 유준재*
서울시립대
(jryu24@uos.ac.kr*)

전 세계 항공 산업의 탄소중립 달성을 위해서는 화석 기반 항공유를 대체할 지속가능항공유(SAF) 생산이 필수적이다. CO_2 를 원료로 한 SAF 생산은 온실가스를 자원으로 전환해 배출 저감과 자원 순환을 동시에 실현할 수 있으며, 재생에너지와 결합 시 탄소 음(-)배출 효과도 기대된다. CO_2 는 다양한 산업 공정과 대기에서 안정적으로 공급 가능해 장기 원료 확보가 용이하다. 그러나 SAF 경로별 전환 기술, 에너지 공급원, 경제·환경 조건에 따라 효율성과 경쟁력은 달라질 수 있다. 본 연구는 다양한 CO_2 -to-SAF 경로를 통합한 superstructure를 구축하고, 공정 시뮬레이션과 최적화 기법을 연계해 에너지 효율, 생산 비용, 순 CO_2 저감량 등 지표로 시나리오별 경로를 비교한다. 이를 통해 조건 변화에 따른 최적 경로를 규명하고, 공정 통합 및 경로 선택을 위한 의사결정 근거를 제공한다.

P공정금-26

Crystallizer Design and Optimization via Physics-Informed Neural Network and Compartment Models

윤효원, 나종걸*, 류유빈, 신선규[1]
이화여자대; [1]Massachusetts Institute of Technology
(jgna@ewha.ac.kr*)

Crystallization is a critical unit operation in pharmaceutical manufacturing, shaping dissolution rate, filterability, and stability. To precisely control crystal size and shape distributions (CSSD), a multiphysics, multiscale modeling framework is required to couple microscale crystallization kinetics (nucleation, growth) with macroscale transport phenomena (fluid dynamics). In this study, we present a physics-informed neural network (PINN) augmented by a compartment model. The framework targets design and optimization of crystallizers for lovastatin by linking crystallization kinetics with flow fields. This approach likely provides accurate and stable predictions across varying geometries and operating conditions, enabling consistent and controllable lovastatin crystallization performance.

P공정금-27

볏짚을 이용한 Acetone-Butanol-Ethanol 생산을 위한 바이오리파이너리 통합 공정 평가 : 열통합-TEA-LCA

REZA FARAHMANDPOUR, Mohammad Moosazadeh, 유창규*
경희대
(ckyoo@khu.ac.kr*)

The transition from fossil fuels to sustainable energy is urgent due to climate change and resource depletion. South Korea generates 8-10 million tons of rice straw annually, offering significant potential as a lignocellulosic feedstock for acetone-butanol-ethanol (ABE) production. This study develops an integrated biorefinery model optimized for technical feasibility, economic viability, and environmental sustainability, tailored to South Korea's resources. Key challenges addressed include high feedstock supply costs, energy-intensive separations, and limited region-specific studies integrating techno-economic assessment (TEA), life cycle assessment (LCA), and heat integration. Three process scenarios are evaluated: (1) a base case using fossil energy and conventional distillation; (2) renewable energy integration using solar photovoltaic systems and lignin pyrolysis to produce biochar and syngas for onsite energy; and (3) co-product valorization with advanced separation methods such as pervaporation and gas stripping, recovering acetone, ethanol, and biochar. Process simulation is conducted in Aspen Plus to model pretreatment via dilute acid and steam explosion solvent, enzymatic hydrolysis, and co-fermentation by Clostridium species. Aspen Pinch is applied in all scenarios to design optimal heat exchanger networks, maximizing waste heat

P공정금-28

재생에너지 연계 DAC 흡착 탄소와 바이오매스 열분해 통합 biorefinery 시스템의 SAF연료 생산 모델링 및 기술경제성분석

Mahmoud Kiannejad Amiri, Mohammad Moosazadeh, 김상윤, 전나영, 유창규*
경희대
(ckyoo@khu.ac.kr*)

Achieving net-zero emissions in challenging sectors like aviation requires the creation of new technologies for producing carbon-negative fuels. This study presents a conceptual design and techno-economic assessment of a novel, fully integrated system for producing sustainable aviation fuel. This new design combines Solid Direct Air Capture (DAC) with Biomass Pyrolysis to generate a green hydrogen carrier. The DAC process is powered by renewable electricity, with a Mixed-Integer Linear Programming model employed to ensure energy needs of the system are met efficiently. Different types of renewable energy, such as solar in sunny regions or wind in windy areas, are considered based on the geographic location of the plant. Non-condensable gases from the pyrolysis process are combusted to fulfill the low-grade heat requirements of the DAC. The resulting bio-oil is hydrotreated and upgraded into bio-jet fuel using green hydrogen, which is produced via renewable electrolysis. A comprehensive process model is developed to perform a mass and energy balance, followed by a techno-economic and life cycle assessment to determine the viability of the system. The objective of this research is to evaluate the economic and environmental benefits of this novel integration, specifically its

P공정금-29

메탄 산화 이량화 반응(Oxidative Coupling of Methane) 기반 지속가능한 에틸렌 생산 공정 개발 및 기술경제성 평가

정해권, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

화학 산업의 탈탄소화를 위해 에너지 집약적인 스팀 크래킹 기반 에틸렌 생산 공정의 전환이 요구된다. 본 연구에서는 메탄 산화 이량화 반응을 활용하여 에틸렌과 수소를 동시 생산하는 새로운 공정을 개발하였다. 이 공정은 이단 반응기, 고도 분리 시스템, 열병합 발전, CO_2 포집 기술을 통합하여 메탄의 높은 전환율과 에틸렌의 높은 순도를 확보한다. 수소의 부생산은 공정의 에너지 효율 향상 및 경제성 개선에 기여하며, 에틸렌 생산 단가는 0.97$/kg, 에너지 효율은 44.5%로 평가되었다. 전통적인 나프타 및 에탄 기반 공정이 원료 지속가능성과 가격 변동성에 취약한 반면, 제안된 메탄 기반 공정은 원료의 가용성, 온실가스 저감 효과, 에너지 효율 측면에서 뚜렷한 경쟁 우위를 가진다. 통합 지표 분석 결과, 본 공정은 경제성, 환경성, 공급 안정성을 모두 만족하는 차세대 지속가능형 에틸렌 생산 기술로 평가된다.

P공정금-30

A novel approach for direct data-driven control design method using sparse regression

김지윤, 성수환*, 유경환[1]
경북대; [1]순천대
(suwhansung@knu.ac.kr*)

In our previous research, we proposed a direct data-based controller design method that simplifies controller development by combining fictitious setpoint and regression-based tuning. Unlike traditional approaches, it derives all controller parameters from a single process data set without the need for time-consuming system identification. However, the library for designing controller is heuristically selected, and the PID structure used in our previous work cannot guarantee optimal performance. To overcome this problem, we newly propose a sparse regression-based controller design method that utilizes a diverse library of controller elements to select the most suitable components for the given system. This approach achieves superior control performance and enhanced closed-loop stability, even in structurally unstable and integrated processes, outperforming traditional PID controllers.

P공정금-31

탄소 다배출 산업 대상 고효율 이산화탄소 습식 포집 및 액화 공정 설계

오주영*, 윤성희, 장종탁, 윤여일
한국에너지기술연구원
(juyoung.oh@kier.re.kr*)

The International Energy Agency (IEA) has identified carbon capture, utilization, and storage (CCUS) as a key measure for achieving carbon neutrality. In Korea, the 2030 Nationally Determined Contribution (NDC) reduction target for CCUS has been raised from 10.3 million tons to 11.2 million tons. In order to achieve carbon neutrality and strengthen export competitiveness, it is essential to enhance absorption-based CO_2 capture technology. In this study, we develop an absorption-based CO_2 capture process with a capacity of 5 tons per day (TPD), targeting carbon-intensive industries with CO_2 concentrations of 8-25%. Unlike previous studies that typically focused on CO_2 capture systems, this study integrates the downstream CO_2 liquefaction for storage and transportation. We propose an approach to improve the energy efficiency of CCUS systems by recovering waste heat from liquefaction systems. Thus, this study identifies the optimal process configurations and operating conditions for the integrated system. The outcomes of this study will be utilized as design data for a 5 TPD demonstration-scale absorption-based CO_2 capture system. This research was supported by the Global C.L.E.A.N.(CCU Large-scale Emission-reduction Associative Network) through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science and

P공정금-32

Comprehensive techno-economic-environmental analysis of chemical looping reforming for sustainable hydrogen production

김동현, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

Biogas-based hydrogen production offers a carbon-neutral pathway but is hindered by biogas's high CO_2 content. Chemical looping reforming (CLR), which uses an oxygen carrier, allows direct use of raw biogas. To investigate the potential of CLR, this study evaluates four distinct CLR configurations: chemical looping partial oxidation, chemical looping steam reforming (CLSR), chemical looping water splitting (CLWS), and chemical looping CO_2 splitting (CLCS). Aspen Plus were used to derive mass and energy balances, and critical operating parameters were optimized along with heat integration. A techno-economic-environmental analysis revealed CLSR as the highest thermal efficiency, CLCS as the most cost-effective, and CLWS as the carbon-negative option. A sensitivity analysis identified biogas and electricity prices as the key contributors to hydrogen production costs.

P공정금-33

GPU 기반 화학 공정 최적설계를 위한 열역학 서로게이트 모델 개발

이해인, 이종민*
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

Chemical process modeling and optimization often involve computationally intensive thermodynamic property calculations. CPU-based workflows are slow due to serial execution, whereas GPUs enable massive parallelism for large-scale, repetitive tasks. Only recently have GPU-capable nonlinear programming (NLP) solvers like MadNLP become available, enabled by advances in GPU-friendly frameworks such as ExaModels. However, directly implementing conventional thermodynamic models (e.g., NRTL) on GPUs is challenging due to their complex computational structures and GPU memory limitations. To overcome this, we propose thermodynamic surrogates designed for GPU execution in separation systems, replacing classic models like NRTL and enabling integration with GPU solvers. Prior ML-based surrogates have largely focused on binary systems, making multicomponent extension impractical due to exponential growth in training data. Our surrogates are intended for GPU execution and deliver faster, more efficient process optimization than CPU workflows.

P공정금-34

Regional assessment of polylactic acid production from lignocellulosic biomass: economic and environmental analysis under 2025 and 2050 scenarios

강동근, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

The production of sustainable polymers from renewable feedstocks has gained significant attention as a strategy to reduce dependence on fossil fuels. Polylactic acid (PLA) can be produced from lignocellulosic biomass (LCB) as a promising alternative to reduce dependence on fossil fuels. In this work, we evaluate LCB-based PLA production across various global regions through techno-economic and environmental assessments. The evaluation examines industrial and social impacts under current (2025) and future (2050) scenarios. Under future scenarios, LCB-based PLA demonstrates enhanced economic viability compared to conventional production methods in several regions. This work demonstrates significant regional differences and illustrates how future policies could promote the adoption of sustainable biopolymers.

P공정금-35

전력-수소 동시 생산을 위한 직접 암모니아 SOFC 기반 시스템의 성능 및 지속가능성 평가

이지영, 원왕연*
고려대
(wangyunwon@gmail.com*)

Hydrogen and ammonia are key energy carriers for carbon neutrality, with ammonia seen as a promising hydrogen carrier and carbon-free fuel. This study assesses the feasibility of co-producing electricity and hydrogen using a Direct Ammonia Solid Oxide Fuel Cell (DA-SOFC). Ammonia decomposes at the anode into hydrogen and nitrogen; part of the hydrogen is electrochemically converted to electricity, while unreacted hydrogen in the anode off-gas is recovered via separation and purification to supply high-purity hydrogen externally. Techno-economic analysis (TEA) estimates ammonia feed rate, hydrogen yield, and recovery based on a target net power output, and evaluates capital and operating costs. Life cycle assessment (LCA) quantifies greenhouse gas emissions from hydrogen recovery and assesses the system's CO_2 reduction potential.

P공정금-36

다목적 최적화 및 의사결정 기법을 활용한 피셔-트롭시 반응 촉매-공정 통합 설계 전략

최희현, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

피셔-트롭시 반응은 합성가스를 철 또는 코발트 기반 촉매 하에서 액체 탄화수소를 생산하는 대표적인 전환 공정이다. 이 과정에서 촉매의 물성과 공정 조건은 생성물 분포 및 수율에 직접적인 영향을 미치는 핵심 요소이다. 그러나 기존 연구는 촉매 개발과 공정 조건 최적화를 독립적으로 수행하였으며 피셔-트롭시 반응의 상호의존성을 반영한 통합적 이해와 설계는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 다목적 최적화 및 의사결정 기법을 활용한 피셔-트롭시 반응 촉매-공정 통합 설계 전략을 제안한다. 문헌 데이터를 기반으로 탄소 전환율과 수율 예측 모델을 구축하고, 이를 다목적 최적화 및 의사결정 기법과 결합하여 촉매-공정 통합 설계 후보를 도출하였다. 제안된 설계 전략은 다양한 반응 조건 하에서 탄소 전환율 및 수율을 약 20% 향상시키는 성과를 보였다. 이는 복잡한 촉매-공정 시스템의 공동 최적화를 위한 기계학습 기반 접근법의 가능성을 보여주며, 향후 산업 기술 개발에 도움이 되는 지침을 제공할 것으로 기대된다.

P공정금-37

Ultrafast screening framework of metal-organic frameworks for CO_2/CH_4 separation: Using lattice constant-hybridized graph neural network

정동인, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

Metal-organic frameworks (MOFs) have emerged as promising adsorbents for CO_2 separation processes such as CO_2 /CH_4 mixture upgrading to high-purity methane via pressure swing adsorption (PSA), owing to their selective CO_2 adsorption capabilities. However, molecular simulations in computational high-throughput screening (HTS) of MOFs pose bottlenecks due to high computational costs. This study performs ultrafast HTS based on machine learning for rapid adsorption uptake prediction. The developed model hybridizes lattice constants with structure graphs in a graph neural network (GNN) framework to effectively capture MOF structural features. Moreover, process-scale evaluation is performed considering competitive adsorption and dynamic conditions. Optimal MOFs with high process feasibility were identified, enabling broader MOF applications in CO_2 separation technologies.

P공정금-38

수소 첨가 직접 비산화 메탄 전환 (DNMC) 공정의 기술 경제성 및 환경성 평가

양현, 김용태[1], 김지용*
성균관대; [1]한국화학연구원
(jiyongkim@skku.edu*)

직접 비산화 메탄 전환(Direct, Non-oxidative methane conversion)은 올레핀, 방향족 화합물, 수소를 생산하며 높은 에너지 효율과 친환경성이 특징인 기술로 주목받지만, 코그 형성은 공정 안정성을 저하하고 상용화를 제약한다. 수소 첨가가 코크 형성 억제 및 제품 선택도 향상에 효과적임이 보고되었으나, 반응 모델 개발의 어려움 등으로 인하여 수소 첨가 직접 비산화 메탄 전환 공정에 대한 전사적인 평가가 제한되는 실정이다. 본 연구에서는 기계 학습 기반의 예측모델을 활용하여 수소 첨가 비율 등 설계 인자가 공정 성능에 미치는 영향을 규명하였다. 실험 데이터 상의 운전변수에 따른 메탄 전환율 및 제품 별 선택도를 예측하는 기계학습 모델을 개발하였고, 예측 결과를 활용한 공정 모사를 통해 경제성 및 환경성 등 공정 성능을 평가하였다. 수소 첨가 비율 등 주요 운전조건 변화에 따른 민감도 분석을 수행하였으며, 공정의 성능을 결정하는 주요 인자를 도출하였다.

P공정금-39

저차원 서브스페이스 기반 초고차원 적응형 대체모델

정윤성, 권광현, 손영우, 이재욱[1], 장민호[1], 이종민*
서울대; [1]한국핵융합에너지연구원
(jongmin@snu.ac.kr*)

As chemical-process simulations are computationally expensive, surrogate models are employed to reduce costs. However, their training still requires large datasets. We propose a meta-learning framework with slot attention, meta-trained on pairs of variables to infer high-dimensional correlations from limited samples. The method was applied to the isotope isolation system of the International Thermonuclear Experimental Reactor, which separates hydrogen isotopes via cryogenic distillation. The process involved numerous input variables due to diverse configurations and operating conditions. Training data were generated using a first-principles model in Pyomo, an open-source optimization modeling language. Compared with ResNet, Transformer, and ablated variants with either meta-learning or slot attention removed, the proposed approach achieved a lower Mean Squared Error.

P공정금-40

경제성과 환경성을 고려한 지속가능한 바이오매스 기반 메탄올 생산 공정의 최적 설계 전략

김찬목, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

메탄올은 기존 액체 연료 인프라를 활용한 운송과 저장이 용이해, 유망한 차세대 연료이자 에너지 운반체로 주목받는다. 본 연구는 시뮬레이션 기반 최적화 프레임워크를 통해, 지속가능한 바이오매스로부터의 메탄올 생산 공정을 경제적 및 환경적 관점에서 최적화하는 것을 목표로 한다. 다양한 공정 경로를 포함하는 기술 상부구조를 정의하고 상용 공정 모사기를 통해 물질 및 에너지 수지 데이터를 확보하였다. 이를 바탕으로 수익 극대화 및 이산화탄소 감축 극대화라는 목적 함수를 가진 최적화 모델을 개발하여 최적의 공정 설계 및 운전 조건을 도출하였다. 또한, 바이오매스 종류, 수소 가격, 탄소세 등 시장 변수에 따른 글로벌 민감도 분석을 통해 다양한 조건속에서의 최적의 공정 설계 및 운전 조건을 규명하였다. 본 연구 결과는 불확실한 시장 조건하에서 기업 및 정부가 최적의 메탄올 생산 시스템을 도입하는 데 필요한 전략 지침을 제공할 수 있다.

P공정금-41

지속가능 전력 공급을 위한 복합형 연료전지 시스템의 슈퍼스트럭처 설계 및 성능 분석

김동하, 유준재*
서울시립대
(jryu24@uos.ac.kr*)

수소 경제에서는 수소의 생산과 소비 과정에서 연료전지 시스템과 수전해 시스템의 필요성이 점차 부각되고 있다. 특히 연료전지 기술은 전력 생산 시 온실가스를 배출하지 않으며, 수소를 직접 연소시키는 방식보다 에너지 효율이 높은 장점을 가진다.본 연구에서는 SOFC(Solid Oxide Fuel Cell), AFC(Alkaline Fuel Cell), PEMFC(Proton Exchange Membrane Fuel Cell) 등 다양한 연료전지 유형을 하나의 superstructure로 통합하여 설계하고, 연료의 온도, 조성, 압력 조건에 따른 최적 경로를 선택함으로써 최적의 연료전지 시스템 구성을 도출할 수 있는 방법론을 제시하고자한다. 각 연료전지별로 Activation Overpotential, 저항 과전압, 농도 과전압(Concentration Overpotential)을 계산하여 정확한 전력 생산량을 산출하고, 이를 기반으로 Stack 단위의 설계를 수행한다. 최종적으로, 이를 활용한 친환경 전력 생산 공급망 모델을 제안하고자 한다.

P공정금-42

Purge and refill 1st phase 분석 및 LCA를 통한 하이브리드 세미 배치/배치 역삼투 공정의 적용성 및 효율성 향상

김흔세, 박기호*
한양대
(kiho138@hanyang.ac.kr*)

Addressing the treatment of hypersaline wastewater from the lithium-ion battery industry is a pressing issue in water-energy nexus applications. This study investigates the potential of the hybrid semi-batch/batch reverse osmosis (HSBRO) process for high-efficiency desalination, focusing on operational strategies that enhance performance. A modified configuration incorporating a purge-and-refill first phase was implemented to limit salt retention in the system, thereby improving both energy performance and permeate quality. Lab scale tests were carried out under varying semi-batch durations, purge-and-refill periods. Life cycle assessment (LCA) conducted using the ReCiPe 2016 (H) method. These results provide a technically grounded framework for implementing HSBRO in high-recovery, low-energy treatment of industrial brines while accounting for environmental sustainability.

P공정금-43

Superstructure 기반 재활용 선별시설(MRF) 분리망 최적화를 적용한 혼합 폐플라스틱 공급망 최적화

황주한, 유준재*
서울시립대
(jryu24@uos.ac.kr*)

전 세계적으로 플라스틱 생산량이 가파르게 증가함에 따라, 대량의 폐플라스틱을 효율적으로 처리·운반할 수 있는 공급망 설계의 중요성이 커지고 있다. 본 연구에서는 이러한 공급망을 Collection Site, Transfer Station, Material Recovery Facility (MRF), End-of-Life Facility의 네 단계로 분류하고, 혼합 정수 및 이차원 제약계획법(MIQCP)에 기반한 최적화 모델을 설계하였다. 특히 MRF 단계에서는 여섯 가지 분리기술을 포함한 superstructure 기반 폐플라스틱 분리기술망 모델을 개발하여 다양한 분류 경로를 고려하였으며, 이를 고정된 처리 순서를 적용한 경우와 비교하여 효율성 차이를 분석하였다. 또한, 공급망을 적용 지역의 규모에 따라 세 가지 케이스로 구분하여, 지역 규모의 변화가 최적화 결과와 분리 효율에 미치는 영향을 분석하였다.

P공정금-44

Thermodynamic analysis and mathematical programming-based optimization of a chemical looping process for high-purity syngas and hydrogen production

전상혁, 유준재*
서울시립대
(jryu24@uos.ac.kr*)

This study presents a thermodynamic analysis and optimization of a chemical looping process utilizing iron oxide as an oxygen carrier (OC) to produce high-purity syngas and hydrogen efficiently. The process, based on redox oxidation and reduction of metal oxides, eliminates the need for an Air Separation Unit (ASU) and can be integrated with Fischer-Tropsch Synthesis (FTS). However, it requires integrated operation of multiple reactors, demanding strategies to reduce related energy loss. In this work, in situ CO_2 utilization was introduced to directly use CO_2 as a fuel while separating high-purity CO_2 without a capture unit. Furthermore, to maximize valuable product yields and reduce energy use, the fuel feed rate and Heat Exchanger Network (HEN) configuration were optimized using mathematical programming. The results confirmed simultaneous improvement in product yield and energy efficiency, suggesting this process as a promising route for carbon-neutral energy production.

P공정금-45

Multi-Head Attention-Enhanced Gated Recurrent Unit 모델 기반 Multi-Zone 빌딩 에너지 효율 이상진단 및 reliability-aware 제어

칸 우마이스, Usama Ali, Shahzeb Tariq[1], 김상윤, 우태용, 정찬혁, 유창규*
경희대; [1]동국대
(ckyoo@khu.ac.kr*)

The integration of renewable energy systems (RES) in multizone buildings can cut carbon emissions and boost efficiency. However, HVAC subsystems like Variable Air Volume (VAV) units, using 30% of total energy, are prone to sensor and actuator faults. Data-driven anomaly detection often requires labeled data, lacking in new buildings. This study proposes a Multi-Head Attention-Gated Recurrent Unit Autoencoder (MHA-GRUAE) for accurate detection and diagnosis, integrated with LSTM-based one-week-ahead fault prediction. An optimization framework minimizes energy use, costs, and grid reliance. The results indicate a 91% detection, 20% energy savings, 15% less grid use thereby supporting sustainable building operations. Acknowledgments; This research was supported by a grant from the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Korean government (MSIT) (No.2021R1A2C2007838).

P공정금-46

신재생에너지 출력제어 최소화 및 잉여 전기기반 그린 수소생산을 위한Agentic AI모델기반 최적화

Israel Ayodamola Bayode, Mohammad Moosazadeh, 우태용, 김상윤, 유창규*
경희대
(ckyoo@khu.ac.kr*)

Urban centers in developing nations face major solar and wind curtailment from grid limits. This study proposes a scalable framework to convert curtailed renewable energy (RE) into green hydrogen for transport, industry, and backup power in Nigeria's 2060 net-zero path. Using HOMER Pro and a self-attention N-BEATS model, RE output and demand are forecast, while MILP optimizes electrolyzer sizing and dispatch. AI agents route surplus electricity to hydrogen, refining strategies via self-adaptation. Results show 64% curtailment reduction, 4.1 t H_2 /year per site, and 9,200 kg CO_2 mitigation, offering a replicable AI-driven path to resilient urban energy in resource-limited regions. Acknowledgments; This research was supported by a grant from the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Korean government (MSIT) (No.2021R1A2C2007838).

P공정금-47

바이오매스-폐플라스틱 공동가스화 시뮬레이션 연구와 경제성 평가, 전 주기 평가, 탄소 포집 및 미래 시나리오를 포함한 통합적 분석

장민주, 유준재*
서울시립대
(jryu24@uos.ac.kr*)

본 연구는 바이오매스-폐플라스틱 혼합가스화를 통한 수소 생산의 기술·경제·환경성을 종합적으로 평가하고, 최적 운영조건과 정책 대응 방안을 제시하고자 하였다. 시뮬레이션으로 ER, SFR, FPC가 반응온도와 합성가스 조성에 미치는 영향을 분석해 최적 조건을 도출하였다. TEA에서는 원료비가 경제성에 가장 큰 영향을 미쳤으며, LCA에서는 바이오매스 비율이 높을수록 탄소집약도가 낮아졌다. 이에 CCS 기술을 적용해 탄소배출이 줄어들었으며 정책 시나리오 분석에서는 CCS 범위와 인센티브 유형에 따라 일정 비율의 바이오매스 혼합이 경제성과 탄소 저감 모두에 효과적임을 확인하였다.

P공정금-48

자연어처리 기반 이산화탄소 전환 전기화학촉매 데이터마이닝 및 최적화

현채은, 엄준호, 전수진, 김준영*
가톨릭대
(june0112@catholic.ac.kr*)

CO_2 전환 기술은 지속 가능한 탄소 순환을 실현하기 위한 핵심 전략으로, 특히 C_2+ 탄화수소의 생산을 목표로 한 전기화학적 촉매 개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 다양한 변수들이 반응 선택성과 효율성에 상호 복합적으로 영향을 미치기에, 최적의 촉매 설계를 위한 방대한 연구 데이터 분석은 필수적이다. 본 연구에서는 자연어 처리 기법을 활용하여 CO_2RR 촉매 데이터를 체계적으로 분석하고 최적화하는 방법론을 제안한다. 특히, 대규모 언어 모델을 기반으로 한 개체명 인식 기법을 통해 논문에서 실험적 핵심 정보를 자동으로 추출하였으며, 이를 기반으로 촉매 성능과 변수 간 관계를 분석하는 특성 추론 모델을 구축하였다. 본 접근법을 통해 신류 CO_2RR 촉매 합성 연구 활용이 가능하고, 실험 중심 접근 방식에서 벗어나 기존 데이터를 바탕으로 추론 모델을 통해 새로운 연구에 대한 아이디어를 검증하는 과정으로의 연구 패러다임을 전환할 수 있다.

P공정금-49

Advanced Optimization Algorithm Benchmarking for Chemical Engineering Applications

여민경, 김유현, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

Chemical optimization faces challenges from high-dimensional parameter spaces and complex objective functions. Algorithm selection remains largely empirical, lacking systematic comparative studies. Understanding algorithm performance becomes critical as automation advances.We present a comparative study of optimization algorithms for chemical engineering problems. Multiple modern methods were evaluated through reaction optimization and process simulation cases, examining performance across different problem characteristics and constraints.Results show algorithms exhibit distinct performance characteristics by problem type. Analysis reveals important considerations for algorithm selection based on problem-specific features. Findings provide practical guidance for optimization method selection in chemical engineering, contributing to self-driving laboratory development.

P공정금-50

파일럿 스케일에서 폐수 처리와 수소 생산을 위한 미생물 전해 전지의 기술 경제성 분석 및 환경 영향성 평가

류민우, 전홍준, 좌은진[1], 노고산*
충남대; [1]한국에너지기술연구원
(ksroh@cnu.ac.kr*)

A microbial electrolysis cell (MEC) is a system in which microorganisms react with organic matter in wastewater at the anode for its treatment while hydrogen is produced at the cathode. This study performs a techno-economic analysis (TEA) and life cycle assessment (LCA) to analyze the levelized cost of hydrogen (LCOH) and climate change impact of an MEC process. A process model is developed using the results of 50 L pilot-scale experiments. We investigate various scenarios to provide directions for improving the economic viability and environmental impacts of the MEC technology. Consequently, the bipolar membranes (BPMs) at a scale of 250 tons/day achieves the lowest LCOH and climate change impact.

P공정금-51

폐 PET의 업사이클링을 통한 고부가가치 화학물질 생산: 효소, 전기 연계 공정 개발 및 기술-경제성-환경성 평가

임현서, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

플라스틱 순환 경제의 실현은 필수적이나, 기존 화학적 재활용은 경제성의 한계로 인하여 활용이 어렵다. 본 연구에서는 효소-전기 연계 공정의 개발을 통해 폐 PET를 재생 테레프탈산(r-TPA)과 고부가가치 부산물로 전환하는 새로운 업사이클링 방식을 제안한다. 각각 글리콜산과 포름산을 생산하는 두 가지 전기화학적 전환경로와 네 가지 분리 공정의 조합을 통해 총 8개의 공정을 설계하였다. 이후 공정의 기술성, 경제성 그리고 환경성을 평가하고, 주요 경제성 변수들에 대해 민감도 분석을 수행하였다. 결과로, 효소-전기 연계 공정을 통해 생산한 재생 테레프탈산의 생산 단가는 현재 테레프탈산의 시중 가격과 비교하였을 때 경쟁력이 있음을 보였다. 또한, 재생 테레프탈산 생산과정에서의 이산화탄소 발생량이 석유 화학 기반의 테레프탈산 생산과정에서의 이산화탄소 발생량보다 적어 환경적으로도 우수함을 보였다. 추가로, 전 과정 평가(Life cycle assessment)를 통해 폐 PET의 화학적 재활용의 효과를 평가하였다.

P공정금-52

Deep Determimistic Policy Gradient (DDPG)기반 Hybrid action을 사용한 고용량 배터리 열 관리

정다빈, 김연수*
광운대
(kimy3@kw.ac.kr*)

전기자동차 배터리는 적정 온도 범위를 유지하지 못할 경우, 성능 저하 및 안전성 문제 등이 발생한다. 따라서 전기자동차 배터리의 열 관리를 위한 온도 제어가 필수적이다. 본 연구에서는 간소화된 배터리 모델에 Deep Determimistic Policy Gradient (DDPG)를 적용하여 냉각 조건에 따른 최적 배터리 열 관리 프로세스를 제안한다. DDPG agent는 연속 행동에 해당하는 냉각수의 입구 온도 및 유량, 이산 행동인 냉각수 회로의 3-way valve 개폐 여부를 결정해 배터리 온도를 적정 온도 범위로 제어한다. 그 결과, Hybrid aciton을 활용한 DDPG agent 배터리 열 관리는 배터리 온도를 효과적으로 제어하였다. 본 연구는 중소벤처기업부/중소기업기술정보진흥(과제번호: RS-2025-02222143)의 지원을 받아 수행되었음.

P공정금-53

CCU 기반 메탄올 생산을 위한 수소 공급의 다단계 확률론적 최적화

조예은, 이호재*
홍익대
(hojaelee@hongik.ac.kr*)

국제해사기구(IMO)는 차세대 선박 연료로 이산화탄소 포집 및 활용(CCU) 기반 그린 메탄올을 유망한 대안으로 제시한다. 포집된 CO_2 를 수소와 직접 수소화(DH)해 메탄올을 합성하는 방식은 실현 가능성과 확장성이 높지만, 성능은 수소 공급 경로에 따라 크게 달라진다. 고체산화물 전해조(SOEC) 등 수전해 기반 수소 생산은 저탄소 장점에도 불구하고 높은 비용, 미성숙 인프라, 전력 배출 수준에 영향을 받는다. 본 연구는 국내 여건을 반영한 CCU 기반 그린 메탄올 생산용 통합 수소 공급 최적화 모델을 개발하고, 증기메탄개질(SMR), SOEC, 수소 수입 등 다양한 경로를 고려한다. 다단계 확률론적 프로그래밍(MSSP)으로 장기 의사결정을 모사하며, SOEC 상용화 시점과 재생에너지 보급 수준을 불확실성 요소로 설정한다. 경제성과 환경성을 동시에 고려한 가중합 기반 다목적 최적화를 통해 장기 불확실성 속 안정적이면서 비용 효율적인 수소 공급 전략을 제시한다.

P공정금-54

Dynamic Modeling of a Fluidized Bed Reactor for Hydrogen-Based Iron Ore Reduction

배민철, 손상환*
부산대
(shson@pusan.ac.kr*)

Traditional ironmaking accounts for about 8% of global CO_2 emissions due to coke use as a reducing agent. Hydrogen-based iron ore reduction is a promising low carbon alternative. Fluidized bed reactors provide high reaction efficiency through close contact between ore and reducing gas and allow direct use of untreated ore, lowering preprocessing costs. However, no commercial hydrogen-based fluidized bed reactor exists, requiring studies on reaction-flow interactions for process design. This study develops a dynamic model for such a Fluidized bed reator, establishing mass and energy balances for bubble and emulsion phases and applying kinetics for stepwise iron ore reduction and dolomite calcination. The model predicts dynamic variations in concentration, reduction degree, and temperature under various operating conditions, enabling quantitative reactor performance evaluation.

P공정금-55

Mathematical Modeling of a Hollow Fiber Membrane Contactor for CO_2 Capture

김지섭, 손상환*
부산대
(shson@pusan.ac.kr*)

The hollow fiber membrane contactor (HFMC) offers high gas-liquid interfacial area and design flexibility, reducing equipment volume and footprint compared with packed columns. Most existing models are limited to single-fiber analysis and do not capture the overall gas-liquid distribution and the interaction of flow and mass transfer between different regions of the fiber bundle. In this study, an HFMC using an aqueous absorbent was modeled by dividing the module into three regions: an inner liquid region, a middle fiber-liquid mixed region, and an outer liquid region. Mass balance equations were applied to each region; the middle region included gas-liquid mass transfer, while the other two covered liquid-phase transport. The model was developed in a two-dimensional (z, r) axisymmetric form. Numerical simulations were performed under counter-flow conditions using the finite difference method (FDM) to predict concentration profiles and CO_2 absorption efficiency. The model provides a quantitative prediction tool for HFMC scale-up, operating condition optimization, and reactor configuration design.

P공정금-56

폐플라스틱 모노머 특성을 고려한 지속가능한 항공유 생산의 기술 경제성 및 환경성 평가

정우창, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

항공유 생산은 화석연료 고갈과 기후변화 대응이라는 전 지구적 과제에 직면하여 전환점을 맞이하고 있으며, 지속 가능한 항공 연료(SAF: Sustainable aviation fuel)는 이러한 상황에서 주요 대안으로 부상하고 있다. 본 연구에서는 LDPE, HDPE, PP, PET, PS 등 대표적인 폐플라스틱을 열분해하여 열분해유를 제조하고, 이를 수소화 및 수소첨가분해와 같은 화학 반응과 증류 공정을 거쳐 SAF를 생산하는 공정 모델을 개발하였다. 분석 결과, 폐플라스틱의 화학적 특성이 수소·전력 소비량에 큰 영향을 미쳤으며, 이를 바탕으로 단량체별 최적 SAF 생산 지침을 제시하였다. 또한 본 공정을 주요 바이오매스 기반 SAF 경로와 비교해 경제적·환경적 잠재력을 확인하였다. 본 연구는 폐플라스틱 기반 SAF 생산의 가능성을 입증하고, 관련 정책 및 산업 의사결정에 기여할 수 있는 근거를 제공한다.

P공정금-57

박테리아 발효 기반의 폴리하이드록시부티레이트 (PHB) 생산: 공정 설계와 전과정평가

황한별, 김다미, 유혜은[1], 김지연[1], 노고산*, 이상엽[1]
충남대; [1]한국과학기술원
(ksroh@cnu.ac.kr*)

Growing concerns over the environmental and economic impacts of petroleum-based plastics have increased interest in biodegradable alternatives. Polyhydroxybutyrate (PHB) produced via bacterial fermentation is a promising candidate due to its physical similarity to polypropylene (PP). In this study, we conceptually design a PHB production process employing bacterial fermentation and chemical digestion, followed by life cycle assessment (LCA). The environmental metrics of PHB are then compared with those of PP. Particular attention is given to the role of biogenic carbon flows by applying two accounting scenarios—credit-debit (−1/+1) and neutral (0/0). Furthermore, the effects of various parameters on environmental performance are systematically explored. The findings provide guidance for future research and development toward environmentally sustainable bioplastic production.

P공정금-58

잠재 벡터 최적화 기반 최적 윤활유 formulation 제안 프레임워크 개발

김영근, 주종효, 임종구[1], 염승호[1], 김정환*
연세대; [1]GS 칼텍스
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

윤활유는 사용 목적에 따라 요구되는 조성과 물성이 달라진다. 그러나 맞춤형 윤활유 설계는 반복실험과 전문가의 경험에 의존하고 있어 시간적, 경제적 측면에서 비효율적이다. 본 연구에서는 산업 윤활유 데이터를 바탕으로 학습된 생성형 AI와 물성 예측 머신러닝 모델을 결합한 최적 윤활유 제안 프레임워크를 개발하였다. 본 연구는 Variational Autoencoder (VAE)와 잠재 벡터 최적화를 사용하며 최적화 과정에서 기존 잠재 공간 외부로 탐색이 진행되는 것을 PCA를 통해 확인하였다. 이후 생성된 formulation들은 산업 매뉴얼 기반의 스크리닝 과정을 거치며, 이 조건을 모두 충족하는 formulation에 대해 물성 예측을 진행하였다. 그 결과, 일반 생성형 모델보다 재료 및 물성 다양성이 높은 데이터베이스를 확보하였다. 이러한 연구는 맞춤형 윤활유 설계 과정에서 불필요한 실험을 줄이고 효율성을 높이는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

P공정금-59

지속가능 항공유 생산을 위한 CO_2 -Fischer-Tropsch 공정의 공정 설계, 경제성·환경성 평가 및 최적화

윤지호, 김도현, 천동준, 조예은, 이호재*
홍익대
(hojaelee@hongik.ac.kr*)

국제항공운송협회(IATA)에 따르면, 항공산업은 전 세계 운송 부문 온실가스 배출량의 약 12%를 차지하며, 향후 항공 여객 수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망하고 있다. 이에 따라 항공산업의 탈탄소화 필요성이 커지고 있으며, 화석연료를 대체할 수 있는 지속가능 항공유(Sustainable Aviation Fuel, SAF)가 효과적인 탄소 저감 대안으로 주목받고 있다. 본 연구에서는 기존 RWGS(Reverse Water Gas Shift) 반응과 FT(Fischer-Tropsch) 합성을 분리하여 수행하는 CO-FT 공정 대신, 두 반응을 하나의 반응기로 통합한 CO_2 -FT 공정이 투자비 절감으로 인해 우위가 있을 것이라 판단하였다. 이를 공정 설계 프로그램 Aspen Plus를 이용해 구현하였다. 본 공정에서는, 이산화탄소와 수소를 철 기반 촉매로 다양한 탄화수소로 전환하고, 다단 증류를 통해 SAF를 생산하였다. 이 때, SAF 수율 극대화를 위해 미반응 경질 탄화수소들은 ATR(Autothermal Reforming) 공정을 도입하여 합성가스로 전환하고, 증류를 통해 얻은 중질 탄화수소들은 하이드로크래킹(Hydrocracking) 공정을 적용해 SAF 범위 탄화수소로 변환하였다. 또한, 하이드로트리팅(Hydrotreating) 공정을 통해 올레핀을 파라핀으로 전환하여 최종 제품의 항공유 적합성을 확보하였다. 경제성 및 환경성 평가를 수행하였으며, ATR, 하이드로크래킹, 열교환 공정의 도입 효과를 최소판매단가(Minimum Selling Price, MSP)를 기준으로 정량적으로 판단하여 최적의 공정 설계안을 도출하였다. 본 연구를 통해 CO_2 를 원료로 하는 SAF 생산 공정

P공정금-60

CO_2 기반 지속가능 항공유(SAF) 합성의 공정 시뮬레이션과 기술경제성(TEA) 및 환경성 평가(LCA)

김도현, 윤지호, 조예은, 이호재*
홍익대
(hojaelee@hongik.ac.kr*)

기후변화 대응으로 전 세계적으로 탄소중립이 추진되면서 항공 산업의 탈탄소화 필요성이 커지고 있다. 본 연구에서는 SAF(Sustainable Aviation Fuel)생산을 위한 FT(Fischer-Tropsch) 공정의 TEA(Techno-Economic Assessment)와 LCA(Life Cycle Assessment)를 다룬다. 연간 550,500톤 생산을 목표로 RWGS 공정으로 합성가스를 제조하고, FT 반응 후 경질 탄화수소는 ATR로 재활용했으며 왁스는 Hydrocracking으로 경질화 후 증류했다. 경제성 평가 결과에서 반응기 비용이 CAPEX의 주요 기여 요인이고, 수소 비용과 다단 압축기 유틸리티 비용이 OPEX의 주요 기여 요인을 차지한다. 시나리오 분석에서 열교환기 네트워크 최적화와 ATR, Hydrocracking 도입 시 MJSP가 낮아지는 것으로 나타났다. 회색 수소 사용 시 가격 경쟁력이 있었으나, 그린 수소는 MJSP가 높지만 온실가스 저감 등 환경적 이점이 컸다. 본 연구는 그린 수소 생산 기술의 발전, 정책 지원 및 탄소 크레딧이 SAF 생산의 경제적·환경적 측면을 모두 향상시킬 것으로 전망한다.

P공정금-61

CaO 기반 CO_2 포집을 활용한 철강 부생가스 건식 개질 기반 메탄올 생산: 기술경제성 분석 및 전과정 평가

천동준, 임준택, 김도현, 윤지호, 조예은, 이호재*
홍익대
(hojaelee@hongik.ac.kr*)

정부는 파리협정에 따라 2050년 탄소중립 비전을 선언하고, 2030년 국가온실가스감축목표(NDC)를 2018년 대비 40% 감축으로 상향 조정하였다. 연구에서는 국가 총배출량의 약 17%를 차지하는 철강 부문에서 발생하는 부생가스와 천연가스를 활용하여, 건식 개질(Dry Reforming of Methane, DRM) 기반 친환경 메탄올 생산 통합 공정을 제안한다. 이는 해양 연료 등 수요가 증가하는 지속가능 연료 공급과 동시에 온실가스 저감을 목표로 한다.CO_2 포집 단계에서는 쉽게 확보 가능한 석회암을 활용한 CaO 기반 탄소포집(Ca-looping, CaL) 공정을 적용하여 약 96wt%의 고순도 CO_2 를 포집한다. 포집된 CO_2 와 CH_4 는 835℃, 1bar 조건에서 건식개질을 통해 합성가스로 전환되며, 이때 CO_2 와 CH_4 의 전환율은 각각 약 96%와 93%이다. 이후 250℃, 50bar에서 메탄올 합성 반응이 진행되며, CO와 H_2 의 전환율은 각각 약 43%와 40%이다. 연간 약 1만 톤의 CO_2 를 포집하도록 설계된 공정은 열회수를 최대화하고 잉여 에너지을 회수하여 시스템 효율을 높였으며 일부 전력을 자체 생산하는 방안을 제안한다.기술경제성 분석(Techno-Economic Analysis, TEA)과 전과정평가(Life-Cycle Assessment, LCA)를 통해 CaO 기반 탄소포집, 건식개질, 메탄올 생산 공정이 철강 산업의 온실가스 감축과 경제성에 미치는 영향을 종합적으로 평가한다. 특히, 메탄올 생산 시 요구되는 보조 수소의 공급 방식을 다양한 시나리오로 분석하고, 생산 방식별 비용과 CO_2 배출량을 비교하여 수소 공급원에 따라 친환

P공정금-62

정제 공정 배출 CO2 기반 열화학적 에탄올 연료 생산 공정 개발 및 경제성, 환경성 평가

박민성, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

탄소중립 사회 실현을 위한 CO_2 활용 기술 범위 확대의 필요성이 증가함에 따라, 본 연구는 정제 부문에서 배출되는 CO_2를 원료로 활용하는 열화학적 에탄올 생산 공정을 개발하고 기술적, 경제적 및 환경적 가능성을 평가하였다. CO_2 활용 에탄올 합성 공정은 5단계로 구성되며, CO_2 포집, 메탄올 합성, DME 전환 및 DME의 카보닐화와 수소화 단계를 거쳐 에탄올을 생산한다. 또한, 공정 효율 향상을 위해 열교환망을 개발하여 총 에너지 소비가 40% 이상 감소하는 효과를 확인하였다. 경제성 평가를 수행하여 에탄올 연료 혼합비에 따른 단위 생산비를 산출하였다. 더불어, 전과정평가를 통해 기존 연료 대비 온실가스 배출 또한 감소하는 것을 확인하였다. 개발 공정은 CO_2 자원화를 통한 저탄소 연료 전환의 기술적 타당성을 제시하며, CCU 기반 연료 공정의 상용화 가능성을 제시한다.

P공정금-63

전해조-LPCE 통합 중수소 생산공정의 제일원리 모델 및 경제성 평가 연구

현지수, 김동완, 김종우[1]*
인천대; [1]인천대학
(jong.w.kim@inu.ac.kr*)

본 연구에서는 중수소를 생산하기 위한 CECE (combined electrolysis and catalytic exchange) 공정의 제일원리 모델을 수행하고, 이를 기반으로 경제성 평가를 수행하였다. CECE 공정은 5개의 LPCE (liquid phase catalytic exchanger)와, 수소를 공급하기 위한 SMR (steam-methane reformer)및 전해조로 구성되어 있다. 제일원리 모델은 두개의 서로 다른 scale로 구성하였다. 상위 scale에서는 unit간 물질수지를 이용하여 각 LPCE의 처리량, split ratio, 기액분배 비율 등을 계산할 수 있고, 하위 scale에서는 전해조의 상세 모델을 이용하여 전해조의 전류 밀도, 전해액 유량, 온도 등을 최적화할 수 있다. SMR과 전해조의 사용여부에 따라 4가지 시나리오를 구성하였고, LCOH (levelized cost of hydrogen)을 기반으로 경제성 평가를 수행하였다. 전해조는 탄소세가 50USD/ton CO_2이상으로 적용될 때 SMR 대비 경제성이 담보된다는 것을 확인하였다.

P공정금-64

Step-Growth Kinetics Modeling for PET Glycolysis Process Design

최은아, 이영원, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

Plastic waste accumulation, particularly from polyethylene terephthalate (PET), poses a critical environmental challenge requiring efficient chemical recycling. Here, we apply step-growth reaction theory to model PET glycolysis and optimize process design. A functional-group approach represents polymer segments (T-EG, B-EG, T-TPA, B-TPA) as distinct species, analyzing key reactions—esterification, transesterification, water formation—and degradation. Depolymerization is modeled using reverse step-growth mechanisms under varying temperature, pressure, and ethylene glycol ratios. Aspen Plus simulations identify optimal conditions through mass and energy balances. Additionally, methanol synthesis and steam reforming studies enhance simulation capabilities. Results show integrating polymerization kinetics provides an effective framework for high-value PET conversion and circular economy goals.

P공정금-65

불확실성 환경에서 가역 고체산화물 연료전지 기반 통합 에너지 시스템의 하루 전 최적 스케줄링

오희진, 김범진, 김소윤, 김종우*
인천대
(jong.w.kim@inu.ac.kr*)

본 연구에서는 RSOC(Reversible Solid Oxide Cell)를 포함한 재생에너지 발전, 배터리 에너지 저장 시스템(BESS), 수소 저장·판매 설비, 전력·수소 수요를 연계한 전력-열-수소 통합에너지시스템의 day-ahead 운전 스케줄링을 수행하였다. RSOC에 대한 IDAES 기반 제일원리 모델을 구성하고, 이를 스케줄링 문제에 통합하기 위해 Gaussian Process(GP) surrogate 구성하였다. 모델의 불확실성, 수요·공급 변동, 연료 가격 변동 등의 외부 불확실성을 정량화하고, 이를 해결하기 위해 robust 최적화를 수행하였다. 기존 연구와 달리, RSOC를 정밀하게 모델링하고 모델 불확실성까지 반영함으로써, 변동성이 큰 환경에서 안정적이고 효율적인 운전 전략을 제공한다

P공정금-66

Process Simulation and Sustainability Assessment of Blue and Turquoise Hydrogen Production

김동국, 김유리, 정동휘*
울산대
(jdonghwi@ulsan.ac.kr*)

Hydrogen energy is being investigated as a sustainable alternative to fossil fuels. However, research on advanced hydrogen production processes is still limited in comparison with conventional methods. In this study, we simulated and evaluated two hydrogen production processes: blue hydrogen, which incorporates the sorption-enhanced water gas shift (SEWGS) process currently under investigation, and turquoise hydrogen. Each process was designed at a small scale of 500 kg/day, producing hydrogen with a purity above 99.99% from methane feedstock. Under equilibrium conditions, the SEWGS process was simulated in Aspen Plus by connecting the reactor and separator units in multiple stages. The results showed that the turquoise hydrogen process reduced production cost by approximately 30% and achieved about 43% greater CO_2 reduction performance than the blue hydrogen process.

P공정금-67

시멘트 생산공정 탈탄소화 기술 시나리오의 3E(경제·환경·에너지) 성능 비교 분석

이재범, 배성윤, 유은욱, 전재훈, Shaukat Ali Mazari, 문종호*
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

시멘트 산업은 전 세계 CO_2 배출의 약 8%를 차지하며, 특히 석탄 연소 기반 공정에서 높은 탄소집약도와 에너지 소비가 문제로 지적되고 있다. 본 연구에서는 석탄 기반 시멘트 클링커 생산공정을 Base case로 설정하고, 대체연료 적용, Oxy-combustion, CCS 등 다양한 탈탄소화 전략을 결합한 시나리오를 구성하여 경제성, 환경성, 에너지 소비 측면에서 비교·분석하였다. Aspen Plus 기반 공정 시뮬레이션을 통해 각 시나리오별 연료·전력 소요, CO_2 배출량, Levelized Cost of Clinker(LCOC)을 계산하였으며, CO_2 감축률과 에너지 효율 개선 효과를 평가하였다. 본 연구는 석탄 기반 시멘트 산업의 탈탄소화를 위한 기술 조합별 장단점을 제시하며, 향후 최적의 공정 설계와 정책 수립에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

P공정금-68

디지털 트윈 기반 LNG 공정 실시간 장치 열화 상태 예측 및 최적 운전 조건 탐색

송성훈, 황성원*, 정다진
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

본 연구는 LNG 공정에 디지털 트윈을 구축하고, 장치 열화를 고려한 실시간 성능 예측과 최적 운전 조건 탐색 파이프라인을 제안한다. 실제 공정 데이터로 Reconciliation을 수행해 시뮬레이션을 공정 상태에 동기화하여 디지털 트윈을 구현하였다. 트윈 기반 데이터로 인공신경망(ANN)을 학습해 에너지 소모와 장치 효율을 예측하였고, 유전 알고리즘(GA)과 결합해 정확한 최적 운전 조건을 산출하였다. 공정에 열화가 발생하면 Reconciliation을 재수행하여 열화 상태를 반영한 후 소량의 열화 데이터를 수집, ANN에 전이 학습하여 GA로 최적점을 갱신한다. 제안된 파이프라인은 열화 조건에서도 에너지 소모를 오차율 1% 미만으로 예측하고 Reconciliation부터 공정 최적화 및 장치 성능 예측까지 수시간 이내에 완료하며, 기존 방식 대비 4%이상의 에너지 절감을 달성하였다.

P공정금-69

에너지 효율 최적화를 통한 수소 액화 공정 향상: 에너지, 엑서지, 경제성 통합 분석

이현희, 김배정, 이철진*
중앙대
(cjlee@cau.ac.kr*)

Hydrogen liquefaction can be one of the effective and viable solutions to enhance its energy contents for storage and transportation purposes. However, liquefaction of H2 is highly energy intensive where precooling is the most significant energy consumption section (~50% of overall process) due to huge reduction in temperature (25 to − 159.4◦C). In this context, in proposed study the precooling cycle is split into two cycles for reducing the energy consumption, 1) Hydrofluoroolefin-based mixed refrigerant stream which reduces the H2 temperature to − 30◦C and 2) Mixed refrigerant stream which tends to reduce the H2 temperature up to − 159.4◦C. This is the first study which utilizes the four refrigeration cycles with unique selection of HFO-based mixed refrigerants in precooling section to reduce the gaseous H2 temperature. Results of proposed study reveal that the specific energy consumptionof proposed process was reduced by 55.2 % and 29.5%, as compared to base case-I (10.15 kWh/kgLH2) and base case-II (6.45 kWh/kgLH2), respectively. The exergy efficiency of the proposed process was increased by 67%. In addition, results of economic evaluation depicted that the total annualized cost of proposed process was obtained as $1.89 × 106 /y where the CAPEX has share of ~ 71.7% in total cost of project. The estimated unit production cost was recorded as $5.18/kg of LH2 at the capacity

P공정금-70

재생에너지 연계 유연한 수소기반 저장 지역 에너지 시스템 확률론적 손실 평가

ALI USAMA, Shahzeb Tariq[1], 김상윤, 칸 우마이스, 우태용, 정찬혁, 유창규*
경희대; [1]동국대
(ckyoo@khu.ac.kr*)

The integration of renewable energy systems (RES) in multizone residential buildings offers a pathway to reduce carbon emissions and improve efficiency. However, new buildings with varied thermal zones face challenges from unfamiliar components, scarce demand data, and surplus energy management, particularly due to hydrogen storage inefficiencies. This study proposes a decentralized federated learning system (DFLS) that leverages multi-building data while preserving privacy, enabling accurate and cost-effective control. DFLS cuts grid imports by 56.7% and boosts hydrogen sales by 32% compared to conventional methods, providing operators with efficient tools to optimize energy use and enhance sustainability. Acknowledgments; This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (MSIT) (No. 2021R1A2C2007838).

P공정금-71

폐플라스틱 활용 수소 생산 공정 전산 모사 및 경제성 평가

방승혁, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

전 세계적으로 급증하는 폐플라스틱 환경오염 문제에 대한 대안으로 폐플라스틱을 에너지원으로 활용하는 기술이 주목받고 있다. 특히 폐플라스틱을 활용한 수소 생산 공정은 자원 재활용과 탈탄소화를 동시에 달성할 수 있는 유망한 기술이다. 그러나 기존의 폐플라스틱 가스화 기반 수소 생산 공정은 다양한 원료 조성으로 공정 설계 및 운전의 불확실성을 갖는다. 본 연구에서는 이를 개선하고자, 폐플라스틱 가스화를 통한 수소 생산 공정을 모델링하고, 최적의 에너지 효율 향상 방안을 도출하는 연구를 진행하였다. 공정 모델링은 Aspen Plus®를 활용하였으며, 원료 조성 변경에 따른 수소 생산성 영향을 검토하고, 민감도 분석을 통해 주요 설계 변수의 최적 조건을 제시하였다. 추가적으로, 주요 장치 규모 산정 및 운영 조건을 기반으로 경제성 평가를 수행하여 폐플라스틱 기반 수소 생산 공정의 경제적 타당성을 검토하였다.이 (성과)는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-00515836).

P공정금-72

정유 산업 대상 전력원에 따른 분리막 기반 CO2 포집 공정 설계, 최적화 및 경제적 타당성 평가

김세중, 송용재, 이주화, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

정유 산업의 CO2 배출원은 다양한 특성에 따른 적절한 포집기술 선택이 요구된다. 본 연구에서는 정유 산업의 대규모 저순도 NGCC 및 소규모 고순도 FCC 배가스를 대상으로 분리막 기반 CO2 포집공정 설계 및 최적화를 수행했다. 특히 공정 운전에 사용되는 전력원 종류에 따른 비용 및 온실가스 배출 특성을 반영한 기술 경제성을 검토하였다. 연구에서 고려된 전력원은 석탄화력, CO2 포집 결합 석탄화력, 가스복합, 태양광, 풍력, 원자력으로, 각 전력원별 전력 비용과 온실가스 배출계수를 적용하였다. 이를 통해 동일한 포집 목표에서 전력원 특성을 반영한 최적의 포집공정 설계 방안을 도출하고, 전력원의 선택이 CO2 회피 비용에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 습식 포집과 비교를 통해 전력원이 포집기술 선택 및 경제성에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-00515836)

P공정금-73

유기 용매 나노 여과 기반 분리 공정 설계 및 최적화

김강엽, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

정밀화학 산업은 성장 가능성이 높은 유망산업으로, 정제와 분리 공정에서 많은 에너지를 소비하는 대표적인 에너지 집약 산업이다. 에너지 소모와 환경적 한계를 갖는 전통적인 증류나 용매 추출 분리 방식의 대안으로, 에너지 효율이 높고 설계가 유연한 막 분리 기술, 특히 유기용매 나노여과(OSN)기술이 농축, 정제, 용매 회수 등 다양한 분야에서 각광받고 있다. 본 연구는 OSN 분리막을 통한 정제 및 용매 회수 공정을 모델링하였다. 수송 메커니즘을 기반으로 한 수학적 모델을 구축하였으며, 성능 향상을 위해 다단막 방식을 검토하였다. 설계 결과를 바탕으로 경제성 평가를 실시하였으며, 압력, 농도 등 주요 공정 변수 변화의 민감도 분석 및 공정 최적화를 수행하였다. 본 연구를 통해 OSN 공정의 기술적 타당성 및 경제성을 평가하고, 에너지 및 비용 절감 방안을 도출하였다. 본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. RS-2024-00441791)

P공정금-74

CO2 포집률에 따른 분리막 기반 탄소 포집 공정의 경제성 및 전주기 환경영향 평가

송용재, 김진국*, 여정구[1], 마이클 빈즈[2], 이성훈[1], 이정현[1]
한양대; [1]한국에너기기술연구원; [2]동국대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

분리막 기반 탄소 포집 기술은 콤팩트한 공정과 적은 유해 물질 배출을 장점으로 하는 탄소 중립 유망 기술이다. 본 연구는 SMR 기반 수소 생산 공정의 연소 후 배가스를 포집하는 분리막 공정에 대해, CO_2 포집률에 따른 경제성과 환경성의 trade-off를 기술경제성평가와 전주기평가를 통해 분석하였다. 초구조 기법을 통해 공정 구조와 운전조건을 동시 최적화하였으며, 포집 CO_2의 순도 및 회수율 조건을 만족하면서 포집 비용이 최소화되도록 하였다. 전주기평가는 CO_2 배출을 중점으로 진행하였으며, 탄소세를 적용하여 포집 비용과 환경 비용의 정량적 비교 분석을 진행하였다. 추가적으로, 분리막 성능과 같은 주요 설계 변수에 대한 사례 분석을 통해 포집 비용과 환경 영향의 관계를 고찰하였다. 이 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원(RS-2025-00515836) 및 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 대기환경 관리기술 사업화 연계 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(No. 2021003390008).

P공정금-75

전기화학적 pH swing 기술을 이용한 이산화탄소 포집 공정 개발

박상웅, 탁경재*
단국대
(kjtak@dankook.ac.kr*)

기후 위기의 주요 원인인 이산화탄소를 포집하기 위한 다양한 기술이 개발되고 있다. 이 중 아민 기반 습식흡수 기술은 많은 연구가 진행되었으나, 높은 재생 에너지 요구량, 고온에서의 아민 분해 등 기술적 한계로 인해 대규모 상용화에 어려움이 있다. 이러한 한계를 극복하기 위한 대안으로 전기화학 기반의 이산화탄소 포집 기술이 주목받고 있다. 대표적인 기술인 pH swing 방식은 에너지 소모가 적고 상온 운전이 가능하며, 화석연료 기반 열원이 아닌 전기에너지를 사용하므로 태양광·풍력 등 재생에너지와의 연계 시 포집 과정에서의 탄소 배출을 크게 줄일 수 있다. 본 연구에서는 공정 모사기를 활용하여 pH swing 기반 이산화탄소 포집 공정을 모델링하고, 기술경제성평가(Techno-Economic Analysis)를 수행하였다. 이를 통해 pH swing 기술이 기존 습식흡수 기술을 대체할 수 있는 가능성과, 이를 실현하기 위한 개발 전략을 분석하였다.

P공정금-76

수소 액화공정의 경제성 향상을 위한 공정 최적화 및 주요 설계 변수의 민감도 분석

양시현, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

친환경 에너지 저장 수단으로써, 높은 에너지 밀도를 가지는 액화수소에 대한 관심이 증대되고 있으나, 액화 시 많은 에너지가 소모된다는 단점이 있다. 또한 장기간 보관 시 증발가스로 인해 손실이 발생하는데, o-p 수소 전환 반응에 의한 열 발생이 주요 원인이다. 본 연구는 앞서 언급된 기술적 단점들을 개선하여 액화수소 공정의 에너지 효율을 개선하고 경제성을 제고하고자 한다. 수소 액화 공정에 대한 공정 모델링과 전산 모사를 수행하고, 사례 연구를 통해 주요 설계 변수가 수소 액화 에너지 소모량에 미치는 영향을 체계적으로 검토하였다. 유전 알고리즘 기반의 공정 최적화를 수행하여, 다단 냉각 사이클의 운전 압력, 냉매의 유량과 조성을 최적화함으로써 에너지 소비량을 절감하는 방안을 도출하였다. 또한 o-p 수소 전환율이 공정에 미치는 영향을 분석하고, 기술 타당성을 검토하였다. 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-00515836).

P공정금-77

대체 모델 기반 습식 CO_2 포집 공정 최적화

이준영, Michael John Binns[1], 김진국*
한양대; [1]동국대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

MEA 기반 습식 CO_2 포집 공정은 연소후 CO_2 포집 기술 중 기술적 성숙도가 높지만, 재비기에서의 높은 재생열로 인한 에너지 비용이 경제성 확보의 주요 한계로 지적된다. 공정의 에너지 효율과 경제성을 개선하기 위해서는 운전 압력, 흡수제 로딩 등 다양한 변수를 고려한 공정 설계 및 최적화가 필수적이다. 그러나 기존의 물리 모델 기반 시뮬레이션은 계산 시간 및 수렴 문제로 인해 설계 조건 및 기준의 변경시에 효과적인 적용이 어렵다. 본 연구에서는 MEA 기반 CO_2 포집 공정의 데이터 기반 대체 모델을 개발하여, 이를 통한 공정 최적화를 수행하였다. MATLAB과 Aspen HYSYS 연계를 통해 다양한 조건에 대한 결과를 도출하였다. 여러 기계학습 대체 모델을 비교하여, 다목적 최적화를 통해 에너지 소비와 CO_2 포집률을 동시에 고려한 최적 설계 및 운전 조건을 체계적으로 제시하였다. 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-00515836).

P공정금-78

불확실성 기반 샘플링을 통한 MOF 흡착량 예측 모델 학습 전략의 일반화 가능성 평가

안용상, 안나현[1], 박준영, 백재호[2], 조형태, 가성빈[3]*
경희대 화학공학과; [1]한국생산기술연구원 저탄소에너지그룹; [2]
한국생산기술연구원 저탄소에너지그룹; [3]울산대 화학공학부
(sgasga@ulsan.ac.kr*)

기체 분리에 유망한 흡착제로 주목받고 있는 Metal Organic Frameworks(MOFs)는 현재까지 약 40만 종이 제안되었으며, 이를 응용 조건에 따라 평가하기 위해 Grand Canonical Monte Carlo(GCMC) 시뮬레이션이 활용된다. 하지만 GCMC는 계산 비용이 높아, 이를 대체할 고정확도 머신러닝 모델이 필요하다. 선행 연구에서는 Monte Carlo Dropout을 기반으로 한 불확실성 정량화 샘플링을 통해 298.15 K의 He/Ar 조건에서 전체 데이터의 15%만으로도 $R^2 \approx 0.98$의 예측 성능을 달성한 바 있다. 본 연구는 이 전략의 일반화 가능성을 검증하고자, 5종의 기체와 3개의 온도·압력 조건을 조합한 45가지 조건에서 모델을 평가하였다. 전체 MOF의 25%만을 학습에 사용한 경우에도 $R^2 \geq 0.95$ 이상의 정확도를 유지하였으며, 본 프레임워크는 미탐색 조건에서도 소량의 GCMC 데이터로 MOF 흡착 특성 예측이 가능함을 확인하였다.

P공정금-79

천연가스 복합사이클 발전 규모별 이산화탄소 포집 공정의 최적 설계 및 경제성 평가

백현우, 김인혜, 조성현*
전북대
(shcho5043@jbnu.ac.kr*)

탄소중립 달성을 위해 발전 부문의 CO_2 배출 저감은 필수적이다. 특히, 높은 효율로 널리 활용되는 천연가스 복합사이클 발전소는 대규모 운전 시 총 CO_2 배출량이 크게 증가하므로, 배출가스를 무처리로 방출하는 것은 장기적으로 환경적·경제적 부담을 초래한다. 본 연구에서는 발전 규모 변화에 따른 배출가스 유량을 반영하여, MEA 기반 습식 CO_2 포집 공정을 설계하고 각 규모별 흡수탑·탈거탑의 최적 규격을 도출하였다. 또한, 균등화 CO_2 포집 비용과 투자회수 기간 등의 경제성 지표를 적용하여 규모별 경제성을 분석하였다. 분석 결과, 탄소세 상승을 고려할 때 일정 규모 이상에서는 CO_2 포집이 무처리 배출 대비 경제적 우위를 확보할 수 있음을 확인하였다. 본 연구는 발전소 규모별 CO_2 포집 공정의 설계와 경제성 평가에 관한 기초 자료를 제공하며, 향후 관련 기술 개발 및 정책 수립 과정에서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

P공정금-80

지역과 기술 수준을 고려한 그레이, 블루, 그린 암모니아 생산 기술의 경제성 평가

전동현, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

NH_3는 수소의 생산 방식에 따라 그레이, 블루, 그린 NH_3로 구분되며, 이 중 재생 에너지 기반 그린 NH_3는 탄소 중립 달성을 위한 핵심 기술 중 하나로 부각되고 있다. 그러나 그린 NH_3는 재생에너지의 간헐성과 높은 초기 투자비용으로 인해 기존 생산 방식 대비 경제성이 낮은 실정이다. 본 연구에서는 Aspen Plus®를 활용하여 그레이, 블루 NH_3, 그린 NH_3 생산 공정을 모사하고, 물질 및 에너지 수지를 도출하였다. 또한 태양광, 풍력 발전, 배터리로 구성된 재생 에너지 시스템을 설계하고, 군집 최적화 기법을 통해 재생 에너지 설비 용량과 운전 전략을 최적화하였다. 나아가, 그리드 전력 사용 비율, 탄소세와 기술 발전 수준을 반영한 민감도 분석을 바탕으로 기술별 NH_3의 경제성을 비교·평가하였다. 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-00515836).

P공정금-81

폐 PET의 N2/CO2 기반 열분해를 통한 수소 생산 공정 비교

이수민[1], 최동호[1], 신창범[2], 길진우[1], 이세영[3,4], 백재호[3], 조형태[1*]

[1]경희대; [2]한양대; [3]한국생산기술연구원 저탄소에너지그룹; [4]연세대

(htcho@khu.ac.kr*)

가볍고 내구성이 뛰어난 PET의 소비가 지속적으로 증가함에 따라 폐 PET 발생량도 함께 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 폐 PET 열분해 기반 수소 전환 공정을 제안 및 비교하였다. 폐 PET는 N2 또는 CO2를 퍼지가스로 활용한 열분해를 거쳐 가스, 오일, Char로 전환된다. 열분해 가스에 포함된 CO2는 WGS 반응을 통해 수소 생산 증대에 활용하였다. 열분해 오일 및 Char를 연소하여 발생한 열에너지는 저압 증기 생산에 활용되었으며 이는 후단의 CCS 공정에 사용되었다. 연간 수소 생산량은 CO2 열분해 공정이 N2 열분해 공정 대비 약 3배 높은 것으로 도출되었다. 이에 따라 CO2 열분해 공정으로 생산된 수소의 균등화 생산비용은 5.96 USD/kg 으로 N2 열분해 공정 대비 42% 낮다. 따라서 CO2 열분해 공정은 탄소 저감 및 폐기물 처리를 만족시킬 수 있는 유망한 공정이 될 수 있음을 시사한다.

P공정금-82

CO2 포집 연계형 전력화 수소 생산 공정 설계 및 재생에너지 시스템 최적화

이주화, 박하린, 전동현, 양시현, 이성훈[1], 김진국*

한양대; [1]한국에너지기술연구원

(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

전기 기반 천연가스 개질(Electrified Steam Methane Reforming, ESMR)은 최신 수소 생산 기술로 기존 SMR 공정의 열에너지 공급을 화석연료 연소가 아닌 전기 저항 열로 대체한 방식이다. 하지만, 전력 공급을 재생에너지 연계 없이 화석연료 기반의 그리드 전력을 사용하게 될 경우 역으로 탄소 배출량을 증가 시킬 수 있고, CO2 포집 미적용 시 SMR 공정 대비 CO2 배출량 감축 효과가 미미하므로, ESMR 공정과 CO2 포집 및 재생에너지 연계는 필수적이다. 본 연구에서는 CO2 포집 연계형 ESMR 공정 설계 및 에너지 공급을 위한 재생에너지 시스템 모델링을 수행하였다. 그리고, 재생에너지 설비 도입에 따른 CO2 배출량 감축 효과의 분석 및 비용 최적화 모델 기반의 통합 경제성 평가 체계를 구축하여 지역별 재생에너지 공급 시나리오를 포함한 최적 연계 전략을 제시한 사례 연구를 수행하였다.
본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다[과제번호 RS-2022-KP002700 (20224C10300050)]

P공정금-83

Sustainable Production of Bio-Methanol via CO_2-assisted Pyrolysis of Biomass: A Comprehensive energy, exergy, economic, and environmental (4E) analysis

박준영[1], 최동호[1], 안용상[1], 신창범[2], 권혁인[2], 이세영[3,4], 백재호[3], 조형태[1*]

[1]경희대; [2]한양대; [3]한국생산기술연구원 저탄소에너지그룹; [4]연세대

(htcho@khu.ac.kr*)

지구온난화 등 환경 문제가 심화되면서, 화석 연료를 대체할 지속가능한 에너지원으로 바이오매스가 주목받고 있다. 선행 연구를 통해 바이오매스 촉매 열분해시 CO_2 를 반응 매개체로 활용할 경우 합성가스 생산이 촉진됨을 확인하였으며, 이를 바탕으로 아카시아 톱밥을 바이오메탄올로 전환하는 세 가지 공정을 제안하였다: (A) N_2 분위기 열분해, (B) CO_2 분위기 열분해, (C) CO_2 분위기 열분해와 바이오가스 습식 개질 공정 통합. 모든 공정은 부산물 연소 과정에서 발생하는 CO_2 를 포집, 저장하는 단계를 포함하며, 폐열 회수를 통한 열 통합이 적용되었다. 공정(B), (C)의 바이오메탄올 생산량은 공정(A) 대비 각각 12%, 221% 증가하였다. 이에 따라 공정(C)에서 가장 높은 에너지 및 엑서지 효율을 확인하였고, 메탄올의 균등화 생산 비용은 466 USD/톤으로 이는 화석연료 기반 메탄올 생산 비용에 근접한 수치이다. 또한, 환경적 타당성을 평가하기 위해 전과정평가가 수행되었다.

P공정금-84

Compression–vacuum split strategies for energy efficient membrane gas separation

정재은, 전예린, 유경환*

국립순천대

(khryu@scnu.ac.kr*)

In the present study, we investigate an operating strategy that partitions the overall pressure ratio of a membrane gas separation process between moderate compression and permeate-side vacuum. This study integrates a steady-state membrane model with an energy accounting framework that captures compressor and vacuum-pump efficiency characteristics. Under product purity and recovery constraints, we analyze key decision variables, including feed and permeate pressures, the compression–vacuum split, and stage-cut, and map the feasible operating region. Based on these analyses, we provide actionable operating guidance on how to divide pressure duty and set pressures, along with concise rules of thumb and quantitative justification that can be directly applied in the design of low-energy membrane separations. CO2 separation from flue gas is used as a representative application, and the methodology generalizes to other gas pairs and process targets.

P공정금-85

슬러지 바이오디젤화와 글리세롤 수소화를 연계한 슬러지 활용 공정 설 계 및 경제성 평가

송상혁, 하정연, 오정재, 조성현*
전북대
(shcho5043@jbnu.ac.kr*)

폐수 처리과정에서 발생하는 슬러지는 매립·소각 시 환경부담과 처리비용 이 크다. 슬러지 내 지질은 재생연료 생산에 활용 가능하지만, 기존 바이 오디젤화 공정에서는 부산물 글리세롤의 저부가가치 처리가 경제성 한계 로 작용한다. 본 연구는 슬러지 바이오디젤화에 글리세롤 수소화를 연계 하여 에너지 회수와 부가가치 향상을 도모하였다. 슬러지 전처리, 지질 추출, 에스테르화 반응을 통한 바이오디젤 생산과 글리세롤 수소화를 통 한 수소 생산을 통합 설계하고, 물질·에너지수지 및 투자비·운영비를 기반 으로 경제성을 평가하였다. 분석 결과, 연계 공정은 단독 바이오디젤 공 정보다 생산량 증가와 비용 절감을 동시에 달성해 투자 회수기간을 단축 할 수 있음을 확인하였다. 본 연구는 슬러지 자원화와 순환경제 구현의 기술적 가능성을 제시한다.

P공정금-86

Parallel chemical-potential framework for generalized adsorption kinetics and isotherms

전예린, 유경환*
국립순천대
(khryu@scnu.ac.kr*)

This study develops a physically grounded adsorption model that unifies monolayer and multilayer behavior within a single chemical potential framework. Each layer is treated as an independent subphase in equilibrium with the gas. The adsorbed-phase chemical potential comprises an entropic mixing term and a polynomial excess free energy capturing lateral interactions. The resulting implicit isotherm recovers the Langmuir, Frumkin/Fowler-Guggenheim, and BET limits while reproducing IUPAC isotherm Types I–V with a single parameter set. A transition-state–based rate law and its linear driving force approximation are derived consistently from the same potential, enabling dynamic simulations (e.g., breakthrough) without ad hoc kinetics. Case studies with CO2 and N2 demonstrate parameter interpretability, robustness to heterogeneity, and accurate predictions across pressure ranges. Compared with patchwise superposition models, the approach achieves similar overall flexibility with fewer interpretable parameters and a rigorous, consistent kinetic extension.

P공정금-87

SF_6 분해 및 담수화 폐수물을 통해 HF와 유가 무기염 회수를 위한 공정의 설계 및 경제성 분석

NZISSO KONAN ALAIN CEDRIC, 임민석, 김인혜, 오정재, 조성현*
전북대
(shcho5043@jbnu.ac.kr*)

Thermal oxidation is a promising method to mitigate the impact of Sulfur hexafluoride (SF_6) whose global warming potential (GWP) is 24,300. Hydrogen Fluoride (HF), typically derived from limited Fluorite (CaF_2), is a by-product of this process, though in most studies, little attention is given to HF recovery. Therefore, our study, based on Integrated Waste Management (IWM) principle, introduces an innovative approach to simultaneously abate SF_6 and treat desalination brine for HF and valuable mineral recovery. Thus, two processes with different routes were designed and optimized through heat integration, then economically evaluated and compared. The results confirmed that both proposed processes are economically viable, especially with heat integration, thus confirming our innovative approach. However, one process showed better performance due to its lower energy demand.

P공정금-88

Real-Time Prediction of Product Composition using Machine Learning and Interpolation of Process Data

권혁원, 조형태[1], 이재원[2], 백재호*
한국생산기술연구원; [1]경희대; [2]한양대
(jhbaek@kitech.re.kr*)

아세틸렌 수소화 공정은 촉매를 사용한 아세틸렌 수소화 반응을 통해 NCC 공정에서 생산된 에틸렌에 포함되어 있는 아세틸렌을 제거하는 공정이다. 아세틸렌 수소화 공정에서는 촉매의 활성 저하로 인해 운전 시간이 경과함에 따라 선택도가 감소하며, 이로 인해 에틸렌 생산성 및 수익성이 이 감소하게 된다. 본 연구에서는 공정 데이터를 기반으로 선택도를 예측할 수 있는 머신 러닝 모델을 개발하였다. 개발된 모델을 활용하여 촉매 재생 주기를 최적화하고, 촉매 재생 비용 및 에틸렌 판매 수익 간의 경제적 trade-off를 반영한 공정 운전 스케쥴을 제안하였다. 최적화 결과, 촉매 재생 빈도는 기존 연간 4회에서 7회로 증가하였으나, 에틸렌 판매 수익은 34.2% 증가하여, 결과적으로 연간 총 이익이 증가하였음을 확인할 수 있었다.

P공정금-89

조류-미세플라스틱 응집체의 가스화를 통한 고부가가치화 및 기술-경제성 평가

임민수, 송어진, 김인혜, 조성현*
전북대
(shcho5043@jbnu.ac.kr*)

미세플라스틱은 통상적으로 하수처리 과정에서 침전분리를 통해 제거된 후 소각 처리되나, 높은 에너지 소비와 온실가스 배출 문제를 수반한다. 본 연구에서는 조류에 의해 응집된 미세플라스틱 응집체를 원료로 활용하여, 이를 전통적 고온 가스화 및 초임계수 가스화 공정을 통해 각각 고순도 수소와 합성천연가스로 전환하는 통합 자원화 시스템을 설계하였다. 가스화제와 응집체의 비율 변화, 조류와 미세플라스틱 응집 비율 변화에 따른 합성가스 조성과 수율을 분석하였으며, 시나리오별 경제성 평가를 통해 순현재가치와 투자회수기간을 산정하였다. 본 연구는 해양 오염물질 제거와 청정에너지 생산을 동시에 달성할 수 있는 친환경 공정 기술의 경제적 타당성을 제시하며, 조류 기반 미세플라스틱 처리기술 개발의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

P공정금-90

CFD 기반 마이크로버블캡 부근의 물질전달 특성 분석

길진우[1], 고태언[2], 유엽[3,4], 백재호[3], 이재원[2], 조형태[1]*
[1]경희대; [2]한양대 에리카; [3]한국생산기술연구원; [4]연세대
(htcho@khu.ac.kr*)

마이크로버블은 기액계 반응 및 물질전달 공정에서 높은 효율을 보이며, 그 성능은 기포의 크기와 분포에 따라 달라진다. 이러한 생성 양상은 난류의 영향을 받으며, 이는 버블캡에 의해 생성된다. 따라서 효과적인 버블캡 구조가 필요하며, 이를 위해서는 버블캡 주변의 난류와 물질전달 특성을 이해하는 것이 필요하다. 이에, 본 연구에서는 CFD를 이용하여 기본적인 버블캡 구조를 바탕으로 위치별 전달 특성을 분석하였다. 분석 대상은 캡 내부, 슬롯 부근, 부림 하부로 설정하여 캡 부근의 난류 소산율을 분석하였다. 도출된 난류 소산율은 Lamont-Scott 관계식을 적용하여 위치별 물질 전달 계수를 계산하였다. 해석은 ANSYS Fluent를 활용하여 수행하였으며, 다상 유동 모델과 k-ε 난류 모델을 적용하여 분석하였다. 그 결과, 버블 분출부 인근에서 높은 소산율과 물질전달 계수 값이 나타났다. 반면, 슬롯과 부림의 접합부에서는 데드존 형성으로 인해 낮은 물질전달 계수 값이 나타났다.

P공정금-91

Mathematical Modeling and Simulation of Direct Reduction of Iron Ore Pellets in a Shaft Furnace

정하린, 손상환*
부산대
(shson@pusan.ac.kr*)

The steel industry, a major source of global CO_2 emissions, is shifting from coke-based reduction toward natural gas and ultimately hydrogen. Shaft furnaces are widely adopted for their scalability in industrial applications. This study develops a two-dimensional axisymmetric model of an Energiron ZR shaft furnace considering radial gas injection. The model includes a momentum conservation equation to determine the gas velocity profile, along with mass and energy balances for both gas and solid phases. Pellet reduction kinetics are described using temperature-dependent unreacted shrinking core models: a 3-interface model for T > 570 °C and a 2-interface model for lower temperatures. Gas- and solid-phase balances are iteratively solved in a coupled framework, with fractional reduction updated via the particle-state equation, to simulate countercurrent gas-solid flow until convergence in MATLAB. The model predicts spatial distributions of gas composition, temperature and velocity, as well as solid conversion profiles and temperature, providing a practical tool for analyzing and optimizing shaft furnace operation.

P공정금-92

DSPM-DE 모델 기반 세라믹 나노여과막의 성능 향상을 위한 모델링

김윤주, 박기호*
한양대
(kiho138@hanyang.ac.kr*)

Organic matter and ions in industrial wastewater cause pollution, making nanoscale membrane technology essential. Membrane is classified into polymer and ceramic, with polymer predominantly used. While plastic waste negatively impacts human and ecosystems, ceramic waste offers high chemical resistance and stability, resulting in lower harm. Therefore, a transition from polymer to ceramic membranes is needed to reduce plastic.This study analyzed ion-specific mass transfer in ceramic nanofilter membranes based on DSPM-DE (Donnan steric pore model with dielectric exclusion). Simulation showed ion removal rates above 90% and permeate below 250 ppm, close to actual one. These findings can be applied to the design and optimization of customized water treatment processes, and adoption of ceramic membranes is expected to contribute to transition toward plastic-free society.

P공정금-93

Dynamic Trickle-Bed Reactor Modeling for an Industrial Hydrodesulfurization Process with Multi-Catalyst Beds

임영하, 손상환*
부산대
(shson@pusan.ac.kr*)

The global tightening of fuel sulfur content regulations demands substantially lower sulfur levels in refinery and petrochemical processes. To address this challenge, there is a need for a predictive model that can accurately predict the performance of industrial hydrodesulfurization (HDS) reactors while accounting for temporal variations in feed properties.In this study, a dynamic trickle-bed reactor model was developed, incorporating gas-liquid-solid mass, energy, and momentum balances for an industrial multi-catalyst-bed HDS process. The model is configured in a multi-stage arrangement, specifically comprising a front reactor containing Ni/Mo and Co/Mo catalysts with an integrated quench zone, followed in series by a rear reactor containing only Ni/Mo catalyst. Kinetic parameter fitting was performed using industrial operating data to improve the model's predictive accuracy. The developed model accurately represents the behavior of industrial HDS reactors employing two catalyst types and is applicable long-term operation simulations, including catalyst deactivation scenarios

P공정금-94

환경규제와 불확실성을 고려한 이중 계층 접근 방식의 셰일가스 공급망 최적화

곽효욱, 박기호*
한양대
(kiho138@hanyang.ac.kr*)

With the rapid growth of shale gas development, efficient supply networks are required, while environmental issues remain significant. To address this, this study optimized the shale gas supply chain using a two-layer approach considering environmental regulations and uncertainties in demand and price. In the lower layer, the regulations were incorporated as constraints to identify feasible technologies. In the upper layer, the network consisted of these technologies determined routes with minimum cost and energy. The equations of both layers were formulated as MILP models and solved with GAMS software. The results provide environmentally available technologies and optimal network configuration consisting of them. Ultimately, this study proposes a supply chain network optimized in environmental, economic, and energy and enhances the sustainability of shale gas development.

P공정금-95

불확실성 하에서 유연한 분리 공정 설계를 위한 제약 기반 베이지안 최적화 프레임워크

김선욱, 허성민*
한국과학기술원
(smheo@kaist.ac.kr*)

Conventional process design for complex separation systems typically does not explicitly incorporate uncertainty at the design stage but rather addresses it during the operation stage. Such designs are usually optimized at a nominal point of uncertainty, focusing primarily on minimizing the total annualized cost (TAC). A potential approach to mitigate the effects of uncertainty is to introduce design factors or safety margins. However, this approach has inherent limitations, often leading to unnecessary capital investment. To overcome these limitations, we propose a flexible process design methodology which explicitly incorporates uncertainty at the design stage by considering both TAC and flexibility index (FI). This method simultaneously assesses the expected TAC of feasible space and FI to quantify feasibility across the uncertainty space. Specifically, a black-box model is constructed based on Aspen Plus simulations, where input design variables are mapped to two key outputs: TAC and FI. Since feasibility needs to be assessed throughout a wide uncertainty space, the resulting black-box model is computationally demanding. To address this, Bayesian optimization is employed to efficiently navigate the design space to identify design variables that are both economically competitive and operationally flexible. The proposed methodology is demonstrated on the design of a linear alpha olefins production process, which

P공정금-96

탄소중립 항공연료 생산을 위한 CO_2 저온 전기분해와 Fischer-Tropsch(FT) 통합 공정 모델링 및 경제성평가

홍혜림, 도윤정, 정경호, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

전 세계적인 CO_2 배출량 감축 노력의 일환으로, Power-to-fuel 기술은 운송 부문의 CO_2 배출 저감 대안으로 주목받고 있음. 본 연구는 AEM 기반 CO_2 저온 전기분해와 FT 합성 공정을 통합하여 지속 가능한 항공유(SAF)를 생산하는 방안을 분석함.AEM 기반 CO_2 저온 전기분해는 전극 내 전류 밀도, 반응물 농도, 전압 손실 등 주요 변수들을 고려한 반경험적 모델로, Aspen Custom Modeler (ACM)를 활용하여 syngas 생성 및 분포를 예측하도록 모델링하였음. 생성된 syngas로 LHHW 기반 FT 반응을 설계하고, 분별증류와 후속 hydrocracking으로 등유 중심 수율을 높였으며, 적용 후 등유 수율은 약 31% 증가하였음.경제성 분석 결과, SAF 단가는 8,661 $/kg, IRR 3%, 회수기간 10년으로 평가됨. 이는 향후 탄소중립 항공연료 공급을 위한 설계와 운영 전략 수립에 활용될 수 있을 것으로 기대됨.

P공정금-97

공정내 조글리세롤 재활용 기반 바이오디젤 생산의 경제성 평가

최석범, 송대성*
전남대
(dssong@jnu.ac.kr*)

본 연구는 고산가 폐식용유를 원료로 사용하여 글리세롤을 공정 내에서 재활용하는 염기 촉매 기반 바이오디젤 생산 공정을 제안한다. 이 공정은 TG/FFA 분리, 글리세롤리시스, 전이에스테르화 단계로 구성되며 Aspen Plus를 이용해 시뮬레이션하였다. 그 결과, 자유지방산(FFA) 전환율이 99% 이상에 달했고, 연간 바이오디젤 생산량은 9.3% 증가했으며, 글리세롤 배출량은 64% 감소했다. 또한 최소한으로 정제된 조글리세롤을 공정 내에서 재사용함으로써 고순도 증류 공정이 불필요해져 설비비와 운영비가 절감되었다. 본 발표에서는 제안 공정의 시뮬레이션 결과를 이용한 경제성 평가를 수행해, 제안된 공정이 기존 방식 대비 경쟁력과 지속 가능성한 대안인지 검토하고자 한다.

P공정금-98

초구조 기반 아미노산 분리용 막 캐스케이드의 유연 설계와 운전

권현지, 허성민*
한국과학기술원
(smheo@kaist.ac.kr*)

Reconfigurable manufacturing systems enable rapid adaptation of process configurations in response to frequent changes in process operating conditions and market conditions. In this study, a superstructure-based framework is proposed for a reconfigurable membrane diafiltration network which purifies amino acids from fermentation broths. Fermentation broth containing target amino acids and insoluble substances is separated into an amino-acid-rich permeate and a solids-rich retentate. A three-zone membrane cascade is employed for enhanced amino-acid recovery. Zone 1 (pre-concentration) removes insoluble substances; in Zone 3 (final concentration), water addition produces a low-solute permeate that is reused in Zone 2 (counter-current diafiltration) as the diafiltration liquid. An objective function is defined to reflect the trade-off between recovery gains from additional diafiltration water and the associated increase in downstream steam duty. The optimal configuration is obtained by solving the superstructure as a mixed-integer program that minimizes the objective.

P공정금-99

Optimization of anion exchange membrane water electrolysis system under uncertainty of renewable energy

이동균, 김민수[1], 문일, 김정환*
연세대; [1]Massachusetts Institute of Technology
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

Hydrogen produced via water electrolysis is considered a green energy source that supports a carbon-neutral future. Compared with conventional water electrolysis, anion exchange membrane (AEM) water electrolysis with its low cost and high performance is a promising technology. This study presents a first-principles-based model and feasibility study results for an AEM water electrolysis system. In addition, considering the uncertainty of renewable energy power, optimization within the electrolysis process is performed. Based on a high-fidelity AEM water electrolysis process model, process variables are optimized to ensure the production of a target amount of hydrogen under renewable energy supply conditions. As a result, process operating conditions are presented to produce more than the target amount of green hydrogen produced.

P공정금-100

CO_2 첨가 프로판 탈수소화(ODPC) 반응기의 속도론 파라미터 추정 및 스케일업 시뮬레이션

정지민, 정재민, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

기존 프로판 탈수소화(PDH) 공정은 높은 에너지 소비와 CO_2 배출 문제를 해결하기 위해, CO_2 를 첨가한 프로판 탈수소화 공정(ODPC)을 제안하고 목표 전환율과 수율을 달성하기 위한 효율적인 반응기 모델링을 수행함. 본 연구는 실험 데이터를 활용해 MvK 메커니즘 기반의 속도론 모델을 구축하고, 유전 알고리즘으로 파라미터를 추정함. 구축된 모델은 전환율과 수율을 3% 이내의 오차로 예측하여 신뢰성을 입증함. 추정된 파라미터를 OpenFOAM에 적용하여 고정층 반응기를 해석하고, Lab-scale 해석 결과를 토대로 반응기 규모 확장 모델링을 진행하여 성능 변화를 분석함. 본 연구에서 제시한 모델과 해석 결과는 ODPC 공정의 전환율과 선택도 향상을 위한 형상 최적화 전략 수립에 기여함. 이 논문은 2025년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.(RS-2022-NR070869)

P공정금-101

피드 스페이서 형상이 역삼투막 성능에 미치는 영향에 대한 3차원 전산유체역학 연구

김종우, 구보람[1], 허성민*
한국과학기술원; [1]전남대
(smheo@kaist.ac.kr*)

Feed-spacer geometry strongly shapes RO performance in spiral-wound modules. We perform 3D steady state computational fluid dynamics (CFD) simulations of spacer-filled channels to quantify the impacts on concentration polarization, permeate flux, and pressure drop. A solution-diffusion membrane boundary is implemented via user-defined functions to couple local osmotic pressure with wall-normal permeation. To ensure fair comparison, representative spacer designs reported in recent studies are simulated under identical operating conditions, and representative periodic domains are used for spatial averaging. The present study does not aim to screen all candidates exhaustively; rather, it establishes a consistent workflow and normalized metrics for side-by-side assessment across designs, laying the groundwork for a curated geometry library in future work.

P공정금-102

고체 수소와 LOHC를 통합한 수소 저장 시스템의 기술 경제성 및 환경성 평가

도명환, 원왕연*
고려대
(wangyunwon@gmail.com*)

Global warming and environmental concerns are driving the shift toward renewable energy. Fossil fuels emit CO_2 , prompting research into alternatives like solar energy and its conversion to hydrogen for storage and transport. Key hydrogen carriers include liquid hydrogen, ammonia, LOHCs, and solid-state hydrogen. This study presents an integrated process using LOHC and solid hydrogen. It combines the transportability of LOHCs with the high density and safety of solid hydrogen. Methylcyclohexane and hydrogen are produced while addressing renewable energy intermittency via solid hydrogen buffering. Heat integration between LOHC's exothermic hydrogenation and solid hydrogen's endothermic desorption maximizes efficiency. A discounted cash flow analysis evaluates economic feasibility, while life cycle assessment quantifies environmental impact. Various metal hydrides are compared to identify the most cost-effective and sustainable option for solid hydrogen storage.

P공정금-103

LNG 냉열 회수를 이용한 선박 탑재형 ORC 기반 CO_2 액화 시스템 설계 및 작동 유체 최적화

정민경, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

본 연구는 LNG(Liquified Natural Gas) 연료 추진 선박에 적용 가능한 ORC(Organic Rankine Cycle) 기반 CO_2 액화 시스템을 제안하고, LNG 재기화 과정에서 발생하는 냉열을 효율적으로 활용하여 에너지 소비를 최소화하는 방안을 제시하였다. 2 TPH(tonne per hour) 규모 공정을 시뮬레이션하였으며, 다양한 냉매 조합에 대해 열역학적 특성을 분석하고, GA(Genetic Algorithm)를 통해 작동 유체 조성과 유량을 최적화하였다. 분석 결과, 혼합 냉매는 단일 냉매 대비 낮은 비에너지 소비와 높은 팽창기 출력을 나타냈고, 특히 본 시스템에서는 R14-R290 조합이 우수한 성능을 보였다. 제안된 시스템은 CO_2 액화를 위한 에너지 자립적 운전을 가능하게 하여, 선박의 에너지 효율성과 환경 대응력을 동시에 향상시킬 수 있다.

P공정금-104

시뮬레이션 기반 베이지안 최적화를 통한 금속 나노 입자 합성 조건 탐색의 가속화

손현지, 김유현, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

Metal nanoparticles' properties strongly depend on reagent concentrations, necessitating parameter optimization within multidimensional design spaces for desired characteristics. Conventional trial-and-error or grid search approaches are time- and resource-intensive, limiting nanomaterial development. We present an integrated framework coupling physics-informed simulation with Bayesian optimization. The simulator predicts optical properties from synthesis parameters, while Bayesian optimization uses acquisition function-guided exploration and convergence-based early stopping to identify optimal conditions with minimal iterations. This approach discovers synthesis parameters yielding target properties with fewer evaluations than conventional methods. The framework enables efficient parameter exploration and can accelerate nanomaterial development with experimental workflows.

P공정금-105

기상데이터를 고려한 LSTM 기반 TCES 주야간 발전 공정 설계

안효범, 이지수, 임민석, 조성현*
전북대
(shcho5043@jbnu.ac.kr*)

태양열 발전은 기상 의존성과 일몰에 따른 간헐성으로 전력망 안정성에 제약을 준다. 이를 완화하기 위해 주목받는 칼슘루핑(Calcium-Looping, CaL)기반 열화학 에너지 저장(Thermochemical Energy Storage, TCES) 기술은 기존 연구들의 경우, 정상상태 및 고정 운전 조건을 전제로 하여 기상 변화 대응이 제한적이었다. 본 연구는 딥러닝(Deep Learning) 기반 예측 모델을 활용해 CaL-TCES 시스템의 동적 운전 전략을 수립하고, 머신러닝(Machine Learning) 기반 예측 모델과 비교하여 정확도와 경제성 향상 방안을 모색하였다. 제주 지역 장기 기상 데이터를 기반으로 예측 모델을 구축하고, Aspen Plus에서 주간 탈탄산화-야간 탄산화 반응 기반 초임계 CO_2 발전 사이클을 모델링하였다. 제안된 접근은 계절, 기상 변동에도 안정적 운전이 가능하며, 장주기 에너지 저장 기술의 상용화와 재생에너지 확대에 기여할 수 있을 것이라 기대된다. 향후 최적화 연구를 통해 재생에너지 발전의 효율을 높이고자 한다.

P공정금-106

일반화 가능한 리튬이온 배터리 수명 예측을 위한 데이터셋 간 특징 선택 접근법

손유일, 허성민*
한국과학기술원
(smheo@kaist.ac.kr*)

With the rapid adoption of electric vehicles, accurate end-of-life prediction for lithium-ion batteries is critical for safety and early fault detection. We propose a transferable feature selection strategy that learns key end-of-life predictive variables from a source dataset and deploys them to a target dataset with limited observations. Using elastic net linear regression, we identify degradation relevant features that can be incorporated into transfer learning frameworks to boost prediction accuracy and robustness under severe data constraints. The approach scales across diverse chemistries and cycling conditions and has the potential to improve battery management system reliability while preserving practicality for real-world evaluations, ultimately supporting safer and more efficient electric vehicle operation.

P공정금-107

A Data-driven Soft-sensor Model for Predicting CO Level using Machine Learning

이윤규, 정동휘*, 송호준[1]
울산대; [1]한국생산기술연구원
(jdonghwi@ulsan.ac.kr*)

When incomplete combustion occurs in furnaces, CO is generated, leading not only to reduced combustion efficiency but also to increased fuel consumption and adverse environmental impacts. Accordingly, measuring CO levels in furnaces is essential; however, direct measurement in industrial operations is often constrained by technical and economic limitations. A data-driven soft sensor offers a practical alternative by estimating key variables from other process parameters that are easier to obtain. In this study, we developed a soft sensor for predicting CO levels using machine learning. The prediction model was trained with a Deep Neural Network, and its hyperparameters were optimized using a Bayesian-based optimization method. Additionally, data analysis and model enhancement were conducted to improve prediction accuracy and develop a robust model applicable to other furnace datasets.

P공정금-108

Development of a soft sensor for real-time estimation of overhead product content in a distillation column

양윤서, 송성훈, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

증류 공정에서는 끓는점이 유사한 물질의 분리가 어려우며, 실험실 분석 의존 시 대응이 지연된다. 소프트센서 기술을 활용하면 제품함량을 추정해 실시간 운전 조정과 효율 향상이 가능하다.이를 위해 소프트 센서 구축의 선행 단계로 증류탑 상부 제품 함량의 영향인자를 식별하였다. 현장 데이터에서 후보 변수를 수집한 뒤 교차상관으로 시간 지연을 보정하고, 비정상 구간을 마스킹하였다. 이어 부분상관 분석으로 1차 스크리닝을 수행하고, Ridge/Lasso 계수·퍼뮤테이션 중요도·SHAP 값을 결합해 변수 중요도를 산정했으며 부분의존도/ICE 분석으로 물리적 타당성을 검증하였다.도출된 영향인자는 향후 예측 모델 입력 선정과 우선순위 설정의 근거로 활용할 계획이다.(국문) 이 논문은 2025년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(RS-2022-NR070869)

P공정금-109

Clean Hydrogen and Methanol Production via CO2-assissted Spent Filter Waste Pyrolysis Process

이세영[1,2], 조형태[3], 이재원[4], 백재호[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]연세대; [3]경희대; [4]한양대
(jhbaek@kitech.re.kr*)

The COVID-19 pandemic led to a substantial increase in mask usage, generating $468 million worth of spent filter waste (SFW) in 2021. As HEPA (High-Efficiency Particulate Air) filters are non-recyclable, they pose significant environmental concerns. This study investigates CO_2-assisted pyrolysis of SFW, which enhances CO production by 60%. Based on these results, we modeled three processes: Waste-to-Hydrogen (WtH), Waste-to-Methanol I (WtM_I), and an advanced Waste-to-Methanol II (WtM_{II}). The WtMII model integrates a single PSA unit for CO_2 separation after pre-reforming CH_4 and light hydrocarbons. Unlike WtM_I, which requires high-pressure compressors, WtM_{II} simplifies syngas cleaning while maintaining the desired H_2/CO ratio. Furthermore, using renewable energy sources (wind, solar, hydro) further reduces greenhouse gas emissions. This study offers a novel recycling approach for SFW, delivering both ecological and economic advantages over incineration.

P공정금-110

아미노산 결정화 동역학 해석을 위한 액적 기반 증발 기법

권민경, 홍무선*
서울대
(moosun@snu.ac.kr*)

The growing demand for high-purity amino acids in food, pharmaceutical, and cosmetic industri 50 μm), making nucleation difficult to detect, and conventional tool based evaporative system, originally developed for protein crystalli tryptophan and L-methionine. Image analysis is simplified by assuming spherical g time observation of nucleation and growth using minimal sample

P공정금-111

CO_2 자원화를 통한 DMC 생산 경로 평가: 우레아 알코올리시스 기반 4E 분석

전재훈, 이재범, 배성윤, 유은욱, 샤우캇 알리 마자리, 문종호*
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

지구온난화가 가속하는 상황에서 2050 탄소중립 달성에 기여할 수 있는 저탄소 공정에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 디메틸카보네이트는 CO_2 를 자원으로 사용하여 탄소중립에 큰 도움을 줄 수 있으며, 배터리 전해액 용매와 연료 첨가제, 폴리카보네이트의 원료로 다용도로 사용된다. 합성 경로에는 산화적 카보닐화, 우레아 알코올리시스, 에틸렌 카보네이트 전이에스터화가 존재한다. 본 연구에서는 우레아 알코올리시스를 대표 경로로 선정했다. 선정된 경로는 Aspen Plus로 모델링한 뒤 LCA와 TEA를 연계해 4E(환경·에너지·경제·엑서지)로 평가했다. 민감도 분석 변수로는 메탄올 가격, 촉매 수명, 요소 가격 등을 이용하였다. TEA를 통해 디메틸카보네이트의 톤당 가격을 도출하였다. LCA는 GWP를 기반으로 정량화하였다.

P공정금-112

Autoencoder with LSTM-Transformer for Anomaly Detection in Dynamic Chemical Processes

권혁인, 신창범, 안용상[1], 고태언, 심유리, 이현지, 백재호[2], 이재원*
한양대 ERICA 캠퍼스; [1]경희대; [2]한국생산기술연구원
(jwlee11@hanyang.ac.kr*)

화학 공정은 복잡하고 동적인 다중 시스템이 결합된 형태로 운영되기 때문에, 공정 전반의 안정성이 위협받을 수 있으며, 이는 에너지 낭비, 자원 손실, 환경 오염 등으로 직결된다. 이에 본 연구에서는 공정 안정성을 확보하기 위한 핵심 기술로서 LSTM Encoder-Transformer Decoder (LETD)라는 새로운 이상 탐지 모델을 제안한다. 제안된 모델은 LSTM 인코더를 통해 공정 시계열의 동적 변화를 효과적으로 인식하고, Transformer 기반 디코더의 멀티헤드 어텐션 구조를 활용하여 장기적인 시간 의존성과 중요한 정보를 병렬적으로 학습함으로써 정밀하게 정상 패턴을 학습한다. Tennessee Eastman (TE) 벤치마크 공정에 적용한 결과, FAR(False Alarm Rate)은 기존 모델의 0.028에서 0.022로 개선되었고, FDR(Fault Detection Rate)은 0.812에서 0.846으로 향상되었다. 이를 통해 제안된 LETD 모델이 기존 대비 한층 향상된 이상 탐지 효율을 발휘하며, 보다 정밀하고 신뢰성 있는 공정 모니터링을 가능하게 함을 확인하였다

P공정금-113

NSGA-II와 NSGA-III를 이용한 직접 암모니아 고체산화물 연료전지의 다목적 최적화 및 MCDM 기반 최적 운전 전략

김유빈, 김연수*
광운대
(kimy3@kw.ac.kr*)

DA-SOFC(Direct-ammonia solid oxide fuel cell)는 별도의 개질 과정 없이 연료전지에 직접 주입하여 수소와 전력을 동시에 생산할 수 있으며, 탄소 배출을 최소화하고 높은 효율을 가져 차세대 에너지 기술로 주목받고 있다. 본 연구에서는 DA-SOFC 시스템의 목적 함수 간 상충 관계를 고려한 운전 조건 최적화를 진행하기 위해 전역 탐색 성능이 우수한 유전 알고리즘을 적용한다. 그 중, NSGA-II와 NSGA-III를 사용하여 수소 및 전력 생산량을 최대화하고 연간 운전 비용을 최소화하는 다목적 최적화를 수행한다. 각 알고리즘의 pareto front 분포, hypervolume, 해 다양성 등을 비교하여 시스템에 적합한 알고리즘을 선정하고, 최종적으로 도출된 feasible pareto 집합에 대해 다기준 의사결정 기법을 적용하여 다양한 수요 조건에서의 최적 운전 조건을 제시한다. 본 연구는 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회 글로벌 TOP 전략연구단 지원사업(No. GTL24051-100)의 지원을 받아 수행되었습니다.

P공정금-114

원료 변동성을 고려한 매체 순환식 청정 수소-전기 동시 생산

이병연, 허성민*
한국과학기술원
(smheo@kaist.ac.kr*)

Hydrogen is a promising clean energy carrier, yet steam methane reforming emits CO_2 and electrolysis remains energy-intensive and costly. Chemical looping hydrogen production (CLHP) offers an alternative by inherently capturing carbon and simplifying the flowsheet while allowing broad feedstock flexibility including renewable and biomass-derived fuels. Prior studies explored CLHP co-production of hydrogen and electricity via varied configurations but seldom quantified effects of feedstock diversity and composition uncertainty. This work builds detailed CLHP models across realistic feed compositions and runs sensitivity analyses to see how fuel properties and operating conditions shape the co-generation trade-off, performance, and economics. The results clarify the influence of feedstock variability and show CLHP's potential for flexible, low-carbon energy pathway.

P공정금-115

Valorization of Blended Textile Waste for Green Methanol Production via CO_2-Assisted Pyrolysis and biogas reforming Process

신창범, 고태언, 권혁인, 심유리, 이현지, 박준영[1], 안용상[1], 이세영[2], 백재호[2], 이재원*
한양대에리카; [1]경희대; [2]한국생산기술연구원
(jwlee11@hanyang.ac.kr*)

메탄올은 기존 화석연료(휘발유, 디젤) 대비 이산화탄소(CO_2) 배출량이 적으며, 상온 상압에서 액체상태로 존재해 저장과 운송이 쉬워 기존의 연료 인프라와 호환성이 높아 대체 연료로 주목받고 있다. 선행연구를 통해 이산화탄소 분위기 폐섬유 열분해를 통하여 합성가스가 극대화하는 것을 확인하였으나, 공정단위의 철저한 분석이 추가로 요구된다. 본 연구는 이산화탄소 분위기 폐섬유 열분해 및 바이오가스 개질을 통합한 청정메탄올 생산 공정을 설계 및 경제성 분석을 진행하였다. 제안된 공정은 두 가지로 1) 폐섬유 열분해 및 바이오가스 스팀개질 통합공정, 2) 폐섬유 열분해 및 바이오가스 건식개질 통합공정으로 구성된다. 제안된 공정을 통해 기존의 폐섬유 소각 및 단순 연소 처리 방식의 한계를 극복하면서, 자원 재생과 온실가스 감축을 동시에 달성할 수 있음을 확인하였다. 결론적으로, 폐기물의 에너지화와 고부가가치 화학제품 생산, 그리고 온실가스 감축이라는 세 가지 목표를 통합적으로 달성할 수 있는 근거를 제시하였다. 이는 탄소중립을 넘어 네거티브 탄소배출을 실현할 수 있을 것으로 기대되며, 청정메탄올의 생산 및 활용을 통한 전주기적 탄소 저감 전략 수립에 중요한 기초자료가 될 것으로 사료된다.

P공정금-116

배터리 슬러리 혼합효율 극대화를 위한 임펠러 형상 최적화

고태언, 신창범, 권혁인, 심유리, 이현지, 백재호[1], 이재원*
한양대 ERICA; [1]한국생산기술연구원
(jwlee11@hanyang.ac.kr*)

전기차 및 드론 등 수요 증가로 고에너지밀도 배터리의 대량 생산을 위해 전극 소재 합성 공정 효율 향상이 필수적이다. 특히 슬러리 내 금속 입자의 균일 분산과 바인더 침투는 최종 성능에 큰 영향을 준다. 본 연구는 임펠러 형상에 따른 혼합 효율 최적화를 위해, 다양한 임펠러를 CAD로 구현하고 CFD 기반 오일러리안 다상유동 기법과 회전 효과 구현을 위한 MRF 기법을 적용하여 탱크 내 금속 입자 분산을 정량 분석했다. 이를 통해 형상별 유동 패턴, 혼합 균일도, 난류 강도 등을 도출하고, 균일한 전극 슬러리 합성을 위한 최적 설계 방향을 제시하였다. 결과는 전구체 제조 공정의 혼합 효율 및 소재 품질 향상에 기여할 수 있다.

P공정금-117

탄소중립 달성을 위한 ATR-SOEC 통합 공정 개발 및 기술·환경성 평가

김수진, 김기찬, 권휘웅*
순천향대
(khu3603@sch.ac.kr*)

지속되는 기후 변화에 대응하기 위해 2015년 파리 협정에서는 2050 탄소 중립을 선언하였으며 이에 따라 전세계에서 각 국가별 온실가스 감축 계획을 발표하였다. 이에 우리나라도 탄소 중립 달성을 위해 다양한 정책을 발표하였으며 그 중 기존의 화석연료 기반 에너지를 대체하기 위한 수단으로 수소 에너지가 주목받게 되었다. 하지만 기존 수소 생산 공정으로부터의 수소 생산은 이산화탄소 배출이 상대적으로 높아 저탄소 전환이 필수적으로 요구된다. 본 연구에서는 탄소 중립 달성을 위한 ATR-SOEC 통합 공정을 개발하여 환경친화적이고 지속 가능한 에너지 공급을 실현하고자 한다. 미래 수소 수요 및 탄소 중립을 위한 이산화탄소 감축 목표를 충족하기 위해, 대규모 수소 생산이 가능한 ATR 공정과 이산화탄소 감축 목표 달성에 적합한 SOEC 공정을 상호 열통합 과정을 통하여 개발하고, 에너지 효율, 경제성 및 환경성, 민감도 분석을 시행하였으며 더 나아가 타당성 분석을 수행하였다.

P공정금-118

PSA 공정 내 CO2분리를 위한 Cu-CHA 제올라이트 실험과 시뮬레이션 통합 연구

손수원, 김기웅*, LEE ZHEN HAO, 윤지섭, 신지호
한국화학연구원
(kwkim@krict.re.kr*)

천연가스는 석탄 대비 최대 60%의 CO_2 배출 저감 효과를 가지며 향후 사용량이 증가할 것으로 전망된다. 그러나 CO_2 , H_2 S, N_2 등 불순물이 포함되어 있어 제거가 필수적이다. 기존 아민 흡수와 멤브레인 기술은 에너지 소모와 장치 복잡성 등 한계가 있는 반면, PSA(Pressure Swing Adsorption)는 고체 흡착제를 이용한 선택적 분리 공정으로 주목받고 있다. 특히 Chabazite(CHA) 제올라이트 중 구리 이온 치환형(Cu-CHA)은 우수한 안정성과 CO_2 선택성을 보여 본 연구에 적용되었다. 합성된 Cu-CHA는 XRD, SEM-EDS 분석으로 구조·조성을 규명하였으며, 등온흡착 및 단일·혼합기체 파과 실험을 통해 CO_2 분리 특성을 확인하였다. 이를 바탕으로 4-bed PSA 시퀀스를 설계·모사한 결과 CO_2 회수율과 순도가 목표치를 달성하였고, Aspen Plus 모델링 최적화로 약 95%의 CO_2 순도를 확보하였다.

P공정금-119

전기차를 위한 뱀형 채널 형상 최적화

이현지, 신창범, 고태언, 권혁인, 심유리, 백재호[1], 이재원*
한양대 에리카; [1]한국생산기술연구원
(jwlee11@hanyang.ac.kr*)

리튬 이온 배터리는 높은 에너지 밀도와 긴 수명으로 전기차(EV) 기술의 핵심 동력원으로 활용된다. 그러나 주행 거리 향상을 위해 배터리 용량이 커질수록 충·방전 시 발생하는 발열이 늘어나고, 이에 내부 화학 반응이 가속되어 성능 저하가 발생하기 때문에 대용량 배터리 탑재를 위해서는 높은 냉각 성능이 필수적이다. 본 연구에서는 배터리 팩 내 평균 온도와 최대 온도를 제어하기 위해 전산유체역학을 활용하여 채널 형상 변화가 열전달 성능에 미치는 영향을 분석하고, 최적의 채널 설계안을 도출하고자 한다. 이를 위해 수냉식 Serpentine Mini-Channel 구조를 기반으로, 기존 형상에서 수평 및 수직 방향으로 다중 입·출구를 갖는 배열로 확장하였다. 본 연구를 통해 최대 온도와 압력 강하를 조절하여 냉각 성능이 향상된 형상을 도출하였으며, 이는 향후 주행 거리 향상에 기여할 것으로 기대된다.

P공정금-120

Cen-HIT: 신속한 분자진단을 위한 고처리량 원심 유도 가열 기반 휴대형 열 순환 시스템

판민부, Hiep Van Nguyen, 박소정, 서태석*
경희대
(seots@khu.ac.kr*)

This study presents Cen-HIT, a portable centrifugal microfluidic platform for high-throughput PCR diagnostics. The system autonomously partitions six viral amplification mixtures on a custom disc, enabling simultaneous detection of up to 36 targets. Traditional contact-based heating is unsuitable for rotating discs; hence we implemented a novel non-contact induction heating method using alternating magnetic fields to rapidly and uniformly heat peripheral reactors. This approach minimizes thermal lag and contamination risk while enabling efficient thermal cycling. Integrated into a point-of-care device, Cen-HIT demonstrated sensitive detection of four respiratory viruses (influenza A/B, RSV A/B) across six samples, achieving a detection limit of 10^1 copies/μL. The platform offers a robust, scalable solution for rapid molecular diagnostics in field settings.

P공정금-121

별을 고르다: 형태가 정의된 금 나노입자 합성을 위한 자동 피드백 퀀칭 시스템

Thi Thuy Huong Nguyen, Hiep Van Nguyen, Gayathri Sureshkumar, 푸, 서태석*
경희대
(seots@khu.ac.kr*)

Gold nanoparticles (Au NPs) with tunable shapes possess remarkable optical and catalytic properties. We present a Cuvette-based Absorbance Real-time Tracking and Quenching (CART-Q) system for on-demand synthesis of Au NPs with precise morphologies via UV-visible absorbance feedback control. By adjusting the ascorbic acid (AA) injection, distinct absorbance shifts and color changes from pink to purple, blue, and gray indicated morphological evolution. CART-Q integrates real-time monitoring and automated quenching via a solenoid actuator triggered by algorithmic commands. In seed-mediated growth, Au NPs transformed from spheres to star-like structures, with absorbance peaks shifting from 520 to 860 nm. Growth was halted at target wavelengths in a single run, achieving desired shapes. Catalytic tests for 4-nitrophenol reduction showed that long-spiked Au NPs completed the reaction in 98 s. CART-Q offers a rapid, accurate, and efficient route for synthesizing nanomaterials with tailored architectures.

P공정금-122

Enhanced Microbial Carotenoid Production via e-Fermentation : Techno-economic Analysis and Life Cycle Assessment

문채란*, 이수연[1], 윤채원, 나종걸
이화여자대; [1]한국에너지기술연구원
(mcr0501@ewha.ac.kr*)

Carotenoids are valuable natural pigments with applications in pharmaceutical and food sectors. Current production relies on chemical synthesis, generating environmental concerns. Although microorganisms produce carotenoids, conventional fermentation has low productivity and high costs. To address this, we developed electrochemically-enhanced fermentation using Rhodobacter sphaeroides. This technology integrates electrochemical control of metabolic pathways to enhance carotenoid biosynthesis under controlled redox conditions. We conducted techno-economic analysis and life cycle assessment comparing e-fermentation with conventional methods. Results show improved economics and sustainability, establishing e-fermentation as a promising platform for carotenoid manufacturing.

P공정금-123

강화학습을 이용한 SCR 약품 사용량 제어 모델 개발

윤원근*, 이상균, 김희진, 김태형
포항산업과학연구원
(wgyoon@postech.ac.kr*)

본 연구에서는 강화학습을 활용하여 NOx 저감을 위한 NH_3-선택적 촉매 환원 반응(Selective Catalytic Reduction, SCR) 시스템의 약품 최적 주입량을 산출하는 모델을 개발하였다. 기존 SCR 운전은 작업자의 경험적을 기반으로 고정된 조건으로 수동 운전하여 환원제를 과다 주입하는 문제가 존재한다. 본 연구에서는 조업 관련 변수와 전·후단 NOx 농도, 유량, 온도 등 SCR 변수를 학습시켜, 목표 NOx 배출 농도 달성을 위한 최적 약품 주입량을 실시간 산출하도록 하였다. 시뮬레이션 결과, 제안한 모델은 NOx 배출 기준을 안정적으로 만족시키면서 약품 사용량을 절감할 수 있어, 기존 수동 제어 대비 운전 비용 절감과 환경 규제 대응력을 향상시켰다. 이와 같은 결과로, 산업 현장에서의 SCR 운영 비용을 최적화할 수 있는 데이터 기반 지능형 제어 기술의 가능성을 제시하였다.

P공정금-124

High-throughput Screening of CO_2 Hydrogenation Catalysts via Probabilistic Machine Learning and Genetic Algorithm

강현진, 박현도[1], 김영진[2], 백재호[3], 이재원[4], 조형태*
경희대; [1]노스웨스턴 대; [2]한화토탈에너지스; [3]한국생산기술연구원; [4]한양대
(htcho@khu.ac.kr*)

Catalytic hydrogenation of CO_2 with green hydrogen is a promising route to produce carbon-neutral methanol, but developing catalysts with high activity and stability remains a major challenge due to the thermodynamic stability of CO_2 and the competing RWGS reaction. To address the limitations of conventional trial-and-error screening, we propose a machine learning-guided high-throughput strategy that combines probabilistic prediction and a genetic algorithm.An yield model was trained on literature data to predict methanol yield distributions under varying reaction conditions. These outputs were used as fitness functions in a genetic algorithm, enabling efficient exploration of large catalyst composition spaces. SHAP analysis revealed the importance of key features such as GHSV, pressure, and metal composition, offering interpretability and guidance for experimental design.The proposed framework allows identification of high-confidence catalyst candidates not previously reported, demonstrating the potential of uncertainty-aware, data-driven optimization in CO_2 hydrogenation research.

P공정금-125

Analysis of ECMO Flow -Rate Effects on Aortic Haemodynamics Using Patient-Specific Digital Twin Models

임진경, 구보람[1]*
고려대; [1]전남대
(boram.gu@jnu.ac.kr*)

Veno-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation (VA-ECMO) is a life-support technique for patients with impaired cardiac and pulmonary functionfailure. It It withdraws blood, from the body, oxygenates it externally, and reinfuses through an oxygenator, and reinfuses it into the arterial system.patient. When reinfusion is performed via the femoral artery, a retrograde flow is generated that counteractsopposes the native cardiac output. The intersection of these two flows forms a watershed region, the location of which can lead to s may result in suboptimal oxygen delivery to certain vessels or promote thrombus formation. due to abnormal flow patterns. Digital twin-based haemodynamic analysis of the aorta can therefore be utilised prior to treatment to predict the flow characteristics and clinical outcomes. In this study, patient-specific aortic geometries were employed to perform simulations, enabling both haemodynamic analysis based on individual anatomical features and an overall evaluation of ECMO flow-rate effects. The results showed that increasing ECMO support shifted the watershed region towards the aortic arch, while thrombus risk patterns varied with aortic morphology. These haemodynamic characteristics are strongly influenced by the patient's aortic geometry. In this study, we performed simulations using patient-specific aortic geometries. We

P공정금-126

연도가스에서의 멤브레인 기반 CO_2/N_2 분리 공정 시뮬레이션 및 최적화

이성민, 구보람[1], 김보은*
공주대; [1]전남대
(bkim@kongju.ac.kr*)

Capturing substantial amounts of CO_2 from the flue gas of major emission sources, such as coal-fired power plants, is therefore a key strategy for climate change mitigation. Compared with conventional amine-based CO_2 capture processes, membrane-based CO_2 capture relies solely on the pressure difference across the membrane to selectively separate CO_2 without chemical absorbents, offering advantages in environmental compatibility and operational simplicity. This study investigates single-stage and two-stage membrane processes to evaluate the effects of membrane properties, operating pressure, and membrane area on CO_2 recovery, purity, and energy consumption. To this end, we identify optimal design and operational variables that minimize energy consumption while achieving a CO_2 recovery of at least 90% and a purity above 95%.

P공정금-127

동시 상태 및 파라미터 추정을 위한 적응형 부분집합 선택 접근법

박찬경, 유경환[1], 김보은*
공주대; [1]순천대
(bkim@kongju.ac.kr*)

State estimation is essential in process operations due to limitations in direct measurement and sensor noise. However, conventional state estimation assumes fixed model parameters, which can degrade overall estimation performance under parameter uncertainty. To address this issue, simultaneous estimation of both states and model parameters is required, but when the number of unknown parameters is large or they are poorly identifiable, the estimation problem often becomes ill-conditioned and numerically unstable. In this study, we propose an approach that integrates parameter subset selection (PSS) and adaptive subset selection within a moving horizon estimation (MHE) framework to enhance estimation accuracy. To this end, we employ ranking-based and transformation-based PSS methods and adopt subset selection strategies that enhance the identifiability with numerical stability, keeping the estimation problem well-conditioned. We then compare three strategies—(i) state-only estimation, (ii) simultaneous estimation of all uncertain parameters, and (iii) PSS with adaptive subset selection approach.

P공정금-128

A framework for simultaneous optimization of membrane properties and operating conditions in various multi-stage membrane gas separation processes

오선영, 구보람*
전남대
(boram.gu@jnu.ac.kr*)

Membrane gas separation is a promising route for blue hydrogen purification, yet performance is constrained by the permeability-selectivity trade-off. Achieving target purity and throughput in a single stage is impractical, requiring multistage configurations with recycle. We develop a mathematical model of recycle-integrated multistage membrane gas separation, parameterized by Robeson-bound property sets. Multi-objective optimization generates Pareto fronts maximizing hydrogen recovery and purity while minimizing energy use, by adjusting stage-wise membrane performance, recycle ratio, and key operating conditions. The framework delivers optimal configurations and operating parameters for specified product targets, offers directional guidelines for membrane material development, and underpins strategies to achieve high separation performance with minimal energy and simplified process layouts across research, design, and operational contexts.

P공정금-129

아민계 흡수제의 CO2 포집 성능에 대한 Rotating Packed Bed(RPB)의 rpm 효과 연구

최수민, 정원석, 이웅*
KIST
(ulee@kist.re.kr*)

직접 공기 포집(Direct Air Capture, DAC)은 대기 중 CO2 저감을 위한 유망한 기술로 주목받고 있다. 본 연구에서는 여러 아민 계열 흡수제를 이용하여 Rotating Packed Bed(RPB)에서 DAC 실험을 수행하여 동역학적 특성을 분석하였다. RPB의 운전 조건이 물질전달속도 및 흡수 효율에 끼치는 영향을 실험 및 모델링을 통해 확인하였다. 본 연구는 집약기술로써 RPB를 통해 기존 흡수탑 대비 소형화 및 성능 향상을 동시에 도달할 수 있는 가능성을 보여준다.

P공정금-130

안트라퀴논 자가산화반응 기반 과산화수소 생산 공정 Aspen Plus 설계 및 경제성 평가

김은수[1,2], 박준우[1], 이웅[1]*
[1]KIST; [2]성균관대
(ulee@kist.re.kr*)

전 세계 과산화수소 수요는 전자, 제지, 환경 분야에서 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 병원 소독용과 반도체와 전자 산업 세정용 고농도, 고순도 제품의 필요성이 커지고 있다. 본 연구는 안트라퀴논 자가산화 공정을 기반으로 한 과산화수소 생산 공정과 전기화학적으로 생산하는 공정의 경제성 평가를 목표로 했다. 안트라퀴논 기반 기존 과산화수소 합성 공정을 반응, 분리, 정제 단위로 분해하고, 수소화 및 산화 반응기, 추출탑, 진공 증류탑을 포함한 전체 공정을 설계했다. 각 유닛의 물질 및 에너지수지를 계산하고 촉매와 용매 조성 등 설계 및 운전변수가 공정 성능에 미치는 영향을 비교하였다. 특히 과산화수소의 열분해 특성을 반영한 증류탑의 압력, 단수, 리플럭스비에 따른 Reboiler Duty 변화를 감도 분석했다. 전기화학적으로 과산화수소를 생산하는 공정은 전기화학셀과 추가 농축 장비를 설계하였으며 전류밀도와 그에 상응하는 전압등에 따른 운전 조건을 최적화하였다.

P공정금-131

Optimization of Feed Spacer Geometry in Membrane Distillation Using CFD Simulations

정유혁, 구보람*
전남대
(boram.gu@jnu.ac.kr*)

Membrane distillation (MD) is a thermal-driven desalination method that passes only water vapor through ahydrophobic membrane, delivering near-complete salt rejection with low-gradeheat. Yet concentration and temperature polarization diminish thevapor-pressure gradient and lower flux. We examine how feed-channel spacers – theirthickness, attack angle, and shape – control shear, mixing, heat transfer, and pressure drop. To discover improved designs, we run Bayesian optimization inwhich each proposed geometry is evaluating with computational fluid dynamics (CFD) simulations. The loop efficiently explores the design space, identifies spacersthat mitigate polarization and boost permeate flux, and offers practicalguidelines for MD spacer design. The results focus on spacer-shape variationsand highlight trade-offs among flux, polarization coefficient, and pressure drop.

P공정금-132

이산화탄소 포집을 위한 ROM의 최적 조건 탐색

이우진[1,2], 고성현[1], 김창수[1]*
[1]한국과학기술연구원; [2]숭실대
(changs90.kim@kist.re.kr*)

이산화탄소는 지구온난화의 주요원이자, 환원 시 Syngas, 메탄 등 다양한 에너지원이 될 수 있는 자원이다. 전세계적인 Net Zero를 향한 움직임은 이산화탄소의 사용 감소 뿐만이 아닌, 이를 포집하는 기술에도 집중하고 있다. 기존에는 Amine을 활용한 포집 및 탈거를 진행하였지만, 최근엔 ROM 활용 전기화학적 산화-환원을 통해 CO2 포집/탈착으로 에너지 소모를 줄이고 있다. 하지만 ROM 활용 CO2 탈착 시 이론적인 전기 소모량보다 약 2.5배 높은 에너지가 필요한 상황이다. 해당 연구는 ROM이 가장 최적의 성능을 낼 수 있는 조건(Cation/Anion 종류/농도, 용매 등)을 확인하여 효과적인 DAC 환경 및 높은 Faradic Efficiency를 구축하는 것에 초점을 맞춘다. 해당 연구를 통해 추후 CO2RR과 연동하여 CO2 포집 및 전환 환경을 최적화하는 것이 목표이다.

P공정금-133

Enhancing Lithium-ion Battery SOH Prediction via Domain-Adversarial Neural Networks

이정철, 이윤규, 정동휘*
울산대
(jdonghwi@ulsan.ac.kr*)

Lithium-ion battery state of health (SOH) models trained on one dataset often underperform on others due to domain shift, especially when incremental capacity (IC) curves from different conditions yield distinct feature distributions. To address this, we integrate domain adaptation into an SOH prediction framework. IC curves are generated from raw charge data, and peak-based and statistical features reflecting electrochemical degradation are extracted. We employ domain-adversarial neural networks (DANN) to learn domain-invariant representations via adversarial training between a feature extractor and a domain classifier, reducing feature space discrepancies. Experiments with MIT and Oxford datasets show that this approach improves cross-dataset prediction accuracy, highlighting its potential to enhance battery health prognostic generalization.

P공정금-134

Life Cycle Assessment of CO_2 Conversion into Single-Walled Carbon Nanotubes through Tandem Thermocatalysis

김예은, 이하은, Wong Min Jin Karen, 이시훈*
전북대
(donald@jbnu.ac.kr*)

This study evaluates the environmental impacts of a tandem thermocatalytic process converting CO_2 into single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) via methanation followed by catalytic methane pyrolysis. A cradle-to-gate Life Cycle Assessment (LCA) was conducted by scaling laboratory data to pilot scale, with the functional unit defined as the production of 1 kg SWCNTs. Electricity consumption for high-temperature processing, mainly from the electric furnace, accounted for over 90% of the total GWP, and sensitivity analysis confirmed its major impact. A lower GWP was observed compared with conventional CVD-based production of SWCNTs, demonstrating the potential of this process for the sustainable commercialization of CO_2-derived SWCNTs. Furthermore, it contributes to the advancement of low-carbon nanomaterial production pathways.

P공정금-135

다양한 재활용 접근법을 활용한 이산화탄소 포집 공정의 전 과정 모델링

박지수[1,2], 안진주[1]*
[1]한국화학연구원; [2]고려대
(jjan@krict.re.kr*)

Carbon capture and utilization (CCU) technology mitigates greenhouse gas emissions and alleviates virgin resource depletion by replacing fossil fuel-based production. Life cycle assessment (LCA) is widely used to evaluate the potential environmental impacts of products and technologies; however, ISO 14040/14044 provide ambiguous guidance for CCU's unique characteristics, particularly in allocating burdens between CO_2 emitters and capture/utilization processes. Most CCU LCA studies have relied on a simple cut-off method or system expansion to avoid evaluating a single product's impacts. This has led to incomplete material flow representation, inequitable distribution of responsibilities among stakeholders, and weak incentives for CO_2 use. To address these limitations and quantify CCU products' inherent carbon footprint, this study applies various life cycle modeling approaches—adapted from recycling—to CO_2 capture processes. Allocating environmental responsibilities considering CCU's specifics is expected to provide a more robust basis for CCU technology evaluation and related decision-making. This work was supported by the Institutional Research Program of KRICT (KK2513-20).

P공정금-136

수전해를 활용한 수산화리튬 결정 제조공정의 에너지 효율 향상 연구

김은석[1,2], 임하나[1], 김희한[1], 최진섭[2], 김현종[1]*
[1]한국생산기술연구원; [2]인하대
(hjkim0023@gmail.com*)

탄소 중립 정책과 전기차·휴대용 전자기기 보급 확대로 전 세계 리튬이온 배터리 수요와 폐배터리 발생량이 급증하고 있다. 이에 따라 폐배터리로부터 리튬을 고부가가치 형태로 회수하는 기술이 중요해지고 있다.본 연구에서는 폐배터리로부터 회수한 탄산리튬을 전기화학적 수전해 공정을 통해 고순도의 수산화리튬(LiOH) 결정으로 전환하는 경제적 제조 방법을 제안한다. 공정의 주요 운전 조건을 체계적으로 조정하여 전류 효율, 회수율, 그리고 단위 질량 생산에 필요한 전력소비량(SEC)을 평가하였으며, 공정 시뮬레이션을 병행하여 도출된 결과를 실제 실험 데이터와 비교검증하였다. 분석을 통해 SEC 저감과 회수율 향상에 부합하는 최적의 공정 조건을 도출하였으며, 이를 바탕으로 공정의 에너지 효율성을 확보하였다. 생산된 수산화리튬 결정은 SEM과 XRD 분석을 통하여 형상과 결정상이 이론적인 구조와 일치함을 확인하였다.

P공정금-137

Dual Delivery Of Light/Prodrug Nanoparticles Using Tumor-Implantable Micro Light-Emitting Diode On An Optofluidic System For Combinational Glioma Treatment

LILI GUO, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Glioma is a highly lethal tumor with a poor prognosis, in which the presence of the blood-brain barrier (BBB) and skull significantly limits treatment options. To address this, a tumor-implantable optofluidic system (LED-SC), consisting of a microsized LED (microLED) and a microsyringe chip (SC), is proposed to deliver both light and prodrug nanoparticles (PNPs) directly to brain glioma. The LED-SC combines microLED and SC to enable intratumoral administration of light and PNPs for chemophotodynamic therapy. PNPs, self-assembled nanoparticles of verteporfin (VPF)-doxorubicin (DOX) prodrug, are cleaved by the enzyme cathepsin B, releasing active drugs specifically within tumor cells. In vitro studies show that PNPs are taken up by glioma cells and exhibit enhanced cytotoxicity under light irradiation. The PNPs-loaded LED-SC can be implanted into glioma, wherein PNPs are slowly diffused through the tumor, bypassing the BBB, and it also ensures effective light delivery in glioma beneath the skull, boosting chemo-photodynamic therapy. In glioma mouse models, PNP-loaded LED-SC implantation showed a 3.9-fold improvement in PNP delivery efficiency over intravenous administration, leading to better drug distribution and therapeutic results. The PNPs-loaded LED-SC offers a promising and minimally

P공정금-138

Aspen HYSYS를 이용한 단일 및 혼합 아민 기반 연소 후 CO_2 포집 공정의 시뮬레이션 및 경제적 평가

김보건, 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

This study focuses on the simulation and optimization of a post-combustion CO_2 capture process using amine-based absorbents in Aspen HYSYS. Both single and blended amine solvents are evaluated to determine their CO_2 capture performance under various operating conditions. The simulation results are analyzed to identify optimal absorbent compositions and process configurations for maximizing capture efficiency and reducing energy consumption. In addition, an economic analysis is conducted to assess the cost-effectiveness of different process scenarios. The findings provide practical insights into the design and implementation of energy-efficient, economically viable amine-based CO_2 capture systems for industrial applications.

P공정금-139

Biodegradable passive tag for wireless monitoring of superimposed physiological vital signs in vivo

GYAN RAJ KOIRALA*
Sungkyunkwan University
(grkoirala@g.skku.edu*)

The need for real-time, in-vivo monitoring of vital signs during organ dysfunction surgery is critical for preventing catastrophic outcomes. However, current monitoring systems are bulky and tethered, highlighting a need for body-compliant, comfortable, and easily placed platforms. Here, we present a system capable of monitoring superimposed vital signs in vivo by interrogating a fully biodegradable passive tag implanted in the body with a wearable reader unit attached to the skin. The biodegradable passive tag incorporates a highly sensitive nanoscale crack-based strain sensor which monitors the contractile mechanics of the body organ. The proposed system operates in two modes of wireless communication: (i) near-field inductive coupling: to interrogate with the biodegradable coil antenna which is connected to the sensor through a serpentine interconnect and is implanted subcutaneously and (ii) far-field Bluetooth communication: to transfer sensory information to the peripheral devices. Thus, the system benefits from low tissue loss in near-field communication and long-distance signal transmission capability of far-field communication system. In a living rat model, we demonstrated our system's ability to capture superimposed vital signs: the heart and the respiration rates by implanting a sensor directly into the heart surface because of their anatomical locations.

P공정금-140

전기화학적 모델링을 통한 EV 배터리 사용 단계의 정확한 환경 평가

최강현, 노고산*
충남대
(ksroh@cnu.ac.kr*)

The energy use and greenhouse gas (GHG) emissions of electric vehicles (EVs) in the use phase vary with charging behavior, rest periods, and ambient temperature, but many life cycle assessment (LCA) studies overlook condition-dependent efficiency changes, causing uncertainty. This study integrates a physics-based electrochemical battery model into the LCA to predict energy demand under diverse conditions. A calibrated pseudo-two-dimensional (P2D) model with solid electrolyte interphase (SEI) formation and lithium plating uses experimental data across state-of-charge ranges and temperatures. The model estimates cumulative electricity use, considering rest-induced aging. Results show GHG emissions are highly sensitive to state-of-health. Different degradation pathway assumptions cause discrepancies, highlighting the need for electrochemical modeling and realistic aging assumptions.

P공정금-141

제철소 가스로부터 메탄올 및 올레핀 생산의 공정 시뮬레이션과 다각적 분석

임명균, 김기웅*, 노고산[1], 박재현[1], 김진국[2]
한국화학연구원; [1]충남대; [2]한양대
(kwkim@krict.re.kr*)

The iron and steel industry contribute ~11% of global CO_2 emissions, with blast furnace gas (BFG) traditionally used for low-efficiency power generation. This study proposes an integrated BFG valorization process combining vacuum pressure swing adsorption (VPSA) for CO enrichment, methanol synthesis, and olefin production via the naphtha methanol-to-olefins (NMTO) pathway. Process simulations in Aspen Plus® and gPROMS® benchmarked performance against conventional routes. In the methanol-only scenario, optimal conditions (SN 1.6, 92bar) achieved 0.7354 CO conversion, 0.3589 yield, and 0.533kWh/kg-MeOH energy use, though CO_2 reduction remained −7.83%. Extending to olefin production lowered energy demand to 78.2kWh/kg-olefin and nearly neutral emissions ($-3.0^{*}10^{-04}$ %). These results demonstrate the potential of integrated BFG conversion to enhance energy efficiency, improve carbon utilization, and support steel sector decarbonization.

P공정금-142

Integrated Heat Optimization and Advanced Techno-Economic Modeling for Standalone SOEC Hydrogen Production System Across Multiple Regions

Syed Shaheryar Ali Shamsi[1,2], 임탁형[1,2*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]UST
(ddak@kier.re.kr*)

SOEC technology promises high-efficiency hydrogen production, yet their commercialization and large-scale deployment lags as many techno-economic analyses (TEAs) oversimplify by ignoring heat optimization, regional variability, degradation, and true costs of electricity, labor, water, and taxes. Hence, this study introduces an integrated framework combining pinch-based heat optimization with a parameterized DIRTCS (degradation, inflation, revenue, tax, tax credit, subsidy) TEA model to evaluate standalone SOEC systems. Optimized designs lower auxiliary energy demand and raise efficiency. Regional analysis highlights distinct SOEC cost drivers: taxation in Asia, labor in Western markets, and renewables advantage in solar-rich regions. These results underscore that policy incentives and scale-up are decisive in transforming SOEC from a costly promise into a globally competitive solution.

P공정금-143

광촉매를 이용한 리튬이온 배터리 재활용 공정의 공정 설계 및 경제성 분석

강장훈, 고성현, 최원용, 김창수*
한국과학기술연구원
(changs90.kim@kist.re.kr*)

Lithium-ion batteries are widely used in electric vehicles and high-performance electronics due to their high energy density. However, the resources needed for their production are limited relative to the rapidly growing demand, and improper disposal of spent batteries can cause serious environmental pollution. To address these challenges, it is necessary to establish efficient processes for recovering and recycling valuable metals. In this study, leaching experiments were conducted using organic acids and a reusable photocatalyst on cathode materials recovered from discharged device batteries. Based on the results, a precipitation-based metal recovery process was modeled with Aspen Plus. Scale-up analysis confirmed that the proposed process offers both economic feasibility and environmental sustainability compared with conventional recycling technologies.

O분리목-1

전기 구동 온도-진공 스윙 흡탈착을 위한 건식 제작 필름형 흡착제 기반 직접 공기 포집 기술

박인준, 고동연*
한국과학기술원
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Direct air capture (DAC) technologies is a strategy for mitigating climate change. Among DAC technologies, adsorption-desorption cycles have emerged as a central process due to CO2 productivity and efficiency, and the development of structured sorbents with high CO2 capacity and scalability is critical for large-scale implementation. In this work, we developed film-type structured sorbents via dry fabrication, enabling CO2 sorbent loading exceeding 90 wt%. This approach allows for an environmentally friendly, solvent-free process while achieving high sorbent content. For rapid heating and cooling, joule heating was applied directly to the film, allowing operation as an electrically driven temperature vacuum swing adsorption (ETVSA) unit. A spiral-wound module was also designed to accommodate the film in a compact, scalable format, aiming for efficient ETVSA operation.

O분리목-2

Mechanistic Study of Adsorption and Separation of C3 Gases in MIL-53(Al)

노승건, 신재권, 곽상규*
고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

C3 gas separation is challenging due to their similar properties. MIL-53(Al), a metal-organic framework (MOF), has a reversible pore structure driven by a breathing effect. Under humid conditions, it transforms into a narrow-pore form with enhanced separation. We theoretically investigated the adsorption and separation of two C3 gases using MIL-53(Al). Multiscale simulations including Density Functional Theory (DFT), Grand Canonical Monte Carlo (GCMC), and Molecular Dynamics (MD) were used to evaluate adsorption, diffusion, and phase-dependent selectivity. Results show that residual water in the pores interacts with the π-electron cloud of one C3 gas, enhancing its diffusivity relative to the other, whereas excessive water causes pore contraction that suppresses transport of both gases. In conclusion, an optimal water content can maximize the C3 gas separation performance of MIL-53(Al).

O분리목-3

청록 수소 생산 공정 내 미반응 메탄 회수를 위한 PSA 공정의 효율 향상을 위한 흡착탑 구조 최적화

박재현, 이찬현*
울산대
(chhylee@ulsan.ac.kr*)

청록수소 생산 공정은 최적 운영 조건인 800 °C, 10 bar에서 약 20%의 메탄이 잔존하는 문제가 있다. 미반응 메탄을 선택적으로 분리, 재사용하는 공정은 환경적 측면과 공정 효율 향상을 위해 필수적이다. 본 연구에서는 청록수소 생산 시 발생하는 미반응 메탄을 선택적으로 포집하기 위한 PSA 공정을 구성하기 위해 활성탄 기반의 흡착탑을 구성하였다. 흡착탑의 효율을 보다 향상시키기 위해 기공 분포가 서로 다른 layered 흡착탑을 추가로 설계하고 혼합가스 농도, 유속 별 파과 특성과 메탄 회수 효율을 평가하였다. 파과 실험 결과, layered 흡착탑 설계를 통해 79.3~91.8%의 흡착 효율을 보였으며 단일 흡착탑 대비 최대 2.7%p의 메탄 흡착 효율 향상 효과를 확인하였다. 특히, 활성탄의 기공 분포에 따라 기공 내 확산속도의 차이에 의해 흡착탑의 흡착 효율이 상이하게 나타나는 것을 관찰하였다. 또한, 연속 PSA 공정 적용을 위한 연속 흡-탈착 단계를 설계하고 100시간동안 안정적으로 미반응 메탄 포집에 활용할 수 있음을 확인하였다.

O분리목-4

Synergistic Effect of Carbon loading in Copper Hexacyanoferrate for Advanced Ammonia Adsorption-Desorption Applications

뚜자산, 박지혜, Win May Zaw, Wathone Oo, 이광복*
충남대
(cosy32@cnu.ac.kr*)

Copper hexacyanoferrate (CuHCF), a redox-active Prussian blue analog, was developed as a high-performance adsorbent for ammonia removal. The synthesis was optimized by varying Cu:Fe precursor ratios and introducing activated carbon (10-50 wt%) to enhance textural and thermal properties. Among the composites, 20% carbon-doped CuHCF achieved the best balance of surface area, porosity, and stability, with an NH_3 uptake of 8.8 mmol/g at low pressure and strong regenerability under mild heating (120°C, 1h). XPS confirmed that Fe^{2+}/Fe^{3+} and Cu^{+}/Cu^{2+} redox couples played a key role in NH_3 chemisorption. Breakthrough experiments showed excellent cyclic performance, with minimal capacity loss. The synergistic interaction between CuHCF and carbon significantly improved adsorption kinetics and desorption efficiency, making 20%C-CuHCF a strong candidate for trace NH_3 removal in hydrogen purification systems.

O분리목-5

초고염수 재이용을 위한 탄소나노튜브 계면 가열 막 증류 기술

채소룡*
University of Cincinnati
(chaesg@ucmail.uc.edu*)

Membrane distillation (MD) is a thermally driven separation process that employs hydrophobic membranes to achieve near-complete salt rejection for non-volatile compounds, making it highly effective for treating high-salinity feedwaters. In conventional MD (CMD) systems, however, temperature polarization—caused by thermal boundary layers near the membrane surface—reduces the transmembrane driving force, resulting in lower permeate flux and diminished energy efficiency.To overcome this limitation, interfacial heating membrane distillation (Ih-MD) has been developed. Ih-MD uses Joule heating through conductive membranes directly at the membrane surface, improving thermal efficiency compared to CMD. A key challenge, however, is the electrooxidation of conductive materials (e.g., carbon) in saline environments, which leads to performance degradation over time. Although prior studies have investigated mitigation strategies such as electrical insulation coatings and high-frequency alternating current (AC) operation, the influence of the intrinsic electrical conductivity of the conductive layer on electrooxidation behavior remains insufficiently explored.In this work, multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) were deposited onto commercial polytetrafluoroethylene (PTFE) membranes using spinnable MWCNT arrays to create MWCNT/PTFE composite membranes. By tailoring the properties of the MWCNT films, we

O분리목-6

Thermodynamic modeling of cyclic amines for CO$_2$ capture

Shaukat Ali*, 오민경, 배성윤, 윤민서, Ankit Belbase, 유은욱, 한상준, 문종호
충북대
(shaukatmazari@gmail.com*)

Chemical absorption of CO_2 remains a pivotal technology for mitigating flue gas emissions. However, solvent regeneration continues to pose a major challenge, both in terms of energy demand and process efficiency. To address this, the development of advanced solvents is essential to improve overall performance and reduce operational costs. This study presents the development of an electrolyte NRTL model for a series of ring-structured amines from the piperazine family. The amines investigated include piperazine (PZ), 1-methylpiperazine (1-MPZ), 2-methylpiperazine (2-MPZ), 2-piperidineethanol (2-PPE), 1-(2-hydroxyethyl)pyrrolidine (HE-PRLD), and morpholine (MOR). While these molecules share cyclic structural features, they exhibit distinct physicochemical properties and reactivity with CO_2. The work systematically evaluates their vapor-liquid equilibrium (VLE), speciation behavior, and heat of absorption when reacting with aqueous CO_2 . Additionally, solvent regeneration energy is assessed under varying process conditions, providing a comprehensive understanding of their performance potential in post-combustion CO_2 capture applications.

O분리목-7

탄산염 기둥형 초미세기공 금속-유기 골격체에서의 이산화탄소 포집

정세민[1,2], 조경호[1], 이수경[1], 윤지웅[1], 이종석[2], 이우황[1], 조동희[1]*
[1]한국화학연구원; [2]서강대
(dhjo@krict.re.kr*)

Metal–organic frameworks (MOFs) have emerged as promising candidates for carbon dioxide (CO_2) capture due to their ability to tailor pore structures and textural properties with ease. Nevertheless, utilizing low-cost and environmentally benign chemicals as ligand sources is crucial to ensure the sustainable application of MOFs. Herein, we report that $Zn_2(atz)_2(CO_3)$ (atz = 3-amino-1,2,4-triazolate), a carbonated-pillared ultramicroporous MOF that can be synthesized using sodium bicarbonate (also known as “baking soda”), exhibits good CO_2 adsorption capacity, achieving 1.9 mmol g^{-1} at 298 K and 15 kPa. Furthermore, it displays a moderate isosteric heat of adsorption (Q_{st}) for CO_2, measuring 37.5 kJ mol^{-1} at near-zero coverage, with an exceptional ideal adsorbed solution theory (IAST) CO_2/N_2 selectivity of 188 for a 15/85 (v/v) CO_2/N_2 mixture at 298 K and 100 kPa. Remarkably, our breakthrough experiments under both dry and humid conditions reveal that $Zn_2(atz)_2(CO_3)$ maintains its CO_2 capture capabilities, even at intermediate relative humidity levels (e.g., 40%). Intriguingly, Monte Carlo and dispersion-corrected density functional theory simulations suggest that carbonate anions, by which zinc-aminotriazolate layers

O분리목-8

기계식화학반응을 이용하여 폐양극재 내 리튬의 선택적 추출에 대한 기계적 이해

김성령, 정해성*
국립창원대
(haesung.jung@changwon.ac.kr*)

Due to the rapidly increasing demand for lithium-ion batteries in electric vehicles, the depletion of valuable metals such as Li, Ni, Co, and Mn from cathodes has become a big challenge. To address a concern, conventional recycling methods have been used to extract valuable metals, often leading to Li loss as slag or gas and involving complex processes which use reductants or oxidants. Here, we developed a novel method to pre-extract Li using a mechanochemical reaction without any reductants or oxidants. Notably, Ni, Co, and Mn were oxidized during the reaction, likely promoting the extraction of Li from the cathode to meet the electron neutrality. The released Li gradually transformed into Li_2CO_3 by reacting with atmospheric CO_2. Subsequently, it was possible to extract Li from the cathode in neutral solution with 100% efficiency.

O분리금-1

투과 흐름 중공사 전극을 이용한 전기화학적 해수 알칼리도 향상을 통한 탄소 제거

박인환, 오승정[1], 고동연*
한국과학기술원; [1]현대자동차
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

The ocean functions as a vast carbon sink, absorbing over 25% of atmospheric CO_2. Increasing atmospheric CO_2 levels exacerbate ocean acidification, highlighting the urgent need for marine carbon dioxide removal (mCDR) solutions. However, current electrochemical ocean alkalinity enhancement (e-OAE) technologies face challenges such as fouling and high system costs. This study proposes an e-OAE system designed to maximize the fluid-electrode contact area per unit volume while maintaining a compact structure. A hollow fiber flow-through electrode made from stainless steel is introduced for its corrosion resistance and electrical conductivity. The electrode is fabricated via fiber spinning and hydrogen sintering, yielding high porosity and a large electrochemical surface area. The flow-through design allows dual-sided reactions and promotes a strong pH swing, enabling selective precipitation of brucite and calcium carbonate. This system achieved more than 90% dissolved inorganic carbon (DIC) removal, maintaining excellent stability and structural integrity during continuous operation, proving its potential for scalable ocean carbon removal.

O분리금-2

효율적인 이퓨얼 정제를 위한 미세다공성 폴리아미드 고분자 분리막

장민준, 첸 유[1], 정용철[1], 고동연*
KAIST; [1]부산대
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

E-fuels, synthesized from green hydrogen and captured CO_2, offer a sustainable path to carbon neutrality by enabling a closed carbon cycle. Their production typically involves the Fischer-Tropsch (FT) process, which generates complex liquid hydrocarbon mixtures requiring subsequent fractionation into usable fuel products. Conventional thermal distillation for this step is highly energy-intensive, whereas membrane-based separations present a promising low-energy alternative. In this study, we present a new class of microporous polyamide membrane, 6FBBA-SBF, engineered for efficient liquid-phase hydrocarbon fractionation. The membrane design combines the contorted, high free volume backbone of polymers of intrinsic microporosity (PIMs) with interchain hydrogen bonding from amide linkages, resulting in a microporous yet solvent-resistant structure. When applied to realistic and complex liquid hydrocarbon mixtures containing naphtha, kerosene, and diesel, the 6FBBA-SBF membrane effectively enriched the naphtha fraction from 28.47 to 56.02 wt% while reducing the diesel fraction from 41.20 to 19.45 wt%, demonstrating its suitability for boiling-point-selective separations. These findings establish hydrogen-bonded microporous polyamides as scalable and energy-efficient membrane materials for advanced liquid hydrocarbon separations in the context of e-fuel upgrading.

O분리금-3

초선택적 수소 투과를 위한 플라즈마 처리로 조정된 탄소 분자체 분리막

오반석, 서혁준[1], 위정수, 고동연*
한국과학기술원; [1]한국화학연구원
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Carbon molecular sieve (CMS) membranes are a promising class of materials that overcome the permeability-selectivity trade-off in conventional polymeric membranes. However, tuning ultramicropores for separating gases with similar kinetic diameters remains challenging. Here, we show that simple plasma treatment with nitrogen or argon induces oxidation and nitrogen doping, fundamentally modifying CMS structures. These changes generate distinct ultramicroporosity, yielding exceptional H_2 separation. Plasma-treated CMS membranes showed 40- and 137-fold increases in H_2/CO_2 and H_2/CH_4 selectivities, respectively, while maintaining H_2 permeability above 1000 Barrer. With high-temperature pyrolysis, the membranes reached H_2/CO_2 selectivity >260 and H_2 permeability >100 Barrer. Notably, performance loss was <10% over 14 months. These findings establish plasma treatment as a practical strategy to produce CMS membranes with outstanding gas separation and long-term stability.

O분리금-4

메조다공성 막의 동적 침전층을 통한 원유 분별

최지훈, 서혁준[1], 이민용, 신웅철[2], 최건우, 장민준, 임성갑, 이재우, 라이언 라이블리[3], 고동연*
한국과학기술원; [1]한국화학연구원; [2]현대오일뱅크; [3]조지아 공과대
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Crude oil pre-fractionation presents a revolutionary strategy for reducing energy demands in petroleum processing by enabling selective separation prior to conventional distillation. However, the key challenge lies in achieving effective light hydrocarbon separation while maintaining commercial-scale throughput and operational reliability. This research investigates porous polyacrylonitrile membranes, typically employed as support materials, for molecular-scale hydrocarbon fractionation. During cross-flow testing, these membranes achieved crude oil permeances of $0.591 \pm 0.040 L m^{-2} h^{-1} bar^{-1}$ while selectively concentrating lighter fractions including naphtha and kerosene. Our findings suggest separation occurs through preferential retention of heavy hydrocarbons within membrane pores, forming a dynamic deposition layer with sub-2 nm dimensions that facilitates molecular-level sieving. This work establishes potential of porous polymeric membranes for practical crude oil fractionation.

O분리금-5

High Permeability Meets High Selectivity: An Entrainer-Assisted Platform for Surpassing the Membrane Trade-off

김승환, 김정*
경희대
(jeongkim@khu.ac.kr*)

The Entrainer-Assisted Membrane Separation (EMS) strategy offers a solution for the challenging purification of chemically similar compounds in high-salinity solutions, biorefineries, and resource recovery. This approach uses innovative entrainers like polyethyleneimine[Chem. Eng. J., 2024, 493], poly(4-styrene sulfonic acid)[J. Membr. Sci., 2025, 715], and ionophores[ACS Sustain. Chem. Eng., 2025, 13(17)] to selectively bind and enable the membrane separation of valuable compounds such as organic acids, lithium, and nickel. This alteration of the target's effective size and charge enables a fundamental transport regime shift from slow, diffusion-limited separation to a rapid, convection-driven process.Integrated into membrane cascade systems, EMS achieves exceptional purity (>99.9%) and high yields (~80%), overcoming the traditional limits of membrane processes. The strategy is sustainable and economically viable—with validated entrainer recyclability and a projected return on investment of less than one year—establishing EMS as a scalable, energy-efficient platform for advanced separation technologies.

O분리금-6

고성능 유기용매 나노여과를 위한 나노다공성 그래핀 분리막 대면적 제조 연구

김지원, 김대우*
연세대
(audw1105@yonsei.ac.kr*)

Nanoporous graphene is a promising material for organic solvent nanofiltration (OSN) because of its excellent chemical resistance and additional diffusion pathways. However, conventional chemical activation or etching is mainly confined to the lab scale. Here, we report a scalable method for nanoporous multilayer graphene (NMG) membranes. Graphene oxide (GO) was coated via slot-die coating and then hot-pressed to activate nanopores, and the graphene layer was welded with the polymeric support. The NMG membranes exhibited stable performance for 30 days. However, permeance significantly declined due to dye accumulation. Therefore, the NMG membranes were chemically reduced, for decomposing residual functional groups. The membrane achieved an ethanol permeance of 800 LMH/bar with a sharp molecular-weight cut-off of 500 g/mol.

O분리금-7

글루타알데하이드 가교 탄닌산 코팅을 통한 정밀여과막의 친수성 개질 방법

심승보, 배태현*
한국과학기술원
(thbae@kaist.ac.kr*)

이 연구는 정밀여과막에서 단백질 흡착을 감소시켜 공정 수율 저하와 막 오염을 줄이는 것을 목표로 하였다. Polyethersulfone (PES) 막은 vapor-induced phase separation (VIPS) 으로 제막되었으며, sodium periodate를 촉매로 사용하여 tannic acid (TA) 코팅을 통해 친수성을 향상시켰다. 제약 산업에서 일반적으로 사용되는 완충 용액인 PBS 용액 환경에서 TA 코팅층의 안정성이 떨어지는 모습을 보였기에 이를 보안하기 위해, TA 층을 glutaraldehyde로 가교하였다. 이러한 표면 개질은 단백질 흡착을 효과적으로 줄이고 항오염 특성을 향상시켰다. 실험 결과, 기존 PES 막에 비해 친수성이 크게 증가하고 단백질에 의한 막 오염이 감소함이 확인되어, 제약 및 생명공학 분야의 여과 응용에서 막 성능을 향상시키는 다단계 표면 개질 방법의 효과가 입증되었다.

O분리금-8

Interfacial Polymerization of Amine-Modified SPEEK Membranes for Li^+/Mg^{2+} Separation in Electrically Driven Systems

Shik Rou Kong, 박영준*, 서동주
광주과학기술원
(young@gist.ac.kr*)

The selective extraction of lithium from salt-lake brines is a major challenge due to its low concentration and high Mg^{2+}/Li^+ ratio. This study explores the use of sulfonated poly(ether ether ketone) (SPEEK) membranes for lithium ion (Li^+) separation in electrically driven systems. Membranes were prepared with varying sulfonation times (12, 24, and 36 hours), and their mechanical strength, ionic flux, and Li^+ selectivity were evaluated. The SPEEK-12 membrane exhibited the best performance and was further modified through interfacial polymerization with amine monomers (polyethylenimine, piperazine, and m-phenylenediamine) and 1,3,5-benzenetricarbonyl trichloride (TMC) as a cross-linker. This modification created positively charged thin-film composite layers, enhancing Mg^{2+} rejection and Li^+/Mg^{2+} selectivity. Membrane characterization using ATR FT-IR, XPS, SEM, and AFM revealed that PIP-TMC-SPEEK achieved the highest Li^+/Mg^{2+} selectivity (434.01) and Li^+ flux (48.75 $mmol \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$) under simulated brine conditions. These findings demonstrate the potential of interfacially polymerized SPEEK membranes as effective candidates for efficient lithium recovery in electrically assisted separation processes.

O분리금-9

Selective In-Pore Growth of MOF-808 in Polymeric Fibers for Metal Ion Recovery from Industrial Wastewater

이호준, 이종석*
서강대
(jongslee@sogang.ac.kr*)

With the growing global demand for rare metal resources, there is an urgent need to develop advanced and efficient recycling technologies. This presentation introduces an innovative hybrid fiber sorbent, engineered by selective in-pore growth of metal-organic frameworks (MOFs) within the channels of polymeric hollow fibers. The hollow fiber structure offers rapid transport pathways for metal-containing solutions, while the embedded MOFs serve as highly active adsorption sites, significantly improving metal uptake efficiency. The resulting sorbents exhibit remarkable adsorption capacities toward various metal ions, including Pb^{2+}, Ni^{2+}, and Co^{2+}, and retain their performance across five consecutive adsorption-desorption cycles, demonstrating excellent durability and long-term operational stability.

O분리금-10

Integration of Macrostate Probability Distribution-Based Mixture Loading Predictions into Cyclic Process Simulation and Optimization

윤성현, 정용철*
부산대
(drygchung@gmail.com*)

Prediction of mixture adsorption equilibria is a prerequisite for the design and optimization of adsorption-based separation processes. Conventional models, including extended dual-site Langmuir and ideal adsorbed solution theory, suffer from limitations such as fitting sensitivity and computational inefficiency. Here, we present a process modeling framework based on macrostate probability distributions (MPDs) obtained from flat histogram Monte Carlo simulations, which enables efficient prediction of mixture adsorption without model fitting or repetitive simulations. Our analysis shows that the MPD-based approach provides reliable predictions of mixture adsorption isotherms while significantly reducing computational costs in process optimization compared to IAST. These findings establish the MPD framework as a robust and versatile tool for adsorption process modeling.

P분리목-1

무수갈락토스의 고순도 연속분리를 위한 simulated moving bed 공정 개발

문성용*, 강회종, 우형주, 서성제, 이성지
한양대
(munsy@hanyang.ac.kr*)

The goal of this study was to develop an optimal simulated-moving-bed (SMB) process for the continuous-mode and high-purity recoveries of 3,6-anhydrogalactose (AHG) and galactose (GA) from agarose hydrolysates. It was found first that a two-stage SMB structure based on using a less hydrophobic adsorbent in the 1st-stage SMB and a more hydrophobic adsorbent in the 2nd-stage SMB was most appropriate for the targeted SMB process. Under the environment of such selected SMB adsorbents, the intrinsic parameters of each component were determined, which were then applied to the optimization of the targeted SMB process. It was confirmed from the SMB experimental results that the optimized process allowed the continuous-mode and high-purity recoveries of AHG and GA without loss.Acknowledgements: National Research Foundation of Korea (No. NRF-2023R1A2C2003115), Plastic Free Specialized Graduate Program through KEITI of MOE.

P분리목-2

이사틴 기반 미세다공성 고분자의 구조 조절을 통한 가스 분리 성능 및 플라스틱화 저항성 향상

최효민, 지원석*
전남대
(wschi@jnu.ac.kr*)

Microporous polymer membranes were synthesized via superacid-mediated Friedel-Crafts polycondensation using isatin as a fixed electrophilic moiety and various aromatic comonomers as nucleophilic building blocks. This approach enabled the systematic modulation of polymer chain geometry, including segmental rigidity, conformational planarity, and interchain interactions, without altering the core isatin structure. The resulting membranes exhibited diverse thermal, mechanical, and free volume characteristics, which were carefully analyzed to assess their impact on gas transport behavior. Gas permeability and selectivity trends were correlated with structural parameters such as chain packing and rotational mobility. In particular, membranes incorporating planar and rigid aromatic units showed enhanced H_2 /CO_2 selectivity, while those with restricted torsional freedom demonstrated superior dimensional stability and resistance to plasticization. These findings highlight the crucial role of molecular design in tuning membrane performance and provide a structural framework for the development of next-generation gas separation materials.

P분리목-3

가스 분리를 위한 para 치환 벤즈알데하이드 기반 하이드록실 기능성 미세다공성 고분자막의 설계 및 성능 평가

한나라, 지원석*
전남대
(wschi@jnu.ac.kr*)

We report a new class of hydroxyl-functionalized microporous polymer membranes synthesized via acid-catalyzed Friedel-Crafts polycondensation, incorporating benzaldehyde derivatives with tunable para-position substituents (-H, -F, -Cl, -Br). These para-substituents modulate the chain-packing structure, fractional free volume (FFV), and ultimately influence the gas separation performance. Among the series, bulkier substituents increased FFV and d-spacing, enhancing gas diffusivity and permeability. The PIM-OH-Br membrane exhibited the highest CO_2 permeability (92.7 Barrer) and H_2 permeability (151.0 Barrer), while PIM-OH-Cl showed superior CO_2 /N_2 selectivity due to tightly packed intra-chain structures. All membranes showed high thermal stability (≥500℃) and no glass transition below 200℃. Additionally, the hydroxyl groups contributed to CO_2 plasticization resistance with a threshold above 225 psi, attributed to rigid polymer backbones and hydrogen bonding. This study highlights the critical role of para-substituent engineering in tailoring polymer structure and gas transport properties, offering valuable design insights for advanced gas separation membranes.

P분리목-4

PIM-1 혼합 매질 분리막에서 CO_2 분리 성능을 향상시키기 위한 다공성 유기 고분자-그래프트 필러

손혜정, 이창수*
국립부경대
(cslee21@pknu.ac.kr*)

The increasing concentration of CO_2, largely caused by fossil fuel consumption, highlights the urgent need for advanced gas separation technologies. In this work, we design mixed matrix membranes (MMMs) by integrating a polymer of intrinsic microporosity (PIM-1) with specially engineered porous organic polymer (POP) fillers. These fillers are modified with CO_2-philic polyethylene glycol (PEG) based polymer side chains, resulting in PEG grafted POP (PGP_x). The POP framework provides structural rigidity and preserves microporosity, while the flexible ether-rich grafts enhance CO_2 affinity. We explore how variations in grafting degree and filler loading impact membrane morphology, thermal properties, and gas separation efficiency. Among the tested membranes, the one containing 20 wt% $PGP_{0.5}$ exhibits outstanding performance, with CO_2 permeability of 6599 Barrer and high selectivity over N_2 and CH_4, surpassing the Robeson 2008 upper bound.

P분리목-5

Tri-Triazole 리간드를 갖는 아연 기반 금속 유기 골격체를 이용한 연소 후 이산화탄소 포집

김시은, 자오 구오빈[1], 정용철[1], 고동연*
카이스트; [1]부산대
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

The increasing demand for greenhouse gas mitigation has highlighted the need for effective post-combustion carbon dioxide (CO_2) capture. Physisorbents such as metal-organic frameworks (MOFs) offer a promising solution due to their potential for structural/functional tunability and low-energy regeneration. Computational studies recently predicted a Zn-based MOF with a tri-triazole linker to exhibit exceptionally high CO_2/N_2 selectivity, though its gas adsorption behavior remains unexplored. Inspired by these findings, we evaluated its CO_2/N_2 separation performance. Preliminary isotherm data suggest favorable CO_2 uptake at a few percent concentration, supporting its applicability to flue gases. Current work explores the stability of MOFs under flue gas conditions, tailoring their adsorption performance and structuring of adsorbents for efficient system operation.

P분리목-6

일산화탄소 선택적 흡착이 가능한 구리 1가 이온이 포함된 섬유 흡착제를 이용한 고순도 수소 정제 연구

이성규, 허희령, 김현중, 소중섭[1], 이재우, 고동연*
한국과학기술원; [1]한국화학연구원
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Carbon monoxide (CO) removal techniques are critically important in the context of hydrogen (H_2) purification to achieve an economically viable hydrogen value chain. Herein, we develop the new type of structured sorbents, Cu^I-embedded fiber sorbents, fabricated by incorporating Cu sources into MOF/polymer composite fibers, for selective removal of CO from H_2-rich gas. Cu^I-embedded fiber sorbents show remarkable dynamic adsorption performance, 1.4 – 2.6 times greater dynamic sorption capacities than those of pure MIL-101(Cr)/PVDF fiber, across the range of CO compositions and cyclic stability under the static and/or dynamic adsorption conditions. We also confirm that the form-factor of support can influence to the aggregation effect of infused copper species. Notably, compared to the powder form sorbents, these fiber-form sorbents show enhanced copper dispersion ability, resulting in the ultrahigh Cu utilization degree. The new Cu^I active sites, identified from the in-situ CO diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFTS) analysis, further elucidate the highly dispersed Cu contents, implying that the formation of active metal sites with different micro-environments. This work highlights the new concepts of the adsorption-based carbon monoxide removal system with potential application for high-purity H_2 recovery.

P분리목-7

카다놀/에틸아세테이트/암모니아수 계에서 액액 평형의 측정과 양자역학 계산 추정

김병철, 김점수[1], 김영한[1]*
경남정보대; [1]동아대
(yhkim2@pknu.ac.kr*)

Cardanol has been widely used in bio-diesel additive and polymer applications because of its production from cashew nut shell, a bio-waste, while its consumption is expected in rapid increase. However, current production of the cardanol largely depends upon molecular distillation, requiring high cost equipment and energy-intensive operation. Solvent extraction can be applied for the cardanol recovery from the cashew nut shell liquid. A pseudo ternary LLE data has recently been reported using MIBK as a solvent possibly used in the cardanol extraction process. In this study the same procedure was implemented to ethyl acetate as a solvent with new ternary system of ammonia water/cardanol/ethyl acetate. Its tie-line data and QC molecular dynamic simulation results were presented, and the interaction between 3 pairs of molecules was examined with the radial distribution function derived from the MD simulation results.

P분리목-8

망간 분진으로부터 고순도 황산망간일수화물($MnSO_4 \cdot H_2O$)을 제조하는 간소화된 습식 제련 공정

이우석, 정해성*
국립창원대
(haesung.jung@changwon.ac.kr*)

The accelerating demand for electric vehicles and grid-scale storage has increased the need for high-purity manganese sulfate ($MnSO_4$), a critical raw material in cathodes of Li-ion batteries. Considering the significant demands of raw materials and the necessity to meet the needs for environmental sustainability, the recovery of Mn from waste materials has garnered interests in battery industries. Industrial byproducts such as Mn dust from ferromanganese production, generated over 50,000 tons per year globally, could offer a sustainable feedstock. This study investigates a streamlined hydrometallurgical route that integrates pH-controlled precipitation with supersaturation-driven crystallization to directly convert concentrated Mn dust into battery-grade $MnSO_4 \cdot H_2O$ with the principle of green chemistry. This approach provides high-purity products without complex multi-stage purification, supporting sustainability by upgrading low-value residues and improving resource efficiency.

P분리목-9

Rapid Sub-Hour Cycling of Direct Air Capture Using Engineered Hollow Fiber Sorbents

Injun Park, Hebisch Karoline, Dong-Yeun Koh*
KAIST
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Direct air capture (DAC), a form of negative emission technology (NET), has become a viable, yet still imperfect solution for addressing current climate concerns. This work aims to address a critical limitation of current DAC approaches – the slow adsorption-desorption kinetics. By using heat-exchangeable hollow-fiber sorbents, comprising ethylenediamine (EDA) grafted on Y-zeolite embedded in an epoxy-coated polyamine imide (PAI) matrix, we report that these flexible, water-resistant fibers yield a sub-hour adsorption-desorption DAC cycle (400 ppm CO_2/N_2). Temperature cycling between adsorption (10 ℃) and desorption (90 ℃) was achieved in under 60 s. The fibers exhibit stable cycling performance (>97% regeneration efficiency) in 10 consecutive DAC cycles. Bayesian optimization (BO) was then employed to identify process conditions that can minimize energy consumption while retaining high working capacity. Maximum productivity, i.e., the highest working capacity, was achieved by minimizing thermal downtime. This work shows that the here discussed fiber contactors represent an optimal framework to reduce the kinetic burden of DAC by enabling a rapid temperature change.

P분리목-10

Macroporous MOF beads constructed from intergrown MOF nanoparticles for enhancing CO2 separation

Phat Ngoc Nguyen, 김진수*
경희대
(jkim21@khu.ac.kr*)

Incorporating carbon nanomaterials into a sol-polymer system, followed by granulation, provides an efficient route to fabricate macroporous materials with improved handling, operational convenience, and transport suitability for experimental use. In this work, macroporous gamma-Alumina beads were first prepared by granulating and calcining a Boehmite sol-CNT-PVA mixture. These beads were then used as sacrificial templates to synthesize self-supported macroporous aluminum formate (ALF) beads (Mac_ALF beads). Owing to their macroporous framework, the Mac_ALF beads exhibited CO_2 adsorption-desorption behavior distinct from that of conventional ALF powder. Specifically, they achieved a 2.1-fold increase in dynamic CO_2 uptake in a CO_2/N_2 mixture (15/85 v/v) and a 2.75-fold increase in CO_2/CH_4 separation (50/50 v/v) compared to the powder form. Moreover, under humid conditions (60% RH), the Mac_ALF beads maintained almost unchanged CO_2 capture capacity at 1% breakthrough, underscoring their superior applicability for flue gas CO_2 removal.

P분리목-11

Redox Stabilization and CO Selectivity in Cu^+ Exchanged HZSM-5 by Cerium Incorporation

슌파파 아잉, 박지혜, Win May Zaw, Wathone Oo, 뚜자산, 이광복*
충남대
(cosy32@cnu.ac.kr*)

Carbon monoxide is a toxic pollutant responsible for health risks and lowering hydrogen fuel cell efficiency. It is also a major feedstock for many chemicals, so effective capture is necessary to provide clean energy. Cu^+-based adsorbents have high CO affinity but oxidize to Cu^{2+} under regular conditions. CO_2 also inhibits adsorption sites which lowers CO selectivity. In order to solve these issues, a Cu^+-based CO adsorbent was synthesized using ZSM-5 and stabilized using Ce^{3+}. Cerium acts as a redox buffer in the form of oxidation to Ce^{4+} and inhibition of Cu^+ oxidation, as confirmed by XPS. Various Ce:Cu ratios (1:1–4:1) were attempted and the 3:1 ratio showed the best CO adsorption (~1.3 mmol/g) and 99.5% stability when stored for 30 days. Cerium modified acid sites too, enhancing the selectivity factor for CO/CO_2 to 1.8 from 1.3. This approach offers a stable and selective route for CO adsorption.

P분리목-12

펜던트 기능화된 폴리이미드를 활용한 기계적으로 안정적인 열적 재배열막의 CO2/CH4 및 H2/N2 분리 성능 향상

정우성, 배태현*
한국과학기술원
(thbae@kaist.ac.kr*)

Separating H2/N2 for hydrogen purification and CO2/CH2 for natural-gas sweetening and CO2 mitigation is industrially crucial. Polyimide membranes combine thermal/chemical stability, solution processability, and intrinsic selectivity, and can be thermally rearranged (TR) to create rigid, size-sieving microvoids. Here, pendant-functionalized 6FDA-based polyimides are designed to form benzoxazole rings during TR, increasing chain rigidity, suppressing physical aging, and preserving mechanical integrity. Unlike costly spiro-based monomers, the pendant route uses low-cost, modular chemistry. Pendant structures can be diversified to tune free-volume topology and intermolecular interactions. With judicious pendant design and heat treatment, we enhance both permeability and selectivity for H2/N2 and CO2/CH2, offering a scalable path to high-performance TR membranes.

P분리목-13

암모니아-메틸디에탄올아민 혼합 용액을 이용한 CO_2 포집 공정의 열역학 매개변수 추정 및 공정 최적화

김혜린, 김진영, 오민경, 배성윤, 한상준, Shaukat Ali Mazari, 문종호*
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

To achieve a sustainable carbon-neutral society, the adoption of Carbon Capture and Storage (CCS) technologies to mitigate CO_2 emissions from industrial processes is being actively promoted. Among various CCS options, wet absorption process is the most widely used, with typical absorbents including amines (MEA, AMP, MDEA, etc.) and ammonia (NH_3). Commercial amine-based absorbents generally require a regeneration energy of approximately 2.0-3.0 GJ/t-CO_2 , whereas ammonia-based absorbents can theoretically achieve lower regeneration energy. However, the commercialization of ammonia absorbents is hindered by ammonia slip and scaling issues.In this study, a mixed absorbent composed of ammonia and methyl diethanolamine (MDEA) was investigated to alleviate these drawbacks. The thermodynamic parameters of the elecNRTL-RK model for the NH_3 -MDEA mixed absorbent were regressed using experimental CO_2 absorption equilibrium data to validate the model accuracy. Furthermore, process optimization was performed using Aspen Plus V14 integrated with MATLAB to maximize the CO_2 capture performance of the mixed absorbent system.

P분리목-14

산화제 또는 환원제 없이 기계식화학반응을 통한 폐양극재 내 리튬의 선택적 추출

김성령, 최진영, 김동근, 문수인, 정해성*
국립창원대
(haesung.jung@changwon.ac.kr*)

With carbon neutrality, the rising demand for lithium-ion batteries (LIBs) in electric vehicles has raised critical issues regarding the disposal of spent LIBs and the depletion of valuable metals from cathodes. To address these issues, current recycling methods have been used to recover valuable metals such as Ni, Co, and Mn. However, these methods cause significant environmental pollution, including wastewater and toxic gas emissions, and result in the loss of Li, one of the most critical resources. Therefore, it is crucial to develop an eco-friendly method to selectively recover Li. Here, we developed a novel Li recovery method via a mechanochemical reaction that does not require any additional chemical reagents. The results showed that Li was selectively pre-extracted with 100% efficiency

P분리목-15

Modeling and Thermodynamic Assessment of Piperazine Based Blends with Tertiary Amines for High Performance CO2 Capture

김진영, 김혜린, 오민경, 배성윤, Shaukat Ali Mazari, 한상준, 문종호*
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

To develop high efficiency CO2 capture absorbents, this study experimentally evaluates the CO2 absorption performance of N,N-diethylethanolamine(DEEA)/piperazine(PZ) and N,N-dimethylethanolamine(DMEA)/PZ blended amines under various temperature conditions. Thermodynamic models, including the Deshmukh-Mather and electrolyte non-random two-liquid models, were applied to analyze system behavior and determine thermodynamic properties such as vapor-liquid equilibrium data, CO2 equilibrium solubility, cyclic capacity, heat of absorption, and regeneration energy. Model performance was assessed based on prediction accuracy under absorption and desorption conditions, symmetric mean absolute percentage error analysis, and evaluation of temperature dependence. Comparative analysis identified the optimal thermodynamic model and DEEA/PZ or DMEA/PZ composition to enhance both the energy efficiency and economic feasibility of CO2 capture processes.

P분리목-16

AMP 혼합 아민 (AMP/MEA, DEA, MDEA, PZ)을 활용한 CO2 포집 공정의 비교 및 종합적인 평가: 열역학 모델링, 경제성 평가 및 공정 최적화

오민경, 배성윤, 김혜린, 김진영, 윤민서, 샤우캇 알리 마자리, 한상준, 문종호*
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

This study compared CO_2 capture process using AMP-blended amines (MEA/AMP, DEA/AMP, MDEA/AMP, PZ/AMP). Thermodynamic modeling of E-NRTL model was performed using the VLE experimental data. The CO_2 capture process was designed employing regressed electrolyte pair parameters to evaluate the reboiler duty (Q_{reb}), total equivalent work (W_{eq}), and CO_2 capture cost. The process optimization in terms of W_{eq} and CO_2 capture cost was performed for various CO_2 capture rate and plant capacity. The minimum W_{eq} was 0.807 GJ/tCO_2 using PZ/AMP systems (01:29 wt%) at 90% capture rate and the minimum CO_2 capture cost, \$59.2/tCO_2, also was obtained in PZ/AMP with 05:40wt%.

P분리목-17

ZIF 계면 조절을 통한 고성능 수소 분리막 개발

김효정, 이종석*
서강대
(jongslee@sogang.ac.kr*)

Efficient hydrogen purification is a critical step toward realizing a hydrogen-based economy. Mixed-matrix membranes (MMMs), which integrate porous fillers into a polymer matrix, represent a promising strategy for high-performance hydrogen separation. However, their effectiveness is often hindered by poor interfacial compatibility between the polymer and filler. In this study, we present a facile, room-temperature synthesis of alkylamine-modulated ZIF-9 (AZIF-9), yielding highly uniform nanoparticles. These tailored AZIF-9 particles were incorporated into various polymer matrices to fabricate MMMs for hydrogen separation. In particular, we examine how interfacial interactions between AZIF-9 and the polymer influence membrane performance. Our findings demonstrate that enhanced polymer-filler compatibility can significantly improve hydrogen selectivity by reducing non-selective voids.

P분리목-18

알루미나 중공사 지지체 표면 조도 향상 및 진공 보조 무전해 도금을 통한 팔라듐 합금 분리막의 수소 투과 성능 개선

허승희, 박정훈*
동국대
(pjhoon@dongguk.edu*)

Hydrogen energy is increasingly seen as a clean alternative to fossil fuels amid the worsening global warming crisis. This study fabricated alumina hollow fiber supports via phase inversion and deposited palladium and palladium alloy membranes by electroless plating. Surface roughness was improved using intermediate layers of graphene oxide and gamma-alumina, while vacuum-assisted plating was applied to further enhance hydrogen permeation. Morphology and thickness of the layers were examined by scanning electron microscopy, and alloy composition was determined by energy-dispersive X-ray spectroscopy. X-ray diffraction confirmed alloy formation. Hydrogen permeation flux was measured with a bubble flow meter, and the separation factor was evaluated using gas chromatography. These methods together present an effective strategy for advancing membrane-based hydrogen separation.

P분리목-19

바이오가스로부터 전기탈이온막 시스템을 이용한 고순도 이산화탄소의 분리 공정 기술개발

권정회*, 김태균, 유강용, 심대은, 홍은지
(주)웨니
(shyakiel2@naver.com*)

혐기성 소화공정을 이용한 바이오가스 생산의 경우 메탄 함량이 60%, 이산화탄소 함량이 40% 수준으로 메탄은 95% 이상 고질화하여 연료로 사용되는 반면, 이산화탄소는 초고순도로 정제하지 않는 이상 사업화가 어려운 단점이 있다. 이에 바이오가스 생산 시설 중, 생물학적 메탄화 시스템에 사용되는 미생물 생장에 필요한 이산화탄소를 효율적으로 공급하기위해 전기탈이온막을 이용하여 바이오가스로부터 95%이상의 이산화탄소를 분리 및 포집하는 기술을 개발중에 있다.[본 연구는 한국환경산업기술원 폐자원활용에너지전환실증기술개발사업(과제명 : 미활용 복합 바이오매스 활용 에너지 전환 실증 기술개발, 과제번호 : RS-2022-KE002299)의 지원을 받아 수행되었습니다.]

P분리목-20

암모니아 분해를 위한 이단계 분리 시스템의 최적화 및 개발: TSA 기반 NH3 제거와 VPSA 기반 H2/N2 정제

이권우, 문종호*, 윤민서, 안킷 벨바제
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

Ammonia, with high hydrogen density, existing infrastructure, and CO_2-free decomposition, is a promising hydrogen carrier. Its thermal decomposition yields H_2, N_2, and trace NH_3, but residual NH_3 and H_2/N_2 separation hinder direct fuel cell use. This study presents a dual-stage process: temperature swing adsorption (TSA) cuts NH_3 to sub-ppm at moderate regeneration temperatures, protecting downstream units; vacuum pressure swing adsorption (VPSA) uses zeolites to separate H_2/N_2, achieving >99.93% purity and >92% recovery. Dynamic modeling with NSGA-II optimization tuned temperature, cycle time, vacuum pressure, and purge-to-feed ratio to boost performance and cut energy use. The TSA-VPSA setup enhances stability and adsorbent life, offering a scalable, efficient solution for high-purity hydrogen from ammonia.

P분리목-21

아스코르브산을 이용한 폐망간분진으로부터 망간의 지속가능한 회수

장연서, 강보경, 이신우, 정해성*
국립창원대
(haesung.jung@changwon.ac.kr*)

Mn dust, generated at a rate of ~50,000 ton/yr from ferromanganese production is mostly landfilled. However, considering the emerging demand for MnSO4, a key raw material for cathodes in secondary batteries, the recovery of Mn from Mn dust could offer economic and environmental merits. Here, we develop a green recovery process using ascorbic acid as a reductant through hydrometallurgy in the solution of sulfuric acid. Our results show complete leaching of Mn dust at high pulp densities (100-300 g/L) within just 1hr. Under optimized conditions, the ascorbic acid effectively facilitates the dissolution of Mn dust and conversion to MnSO4, while generating far less waste and consuming less energy than conventional hydrometallurgy which typically operate at lower pulp densities and require multiple complex steps. This process also provides a sustainable pathway for recovering valuable metals from spent cathodes in spent Li-ion batteries.

P분리목-22

중수로 HVAC 시스템용 활성탄의 물리화학적 특성 분석 및 파과 시험

김수환, 류준형*
동국대
(jhryu@dongguk.ac.kr*)

The HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) system of a pressurized heavy-water reactor (PHWR) employs triethylenediamine (TEDA)-impregnated activated carbon (AC) as the primary adsorbent to remove radioactive iodine and other volatile gases. To reduce radioactive waste from spent AC with diminished adsorption efficiency during PHWR operation, this study evaluates its reuse potential after thermochemical treatment. The physicochemical properties of AC including surface morphology, specific surface area, pore structure, and thermal stability were characterized. Methyl iodide removal efficiency was assessed using a breakthrough test. After treatment and re-impregnation with TEDA, the AC exhibited stability and adsorption performance. These results demonstrate that spent AC can be reused for future use and contribute to reducing radioactive waste and associated costs.

P분리목-23

ODPA 기반 폴리이미드 합성에서의 공중합 설계를 통한 수소 분리 성능 조율

홍유정, 배태현*
한국과학기술원
(thbae@kaist.ac.kr*)

Membranes are crucial for gas separation in industry, and polyimides are favored for their thermal stability and mechanical strength. Hydrogen separation is challenging due to its small molecular size and low condensability, making diffusivity and size sieving dominant factors. Polymers with excessively low FFV exhibit high selectivity but low permeability, limiting efficiency. Therefore, designing polymer structures that balance permeability and selectivity is essential. Polyimides can be tailored by varying combinations of diamine and dianhydride monomers, allowing precise control of polymer microstructure. In this study, copolyimides were synthesized to adjust chain rigidity and free volume, achieving an improved balance between permeability and hydrogen selectivity. These results demonstrate the potential of tailored copolyimides for efficient hydrogen separation applications.

P분리목-24

금속 전구체 비율에 따른 Mg-Cr 하이드로탈사이트 기반 이산화탄소 흡착제의 성능 및 특성 분석: 실험 및 DFT 분석 관점에서의 연구

차민규, K.S.S.V. Prasad Reddy[1], 강성구[1], 이기봉[2*]
고려대; [1]울산대; [2]고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

지구 온난화 문제가 가속화되면서 이산화탄소를 포함한 온실가스의 인위적인 배출이 주요 원인으로 지목되고 있다. 이를 해결하기 위한 기술로 Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS) 기술이 연구되고 있으며, CCS는 이산화탄소 포집 과정에서 가장 큰 비용이 발생하기 때문에, 효율적인 포집 기술의 연구가 필수적이다. 흡착 기술은 적용하는 환경과 온도 범위 등에 따라 사용하는 흡착제의 종류가 달라지며, 하이드로탈사이트 기반 흡착제는 200~400 ℃ 온도의 배기가스로부터 이산화탄소를 직접 포집 할 수 있다는 장점이 있다. 기존의 상용화된 Mg-Al 하이드로탈사이트 기반 흡착제의 낮은 성능을 개선하기 위해, 3가 양이온을 구성하는 금속을 Cr로 치환하였다. 또한, Mg/Cr 몰 비율이 이산화탄소 흡착에 미치는 영향을 파악하기 위해 금속 전구체의 몰 비율을 다르게 하여 소재를 합성하였으며, Mg/Cr 몰 비율에 따른 하이드로탈사이트 기반 흡착제의 이산화탄소 흡착 메커니즘을 분석하고 이를 DFT 계산 결과와 비교하였다.

P분리목-25

탄화수소 포집용 상용 활성탄의 특성 분석 및 성능 평가

이주영, 이기봉*, 조문경
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

산업화와 도시화가 빠르게 진행됨에 따라 탄화수소 배출량이 증가하고 있으며 이는 대기 오염과 기후변화 등 심각한 환경 문제로 이어지고 있다. 특히 휘발성 유기화합물 및 탄화수소계 오염물질은 광화학 반응을 통해 오존과 미세먼지를 생성하여 대기질을 악화시키는 주요 원인이 된다. 따라서 탄화수소 배출 규제가 강화되고 있으며 효과적인 저감 기술의 개발이 필수적으로 요구되고 있다. 활성탄은 우수한 흡착 성능과 경제성을 갖춰 탄화수소 저감 기술에 널리 활용되고 있으며 흡착 성능은 활성탄의 기공 구조와 표면 특성에 의해 결정된다. 본 연구에서는 탄화수소 포집용 상용 활성탄의 흡착 성능을 평가하고 소재 특성과 흡착 성능 간의 상관관계를 분석하여 효과적인 탄화수소 저감을 위한 핵심 특성을 규명하였다. 탄화수소 흡착 성능 평가는 뷰테인을 모델 물질로 활용하였으며 흡착 및 탈착 과정에서 활성탄의 구조 특성이 미치는 영향을 분석하였다.

P분리목-26

리그닌 정제 향상 및 염분 분리 공정 개발

강은희, 장학룡, 신민창, 황재연, 박정훈*
동국대
(pjhoon@dongguk.edu*)

리그닌의 고부가가치 활용을 가로막는 주요 과제 중 하나는 효율적인 분리 기술의 부재이다. 이를 해결하기 위해, 본 연구에서는 초박형 γ-Al_2O_3 층을 코팅한 α-Al_2O_3 중공사막(γ/α-HF)을 적용하여 알칼리성 리그닌 폐액으로부터 알칼리 금속 이온(Na^+, K^+ 등)과 고농도 리그닌을 동시에 분리하는 세라믹 나노여과 공정을 개발하였다. 고온 소성 과정을 거친 결과, α-HF 지지체와 γ/α-HF막의 평균 기공 크기는 각각 0.2 μm와 1.6 nm로 측정되었다. 염류 제거 성능은 Na_2SO_4 < $MgSO_4$ < NaCl < KCl < $CaCl_2$ < $MgCl_2$ < $AlCl_3$ 순으로 향상되었으며, 최적 조건에서 나트륨 이온과 칼륨 이온은 각각 약 92%와 85%의 제거 효율을 보였다. 리그닌의 경우 약 19.34%가 투과되었으며, 5일간의 연속 여과 실험에서 γ/α-HF막은 우수한 분리 성능과 안정성을 유지하였다.

P분리목-27

Control of Chiral Symmetry Breaking in Antisolvent Crystallization via Tuning W/O Mixing Stability

권예진, 이정인, 박범준*, 김우식
경희대
(bjpark@khu.ac.kr*)

In antisolvent crystallization, Chiral Symmetry Breaking (CSB) refers to the phenomenon where only one of two enantiomers is selectively formed, and both interfacial stability and solvent composition directly influence nucleation behavior. In this study, mixing stability in a water-in-oil (W/O) system was investigated by varying Span 80 and ethanol concentrations, and the minimum combinations required to form a stable single phase were identified. Based on these results, antisolvent crystallization experiments were conducted, revealing that increasing Span 80 concentration enlarged the droplet volume at which CSB occurred. This suggests that surfactants not only adsorb at the liquid-liquid interface but also slow ethanol penetration, thereby affecting nucleation kinetics and chiral selectivity. This work demonstrates the potential for tuning chiral selectivity through surfactant concentration control, providing design guidelines for producing enantiomerically pure crystals.

P분리목-28

CPVC 기반 다공성 탄소 소재의 작용기 특성과 CF_4 흡착 성능 상관관계

이동준, 조문경, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

반도체 산업의 지속적인 성장으로 세정 과정에서 사용되는 특수 가스 중 하나인 사불화탄소(CF_4)의 사용과 배출량이 계속 증가하고 있다. CF_4 는 대기에서 약 50,000년의 수명을 가지며, GWP가 CO_2 보다 6,500배 더 높은 강력한 온실가스로, 기후 변화와 생태계 교란의 주요 원인 중 하나로 작용하고 있다. 이로 인해 사불화탄소 배출에 대한 규제가 매년 강화되고 있으며, 플라즈마와 같은 고에너지 분해 방법은 높은 에너지 소비와 2차 오염 가스를 발생시킬 수 있다. 따라서, CF_4 배출을 효과적으로 줄이기 위한 연구가 필요하다. 본 연구는 CPVC 기반 다공성 탄소 소재의 작용기 특성과 CF_4 흡착 성능 상관관계를 분석하고, 저농도 사불화탄소의 효과적인 포집을 위한 주요 흡착 인자를 확인하였다.

P분리목-29

$ZnBr_2$ 기반 저비용 탄소소재 밀도구배 원심분리 공정의 개발 및 경제성 향상

최경환*, 공예진, 한지연, 유현서, 문지혜
서일대
(khchoi@seoil.ac.kr*)

Density gradient centrifugation (DGC) is a powerful technique for the separation of heterogeneous carbon material mixtures. Our previous study demonstrated the applicability of DGC using sodium metatungstate (NamW)-water solutions for separating carbon black and carbon nanotubes (CNTs). However, the high cost of NamW has been a major barrier to large-scale application. In this work, we developed a cost-effective alternative by replacing NamW with zinc bromide ($ZnBr_2$) solutions. Comparative experiments confirmed that $ZnBr_2$ achieved separation resolution equivalent to NamW while reducing the material cost by more than five-fold. This improvement significantly enhances the economic feasibility of DGC for carbon material recycling and opens new possibilities for its industrial-scale adoption in anode upcycling processes.

P분리목-30

폐배터리의 고부가가치 전환 : 재활용 흑연을 이용한 그래핀 기반 OSN 분리막

장희선, 김대우*
연세대
(audw1105@yonsei.ac.kr*)

The rapid growth of electric mobility is driving demand for sustainable strategies to recover and reuse critical battery materials. Here, we present the upcycling of spent lithium-ion battery anodes into graphene oxide (GO) membranes for organic solvent nanofiltration (OSN). The Hummers' method, enabling GO production, effectively addresses recycling complexity and simplifying purification steps. Recycled battery graphite (rB Gr), with surface functional groups, structural defects, and electrochemical impurities, is oxidized and processed into membranes. Structural analyses reveal increased surface roughness, distinct morphological and structural differences from conventional GO, and significant impurity removal. This approach offers a viable route to transform end-of-life anodes into high-value separation materials, advancing sustainable solvent separation technologies.

P분리목-31

단일 단계 폴리머-인-케이지 공정 기반 고종횡비 ZIF 나노플레이트를 활용한 서브마이크론 CO_2 분리막

김민수, 민효준[1], 김종학, 김대우*
연세대; [1]한국에너지기술연구원
(audw1105@yonsei.ac.kr*)

This study presents a single-step polymer-in-cage strategy for fabricating high-performance, submicron-thick CO_2 separation membranes. This approach enables the simultaneous modulation of filler pore structure during membrane formation. A zinc-acrylate-based copolymer partially permeates the pore windows of high-aspect-ratio ZIF-8 nanoplates (NZIF-8), narrowing the aperture. The aligned nanoplates create tortuous diffusion pathways, which suppress defects and enhance the membrane's molecular sieving. At an optimal loading of 10 wt% NZIF-8, the resulting thin-film composite mixed-matrix membrane achieved a remarkable CO_2 permeance of 580 GPU and a CO_2/N_2 selectivity of 80, a performance that surpasses the Robeson upper bound and exceeds both polymer-only and isotropic particle-based controls. The membrane demonstrated robust stability under challenging mixed-gas feeds and high humidity.

P분리목-32

고온 환경 수소 분리를 위한 폴리벤즈이미다졸 기반 분리막의 합성 및 성능 연구

최수현, 배태현*
한국과학기술원
(thbae@kaist.ac.kr*)

Efficient hydrogen separation is critical for clean hydrogen production and sustainable energy system. Polymer membranes with high thermal and pressure stability are promising candidates for industrial hydrogen purification. In this study, polybenzimidazole(PBI), with high glass transition temperature, thermal stability, and mechanical strength, was selected as the base material. A bromine-substituted derivative, PBI-BrT, was synthesized and compared with commercial p-PBI. Single-gas permeation tests using H_2 , N_2 , and CO_2 were conducted to evaluate the influence of structural variation on permeability and selectivity. The results demonstrate that bromine substitution provides a versatile platform for further molecular design. Future work will explore site-specific substitution and chemical cross-linking to enhance membrane performance for high-temperature hydrogen separation.

P분리목-33

수소결합 기반 MOF-TB 혼합막의 고성능 CO2 분리 및 가소화 저항성

김윤지, 지원석*
전남대
(wschi@jnu.ac.kr*)

The plasticization of glassy polymer membranes by highly soluble gases at elevated feed pressures undermines membrane performance. To address this challenge, we fabricated mixed-matrix membranes (MMMs) by incorporating 30 wt% nanosized MOFs (ZIF-8, UiO-66-NH_2 , MIL-101(Cr)) into a microporous Tröger's-base (DMBP-TB) polymer to investigate the influence of MOF species, particle size, functionality, and MOF–polymer interfacial interactions on gas transport and plasticization. The MOF-containing MMMs delivered substantially improved H2 and CO2 transport while, crucially, suppressing CO2-induced plasticization up to high feed pressures (no observable plasticization up to 750 psi), with the UiO-66-NH2 MMM showing the best overall stability. Small-angle X-ray scattering and spectroscopic data indicate that strong hydrogen bonding at the MOF–polymer interface and uniform nanoparticle dispersion reduce chain mobility and interfacial defects, which together account for the membranes' high flux and exceptional plasticization resistance. This straightforward DMBP-TB/MOF mixing approach offers a practical route to energy-efficient, long-term stable gas separation membranes.

P분리목-34

레몬주스를 이용한 유기금속골격체 빠른 합성: 결정화 촉진제로써 potassium metabisulfite 역할

가이트와드 산지트, 한상일*
창원대
(sangilh@changwon.ac.kr*)

A rapid and eco-friendly method for synthesizing UTSA-16(Zn) metal-organic frameworks (MOFs) was developed using commercial lemon juice under microwave irradiation. Optimization of the synthesis reduced the reaction time from 4 h to 30 min, producing highly crystalline J_UTSA-16(Zn)-0.5h with excellent CO_2 uptake (5.1 mmol g^{-1}) and CO_2 /N_2 selectivity (122) at 298 K and 1 bar. The optimized approach was extended to bimetallic variants incorporating Mg^{2+}, Mn^{2+}, Cr^{3+}, Ni^{2+}, and Li^{+}. Among these, J_UTSA-16(Zn, Mg)_0.5h and J_UTSA-16(Zn, Cr)_0.5h exhibited the highest CO_2 adsorption capacities of 5.9 and 5.8 mmol g^{-1}. Importantly, mechanistic investigations revealed that potassium metabisulfite, naturally present in commercial lemon juice, acts as a crystallization initiator, markedly accelerating MOF formation. This study highlights a sustainable and scalable strategy for engineering high-performance CO_2 sorbents.

P분리목-35

천연가스 연소 후 배가스로부터의 이산화탄소 포집을 위한 진공 압력 변동 흡착 (VPSA) 공정의 기술 경제성 최적화

심규빈, 박준우[1], 이기봉*
고려대; [1]한국과학기술연구원
(kibonglee@korea.ac.kr*)

산업혁명 이후 온실가스 배출이 급증하며 지구 온난화와 기후 변화가 심화되고 있다. 특히 이산화탄소는 전체 온실가스의 70% 이상을 차지하며 가장 큰 영향을 미친다. 이에 따라 다양한 이산화탄소 포집 기술이 개발되고 있으며, 그중 흡수법은 성숙된 기술이지만 아민 누출 및 폐기물 문제로 환경 오염 우려가 있다. 이에 따라 환경 친화적인 대안으로 흡착법이 주목받고 있으며, 특히 진공 압력 변동 흡착(VPSA) 공정은 낮은 초기 비용과 높은 유연성으로 유망한 기술이다. 화석 연료 중 천연가스의 사용량이 증가하는 추세에 따라 본 연구는 천연가스 연소 후 배가스를 대상으로 VPSA 공정의 동적 시뮬레이션을 수행하였고, 다양한 사이클을 설계해 최적 조건을 도출하였다. 특히 압력 균등화 단계 수의 영향을 분석하고, 순도, 회수율, 연간 비용을 목적 함수로 주요 변수들을 최적화하였다.

P분리목-36

폐기물의 업사이클링을 이용한 온실가스 흡착 및 특성 분석

서주영, 정우석, 조문경, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

지구 온난화는 우리 사회가 직면한 가장 심각한 환경 문제 중 하나로 해수면 상승, 기후 변화, 생태계 파괴 등 예측 불가능한 결과를 초래하고 있다. 이러한 현상의 주원인은 이산화탄소(CO_2), 메테인(CH_4) 등 온실가스 배출량의 증가이며, 특히 반도체 산업 공정에서 발생하는 사불화탄소(CF_4)는 배출량은 적지만 지구온난화지수(GWP)가 높아 큰 영향을 미치고 있다. 그러나 기존의 CF_4 처리 기술은 에너지 소비가 많고, 추가적인 처리가 필요한 부산물을 생성하는 한계가 있다. 이에 본 연구는 폐기된 아이스팩을 활용하여 다공성 탄소 흡착제를 합성하고, 이를 CF_4 흡착에 적용하였다. 합성된 다공성 탄소의 기공 구조 및 표면 특성을 분석하고, CF_4 에 대한 흡착 메커니즘을 파악함으로써 폐기물의 업사이클링과 온실가스 저감을 위한 새로운 흡착제 개발 가능성을 모색하였다.

P분리목-37

Balancing Pore Structure and CO_2 Affinity in ZIF-67 via Multi-Ligand Modification

김민주, 심왕근*
국립순천대
(wgshim@scnu.ac.kr*)

Efficient CO_2 adsorbents are increasingly required for environmental control and industrial process optimization. In this work, zeolitic imidazolate framework-67 (ZIF-67) was post-synthetically modified with two triazole ligands having different Pk_a values and van der Waals volumes to combine precise molecular-sieving with enhanced CO_2 affinity. This dual functionalization enabled simultaneous tuning of pore aperture and chemical properties, while revealing a trade-off between physical structure and chemical binding affecting adsorption. The engineered ZIF-67s exhibited high CO_2 uptake and selectivity, especially at low concentrations relevant to direct air capture and flue gas treatment. These results demonstrate that multi-ligand structural engineering can be an effective strategy for developing next-generation adsorbents for targeted gas separation applications.

P분리목-38

이중 기능화 기술을 활용한 효율적인 이산화탄소 분리 위한 전략

김태헌, 안희성*
국립순천대
(ahs4684@naver.com*)

The growing atmospheric CO_2 concentrations intensify the climate crisis, highlighting the need for efficient CO_2 capture adsorbents. This study presents the design of dual-functional metal-organic frameworks (MOFs) prepared by systematically controlling the aperture size and surface functionalization. Specifically, two types of triazole ligands with different pK_a values and van der Waals volumes were relatively introduced into the zeolitic imidazolate framework-67 (ZIF-67) using post-synthetic modification. The post-treated ZIF-67s exhibited enhanced CO_2-selective adsorption and excellent molecular sieving under low CO_2 concentrations. These results suggest potential applications in low-concentration CO_2 capture technologies such as Direct Air Capture (DAC).

P분리목-39

CO_2/CH_4 분리를 위한 염화나트륨 템플릿 기반 2차원 ZIF-67 나노시트 합성

하상민, 배태현*
한국과학기술원
(thbae@kaist.ac.kr*)

Ultrathin two-dimensional ZIF-67 nanosheets were synthesized via a salt-templated confinement strategy for CO_2/CH_4 separation. ZIF-67, with its sodalite-type framework and ~3.4 Å pore size, enables molecular sieving based on the kinetic diameter difference between CO_2 and CH_4. High-aspect-ratio 2D MOFs provide greater interfacial contact with polymer matrices, enhancing compatibility and potentially outperforming 3D MOFs in separation performance. In this study, ~3 nm thick ZIF-67 nanosheets were obtained through controlled bottom-up growth on NaCl microcrystals by optimizing precursor-to-salt ratios and limiting solvent volumes. The resulting nanosheets, possessing accessible micropores, were incorporated into a polymer of intrinsic microporosity (PIM-1) to fabricate mixed-matrix membranes for CO_2/CH_4 separation, demonstrating the practical potential of salt-templated MOF nanosheets in advanced gas separation membranes.

P분리목-40

대기 중 이산화탄소 직접 포집을 위한 저분자량 아민이 함침된 셀룰로오스 기반 계층구조 활성탄

유가연, 조문경, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

본 연구는 지구 온난화와 기후 변화의 주요 원인인 CO_2 의 대기 중 농도를 저감하기 위해, 직접공기포집 (DAC) 기술에 적용 가능한 저분자량 아민 함침 다공성 탄소 흡착제를 개발하였다. 대기 중 CO_2 농도는 약 400 ppm으로 매우 희박하고 대기 중에는 수분이 존재하므로, CO_2 에 대한 높은 친화력과 수분 존재 시 흡착 촉진 효과를 지닌 아민 작용기를 도입하였다. 이를 위해 탄소 전구체의 수열 탄화 및 활성화 조건을 최적화하여 계층구조 다공성 탄소를 제조하고, 물리적 함침법을 통해 아민을 도입하였다. 템플릿을 사용하지 않고 수열 탄화와 활성화만으로 계층구조를 제조하는 것은 공정상의 이점이 있다. 아민 기능화 방법 중 제조 용이성, 높은 아민 함량 등의 장점을 지닌 물리적 함침법을 채택하였으며, 계층구조 활성탄에 아민을 함침하여 흡착제를 제조하였다. 제조된 흡착제의 구조적 특성과 흡착 거동을 평가하였다.

P분리목-41

초염기 첨가 고리형 수소결합공여체 기반 Deep Eutectic Solvent(DES)를 통한 효율적인 이산화탄소 포집

한승필, 강동우*
충북대
(qwerty@cbnu.ac.kr*)

산업화에 따른 탄소 배출 증가로 인한 기후 변화가 심각한 문제로 대두되고 있으며, 이에 따라 효율적인 탄소 저감 기술의 개발이 시급하다. 본 연구에서는 고리형 하이드록시기 화합물과 초염기를 활용하여 Deep eutectic solvent(DES)를 합성하고, 이를 CO2 흡수제로 활용하는 방법을 제시한다. 합성된 DES의 CO2 흡수 성능은 FT-IR, DSC, Rheometer 등 다양한 분석 기법을 통해 평가되었으며 점도, 구조변화, 흡수 메커니즘을 확인하였다. 이 연구는 저에너지 재생 가능한 CO2 흡수 시스템 개발의 가능성을 제시하며, 탄소 저감 기술의 산업적 적용에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

P분리목-42

고리 화합물 기반 다공성 액체의 CO_2 흡수 및 탈거 성능 분석

김민주, 강동우*
충북대
(qwerty@cbnu.ac.kr*)

산업 혁명 이후 이산화탄소(CO_2) 배출량이 기하급수적으로 증가해 지구온난화의 원인으로 작용하고 있다. 이를 해결하기 위해 이산화탄소 포집·저장·재이용 기술(CCUS)이 연구되고 있다. 본 연구에서는 Quaternized aniline 기반의 수소 결합 수용체(HBA)와 다양한 수소 결합 수여체(HBD)를 결합한 Deep Eutectic Solvent (DES)에 기존 흡수제의 고점도와 낮은 기체 확산성의 한계를 개선하기 위해 zeolite 13X를 도입한 Type III Porous Liquid (PL)을 합성하고 CO_2 흡수 및 탈거 효율을 평가하고자 하였다. NMR, FT-IR, DSC, TEM-EDS, Turbiscan 분석을 통해 구조 형성과 안정성을 확인하였다. PL은 기공 채널에 의한 확산성 개선과 분자 간 상호작용 완화에 기인하며 차세대 CO_2 흡수제로서 잠재력을 가짐을 시사한다.

P분리목-43

Determination of nanocomposite catalyst composition for improving water splitting performance of bipolar membranes

송현비, 강문성*
상명대
(solar@smu.ac.kr*)

A bipolar membrane (BPM) can dissociate water molecules into H^+ and OH^- ions under a strong electric field, enabling the production of acids and bases from salt solutions. The water-splitting performance of a BPM is primarily determined by the properties of its bipolar interface. Notably, according to classical chemical reaction models, inorganic substances such as iron hydroxide can significantly accelerate water-splitting reactions at this interface. In this study, we investigated the optimal composition of a nanocomposite catalyst to enhance both the water-splitting performance and the stability of conventional iron hydroxide catalysts. The fabricated BPM was then applied in a water-splitting electrodialysis process to verify its performance. This research was supported by the NRF grant funded by the MEST(NRF-2022M3C1A3081178) and the NST grant funded by the MSIT(No. GTL25021-000).

P분리목-44

Fabrication and electrochemical characterizations of proton-blocking anion exchange membranes modified with nanocomposite materials

이지현, 강문성*
상명대
(solar@smu.ac.kr*)

Electrodialysis (ED) is a representative electromembrane process that selectively separates ions using ion-exchange membranes. During ED operation, proton leakage through anion-exchange membranes (AEMs) is one of the significant factors that degrade process performance. This leakage occurs due to the high mobility of protons facilitated by water molecules. In this study, we aimed to reduce proton leakage in AEMs through surface modification with nanocomposite materials. We also sought to elucidate the differences in ion transport and electrochemical properties between standard AEMs and surface-modified proton-blocking AEMs through systematic analysis. This research was supported by the NRF grant funded by the MEST (No. NRF-2022M3C1A3081178) and the NST grant funded by the MSIT (No. GTL25021-000).

P분리목-45

Optimal design of asymmetric bipolar membranes incorporating MXene-based composite catalyst

장은규, 송현비, 강문성*
상명대
(solar@smu.ac.kr*)

A bipolar membrane (BPM) separates water molecules into hydrogen ions and hydroxide ions under the strong electric field formed at the bipolar interface. Consequently, water-splitting electrodialysis (WSED) using a BPM can produce acids and bases from salt solutions. In this study, a BPM with enhanced water-splitting performance was fabricated and its characteristics evaluated. To optimize performance, the optimal thickness ratio of the ion-exchange layers was determined, and an MXene-based composite catalyst was incorporated at the bipolar interface. The fabricated BPM was then applied to electromembrane processes such as WSED to verify its performance. This research was supported by the NRF grant funded by the MEST (No. NRF-2022M3C1A3081178) and the 2024 Green Convergence Professional Manpower Training Support Project funded by the ME and KEITI.

P분리목-46

Monovalent ion selective membranes modified by MXene-based composites

백종필, 이지현, 강문성*
상명대
(solar@smu.ac.kr*)

Monovalent ion-selective ion-exchange membranes are widely used in various electromembrane processes for the separation and recovery of specific ions. In this study, a cation-exchange membrane (CEM) with high monovalent ion selectivity was fabricated by modifying the surface of a base membrane with a nanocomposite composed of MXene and various functional organic compounds. The nanocomposite formed a dense network structure that restricted the transport of ions with large hydration radii. In addition, the incorporated organic groups enhanced adhesion to the base membrane and formed chelate bonds with polyvalent cations, thereby inducing electrostatic repulsion. This research was supported by the NRF grant funded by the MEST (No. NRF-2022M3C1A3081178) and the 2024 Green Convergence Professional Manpower Training Support Project funded by the ME and KEITI.

P분리목-47

Surface modified cation-exchange membranes with low resistance and high monovalent selectivity

윤기영, 이지현, 강문성*
상명대
(solar@smu.ac.kr*)

The presence of multivalent ions in electrochemical membrane processes can lead to issues such as scale formation and uphill transport. Therefore, developing membranes with high monovalent ion selectivity is essential. In this study, a cation-exchange membrane was fabricated by impregnating a thin, porous PTFE support with ionomers to fill the pores. A thin, highly functional organic composite layer was then applied to the membrane surface to achieve low electrical resistance and excellent monovalent ion selectivity. The fabricated composite membrane was evaluated in electromembrane processes, including reverse electrodialysis, to verify its performance. This research was supported by the NRF grant funded by the MEST (No. NRF-2022M3C1A3081178) and the 2024 Green Convergence Professional Manpower Training Support Project funded by the ME and KEITI.

P분리목-48

수전해로부터 생산된 수소에서의 수분 흡착 공정 최적화

정재훈, 심규빈, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

화석연료의 사용증가와 산업과정에서의 배출 등의 이유로 온실가스의 주를 이루는 이산화탄소의 대기 중 농도가 점점 높아지는 상황에서 이산화탄소의 배출을 줄여서 지구온난화를 막으려는 노력이 증대되고 있다. 이산화탄소 배출을 줄이기 위한 청정 에너지로 수소가 각광받고 있으며, 재생에너지를 이용하여 물을 전기분해하여 생산되는 그린 수소는 생산 과정에서 이산화탄소가 배출되지 않는다는 점에서 친환경적인 미래 기술로 평가되고 있다. 이 때, 생산되는 수소에는 수분이 포함되어 있어서 고순도 수소 생산을 위해서는 수분을 제거하는 공정이 필수적이다. 본 연구에서는 수분 제거를 위한 공정으로 고체 흡착제를 이용하는 온도 변동 흡착 (TSA) 공정을 고려하였다. 상용 시뮬레이터를 이용하여 TSA 공정을 모사하는 동적 시뮬레이션을 수행하였으며, 본 공정에 적합한 사이클을 고안하고 공정 성능에 크게 영향을 끼치는 주요 변수들을 선정하여 최적화를 수행하였다.

P분리목-49

Process Optimization of Temperature-Cycle-Induced Deracemization of Racemic Cl-TAK

이채진, 한창훈, 박범준*
경희대
(bjpark@khu.ac.kr*)

The temperature-cycle-induced deracemization (TCID) strategy was applied to the racemic conglomerate-forming compound Cl-TAK (1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-one) to systematically evaluate the key process parameters affecting enantiomeric enrichment and chiral phase inversion. The TCID process was implemented under controlled thermal cycling between 5℃ and 30℃, with a total of 24 cycles designed to promote repeated dissolution-recrystallization events. A series of batch experiments were conducted by varying initial mass and starting enantiomeric excess (ee%), which were identified as critical factors influencing the process dynamics and outcome. Experimental results demonstrated that lower initial masses increased the probability of non-monotonic behavior, including chiral flipping phenomena, while higher initial masses enhanced the robustness and directionality of deracemization. Crystal morphology was standardized via sieving to decouple physical effects from thermodynamic variables. The study offers practical guidelines for scaling and optimizing TCID processes in achieving high enantiomeric purity from racemic systems.

P분리목-50

진공/압력 스윙 흡착 및 첨단 AI 기술을 활용한 산업 규모 고순도 산소 생산 최적화

Ankit Belbase, Shaukat Ali Mazari, 윤민서, 오민경, 이권우, 문종호*
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

This study presents a stage-wise process for high-purity oxygen production from ambient air using Vacuum/Pressure Swing Adsorption (V/PSA), optimized through Artificial Intelligence (AI) techniques and the Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II (NSGA-II). To the best of our knowledge, limited research has focused on simultaneously optimizing high-purity oxygen production and energy consumption at an industrial scale. Performance data generated from an Aspen Adsorption model were employed to train an Artificial Neural Network (ANN) surrogate model. The process involves an equilibrium-based first stage and a kinetic separation-based second stage, enabling effective enhancement of both purity and recovery. Key process variables—adsorption pressure, adsorption time, vacuum pressure, depressurization time, and layer bed ratio—were evaluated through detailed sensitivity analysis to determine their influence on oxygen purity, recovery, and specific energy consumption (SEC). The validated ANN model was integrated with NSGA-II to obtain Pareto-optimal operating conditions, revealing three distinct trade-off regions among the objectives. The proposed design achieves oxygen purities up to 99.98%, over all recoveries and SEC are 75%, and 0.651 kWh/Nm³ O_2 respectively. The results demonstrate the potential of AI-driven, stage-wise adsorption processes for industrial-scale, energy-efficient, high-

P분리목-51

8베드 PSA 공정의 동적 시뮬레이션 및 다목적 최적화를 통한 고순도 수소 정제

윤민서, Ankit Belbase, 오민경, 한상준, 문종호*, 이권우
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

This study presents the design and optimization of an industrial-scale 8-bed PSA process for purifying hydrogen from coke oven gas (COG). Using Aspen Adsorption for dynamic simulations, the process achieved 99.97% hydrogen purity and 61.2% recovery at cyclic steady state. Key operating parameters, including adsorption time, layer ratio, pressure, and purge-to-feed ratio, were evaluated for their impact on purity, recovery, productivity, and energy consumption. Multi-objective optimization improved recovery to 75.8% while maintaining purity above 99.9%. Step time optimization further enabled ultra-high purity hydrogen (99.99%+), addressing practical industrial constraints. By applying direct dynamic simulations instead of surrogate models, the study offers precise and applicable results, serving as a benchmark for industrial PSA hydrogen purification.

P분리목-52

Techno-economic analysis of Cu(I)-loaded porous carbons for CO separation via pressure/vacuum swing adsorption process

윤성현, 정재형[1], 자오 구오빈, 이기봉[1], 정용철*
부산대; [1]고려대
(drygchung@gmail.com*)

We developed a cost-effective CO separation process using Cu(I)-loaded porous carbons from waste PET bottles and evaluated its performance in a five-step pressure/vacuum swing adsorption (PVSA) cycle via integrated process, techno-economic models and optimization. K8(3)-Cu(1.0)/C achieved a minimum CO production cost of $89.2 per tonne at 99% purity and 80% CO feed, outperforming other adsorbent materials tested in this work. Its pelletized form, K8(3)-Cu(1.0)/C-MC(0.2), retained high performance, demonstrating industrial application potential for the adsorbent material.

P분리목-53

기공 내 알콕시 사슬의 체계적 도입에 의한 고효율 제논/크립톤 분리용 흡착제 개발

영규민, 오광현, 배윤상*
연세대
(mowbae@yonsei.ac.kr*)

제논과 크립톤은 비활성기체로, 다양한 산업 분야에서 수요가 높은 고부가가치 기체이다. 두 기체 모두 대기 중에 극미량으로 존재하므로, 공기 분리 장치(Air Separation Unit, ASU)에서 제논/크립톤 혼합물을 부산물로 얻은 뒤 추가 분리를 통해 순수 기체를 확보한다. 그러나 화학적 반응성이 낮은 제논과 크립톤의 분리에는 현재 에너지 소모가 큰 극저온 증류 공정이 주로 사용되고 있어, 에너지 효율이 높은 흡착 분리 공정 및 고성능 흡착제의 개발이 시급하다. 본 연구에서는 제논 선택성이 우수한 흡착제를 개발하기 위해 두 종류의 리간드를 혼합하여 새로운 유무기 복합 다공체(Metal-Organic Framework, MOF)를 합성하였다. 이 중 한 리간드에는 긴 알콕시 사슬이 포함되어 있으며, 두 리간드의 비율을 조절해 기공 내 알콕시 사슬의 밀도를 체계적으로 변화시켰다. 그 결과, 제논 선택적 작용기 효과와 기공 크기 조절 효과가 복합적으로 작용하여 알콕시 사슬 비율이 80%일 때 최적의 기공 구조가 형성되었으며, 우수한 제논 흡착량(0.96 mmol/g)과 제논/크립톤 선택성(12.1)을 나타냈다. 개발된 흡착제는 동적 혼합 기체 조건에서도 뛰어난 분리 성능을 보였으며, 반복 흡착-탈착 실험을 통해 우수한 안정성을 확인하였다.AcknowledgementsThis work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (RS-2023-00302697 and RS-2025-00563729).

P분리목-54

저온 재생 및 고안정성 포집을 위한 에폭사이드-아민 기반 DAC 흡착제 개발

한주연, 시누 라비, 한혁희, 염규민, 박경민, 배윤상*
연세대
(mowbae@yonsei.ac.kr*)

기후 변화 대응 전략의 하나로, 대기 중 CO_2를 직접 포집하는 직접 공기 포집(Direct Air Capture, DAC) 기술이 주목받고 있다. 그러나 대부분의 DAC용 흡착제는 80 ℃ 이상의 고온에서 CO_2를 탈착해야 하며, 이 과정은 높은 에너지 소비뿐 아니라 흡착제 내 아민의 손실 위험을 초래한다. 본 연구에서는 에너지 소비와 아민 손실을 최소화하기 위해, 서로 다른 아민(A1, A2, A3)에 다양한 양의 에폭사이드(E1-E5)를 반응시켜 흡착제를 합성하였다. 합성된 흡착제의 성능은 열중량분석(Thermogravimetric Analysis, TGA) 장비를 이용해 탈착 온도를 달리하며, 건조 조건(400 ppm CO_2 /N_2)에서 반복 흡착-탈착 실험을 통해 평가하였다. 그 결과, 적정량의 에폭사이드를 도입한 흡착제(E2-A2-Sil 및 E4-A3-Sil)는 40-45 ℃의 낮은 온도에서도 우수한 성능과 안정성을 보였으며, 습윤 조건(400 ppm CO_2/N_2)의 동적 파과 실험에서도 안정적인 성능을 유지하는 것을 확인하였다.Acknowledgement This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (RS-2023-00302697 and RS-2020-NR049541).

P분리목-55

Slurry Taylor Flow 를 이용한 친환경 배터리 양극재 금속 추출 기술

김예원, 유재범*
충남대
(jb.you@cnu.ac.kr*)

With the recent rise in the use of lithium ion batteries, the need for reliable sources of metals such as lithium and cobalt has become increasingly critical. Extraction of these metals from spent batteries has been suggested as a promising alternative. Herein, we propose an environmentally friendly method for extracting metals from spent lithium nickel-cobalt-manganese oxide (NCM) cathodes by combining deep eutectic solvents (DESs) with the unique flow characteristics of slurry Taylor flow. DESs are environmentally benign organic solvents composed of a hydrogen bond donor and a hydrogen bond acceptor. Slurry Taylor flow is a flow regime formed when a slurry containing solid particles encounters gas bubbles or another immiscible fluid in a continuous flow, providing a large interfacial area and ideal plug flow, thereby significantly enhancing reaction efficiency and mass transfer rates. By applying these characteristics to DES-based metal extraction, the process time can be shortened and metal recovery can be increased while maintaining environmental sustainability. The extraction efficiency was directly influenced by DES composition and the flow rate ratio between the dispersed and continuous phases. Under the condition of a DES composed of choline chloride and citric acid at a molar ratio of 1:2 with 20 wt% water, and with a dispersed phase flow rate of 20 µL/min and a continuous phase flow rate of 100 µL/min, high

P분리목-56

DFT를 도입한 에테르계 아민 흡수제의 CO2 흡수 및 재생 성능 평가

김현섭, 홍연기*
한국교통대
(hongyk@ut.ac.kr*)

아민 수용액은 CO_2 포집 성능이 우수하지만 흡수제 재생 시 높은 에너지 소모가 요구되는 한계가 있다. 본 연구에서는 이를 개선하기 위해 에테르기를 포함한 폴리아민 흡수제를 제안하고, 상업적으로 널리 사용되는 MEA, MAPA, AMP 흡수제와 CO_2 흡수·재생 실험을 비교하였고, 이를 DFT(Density functional theory)를 도입하여 분석하였다. ESP 분석으로 질소 주변 전위 분포를 통해 각 아민의 친핵성을 정량화하였고, 반응 활성화 에너지, 양쪽성 이온과 양성자 수용체 간 BCP(3,-1)에서의 전자 밀도, 에너지 밀도, ELF를 평가하였다. 상대 깁스 에너지를 이용해 카바메이트 안정성을 평가하고, NCI(Non-covalent interaction) 분석으로 분자 내·분자 간 비결합성 상호작용을 시각화하여 재생 특성을 해석한 결과, 제안된 흡수제는 산소 원자의 높은 전기음성도로 전자 밀도가 낮아져 결합력이 약한 불안정한 카바메이트를 형성함을 확인하였다.* 본 연구는 현대차 그룹의 지원을 받아 수행된 연구임.

P분리목-57

MgO 기반 흡착제의 Pellet 성형을 통한 흡착 부과 수성가스 전이 반응 모사

강유신, 이찬현*, 안익성, 이동근
울산대
(chhylee@ulsan.ac.kr*)

지구온난화에 따른 환경문제 해결을 위해 차세대 에너지원인 수소에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 수소 생산을 위한 다양한 촉매 반응으로 생산된 수소 내 반응 부산물인 일산화탄소를 제거하기 위해 WGS 반응이 널리 이용되고 있다. 이 때, WGS 반응에서 발생하는 CO2를 고체 흡착제를 이용해 제거하게 되어도 Le chatelier 원리에 의해 고순도 수소 생산과 동시에 수소 생산성을 높일 수 있다. 본 연구에서는 WGS 반응 온도인 250-400 ℃ 온도 범위에서 이산화탄소 포집 성능을 가지는 MgO 기반 흡착제를 이용해 SE-WGS 공정을 실험적으로 모사하였다. 이를 위해 상용 MgO 흡착제를 Pellet 으로 성형해 반응에 투입하였으며, 대량 제조를 위한 Pellet 성형 조건을 선정하였다. 실험결과, 흡착제 Pellet 도입을 통해 SE-WGS 반응이 성공적으로 진행되는 것을 확인하였으며, 흡착 부과 반응은 흡착제 Pellet의 흡착성능, 반응속도에 크게 의존하는 것을 확인하였다.

P분리목-58

Dual-acidic Chromium(III)-Phosphorous Porous Organic Polymers as Effective Tandem Catalysts for Glucose-to-HMF Conversion

시누 라비, 최유진, 배윤상*
연세대
(mowbae@yonsei.ac.kr*)

The production of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) from glucose has gained considerable attention in recent years. In this study, we developed a chromium-functionalized, phosphorus-based porous organic polymer (Cr@PCOP-Al) featuring both Lewis and Brønsted acidic sites. Glucose conversion was evaluated under various solvent systems, including DMSO, THF:water (TW). Notably, Cr@PCOP-Al demonstrated excellent activity in both DMSO and TW systems, achieving >96% HMF yield in DMSO at 150°C within 1 h, and >93% in TW at 165°C within 3 h. The combination of dual-acidic functionality provides strong potential for expanding its use in diverse industrial and environmental applications.AcknowledgmentsThis work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (RS-2020-NR049541 and RS-2025-00563729).

P분리목-59

포집 온실가스 전환 및 활용을 위한 역수성가스 전환 반응 조건 최적화

김현욱, 이윤성, 이찬현*
울산대
(chhylee@ulsan.ac.kr*)

산업 혁명 이후 무분별한 화석 연료 사용에 따라 이산화탄소 배출량은 나날이 늘어나고 있으며 이로 인해 지구온난화가 가속화 되는 등 환경 문제가 잇따라 발생하고 있다. 범지구적으로 이를 해결하기 위해 다양한 연구가 진행되고 있으며 그 중 발생되는 이산화탄소를 포집하여 고부가가치 물질로 전환하는 CCU 기술의 관심이 높아지고 있다. 다양한 촉매 반응 중 역수성가스(reverse water gas shift: rWGS) 반응은 이산화탄소로부터 화학공정의 주원료로 사용되는 일산화탄소를 생산할 수 있을 뿐 아니라 수소화 반응을 통해 CO_2를 전환하므로 화학적 수소 저장 방법으로도 고려될 수 있다. 본 연구에서는 Cu/Al_2O_3를 이용하여 다양한 반응 조건에서 이산화탄소 전환율을 측정하고, 다양한 분리 공정으로부터 포집되어 얻어지는 고온의 이산화탄소를 활용해 적용할 수 있는 최적의 공정 조건을 탐색하였다.

P분리목-60

Evaluating Isoreticular Series of CALF-20 for Biogas Upgrading using a Pressure/Vacuum Swing Adsorption (PVSA) Process

신창돈, 윤성현, 정용철*
부산대
(drygchung@gmail.com*)

Cyclic swing adsorption processes, such as pressure/vacuum swing adsorption (PVSA), has emerged as a promising technology for upgrading biogas by separating carbon dioxide (CO_2) from methane (CH_4). The rational design of adsorbent materials with tailored properties is important for deployment of high-performance PVSA technology. Metal-organic frameworks (MOFs), particularly the CALF-20 isoreticular series, have attracted interest due to their high CO_2 selectivity, thermal and water stability. In this study, we report a multiscale assessment of CALF-20 and its isoreticular five derivatives by integrating molecular simulations and PVSA cycle optimization. Structural parameters such as pore volume, pore size, and isosteric adsorption enthalpy were first calculated, followed by atomistic grand canonical Monte Carlo (GCMC) simulations. Process-level performances of the six materials were evaluated and optimized using the Thompson Sampling Efficient Multi-objective Optimization (TSEMO) algorithm. From the process-level optimization, we found that FumCALF-20 is the only material that can reach CH_4 purity $\geq$ 0.90 while maintaining high recovery. Other materials either lacked sufficient CO_2 capacity or showed inefficient CH_4 desorption at low pressures. This study underscores the value

P분리목-61

전기화학적으로 보조된 이온 교환 시스템을 통해 프러시안 블루 침전 산 처리 탄소 천을 사용하여 오염된 폐수 속 세슘(Cs^+) 제거

카나세 아시시 발크리슈나, 러브 쿠마르 단돌레, 류정호[1], 장점석*
전북대; [1]한국지질자원연구원
(jangjs75@jbnu.ac.kr*)

An electrochemically assisted ion-exchange approach using iron(III) hexacyanoferrate(II) (Prussian blue, PB) deposited on room temperature acid-treated carbon cloth (RT-CC) presents an effective strategy for selective cesium ion (Cs^+) removal from contaminated water. This method offers simple operation, high ion-exchange capacity, and rapid removal rates. In this study, commercial carbon cloth (CC) was acid-treated under controlled conditions, enhancing its surface wettability and enabling uniform electrochemical PB deposition. The resulting PB-RT-CC electrodes showed improved charge-transfer properties, faster Cs^+ adsorption kinetics, higher capacity, and better cycling stability compared to PB deposited on untreated CC. Within 3 h, PB-RT-CC achieved a Cs+ adsorption capacity of 900.84 mg g^{-1} with a 29.74% removal rate, while maintaining over 90% cycling efficiency for five consecutive cycles. These findings confirm that acid treatment effectively transforms the hydrophobic surface of pristine CC, improving wetting and ensuring uniform PB coating, which in turn enhances electrochemical ion-exchange performance.

P분리목-62

미생물 전환에 의해 생성된 포름산의 CO_2를 활용한 LLE

박민영[1], 조숙형[2], 나정걸[1], 이진원[2,3]*
[1]서강대; [2]C1 가스 리파이너리 센터; [3]서강대
(jinwonlee@sogang.ac.kr*)

Formic acid, a valuable chemical feedstock and energy carrier, is produced through various bioconversion bioprocesses and finds applications in diverse fields such as green fuels and chemical synthesis precursors. In this study, a liquid-liquid extraction (LLE) process using organic solvents was applied to recover formic acid at high concentration form a CO-to-formateas bioprocess. Trioctylamine (TOA) was used as the active extractant, and 1-octanol was selected as the diluent after demonstrating the highest extraction efficiency among three tested diluents (1-octanol, iso-octanol, and decanol). To improve environmental sustainability, a CO_2 dissolution strategy was adopted to lower the pH. As a result, three consecutive extraction cycles achieved total extraction efficiency of approximately 40%. This study presents an efficient approach to recovering formic acid by integrating bioprocessing and LLE using CO_2 .

P분리목-63

Application of artificial neural networks for performance and economic prediction in absorption-based CO_2 capture process

한성철, 성하일, 표연성, 김민기, 김경민*
강릉원주대
(kmkim@gwnu.ac.kr*)

In chemical engineering, artificial neural network (ANN)-based prediction techniques are widely used in material screening, experimental data analysis, and process optimization. In this study, we applied ANN regression approach: (1) to predict CO_2 solubility of aqueous amine solutions (Solubility-ANN), and (2) to predict the performance of absorption processes (Process-ANN). The Solubility-ANN, trained on 206 experimental data points for the CO_2-DIPA-AMP-H_2O system (P_{CO2}: 0-450 kPa, T: 313-383 K, five amine blending ratios), reasonably predicted the solubility with high accuracy (R^2 = 0.996). The MPAS equation was introduced to considering the physical phenomena in the absorption process. The Process-ANN, based on 244 simulation data points with feed gas pressure (1-20 atm), CO_2 concentration (4.5-30 vol%), and L/G ratio, estimated total energy and capture cost of the flue gas compression and expansion (FCE) model. Utilizing the Process-ANN model, the optimal FCE operation exhibited 20.86% reduced total energy consumption and 7.54% reduced capture cost, compared to the base model.

P분리목-64

Effects of process conditions and amine blending ratio on the regeneration energy of the absorption process using CO_2-BAE-MDEA-H_2O system

성하일, 한성철, 유영빈, 이강연, 김경민*
강릉원주대
(kmkim@gwnu.ac.kr*)

Various types of amine-based absorbents, including primary, secondary, tertiary amines, diamines, and sterically hindered amines, are extensively applied to commercial CO_2 capture processes. Blending two or more amines has been widely studied to utilize the advantages of each component. In this study, CO_2 solubility experiments were conducted for aqueous BAE-MDEA solutions (30:0, 15:15, 0:30 (w/w)) under conditions of 313–393 K and 0–450 kPa. Thermodynamic modeling was performed using the e-NRTL to analyze the absorption behavior. The Shortcut method was employed to obtain the optimal process variables and the amine blending ratio for minimizing the regeneration energy.

P분리목-65

확산 투석 공정을 통한 이산화탄소 무기화 및 유기산 정제

강지은, 김정*
경희대
(jeongkim@khu.ac.kr*)

Organic acids (OAs), such as lactic and gluconic acids, are key biorefinery building blocks, typically present as low-value potassium salts (e.g., potassium lactate, gluconate). We present a two-step diffusion dialysis (DD) process using cation exchange membranes (CEMs): DD-CCU (carbon capture/utilization) and DD-SA (strong acid) to exchange K^+ with H^+ and recover high-value OAs. Screening revealed sulfonated polyarylene ether sulfone (SPAES) membranes provide optimal permselectivity. In DD-CCU, CO_2 reacts with exchanged K^+ to form $KHCO_3$ in the dialysate, achieving 62.4% OA protonation. DD-SA then reduces H_2SO_4 demand by 80% for full protonation. A unique K^+ migration against its gradient was observed in DD-SA, attributed to coupled ion transport. Techno-economic analysis showed profitability depends mainly on downstream evaporation, while current carbon credit gains are small but may grow.

P분리목-66

바닷물 내 CO_2 포집을 위한 $Ca(OH)_2$ 기반 Lime Softening 공정 개발 및 반응 평형 DB 구축

홍승범, 전필립*
공주대
(philip@kongju.ac.kr*)

본 연구는 해수 내 CO_2 를 $Ca(OH)_2$ 와 반응시켜 $CaCO_3$ 로 침전시키는 lime softening 기반 탄소 포집 및 자원화 공정을 개발하는 것을 목표로 한다. 더블 자켓 반응기를 활용하여 반응 온도, CO_2 유량, pH 등의 조건을 달리하며 실험을 수행하였고, 일정 간격으로 시료를 채취하여 생성된 $CaCO_3$ 의 침전량, 입자 크기, 결정 형태, 수화 상태 등을 비교 분석하였다. 생성물은 일반 및 진공 여과, 건조 후 SEM-EDS 분석을 통해 정성적·정량적으로 평가하였으며, 이를 바탕으로 다양한 반응 조건 하에서의 반응 평형 데이터를 확보하였다. 본 연구는 해양 기반 CO_2 전환 반응의 효율 향상과 에너지 절감형 CO2 포집 공정 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

P분리목-67

펜타닐 유사체 검출을 위한 화학구조 기반 질량 스펙트럼 예측

경소은*
국립공주대
(soeun1917@gmail.com*)

질량 분석법은 HPLC, GC 등 분리 기술과 결합하여 복잡한 혼합물의 성분을 정량 분석하는 데 활용되며 최근에는 사회적 문제로 대두되고 있는 펜타닐과 그 유사체의 신신속·정확한 식별에도 중요한 역할을 한다. 그러나 불법적으로 제조, 유통되는 마약의 특성상, 모든 펜타닐 유사체의 질량 스펙트럼을 확보하기란 불가능에 가깝다.이에 본 연구는 분리 기술과 연계한 실시간 질량 분석 환경을 가정하고, 분자의 화학구조로부터 질량 스펙트럼을 예측하는 인공 신경망 기반 모델을 개발하고자 한다. 기존의 일반 소분자 대상의 연구와 달리 펜타닐 유사체에 대한 정확도를 높이기 위해 구조적 특성과 단편화 패턴에 특화된 모델을 구축하여 예측 정확도의 향상을 위한 기술을 개발했다. 이 기술은 신종 유사체의 신속한 예비 식별을 가능하게 하여 포렌식 분석 효율을 높이고, 의약품 합성 공정에서 중간체 스펙트럼을 예측해 공정 최적화와 품질 관리에도 기여할 수 있다.

P분리목-68

NaOH 수용액 기반 $NaHCO_3$ 결정화 공정 설계를 위한 기초 실험 및 모형 구축 연구

이현지, 전필립*
공주대
(philip@kongju.ac.kr*)

기후변화 대응을 위한 탄소 저감 기술로 CO_2 를 포집해 자원화하는 공정 개발이 주목받고 있다. 특히 담수화 농축수와 포집된 CO_2 를 활용한 $NaHCO_3$ 결정화는 기존 Solvay 공정의 친환경 대안으로 제시된다. 본 연구는 해양 플랜트 연계 탄소 활용 기술의 일환으로, NaOH 수용액 내 CO_2 를 주입함으로써 $NaHCO_3$ 결정화를 유도하고, 이를 통해 결정화 속도 모형을 구축하고자 한다. 다양한 온도, NaOH 농도, CO_2 유량 조건에서 결정화 실험을 진행하고, 생성된 결정은 여과, 건조, 분산 후 SEM-EDS 등의 장비 분석을 통해 구조와 조성을 평가했다. 또한, Na_2 CO_3 의 동시 생성을 억제하기 위한 열역학 기반 용해도 모델을 구축하고, 결정화 기초 실험 데이터를 수집 했다. 본 연구 결과는 탄소자원화 공정 최적화를 위한 공정 모사 연구에 기여할 것이다.

P분리목-69

Low temperature preparation of N-containing carbonaceous material for selective CO2 capture

이경원[1,2], 박종호[1], 윤형진[1], 이기봉[2*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

산업 발전에 따라 화석연료 연소로 인한 이산화탄소(CO2) 배출 농도가 지속적으로 증가하고 있으며, 이는 온실효과 등 심각한 환경 문제를 초래하고 있습니다. 이를 해결하기 위한 효과적인 방안으로 이산화탄소 포집 및 저장(Carbon Capture and Storage, CCS) 기술이 주목받고 있으며, 그중에서도 다공성 탄소 기반 흡착제는 높은 비표면적, 재생 가능성, 저비용 등의 장점으로 많은 관심을 받고 있다. 그러나 기존 활성탄 제조 공정은 고온에서의 탄화와 활성화 과정을 거치기 때문에 에너지 소모와 환경 부담이 크고, 무극성 표면에 기인하여 이산화탄소에 대한 선택도가 낮다는 한계를 지니고 있다. 이를 극복하기 위해 본 연구에서는 질소가 풍부한 키토산을 전구체로 이용하였고, 400-600 ℃의 저온 활성화 공정을 통해 다공성 구조의 탄소 소재를 제조하였으며, 생성된 기공 구조와 특성을 분석하였다. 본 연구를 통해 제조된 다공성 탄소 흡착제는 높은 표면 질소기를 바탕으로 이산화탄소에 대한 높은 선택적 흡착 성능을 보여 연소배가스 내 이산화탄소 포집을 통한 온실가스 저감에 기여할 수 있을것으로 기대된다.

P분리목-70

Computational Screening and Design of Hetero-Epitaxial Zeolite for Multifunctional Molecular Sieve

권동혁, 신재권, 노승건, 민병철, 곽상규*
고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

Using separate zeolites for catalysis and separation causes process complexity and high operating costs. Therefore, combining different zeolite frameworks via hetero-epitaxial growth into a multifunctional material is a promising strategy for synthesizing materials. However, discovering optimal interconnected pairs experimentally is a formidable challenge due to the vast number of combinations. This study presents a computational screening to evaluate the interfacial stability and channel connectivity of all known zeolite pairs from the IZA database. Assessing feasibility via lattice mismatch and adhesion energy, we identified 32 promising pairs. Subsequent analysis revealed 7 combinations with effective channel connectivity. This computational approach provides a crucial foundation for the in silico design of novel hetero-epitaxial zeolites for simultaneous catalysis and separation.

P분리목-71

터널 내 co2 포집을 위한 Aspen Plus 모사 연구

김진영, 전필립*
국립공주대
(philip@kongju.ac.kr*)

도심 터널과 같은 밀폐된 공간에서는 교통량 증가로 인한 CO2 축적이 대기질 악화와 열섬 현상을 가중시켜 환경 및 건강 문제를 야기하고 있다. 이에 따라 본 연구는 NaOH 수용액을 이용한 흡수 기반 직접공기포집(DAC) 공정을 설계하고, Aspen Plus를 활용하여 터널 내 공기 중 CO2를 포집하기 위한 공정 조건을 모사하였다. NaOH 수용액에서 CO2 용해도 예측 정밀도를 높이기 위해 실험 데이터와 문헌 자료를 기반으로 eNRTL-RK모델을 적용하고, CO2 용해도에 대한 회귀분석을 통해 모델 파라미터를 보정하였다. 또한 수치적으로 도출된 용해도 결과를 실험값과 비교하여 모델의 신뢰성을 검증하였다. 특히, CO_2 포집 효율 향상을 위해 흡수탑과 탈거탑의 여러 변수, Flash drum의 열부하(duty)등을 변수로 설정하여 다양한 운전 조건에 따른 시스템 성능을 평가하였다. 공정의 압력 조건 본 연구는 터널 환경 특성에 적합한 맞춤형 DAC 공정 설계의 가능성을 제시하며, 도시형 CO2 저감 기술의 구현을 위한 공정 시뮬레이션 기반 설계 및 최적화에 기여할 수 있다.

P분리목-72

Multiscale Evaluation of Metal Organic Frameworks (MOFs) for Adsorption based Xenon and Kr Separation from Air

하산 무하마드, 정용철*
부산대
(drygchung@gmail.com*)

Xenon (Xe) and Krypton (Kr) are traditionally recovered using energy intensive cryogenic distillation process. Adsorption-based separation process offers a promising alternative to recover high purity Xe and Kr. MOFs ae well-established nanoporous adsorbent materials with promising adsorption properties. In this study a high throughput screening of MOFs from Computation-ready Experimental MOFs database 2025 (CoRE MOF DB) is conducted using GCMC simulation and structures with high Xe selectivity and uptake are identified. The process performance of Xe selective MOFs is examined using process modelling of PSA and TSA cyclic processes followed by process and economic optimization to identify the most viable MOFs for Xe/Kr separation.

P분리목-73

Al_2O_3 중공사막을 탑재한 소형 혈액투석 모듈의 요독 물질 제거 성능 및 혈액적합성 평가

황재연, 허승희, 박정훈*
동국대
(pjhoon@dongguk.edu*)

일반적으로 혈액투석기에 사용되는 고분자 소재 기반 중공사막은 환자에 따라 다양한 생체적합성을 보이며 표면 처리 물질로 인한 알레르기 반응을 유발할 수 있다. 본 연구에서는 높은 생체적합성을 가진 Al_2O_3 소재 기반의 중공사막을 제조하고 소형 혈액투석 모듈로 제작하여 혈액투석 분야에서의 적용 가능성을 확인하였다. Al_2O_3 중공사막은 상전이법으로 제조한 후 소결온도에 따른 중공사막의 특성을 확인하기 위해 1200, 1300, 1400 ℃ 의 다양한 온도에서 소결하였다. 제작한 소형 혈액투석 모듈의 막표면적은 상용 고분자 기반 혈액투석기의 약 10분의 1 수준으로 확인하였다. 제조한 Al_2O_3 중공사막 및 소형 혈액투석 모듈의 특성을 확인하기 위해 SEM, AFM, 접촉각 분석, UTM 등의 분석을 수행하였으며 제조한 Al_2O_3 중공사막으 혈액적합성을 평가하기 위해 BSA 단백질을 이용한 BCA Assay 를 수행하였다. 혈액투석 실험은 Urea 와 Creatinine 을 이용하여 수행하였으며 제거율은 TOC 분석을 통해 확인하였다.

P분리목-74

고성능 금속-유기 골격체로의 PET 폐기물 업사이클링: 가스 분리 및 저장을 위한 MIL-53(Al)의 지속 가능한 합성

우준혁, 최혜린, 양현민, 문지훈, 배태현*
한국과학기술원
(thbae@kaist.ac.kr*)

This study investigates the upcycling of polyethylene terephthalate (PET) waste into high-value metal-organic frameworks (MOFs). Terephthalic acid (TPA), derived from PET waste, was used as an organic linker to synthesize MIL-53(Al)-R. The upcycled MOF showed the same crystal structure, morphology, and porosity as conventional MOFs, with comparable gas adsorption performance. These findings validate the use of recycled PET as a viable feedstock for MOF production. The research highlights the potential of this waste-derived material as an eco-friendly adsorbent for gas separation and storage. Ultimately, this work promotes a sustainable strategy for plastic waste valorization, supporting green chemistry and the circular economy by transforming pollutants into high-performance materials.

P분리목-75

고효율 이산화탄소 포집을 위한 TiO_2 nanoparticles 기반 Deep eutectic solvent의 흡수 특성 연구

주은지, 강동우*
충북대
(qwerty@cbnu.ac.kr*)

산업화 이후 급격히 증가한 온실가스 배출로 지구온난화 등 환경문제가 심각해지고 있다. 주요 온실가스인 이산화탄소(CO_2)를 해결하기 위한 CCUS 기술이 활발히 연구 중이며, deep eutectic solvent(DES)는 뛰어난 CO_2 흡수 특성과 환경친화적인 특성으로 고효율 CO_2 포집 기술로 주목받고 있다. 본 연구는 TiO_2 나노입자를 첨가하여 물리적 성능을 향상시킨 DES의 CO_2 흡수 특성을 평가하는 것을 목표로 한다. 기본 DES와 TiO_2를 첨가한 DES의 비교 실험을 수행하였다. FT-IR, DSC, NMR, Rheometer 분석으로 구조 안정성, 물리화학적 특성 및 점도 변화를 확인하고, CO_2 흡수량을 정량 평가하였다. TiO_2 첨가로 인한 물리적 성능 향상을 확인하고, 고효율·저에너지형 CO_2 포집 기술로서의 응용 가능성을 제시하였다.

P분리목-76

고온 이산화탄소 포집을 위한 M_4SiO_4 (M = Li, Na) 흡착제의 흡착 특성 평가 연구

안익성, 정원준, 이찬현*
울산대
(chhylee@ulsan.ac.kr*)

최근 강화된 탄소 배출 규제 대응 및 탄소중립 목표 달성을 위해 CO_2 포집 기술의 중요성이 부각되고 있다. 대표적 고온 CO_2 흡착제인 CaO 기반 소재는 저비용과 높은 포집 능력을 갖지만, 반응 중 형성된 $CaCO_3$ 층이 확산 장벽이 되어 반응 속도를 저하시킨다는 한계가 있다. 반면, silicate계 흡착제는 고온에서 구조 안정성이 높고 표면 피막 형성이 적어 CO_2의 확산 및 반응이 원활하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 solid-state 방법을 이용해 Li_4SiO_4와 Na_4SiO_4를 합성하고 몰 비율 및 소성온도 변화에 따른 구조와 CO_2 흡착 특성을 분석하였다. TGA를 통해 제조된 silicate 흡착제는 600 ℃ 이상의 온도에서 CO_2 포집 성능이 관찰됨을 확인하였으며, 합성 조건에 따라 흡착 성능이 1~5 mol/kg 범위에서 크게 변화함을 확인하였다. 추가로 ex-situ XRD 분석을 통해 흡착 mechanism이 알칼리 탄산염과 규산염 사이 화학 반응을 통해 일어나는 것을 규명해, 장기 안정성과 재생 용이성 향상을 위한 소재 합성 방안을 마련하였다.

P분리목-77

폐플라스틱 열분해유에서 유기염소 제거를 위한 흡착 소재와 그 특성 연구

노성준, 전필립*
공주대
(philip@kongju.ac.kr*)

현대사회에서 플라스틱 사용률은 점점 늘어나는 추세이며 현재 대부분의 폐플라스틱은 매립이나 소각의 형태로 처리되고 있다. 폐플라스틱을 매립이나 소각의 형태로 처리할 시 유해물질이 발생되 환경에 장기간 남아 다양한 생태계에 영향을 미치게 된다. 이러한 문제를 극복하기 위해 폐플라스틱을 열분해해서 재활용하는 방법이 개발되었지만 열분해유 내에 존재하는 유기 염소 화합물들이 반응기의 부식을 유발하기에 유기염소 화합물을 제거하는 기술이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 폐플라스틱 열분해유로 부터 유기 염소 화합물을 선택적으로 제거할 수 있는 최적의 모체 흡착제 선정을 위해 다양한 흡착제의 유기염소 제거 성능 및 흡착제의 물리/화학적 분석을 통해 비표면적, 기공분석, 유기 염소 제거율의 비선형 회귀분석이 유기 염소 제거에 미치는 영향을 확인하였다.

P분리목-78

TEGMBE 용매를 도입한 Monoethanolamine 기반 저수계 상분리 흡수제의 CO2 흡수 성능 평가

이진규, 왕슈아이, 유정균[1], 홍연기*
한국교통대; [1]한국에너지기술연구원
(hongyk@ut.ac.kr*)

CO2 흡수 공정에서 흡수제 재생 에너지를 저감하기 위해 상분리 흡수제를 도입하였다. 실험에 사용된 기체 혼합물은 9 vol%의 CO2를 포함한 CO2/N2이며 본 연구에서는 MEA(monoethanolamine) 수용액에 TEGMBE(Tetraethylene Glycol Dimethyl Ether) 용매를 도입하여 저수계 상분리 흡수제를 제조하였다. CO2 흡수에 따른 CO2 농축상의 CO2 흡수용량은 최대 239 gCO2/Lsolvent였으며 순환용량은 최대 179 gCO2/Lsolvent였다. CO2 농축상의 부피는 전체 부피의 44.8%를 차지하였고 CO2 농축상의 점도는 36cP로 충전탑을 이용한 CO2 포집 공정의 조업 영역 내에 있었다. 본 연구에서 개발된 저수계 상분리 흡수제는 CO2가 농축된 하부상만을 재생시켜 탈거탑에 유입되는 흡수제의 유량을 줄여 현열을 감소시키고 CO2 농축상 내 물의 함량이 낮아 물의 증발로 인한 잠열을 줄여 재생 에너지를 저감할 수 있다.*본 연구는 2024년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행된 연구임 (20212010200090)

P분리목-79

실험실 규모 연속 순환장치를 이용한 저수계 아민 흡수제의 흡수 성능 평가

왕슈아이, 홍연기*
한국교통대
(hongyk@ut.ac.kr*)

CO_2 포집 공정에서 사용되는 기존 아민 수용액 흡수제는 재생 과정에서 높은 에너지 소비와 흡수제 손실이라는 한계를 지닌다. 본 연구에서는 이를 개선하기 위해, 폴리아민과 에테르계 용매 조합으로 구성된 저수계 아민 흡수제를 제안하였다. 흡수 성능과 에너지 효율은 실험실 규모의 흡수-재생 연속 순환 장치를 이용하여 평가되었다. 실험은9 vol% CO_2 가스를 사용하였으며, L/G(액-기 비)은 1.5~5.0 mL/L 범위에서 조절하였다. CO_2 흡수율이 90%인 조건에서 점도, CO_2 loading, 재생 에너지를 측정하였다. L/G가 3 미만일 경우, 물의 증발열 증가로 인해 재생 에너지가 상승하였고, L/G가 3.5를 초과하면 흡수제의 현열 증가로 인해 재생 에너지 상승하였다. 따라서 최적 L/G값은 약 3.00이 되며 이때 재생 에너지는 3.2 GJ/tonCO_2 로 나타났다. 이는 기존 30 wt% MEA 용매의 최적 L/G(5~6)에 비해 흡수제 사용량을 줄이고 CO_2 흡수 용량을 증가시키는 동시에, 재생에 필요한 에너지를 30% 절감할 수 있음을 보여준다.This work was supported by Hyundai Motors Group.

P분리목-80

CAU-10(Al) 작용기 최적화를 통한 C_2H_2 저장 및 C_2H_2/CO_2 분리 성능 향상

Maftun Salimov, 이수경*
한국화학연구원
(sukyung@krict.re.kr*)

The adsorptive separation of acetylene (C_2H_2) from C_2H_2/CO_2 mixtures has emerged as a promising alternative to cryogenic distillation, enabling the production of high-purity C_2H_2 via safer and more energy-efficient processes. Recent studies indicate that incorporating heteroatoms into the pore walls of MOFs can significantly enhance C_2H_2 capture performance. However, a systematic and comparative investigation regarding the influence of various functional groups within an identical MOF structure on their C_2H_2 sorption behavior remains lacking. In the present work, a series of CAU-10 derivatives were synthesized utilizing Al(III) metal centers and a range of functionalized organic linkers, including unmodified terephthalate (-H) and its substituted analogues (-OH, -F, $-NO_2$, $-NH_2$, and $-CH_3$), to probe their C_2H_2 and CO_2 adsorption characteristics systematically.

P분리목-81

전고분자 기반 박막복합막: 블록 공중합체와 랜덤 공중합체의 비교 분석

맹도영, 김종학*
연세대
(jonghak@yonsei.ac.kr*)

In this work, we report the fabrication of high-performance, additive-free, all-polymeric thin-film composite (TFC) membranes for CO_2 capture, enabling a direct comparison between block and random copolymers containing hydrophobic and CO_2 -philic segments. The random copolymer, prepared via free-radical polymerization (FRP), displayed a disordered morphology, whereas the block copolymer, synthesized through reversible addition-fragmentation chain transfer (RAFT) polymerization, exhibited a well-organized cylindrical microphase-separated structure. Molecular dynamics (MD) simulations revealed negligible interactions between CO_2 , N_2 , and the hydrophobic domains, while CO_2 showed strong preferential affinity toward the hydrophilic regions. Although both membranes demonstrated comparable CO_2 permeance, the block copolymer showed markedly reduced N_2 permeance, resulting in nearly fourfold enhancement in CO_2 /N_2 selectivity. This selectivity improvement correlated with a decrease in N_2 mean squared displacement, suggesting hindered diffusivity within the block copolymer matrix. The block copolymer membrane surpassed the performance of commercial counterparts, delivering CO_2 separation efficiencies above current industrial benchmarks. These findings underscore the potential of single-matrix block copolymers as viable alternatives to conventional mixed-matrix membranes (MMMs) for

P분리목-82

CuO 혼합 13X 제올라이트를 이용한 마이크로파 가열 성능 향상

이지혁[1,2*]
[1]한국화학연구원; [2]전북대
(radiko7418@naver.com*)

13X zeolite exhibits efficient heating under microwave irradiation. Similarly, metal oxides such as CuO also show strong microwave heating properties. Notably, CuO shares the same peak loss frequency (maximum heat-generating point) as 13X zeolite. When even a small amount of CuO is added to 13X zeolite, the composite shows significantly enhanced heating performance. This simple mixing approach offers potential for more energy-efficient gas desorption and material recycling.

P분리목-83

해수를 활용한 CO_2 전환 및 스케일링 억제를 위한 열역학 모델 구축 연구

홍석범, 전필립[1*]
국립공주대; [1]공주대
(philip@kongju.ac.kr*)

해양 플랜트에서는 배출되는 CO_2 를 포집하고 자원화하기 위해 NaOH 농축수를 활용하여 Na_2 CO_3 /$NaHCO_3$ 결정화 하는 연구가 수행되고 있다. 그러나 해수 내 Ca 이온으로인하여 $CaCO_3$ 스케일 형성이 발생하여 장비와 배관의 운전 안정성을 저하시킬 가능성이 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 NaOH 수용액을 이용한 CO_2 자원화 과정에서 발생하는 액체-고체 평형 모델을 구축하고자 한다. 본 연구에서는 Na_2 CO_3 와 $NaHCO_3$ 의 용해도 데이터를 기반으로 결정화 거동을 예측할 수 있는 열역학 모델을 구축하고, Na+-Ca2+- Cl- -HCO_3 - - CO_3 $^{2-}$ - CO_2 계를 분석하여 $CaCO_3$ 스케일 생성을 억제할 수 있는 공정 조건을 제시한다. 이를 위해 Aspen Plus에서 PC-SAFT 및 E-NRTL 모델을 적용하여 온도와 압력 변화에 따른 CO_2 용해도 및 Na_2 CO_3 /$NaHCO_3$ /CaCO3 결정의 용해도를 계산했다. 제안된 모델은 해양 플랜트의 CO_2 처리 효율 향상과 스케일링 방지 설계 최적화에 기여 할것으로 예상된다.

P분리목-84

화장품 플라스틱 공병을 사용한 활성탄의 제조 및 이산화탄소 흡착에의 적용

조문경, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

전 세계적으로 화장품 산업의 규모가 커짐에 따라 화장품이 사용되고 남은 화장품 공병이 다량으로 발생하고 있다. 화장품 용기는 주로 유리 혹은 플라스틱으로 만들어지게 되는데, 이 중에서 플라스틱 용기의 경우 복합 플라스틱으로 이루어져 있어 재활용이 용이하지 않다. 이러한 화장품 플라스틱 공병을 매립 또는 소각으로 처리할 경우 공기 오염 및 토양 오염 등의 2차적인 환경 오염을 유발하므로, 다량으로 발생하고 있는 화장품 플라스틱 공병의 친환경적인 처리 방식 개발이 필요하다. 복합 플라스틱은 탄소를 다량 함유한 고분자들로 구성되어 있으므로, 활성탄으로의 전환 및 유해 물질 흡착에의 적용을 통하여 친환경적인 활용이 가능하다. 본 연구에서는 버려지는 화장품 플라스틱 공병을 열화학 처리하여 활성탄을 제조하였다. 또한, 활성탄의 구조를 제어하여, 이산화탄소 흡착에 효과적인 크기를 갖는 미세기공들을 발달시키고 그 흡착 성능을 측정하였다.

P분리목-85

Enhancing CO_2 transport across Pebax-based mixed-matrix membranes using a sterically bulky aromatic diacid

Md. Homayun Kabir[1], 김태현[1,2*]
[1]인천대; [2]인천대 기초과학연구소
(tkim@inu.ac.kr*)

This study utilized sterically bulky 4,5-bis(9H-carbazol-9-yl)phthalic acid (2CzPA) as filler in Pebax to prepare the mixed-matrix membranes (MMMs) for enhancing CO_2 transport. The -COOH groups of 2CzPA improve CO_2 solubility in the MMMs, while the bulky carbazole units disrupt PEO chain packing, increasing diffusivity. IR analysis confirmed hydrogen bonding in between 2CzPA and Pebax, accounting for improved thermal and mechanical stability for all the MMMs. Incorporation of 1 wt% 2CzPA to the Pebax enhanced the CO_2 permeability of the Pebax membrane from 164.70 to 227.51 Barrer, while maintaining the CO_2/N_2 (~48.20) and CO_2/CH_4 (~15.60) selectivities. Moreover, the Pebax/2CzPA-1.0 exhibited excellent anti-aging performance over 100 days.

P분리목-86

Enhancement of CO_2 Separation Performance and Mechanical Properties for PIM-1-based Composite Membranes via Spin Coating using Poly(vinyl imidazolium)

선은규[1], 김태현[1,2*]
[1]인천대; [2]인천대 기초과학 연구소
(tkim@inu.ac.kr*)

본 연구에서는 이온성 고분자인 nitrile-functionalized poly(vinyl imidazolium), Pim-CN, 을 PIM-1 지지체 위에 스핀 코팅하고 열처리하여 복합막을 제조하였다. Pim-CN은 반복 단위에 포함된 이온성 액체에 의하여 높은 이산화탄소 친화성을 보이기 때문에 이산화탄소 용해도를 향상시킬 수 있다. 또한 열처리 과정에서 이미다졸륨에 존재하는 나이트릴기가 트라이아진으로 전환되어 주쇄의 재배열에 의한 자유 부피의 증가로 이산화탄소 확산도를 향상시킬 수 있다. 본 연구에서 제조한 분리막은 7539 barrer의 CO_2 투과도와 24.6의 CO_2/N_2 선택도를 나타내며 기존 PIM-1 분리막보다 향상된 이산화탄소 분리 성능을 나타내었다. 또한 열처리 과정에서 형성된 트라이아진의 가교에 의해 분리막에 가소화 저항성과 노화 저항성을 부여한 것을 확인하였다.

P분리목-87

Improved CO_2 separation performance for PIM-1-based mixed matrix membranes using iron-doped g-C_3N_4 for biogas upgrading

Veetil Kavya[1], 김태현[1,2*]
[1]인천대; [2]인천대 기초과학연구소
(tkim@inu.ac.kr*)

Incorporation of two-dimensional nanomaterials into a polymer matrix has advanced the development of mixed matrix membranes (MMMs) for gas separation. Graphitic carbon nitride (g-C_3N_4), with intrinsic nanopores, facilitates CO_2 transport when incorporated in the polymer matrix. This work employed iron doping of g-C_3N_4 to improve its CO_2 affinity. The iron-doped g-C_3N_4 was used as a filler in the PIM-1 polymer matrix to fabricate MMMs. The MMM containing 0.5 wt% of Fe-g-C_3N_4 showed a 40.3% higher CO_2 permeability than pristine PIM-1 and 15% higher than the MMM with undoped g-C_3N_4, with 6.3% gain in CO_2/CH_4 selectivity. Overall, the membrane surpassed the 2008 Robeson upper bound and exhibited excellent mechanical strength, anti-aging, and anti-plasticization properties, highlighting its potential for biogas upgrading.

P분리목-88

Thermally-treated triazine-formed crosslinked microporous membranes based on PIM-1 and poly(3-nitrile-functionalized imidazolium-co-DEGA) for CO2 separation

Senthil Kannan[1], 선은규[1,2], 김태현[1,2*]
[1]인천대; [2]인천대 기초과학연구소
(tkim@inu.ac.kr*)

In this study, we fabricated gas separation membranes by blending poly(3-nitrile-functionalized imidazolium-co-DEGA), P(ImCN-DEGA), with PIM-1, followed by a heat-treatment process. The ionic liquid segment of P(ImCN-DEGA), nitrile-functionalized vinyl imidazolium, provides high CO_2-philicity, thereby enhancing CO_2 solubility. Meanwhile, the DEGA segment, rich in oxygen content, decomposes during heat-treatment to generate micropores, which in turn improves CO_2 diffusivity. Owing to these combined effects, the prepared membranes exhibited outstanding gas separation performance, achieving a high CO_2 permeability of 5909 Barrer and a CO_2/N_2 selectivity of 51.0. Furthermore, it was confirmed that the triazine crosslinking formed during the heat-treatment process endowed the membranes with anti plasticization and anti physical aging.

O생물목-1

세포 내 수준에서의 단백질 거동 대규모 추적

김준원*
서울대
(joonwon.kim@snu.ac.kr*)

Despite advances in genomics and transcriptomics, understanding proteins in their native environment remains challenging. Dynamic states and diversity add complexity, while antibody-based methods often show context-dependent performance and limited availability. We developed a scalable C-terminal tagging system with a universal tag, enabling parallel protein characterization under identical conditions. The first application, tagging stress granule proteins with mCherry, revealed localization changes under stress. The second, tagging transcription factors with 3xFLAG, enabled single-cell profiling. The system supports selective knock-in at chosen loci, allowing cell engineering at scale in defined manners and serving as a platform for one-shot characterization of multiple genes. This foundation can accelerate functional protein studies and improve scalability and accessibility.

O생물목-2

ChIP-mini: a low-input ChIP-exo protocol for elucidating DNA-binding protein dynamics in bacteria

박준영*, 장민창[1], 최은나[2], 이상목[1], 방인아[1], 우지훈[1], 김승규[2], 이은진[2], 김동혁[1]
한국화학연구원; [1]울산과학기술원; [2]고려대
(jjypark56@gmail.com*)

Genome-wide identification of binding profiles for DNA-binding proteins from the limited number of bacteria in various studies is crucial for understanding transcriptional regulation and cellular processes but remains challenging, as the current ChIP-exo is designed for high-input bacterial cells (>10^{10}). Here, we developed an optimized ChIP-mini method, a low-input ChIP-exo utilizing a 5,000-fold reduced number of initial bacterial cells and an analysis pipeline (DiffExo), to identify genome-wide binding dynamics of DNA-binding proteins in samples with limited bacterial cell numbers. Collectively, this work establishes a broadly adaptable platform for elucidating DNA-binding protein dynamics in diverse intracellular pathogens during infection, with potential applications extending to biofoundry automation through high-throughput experiments at the 96-well plate scale.

O생물목-3

Decoding the Full Catalytic Cycle of Class I PHA Synthase: A QM/MM Metadynamics Perspective

김영비, 한정우[1]*
포항공과대; [1]서울대
(jwhan98@snu.ac.kr*)

The global surge in plastic waste demands biodegradable alternatives. Among them, polyhydroxyalkanoate (PHA) is promising candidate due to its biodegradability in both soil and marine environments. Despite its advantages, low productivity remains a major barrier to PHA's widespread adoption. To address this, we investigated the catalytic mechanism of Class I PHA synthase using QM/MM metadynamics at the PBE/MM MD level, incorporating a large QM region to capture key interactions. The enzyme utilizes 3-hydroxybutyryl-CoA (3HB-CoA) as the monomeric substrate, and its catalytic triad, HIS-CYS-ASP was analyzed in detail. The first nucleophilic attack was identified as the rate-determining step with an activation barrier of ~12 kcal/mol. Additionally, we evaluated two competing elongation pathways—one involving His508 and another involving Asp480. This indicates a clear preference for the Asp480-mediated pathway. Our findings provide mechanistic insight for ration PHA synthase engineering to improve biopolymer production.

O생물목-4

중추신경계 약물 전달을 위한 혈뇌장벽 투과성 향상 생체모방 나노운반체로서의 재조립 액포

황윤영, 민지호*
전북대
(jihomin@jbnu.ac.kr*)

The blood-brain barrier (BBB) limits therapeutic delivery to the central nervous system (CNS), especially for Alzheimer's disease (AD). We developed yeast-derived Reassembled Vacuoles (ReV) as a biomimetic nanocarrier to enhance BBB permeability and drug delivery. In monolayer and double-layer in vitro BBB models using hCMEC/D3 and astrocytes, daunorubicin-loaded ReV (DNR@ReV) showed higher permeability and cellular uptake than free DNR or conventional vacuoles. In APP/PS1 AD mice, GF1-loaded ReV (GF1@ReV) reduced amyloid-β, decreased phosphorylated tau, and improved cognition without toxicity. ReV-based systems present a promising strategy for CNS-targeted therapeutics. This work was supported by the INNOPOLIS R&BD Program (RS-2025-02413470) funded by the Ministry of Science and ICT.

O생물목-5

Microfluidic design for digital input of stimuli

김재성, 이창수*
충남대
(rhadum@cnu.ac.kr*)

We present a microfluidic design for the generation of dynamic range of chemical signals by implementing digital input of stimuli. The design mainly consists of three parts: 1) eight inputs for the injection of reagents controlled with pneumatic valve, 2) mixing of reagents within the staggered herringbone micromixer, and 3) a micro-chamber for cell cultivation. We demonstrate the generation of dynamic input with various functions such as pulse function, sine-wave function, or ramp function by using both color food dye and fluorescein solution. We further optimize the micro-chamber structure to culture several mammalian cells including mouse hippocampal neuron cells (HT-22) and human lung epithelia cell (A549). We envision that our platform can be utilized to study the stress and the response of cells at the single-cell level related to senescence and drug development.

O생물목-6

Rhodobacter sphaeroides 유래 Hybrid Vesicle의 항노화 및 세포 보호 효과

이수빈, 민지호*
전북대
(jihomin@jbnu.ac.kr*)

This study explores the anti-senescence and cytoprotective effects of hybrid vesicles derived from Rhodobacter sphaeroides, formed by fusing naturally secreted EVs and OMVs. EVs exhibit antioxidant and anti-inflammatory properties, while OMVs carry immune-activating components such as lipopolysaccharides and membrane proteins. Hybrid vesicles showed enhanced bioactivity by combining these traits. Under H_2O_2-induced oxidative stress, they improved human skin fibroblast survival and reduced senescence markers, including SA-β-galactosidase and p16. They also promoted cellular recovery and antioxidant defense. These findings suggest that R. sphaeroides-derived hybrid vesicles are promising bioactive materials for anti-aging and skin regeneration. This research was supported by the R&BD Program through INNOPOLIS funded by the Ministry of Science and ICT (RS-2025-02413470).

O생물목-7

Enzymatic Regioselective Hydroxylation of Phloretin by Bacillus megaterium Tyrosinase Immobilized on Bacillus subtilis Spore

정유라, 김준형*, 고관영, 최태원
동아대
(june0302@dau.ac.kr*)

In this study, we performed the biotransformation of phloretin using Bacillus subtilis spores displaying tyrosinase from Bacillus megaterium. Phloretin, mainly found in apples and their root bark, is a natural antibacterial metabolite. Surface expression of tyrosinase was verified by flow cytometry using FITC-labeled anti-His_6 antibodies. After 7h at 37°C, HPLC confirmed complete conversion of phloretin. The product was identified as 3'-hydroxyphloretin by LC-MS/MS and ^{1}H-NMR. Due to an additional hydroxyl group, its antioxidant capacity was enhanced, with a 54% increase in electron-donating ability shown by DPPH assay. Spores were washed with Tris-HCl buffer (pH 9) and reused in repeated reactions. The biotransformation proceeded through seven cycles without significant enzymatic activity loss, demonstrating a recyclable and efficient approach to regioselective hydroxylation.

O생물목-8

바이오센서 기반 Klebsiella michiganensis 대사 최적화를 통한 2,3-부탄다이올 고생산

김경호, 정기준*
한국과학기술원
(kjjeong@kaist.ac.kr*)

2,3-Butanediol (2,3-BDO) is a valuable platform chemical with broad industrial applications, and Klebsiella michiganensis is a natural producer for its biosynthesis. We enhanced 2,3-BDO production by optimizing its metabolic pathway. A transcription factor responsive to intracellular 2,3-BDO was identified and engineered into a high-sensitivity biosensor, enabling multiplex automated genome engineering (MAGE) to create a mutant library with diversified expression of key biosynthetic and by-product pathway enzymes. FACS-based high-throughput screening identified strains with improved titer, yield, and productivity in 5-L fed-batch fermentation. This study demonstrates the potential of biosensor-assisted strain engineering with genome-scale diversification for developing efficient microbial cell factories.

O생물금-1

폴리시스트로닉 유전자의 정밀 발현 조절을 위한 번역 동조 기반의 인공 번역 부품 개발

한용희*, 김현진[1], 김건우[1], 양진아[2], 서상우[1]
전남대; [1]서울대; [2]제주대
(yhhan@chonnam.ac.kr*)

We devised synthetic bioparts based on the translational coupling to control polycistronic gene expression. The modules link the translation of genes within a polycistronic mRNA, maintaining their expression ratios regardless of coding sequences, transcription rate, and upstream gene translation rate. By engineering the Shine-Dalgarno sequences within these bioparts, we adjusted the expression ratios of polycistronic genes. We created 41 bioparts with varied relative expression ratios, ranging from 0.03 to 0.92, enabling precise control of pathway gene expression in a polycistronic manner. This led to up to a 7.6-fold increase in the production of valuable biochemicals such as 3-HP, biopolymers, and lycopene. The developed bioparts will facilitate efficient protein assembly, pathway optimization, and other related applications.

O생물금-2

DEVELOPMENT OF A FEMTOSENSITIVE ELECTROCHEMICAL APTASENSOR FOR TUBERCULOSIS AG85B DETECTION

Shraddha Chauhan, Jeong Wook Lee*
POSTECH
(jeongwook@postech.ac.kr*)

Tuberculosis (TB) remains a major global health concern, with limited access to rapid and sensitive diagnostics in resource-poor settings. To overcome the limitations of conventional methods, we developed an electrochemical aptasensor for the early detection of the TB biomarker Antigen 85B (Ag85B). Aptamers with high specificity were selected via iterative SELEX and immobilized on gold nanoparticle-modified electrodes using thiol-gold chemistry. The optimized sensor achieved an ultra-low detection limit of 0.2 fM, with excellent selectivity, reproducibility, and stability. These results highlight the potential of the developed aptasensor as a rapid, reliable, and cost-effective diagnostic tool for TB.

O생물금-3

Microfluidic Concentration Gradient Generator for Analysis of Corticosterone-Induced Mitochondrial Dysfunction in HT-22 Cells

송현지, 김재성, 이진협[1], 백승필[2], 이창수*
충남대; [1]고려대; [2]고려대
(rhadum@cnu.ac.kr*)

Chronic stress triggers excessive secretion of glucocorticoid hormones, particularly corticosterone (CORT), which increases the risk of neuronal damage and mental disorders. Mitochondrial dysfunction is recognized as a major cause of neuronal cell death; however, the precise mechanism by which CORT affects mitochondrial function in neurons remains unclear, and conventional research methods face limitations in efficiency and throughput. In this study, we developed an integrated microfluidic cell analysis platform capable of precisely controlling CORT concentration gradients and monitoring mitochondrial function in real time. The device integrates a concentration gradient generator (CGG), 8 cell culture chambers, and a microvalve system on a single chip. Using an optimized inlet design and a negative-pressure-based flow control mode, HT-22 neuronal cells were uniformly distributed across all chambers. As a result, the CGG stably generated a CORT concentration gradient (0-500 μM) with 99% linearity, and the cultured cells maintained high viability and confluency. Upon CORT exposure, the mitochondrial membrane potential ($\Delta\psi m$) of HT-22 cells increased in a concentration-dependent manner, resulting in hyperpolarization, which reached saturation within 120 minutes. Notably, the platform demonstrated approximately 1.65 times higher sensitivity than the

O생물금-4

바이오 나노소재 플랫폼으로서의 효모 유래 하이브리드 나노소포체 제작 및 특성 분석

임지우, 민지호*
전북대
(jihomin@jbnu.ac.kr*)

Yeast-derived extracellular vesicles (EVs) and vacuoles from Saccharomyces cerevisiae have drawn attention as bio-based nanomaterials but each has limitations. EVs have low yield and structural fragility, while vacuoles are large and stable but lack nanoscale uniformity. To combine their strengths, hybrid nanovesicles were fabricated by fusing yeast-derived vacuoles and EVs through freeze-thaw cycles, extrusion, and related techniques. Fusion was verified using dual-fluorescence labeling and flow cytometry. Particle size and surface charge were analyzed by nanoparticle tracking analysis and zeta potential, and morphology was observed with field-emission scanning electron microscopy. This strategy offers an efficient, reproducible method for producing yeast-derived hybrid vesicles and lays the groundwork for their future use as versatile bio-nanomaterial platforms.This research was supported by R&BD Program through the INNOPOLIS funded by Ministry of Science and ICT (RS-2025-02413470).

O생물금-5

Methylorubrum extorquens AM1의 메탄올 내성 향상: 합리적 균주 설계를 위한 적응 기작 규명

이규민, 코이 낫 팜, 방인아, 고세영, 김동혁*
울산과학기술원
(dkim@unist.ac.kr*)

The cytotoxicity of methanol is a key bottleneck in C1 biotechnology. Here, we investigated the adaptive strategies of Methylorubrum extorquens AM1 to overcome methanol stress. Strains evolved for high tolerance consistently acquired mutations in metY and kefB. Integrated genomic and transcriptomic analyses revealed how these genetic changes confer robustness. The mutations trigger a coordinated response, enhancing central metabolism and methionine synthesis while remodeling cellular defense and nitrogen metabolism pathways. This multi-layered adaptation, driven by key mutations, allows for sustained growth in elevated methanol concentrations, reflected by up to a 1.69-fold increase in specific growth rate. Our findings provide a detailed molecular blueprint of methanol tolerance, guiding future rational engineering efforts.

O생물금-6

지속 가능하고 정밀한 나노 의학을 향하여: 저탄소 약물 전달 플랫폼으로서 재조립된 효모 액포막

조윤영, 민지호*
전북대
(jihomin@jbnu.ac.kr*)

Conventional polymer-based drug delivery systems (DDSs) pose sustainability issues due to petrochemical origins, toxic solvent use, poor biodegradability, and low targeting efficiency—often leading to drug overuse and environmental contamination. Here, we developed a bio-derived DDS using recombinant vacuolar membranes from Saccharomyces cerevisiae. Membranes were restructured via sonication to eliminate drug-degrading enzymes and functionalized with AML-targeting peptides (Pep2) for selective delivery to HL-60 leukemia cells. The system achieved 97% cell mortality within 12 h, compared to 69% for native vacuoles, with minimal uptake by non-target cells (RAW264.7, HeLa), confirming targeting precision. The vesicles maintained immunological activity and biocompatibility, with tunable properties via sonication. This platform utilizes renewable fermentation-derived biomass and water-based processing, avoiding hazardous chemicals. Our findings highlight reassembled yeast vacuoles as a sustainable, precision-oriented alternative to synthetic DDSs for carbon-neutral pharmaceutical applications. This research was supported by R&BD Program through the INNOPOLIS funded by Ministry of Science and ICT (RS-2025-02413470).

O생물금-7

Metabolic engineering of Corynebacterium glutamicum for the production of pseudo-aromatic dicarboxylic acids

문천우, 조재성, 찌웨이 루오, 신디 프리시리아, 이상엽*
한국과학기술원
(leesy@kaist.ac.kr*)

Pseudo-aromatic dicarboxylic acids are promising alternatives to aromatic dicarboxylic acids. Here, we report the production of pseudo-aromatic dicarboxylic acids, including 2-pyrone-4,6-dicarboxylic acid (PDC) and pyridine dicarboxylic acids (2,3-, 2,4-, 2,5-, 2,6-PDCA) using engineered Corynebacterium glutamicum strains. A platform PDC producing strain was constructed by modulating the precursor pathway. By the construction and modulation of the pathway, we produced 2,3-, 2,4-, 2,5-, 2,6-PDCA. [This work was supported by the Development of Next-Generation Biorefinery Platform Technologies for Leading Bio-based Chemicals Industry Project (2022M3J5A1056072) and by the Development of Platform Technologies of Microbial Cell Factories for the Next-Generation Biorefineries Project (2022M3J5A1056117) from the National Research Foundation supported by the Korean Ministry of Science and ICT.]

O생물금-8

업사이클링 괭생이모자반 유래 세포외소포를 이용한 기능성 화장품 소재 개발

김시정, 민지호*
전북대
(jihomin@jbnu.ac.kr*)

Sargassum horneri, a brown algae of the Sargassaceae family, accumulates in large amounts along Jeju Island's coast, disrupting ecosystems and causing environmental issues due to the difficulty of large scale disposal. Despite these challenges, S. horneri contains various bioactive compounds with potential for skin. In this study, extracellular vesicles (EVs) were extracted from S. horneri and assessed for skin related functions. The EVs showed cosmetic benefits, including wound healing, antioxidant effects, and whitening. By upcycling this invasive species into eco friendly, high value cosmetic ingredients, the research addresses environmental problems and supports the development of materials that improve skin health and encourage sustainable resource use. This research was supported by R&BD Program through the INNOPOLIS funded by Ministry of Science and ICT (RS-2025-02413470)

P생물목-1

생체적합성 및 생분해성 콜린 기반 고체 전해질을 적용한 유기 트랜지스터의 바이오통합 전자소자 응용

오지연, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

We report the development of biocompatible and biodegradable organic transistors using a solid-state electrolyte composed entirely of edible materials—levan polysaccharide and a choline-based ionic liquid. The resulting levan-based solid electrolyte demonstrates high transparency, mechanical flexibility, and a large specific capacitance (~40μF cm⁻²), enabling transistor operation at low voltages (V_DS = -1.0V, V_GS = -2.0V) with high on/off ratios and negligible hysteresis. Devices fabricated on this platform maintain stable electrical performance under mechanical bending (up to 1.11% strain) and stretching (up to 5%). Both in vitro and in vivo studies confirm that all device components, including the electrolyte, semiconductor (P3CPT), and electrodes (Au or PEDOT:PSS), are biocompatible and undergo rapid biodegradation in physiological environments. Importantly, these transistors function as sensitive bioelectronic interfaces, capable of recording high-fidelity electrocardiogram (ECG) signals directly from human skin and the heart of live rats, surpassing conventional electrode-based sensors in signal-to-noise ratio. This work pioneers a fully biodegradable and biocompatible organic transistor platform suitable for next-generation transient and implantable bioelectronics, offering new opportunities for safe, high-performance biointegrated sensing systems.

P생물목-2

대사공학을 위한 종합 가이드라인: 미생물 세포공장의 대사적 역량에 대한 체계적 평가

김하림, 김기배, 이상엽*
한국과학기술원
(leesy@kaist.ac.kr*)

Developing an efficient microbial cell factory requires significant effort to select suitable hosts and optimal engineering strategies. In this study, we systematically assess the capacities of microbial cell factories and propose strategies for key systems metabolic engineering steps, including host selection, metabolic pathway reconstruction, and flux optimization. This study serves as a guideline for systems metabolic engineering of microorganisms in bio-based chemical production. This work is supported by the Development of platform technologies of microbial cell factories for the next-generation biorefineries project (2022M3J5A1056117), and Development of advanced synthetic biology source technologies for leading the biomanufacturing industry project (RS-2024-00399424) from National Research Foundation supported by the Korean Ministry of Science and ICT.

P생물목-3

iBridge: 미생물 세포공장 설계를 위한 유출 반응 대사 흐름의 공분산 총합 기반 과발현 및 억제 표적 유전자 예측

김하림, 김원준, 이영준, 김현욱, 류재용[1], 양정은, 이상엽*
한국과학기술원; [1]숭실대
(leesy@kaist.ac.kr*)

iBridge is a computational tool for systems metabolic engineering that predicts overexpression and downregulation gene targets for microbial cell factory design through the identification of “negative” and “positive” metabolites for target chemical production based on genome-scale metabolic models. iBridge is used to develop engineered Escherichia coli strains producing D-panthenol, putrescine, and 4-hydroxyphenyllactate, with enhanced production titers. This work is supported by the Development of platform technologies of microbial cell factories for the next-generation biorefineries project (2022M3J5A1056117), and Development of advanced synthetic biology source technologies for leading the biomanufacturing industry project (RS-2024-00399424) from National Research Foundation supported by the Korean Ministry of Science and ICT.

P생물목-4

Polysaccharide-derived emulsion gels for preventing postoperative adhesions and delivering methyl pyropheophorbide-a and celecoxib

여수호*
연세대
(sooho32@hanmail.net*)

The application of emulsions as anti-adhesion agents has been a subject of recent inquiry. In an effort to overcome emulsions for effective adhesion prevention, our work explored methods of adding polysaccharides to improve the anti-adhesive characteristics of these emulsions. This study developed polysaccharide-derived emulsion gels to prevent adhesions and delivery lipophilic drugs for the potential of lipophilic drug delivery system. The model deugs selected celecoxib (CEL) as a prominet drug and methyl pyropheophorbide-a (MPPa) as a novel drug. Confirmation of the synthesized MPPa was achieved via 1H-NMR and UV-Vis spectrophotometric analysis. In SD rats, CEL from the polysaccharide-derived emulsion gels reached Tmax within 2 hours. The anti-adhesive efficacy of the polysaccharide-derived emulsion gels in SD rats was found to be favorable in comparison to commercial products.

P생물목-5

Engineering solid lipid nanoparticles of serine and adenosine to optimize skin condition

여수호*
연세대
(sooho32@hanmail.net*)

As topical drug delivery systems, cosmeceuticals combine cosmetic and pharmaceutical properties, working to enhance skin appearance through improved health and beauty. Products specifically designed to treat aging or dry skin, which contain components like natural moisturizing factors (NMF) and anti-wrinkle agents, demonstrate promising potential in the skincare market. Serving as a component of NMF, serine (Ser) is known to enhance hydration by drawing in moisture via hydroxyl ions. In parallel, adenosine (AD) acts as an active pharmaceutical ingredient (API) with proven efficacy against skin wrinkles. Our current work involved the encapsulation of AD and Ser into solid lipid nanoparticles (SLNs) to enhance dermal aesthetics. The findings indicated that incorporating 5% Ser-SLN into the hydrogel resulted in the highest skin moisture retention, reaching optimal levels between 40-50%.

P생물목-6

Advanced lipid-based platform of solid dispersions and nanoparticle formulations

여수호*
연세대
(sooho32@hanmail.net*)

Improving the aqueous solubility and dissolution rate of poorly water-soluble drugs can be simply and effectively achieved with solid dispersion systems. Nevertheless, polymer-based solid dispersion systems are known to absorb atmospheric moisture, which raises concerns about their storage stability. A review of the scientific literature indicates that lipid-based systems are a promising alternative for enhancing the bioavailability of poorly soluble drugs, as their biocompatible lipid components may reduce toxicity risks. Furthermore, the inherent nanoscale dimensions and lipid components of these systems contribute to enhanced drug permeation and retention within dermal tissues. It was found that lipid-based solid dispersions preserved their amorphous state, while conventional polymer-based solid dispersions commonly exhibited a crystalline form. Separate irritation studies confirmed the non-irritant nature of the lipid-based nanoparticle components.

P생물목-7

세포 외 소포(EVs)를 이용한 로도박터 스페로이드의 PHB 생산 능력 향상

이예진, 민지호*
전북대
(jihomin@jbnu.ac.kr*)

To address environmental pollution from petroleum-based plastics, this study aimed to produce polyhydroxybutyrate (PHB), a biodegradable plastic precursor, using the photosynthetic bacterium Rhodobacter sphaeroides. Extra Vesicles (EVs) extracted under anaerobic conditions (CO_2 5%) were added to aerobic cultures, resulting in elongated cells and PHB levels comparable to anaerobic conditions. RT-qPCR analysis revealed that gene expression levels in the EV-treated group recovered to levels similar to those under anaerobic conditions, indicating that EVs are involved in gene expression. This demonstrates that EV-mediated intercellular communication can enhance PHB yield, providing insights into the development of microbial-based biodegradable plastics. This research was supported by R&BD Program through the INNOPOLIS funded by Ministry of Science and ICT (RS-2025-02413470).

P생물목-8

신경 퇴행성 질환에서 약물 전달을 강화하기 위한 혈액-뇌 장벽 특이적 펩타이드의 파지 디스플레이 스크리닝

정승우, 민지호*
전북대
(jihomin@jbnu.ac.kr*)

The rise in neurodegenerative diseases like Alzheimer's, Parkinson's, and stroke demands effective brain targeted therapies. However, the blood-brain barrier (BBB) blocks most drugs, limiting treatment options. This study investigates BBB-targeting peptides screened via phage display. A human BBB model (hCMEC/d3 cells) was treated with nerve growth factor to enhance barrier integrity. A phage library undergoes four rounds of bio-panning on the cell surface to enrich high-affinity phages. These peptides may support the development of new strategies to improve brain drug delivery in treating neurodegenerative diseases. This research was supported by R&BD Program through the INNOPOLIS funded by Ministry of Science and ICT (RS-2025-02413470).

P생물목-9

Vitamin B_{12}-Independent Production of 3-Hydroxypropionic Acid by Metabolic Engineering of Corynebacterium glutamicum

문천우, 모하마드 리프키 기파리, 신디 프리시리아, 김현욱, 이상엽*
한국과학기술원
(leesy@kaist.ac.kr*)

3-Hydroxypropionic acid (3-HP) is a platform chemical with a wide range of applications, including acrylic acid and biodegradable plastics. We engineered a Corynebacterium glutamicum strain to produce 3-HP from glucose without vitamin B_{12}. We screened genes for the production of 3-HP, followed by the precursor and cofactor pool enhancement. Final strain produced 81.3 g/L of 3-HP in fed-batch fermentation. This result demonstrates a bio-based sustainable production of 3-HP. [This work was supported by the Development of Next-Generation Biorefinery Platform Technologies for Leading Bio-based Chemicals Industry Project (2022M3J5A1056072) and by the Development of Platform Technologies of Microbial Cell Factories for the Next-Generation Biorefineries Project (2022M3J5A1056117) from the National Research Foundation supported by the Korean Ministry of Science and ICT.]

P생물목-10

Rhodobacter sphaeroides 유래 소포체의 위장관 안정성 및 피부 개선 기능 평가

박호빈, 민지호*
전북대
(jihomin@jbnu.ac.kr*)

In recent years, the cosmetics market has expanded beyond topical use to include ingestible products offering systemic effects and enhanced bioavailability. This study examined EVs and OMVs from Rhodobacter sphaeroides for such applications. TEM confirmed their nanostructures, and stability was tested under simulated gastric and intestinal conditions. OMV-based encapsulation was explored to improve EV delivery. The antioxidant and whitening effects of EVs were evaluated, suggesting microbe-derived vesicles as promising functional ingredients for ingestible skin improvement. This research was supported by R&BD Program through the INNOPOLIS funded by Ministry of Science and ICT (RS-2025-02413470)

P생물목-11

전기도금 및 표면 개질된 니켈 산화물 전극을 이용한 광범위 비효소적 L-글루타메이트 전기화학 검출

김은종*, 강충무
재단법인 차세대융합기술연구원
(ccomaya0313@snu.ac.kr*)

This study presents the fabrication of a nickel oxide (NiOx)-based non-enzymatic electrochemical sensor for the detection of L-glutamate, utilizing cathodic electroplating, electrochemical activation, and surface modification with (3-aminopropyl)triethoxysilane (APTES). Glutamate, a critical excitatory neurotransmitter, is implicated in neurological disorders such as Parkinson's, Alzheimer's, and amyotrophic lateral sclerosis, making precise monitoring in biological fluids clinically important. In this work, NiOx was electroplated onto a gold electrode and activated in 0.5 M NaOH, resulting in increased surface roughness, thickness, and electrochemical activity. APTES modification introduced terminal amine groups, imparting a positive surface charge to promote electrostatic attraction with negatively charged glutamate molecules. Surface characterization via FE-SEM, FIB-SEM, XRD, and XPS confirmed morphological evolution, a phase transformation from $Ni(OH)_2$ to NiOOH, and changes in surface composition. Electrochemical evaluation using CV, EIS, and LSV demonstrated enhanced catalytic behavior and reduced charge-transfer resistance. The APTES-coated NiOx electrode achieved a linear detection range from 0.2 nM to 2 mM with a sensitivity of 1.425 μA μM^{-1} ($R^2 = 0.992$), covering physiologically relevant concentrations in cerebrospinal fluid, blood, saliva, and urine. These results highlight

P생물목-12

Design and synthesis of PROTAC, by using D-mannitol scaffold for target protein degradation in ovarian cancer cells

RAVISHANKAR CHINTHALA, 임정균*
순천향대
(jkim5279@sch.ac.kr*)

This research aimed to synthesize and enhance the biological activity (both in-vivo and in-vitro) of the PROTAC (Proteolysis Targeting Chimeras) molecule in ovarian cancer cells. Traditional cancer drugs generally inhibit or damage cancer-causing proteins inside cells and affect normal cells. To minimize this problem, we synthesized a PROTAC molecule designed to completely degrade cancer-causing proteins inside the cell while reducing drug toxicity. In this study, a D-mannitol scaffold was used as the main linker. The terminal primary hydroxyl groups will be functionalized on one side with a VHL (Von Hippel-Lindau)-based (S, R, S)-AHPC as the E3 ligase ligand and on the other side with a ligand for the target protein of interest (POI). The remaining four hydroxyl groups were conjugated with guanidinium moieties, which acted as molecular transporters to selectively target cancer cells, improve drug solubility, and enhanced cell membrane penetration. Through this approach, we anticipate a reduction in drug toxicity and associated side effects.

P생물목-13

효모 액포가 지질 축적에 미치는 영향

정효빈, 이가은, 민지호*
전북대
(jihomin@jbnu.ac.kr*)

Yeast vacuoles as feed additives enhance immunity and digestion, and are associated with increased livestock weight. In this study, we investigated the effects of yeast-derived vacuoles on lipid metabolism in 3T3-L1 cells. After vacuole treatment, cellular uptake was confirmed, and triglyceride accumulation was measured. RT-qPCR analysis was also performed to assess the expression levels of genes related to lipid metabolism. Adipocytes treated with vacuoles exhibited changes in triglyceride levels and gene expression patterns, suggesting that yeast vacuoles can influence lipid metabolism. This study suggests that yeast vacuoles can be utilized as metabolic regulators in functional feed development and obesity-related research. This research was supported by R&BD Program through the INNOPOLIS funded by Ministry of Science and ICT (RS-2025-02413470).

P생물목-14

폐글리세롤의 β-카로틴 생물전환을 위한 Deinococcus radiodurans의 대사공학적 개량

정선욱, 최용준*
서울시립대
(yongjun2165@uos.ac.kr*)

Waste glycerol (WG), a by-product of biodiesel production, is a potential alternative carbon source for biorefineries, but its impurities hinder microbial production of bioactive metabolites. The extremophilic bacterium Deinococcus radiodurans, with high tolerance to oxidants and toxic chemicals, is a promising host for converting crude carbon sources into value-added compounds. Here, a recombinant D. radiodurans strain was engineered for β-carotene production from WG. First, the native CrtLm-type lycopene cyclase was replaced with the CrtY-type from Pantoea agglomerans to construct β-carotene producing strain BC1. Additionally, with deletion of crtO gene, rate-limiting genes (dxs, crtE, crtB) were co-overexpressed. Moreover, glpD, glpK, tpiA were overexpressed to enhance glycerol metabolism. The final strain, BC6, produced 20.2 mg/L β-carotene (2.11 mg/g DCW) from 36.3 g/L WG in fed-batch fermentation, demonstrating the potential of D. radiodurans as a suitable platform host for sustainable WG upcycling into carotenoids.*Acknowledgement This work was supported by NRF grant funded by the Korean government (MEST) (NRF-2023R1A2C1006302) and (RS-2024-00440478)

P생물목-15

Deciphering the Transcriptional Regulation of HexR during Carbon Source Adaptation in Pseudomonas putida KT2440

Nong Khanh Linh, 김동혁*
울산과학기술원
(dkim@unist.ac.kr*)

Pseudomonas putida strains are valuable for degrading chemicals, with solvent, and stress resistance. P. putida's HexR regulates carbon metabolism. We studied its in vivo binding sites and regulon across different carbon sources. Comparative expression profiling on various substrates revealed HexR's extensive regulation of acetate metabolism, deactivating glycolysis while upregulating pyruvate metabolism, gluconeogenesis, and respiratory pathways. Integrated ChIP-exo data identified 43 HexR binding sites on acetate, controlling 68 genes. With model-based simulations, this study offers insights into HexR's regulatory landscape in P. putida's carbon metabolism

P생물목-16

Development of Hemin-Based Bioorthogonal Catalysis for In Situ Activation of Prodrugs in Cells

박규태, 임정균*
순천향대
(jkim5279@sch.ac.kr*)

본 연구에서는 세포 내에서 촉매 역할을 할 수 있는 hemin기반 생체직교성 촉매를 개발하고자한다. 이를 위해 hemin에 maleimide기를 도입한 후, SH기를 갖는 R8 펩타이드와의 thiol-maleimide 커플링을 통해 생체직교성 촉매를 유기화학적으로 합성하고자한다.이후 prodrug 또는 prodye를 세포에 투여하여, 세포 내 환경에서 drug 또는 dye로 활성화하고자한다. 이를 위해 hemin에 의한 촉매반응 가능성을 사전 검증하고자 rhodamine 기반 azide prodye를 합성하였고, 합성한 prodye의 형광 강도를 측정하였다. 측정 결과, hemin과 GSH가 함께 존재할 때 azide가 아민으로 전환되어 강한 형광 발생이 관찰되었으며, 이는 효소 없이 생체직교성 촉매에 의한 hemin이 환원 반응을 촉진할 수 있음을 보여준다. 본 결과는 hemin 기반 생체직교성 촉매 설계의 타당성을 뒷받침하며, 향후 약물전달 플랫폼으로 응용 가능성을 제시한다.

P생물목-17

Bioconversion of Cabbage Waste into Poly(3-hydroxybutyrate) via Metabolically Engineered Escherichia coli

양정은*
세계김치연구소
(junge@wikim.re.kr*)

Bioprocesses that convert agricultural residues into sustainable materials are essential for a circular, low-carbon economy. This study converts surplus cabbage biomass, a processing by-product, into the biodegradable polymer poly(3-hydroxybutyrate) (PHB) via fermentation with engineered Escherichia coli. The feedstock was enzymatically hydrolyzed with optimized substrate and enzyme levels. For PHB synthesis, E. coli overexpressed the phaABC operon from Ralstonia eutropha H16. Cultivation on cabbage hydrolysates produced PHB, with malic acid and other organic acids enhancing yields. This approach upcycles cabbage waste into renewable bioplastics with environmental and industrial value. [This research was supported by the World Institute of Kimchi (KE2502-4) and the National Research Foundation of Korea (RS-2023-00213102), which was funded by the Ministry of Science and ICT]

P생물목-18

메탄가스 환경에서 메탄자화균의 단일 거동 관측

김혜정, 신승수, 박범준*
경희대
(bjpark@khu.ac.kr*)

메탄은 이산화탄소보다 약 20배 높은 지구온난화잠재력을 지닌 주요 온실가스로, 이를 메탄올로 전환하는 메탄자화균 기반 생물학적 가스-액체 전환(Bio-GTL) 공정이 주목받고 있다. 그러나 실제 메탄 환경에서의 메탄자화균의 미시적 거동, 특히 이동 및 반응 메커니즘에 대한 정량적 관찰은 부족하다. 본 연구에서는 광학 레이저 트위저를 이용해 Methylomicrobium alcaliphilum 20Z를 개별 포획하고 메탄 가스 주변에 위치시켜 이동 경향을 실시간으로 관측하였다. 이 접근법은 메탄 환경에서의 세포 거동을 정밀 분석할 수 있는 실험 플랫폼을 제시하며, 메탄-메탄올 전환 공정의 효율 향상을 위한 기초 자료를 제공한다.

P생물목-19

Deep learning for NAD/NADP cofactor prediction and engineering using transformer attention analysis in enzymes

김재형, 우지훈, 박준영, 김경진[1], 김동혁*
울산과학기술원; [1]경북대
(dkim@unist.ac.kr*)

Understanding the cofactor preference of NAD(P)-dependent oxidoreductases is critical for bioengineering, yet large-scale specificity identification and rational mutant design remain challenging. This study introduces DISCODE, a novel transformer-based deep learning model for predicting NAD(P) cofactor preference. DISCODE achieves 97% accuracy and F1 score in classifying cofactor specificity, independent of structural motifs. A key advantage of DISCODE is its use of transformer attention mechanisms, which improve interpretability by identifying critical residues that interact with NAD(P). By analyzing attention scores, the model pinpoints important amino acids that determine cofactor preference, allowing researchers to alter specificity. Beyond prediction, DISCODE enables a fully automated approach to cofactor specificity redesign.

P생물목-20

Reconstruction of the Vibrio sp. dhg Genome-Scale Metabolic Model; Potential Brown Algae Biorefinery Platform

장민창, 우지훈, 백동엽[1], 성준영[1], 우성화[1], 정규열[1], 김동혁*
울산과학기술원; [1]포항공과대
(dkim@unist.ac.kr*)

As biorefineries grow, optimizing microbial feedstocks is essential. Brown algae, which grow faster than lignocellulosic biomass, are gaining interest as next-generation feedstocks. Vibrio sp. dhg, a fast-growing marine bacterium, can utilize brown algae, a rarely used carbon source. In this study, a genome-scale metabolic model of Vibrio sp. dhg was built and curated using annotations and bioinformatics tools. The model includes key reactions and metabolites based on current knowledge. Validation via gene essentiality and flux analysis confirmed reliability. The model enables prediction of metabolic behavior and helps identify engineering targets. It supports pathway optimization and improved bioproduct yields, aiding the use of Vibrio sp. dhg in algae-based biorefineries.

P생물목-21

Strain-specific CRP regulon analysis reveals novel targets for enhanced lycopene production in Escherichia coli

박진완, 우지훈, 김동혁*
울산과학기술원
(dkim@unist.ac.kr*)

Global transcription factors, such as cAMP receptor protein (CRP), regulate key biological functions. Although they are conserved across Escherichia coli (E. coli) strains, their regulatory patterns exhibit strain-dependent variability, making it challenging to pinpoint strain-specific targets for microbial engineering. Here, we systematically investigated strain-specific targets within the CRP regulon to enhance lycopene production in KO11FL strain. By integrating multi-omics data with metabolic model-driven classification of gene-lycopene correlations, we identified nine knockout targets and one overexpression target. The results demonstrated an enhancement in lycopene production, with three single-gene knockouts showing a significant increase compared to the wild-type, two of which were identified as novel targets.

P생물목-22

Deciphering the Conservation of CRP Transcriptional Regulatory Network across Diverse Escherichia coli Strains

방인아, 이상목, 박준영, 김재형, 김동혁*
울산과학기술원
(dkim@unist.ac.kr*)

One of the primary transcriptional regulators for carbon metabolism in bacteria is CRP, which is also recognized as the primary mediator of catabolite repression. In this study, to broaden our understanding of the CRP regulation mechanisms, we generate the landscape of genome-wide binding sites of CRP across diverse E. coli strains. The comparative pan-genome analysis highlights the pan-regulons, accessory regulons, and specific regulons of CRP across diverse different model strains. The results indicate the diversity of target genes present in the accessory and specific regulons, which present different strategies to adapt to diverse functions in each strain. Additionally, our data confirm that the conservation of CRP TRN across the different E. coli strains. This study will further promote evolutionary and functional studies of CRP in the bacteria.

P생물목-23

단일 시트 3차원 종이 기반 미세유체 장치와 금 나노입자 나노효소 기반 다단계 반응을 이용한 신속·정밀 포도당 검출

김은비, 정헌호*
전남대
(jeonghh29@jnu.ac.kr*)

We developed a high-resolution single-sheet three-dimensional paper-based microfluidic analytical device (3D-μPAD) via a simple PDMS double-sided printing method. Hydrophobic barriers were patterned on both sides with a 3D-printed mold, and fluidic delay was optimized by adjusting inter-channel spacing (1.5 mm) and contact time (3 min). A 3D-printed housing with a paper bridge minimized evaporation and cross-diffusion, achieving >95% reproducibility. Upon glucose loading, sequential reactions—glucose oxidation, in situ AuNP generation, and TMB oxidation produce yellow coloration proportional to glucose concentration, quantified by counting yellow spots. This cost-effective, portable platform enables rapid, accurate glucose detection for point-of-care diagnostics and early disease screening.

P생물목-24

미세아교세포와 성상교세포 활성을 억제함으로써 나타나는 2,3-데하이드로실리빈의 항소양 효과

김가현, 방정은, 김보미*
원광대
(123456@wku.ac.kr*)

Pruritus is an inflammatory skin disease that reduces the quality of life. Meanwhile, 2,3-dihydrosilybin (DHS) belongs to a class of flavonoligans derived from milk thistle seeds and is known to have anti-cancer, hepatoprotective, antioxidant, and angiogenic effects. DHS has been shown to inhibit the cytokines IL-31 and IL-6 in microglia treated with LPS. Furthermore, DHS inhibited the activation of MAPKs in LPS-stimulated microglia. DHS also prevented activation of STAT3 and LCN-2 production in astrocytes treated with IL-31 and IL-6. DHS also inhibited scratching and GFAP expression in mice treated with chloroquine. These results suggest that DHS may prevent or treat pruritus.Funding This research was supported by the Regional Innovation System & Education (RISE) initiative, funded by the Ministry of Education and administered by the National Research Foundation of Korea (NRF)

P생물목-25

코리네박테리움 글루타미쿰의 대사회로 개량을 통한 (meso)-2,3-부탄디올 고생산

박류홍, 송은서, 김경호, 이준영, 정기준*
한국과학기술원
(kjjeong@kaist.ac.kr*)

(meso)-2,3-Butanediol (BDO) is a valuable stereoisomer with applications in cosmetics, agriculture, and as a chiral precursor. Corynebacterium glutamicum, a GRAS industrial workhorse known for its high tolerance to (meso)-2,3-BDO and robust production capability, was engineered for enhanced biosynthesis. Acetoin overproduction was achieved by expressing alsSD under a strong synthetic promoter with an optimized RBS, and 2,3-butanediol dehydrogenase was modified to improve conversion. Competing pathways to lactate, succinate, acetate, and glycerol were eliminated, while polyphosphate kinase and soluble pyridine nucleotide transhydrogenase were introduced to boost ATP and NADH availability. Using the engineered strain, fed-batch cultivation in a 5-L bioreactor with optimized dissolved oxygen control enabled high (meso)-2,3-BDO titers.

P생물목-26

Application of the Salting-Out Process Using Methylotuvimicrobium alcaliphilum 20Z to Industrial Flue Gas with Evaluation of SOx and NOx Tolerance.

이하영, 정원호, 조숙형[1], 이진원*
서강대; [1]C1 가스 리파이너리 연구소
(jinwonlee@sogang.ac.kr*)

Methanotrophs are aerobic microorganisms that use methane as a carbon source and are considered promising for greenhouse gas mitigation and high-value chemical production. We previously developed a salting-out process using Methylomicrobium alcaliphilum 20Z to simultaneously produce ectoine and sodium bicarbonate from biogas. In this study, its applicability to industrial gas conditions was examined by testing the tolerance of M. alcaliphilum 20Z to typical flue gas impurities. Simulated SOx and NOx were added under flask cultivation at up to 100 ppm each. No significant inhibition of cell growth or ectoine production was observed, indicating the potential to apply the salting-out process to industrial flue gases, provided methane is supplemented as a carbon source, for high-value chemical production.

P생물목-27

Biosensor-guided evolution boosts itaconic acid production, unveiling unique insights into the stringent response

우지훈, 문조현[1], 박준영, 노명현[2], 김동혁*, 정규열[1]
울산과학기술원; [1]포항공과대; [2]한국화학연구원
(dkim@unist.ac.kr*)

Acetate is a cost-effective, sustainable carbon source that remains underutilized. This study employed biosensor-assisted adaptive laboratory evolution (ALE) to enhance itaconic acid production and acetate metabolism in Escherichia coli W. The evolved strains showed increased itaconic acid production and faster growth. A common 31-kb genomic deletion was identified in the evolved strains, with two deleted genes driving the observed phenotypic changes. The evolved strains exhibited an intensified stringent response, which enhanced the acetate-utilizing pathway, thereby boosting growth. Artificial elevation of ppGpp via relA overexpression reproduced enhanced phenotypes. These findings highlight physiological improvements and present a strategy for boosting microbial growth and bioproduction from acetate, offering insights for industrial biotechnology.

P생물목-28

Improvement of the fractional precipitation process using surface area-increasing materials for paclitaxel purification

연민주, 엄지현, 정경열, 최재환, 김진현*
공주대
(jinhyun@kongju.ac.kr*)

An improved fractional precipitation process could significantly reduce the precipitation time by increasing the surface area per working volume using glass beads. The effect of surface area per working volume, a key process variable, on precipitation efficiency was investigated. In addition, kinetic studies of this factional precipitation process were performed. The precipitation yield of paclitaxel increased with increasing surface area and operating time. When the experimental data were applied to various kinetic models, the second-order model was the most suitable. The predictive model was developed to predict the yield of paclitaxel at different surface areas at a given time. Acknowledgment This work was supported by a National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (MSIT) (Grant Number: RS-2024-00333224).

P생물목-29

Development of a Bacterial Laccase-Based System for Environmental Hormone (BPA) Degradation

김지언, 배인희, 최광호, 이지영, 김준형*
동아대
(june0302@dau.ac.kr*)

This study presents a BPA degradation system using CotA laccase displayed on Bacillus subtilis spores. CotA showed higher stability and scalability than fungal laccases. A recombinant strain (CotE-CotA) expressing CotA on the spore surface degraded BPA about four times more effectively than wild-type spores (DB104), as confirmed by HPLC analysis. Enzyme activity was assessed with the ABTS assay. Additionally, the use of 0.5 mM syringaldehyde as a redox mediator further enhanced BPA degradation by fourfold. These results suggest that spore-displayed bacterial laccase is a promising tool for removing environmental pollutants like BPA.

P생물목-30

An Optimized Single-Plasmid System for Universal Epitope Tagging and Gene Knockout in High-Throughput Transcriptional Regulatory Network Studies

장민창, 김소이, 박준영, 김동혁*
울산과학기술원
(dkim@unist.ac.kr*)

Understanding TRNs is crucial for metabolic engineering and understanding gene control. However, current methods like ChIP-seq and transcriptome analysis often face practical challenges. These studies typically require strains with epitope-tagged proteins and the generation of targe gene knockout mutants. Existing approaches, often using site-specific recombination, are complex and costly, demanding multiple plasmid constructs and long homology regions. To overcome these limitations, we have developed an optimized, all-in-one method for universal epitope tagging and gene knockout utilizing a novel single-plasmid vector, pMUTE This optimized vector integrates an overlapping PCR-based strategy to efficiently tag proteins with 8xMyc, 3xFLAG, and HA epitopes, alongside precise gene knockout capabilities through strategically placed FRT regions.

P생물목-31

Improved drying method for removal of residual solvents from (+)-dihydromyricetin by pre-treatment with alcohol and water

이채연, 오현지, 김진현*
공주대
(jinhyun@kongju.ac.kr*)

In this study, a drying method was developed for the effective removal of the residual solvents in purified (+)-dihydromyricetin by tandem cavitation fractional precipitation. The ICH specified value (acetone and ethanol 5,000 ppm, methanol 3,000 ppm) for residual solvent could be satisfied by the rotary evaporation drying method using alcohol and water pre-treatment. In addition, residual water also met the specified value (<4%) for active pharmaceutical ingredients. Removal of residual solvent by ethanol pretreatment was shown to be related to high vapor pressure of acetone-alcohol mixture and hydrogen bonding between acetone and alcohol.
Acknowledgment This work was supported by a National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (MSIT) (Grant Number: RS-2024-00333224).

P생물목-32

Correlation of temperature, solubility, and yield in the extraction of paclitaxel from biomass of Taxus chinensis

주가은, 김진현*
공주대
(jinhyun@kongju.ac.kr*)

In this study, we quantitatively investigated the correlation between extraction temperature, paclitaxel solubility, and yield in solvent extraction for recovery of paclitaxel from biomass of Taxus chinensis. At a given temperature (25-45 ℃), the concentration of extracted paclitaxel increased with increasing extraction temperature and extraction time. As the extraction temperature increased, not only the solubility of paclitaxel in the extraction solvent but also the mass transfer coefficient due to cell disruption increased. The yield increase was more related to the increased mass transfer coefficient due to cell disruption than to the increased solubility. The concentration of extracted paclitaxel was expressed as a function of solubility and extraction time, and the experimental and predicted data were in good agreement.

P생물목-33

Studies on the mechanism of efficient recovery of paclitaxel in negative pressure cavitation extraction

이수현, 김진현*
공주대
(jinhyun@kongju.ac.kr*)

In this study, we quantitatively investigated the correlation between negative pressure, paclitaxel solubility, and yield in negative pressure cavitation extraction for recovery of paclitaxel from biomass of Taxus chinensis. The concentration of extracted paclitaxel increased as the negative pressure and extraction time increased. As the negative pressure increased, not only the solubility of paclitaxel in the extraction solvent but also the mass transfer coefficient due to cell disruption increased. The change in mass transfer coefficient closely matched the change in yield. The concentration of extracted paclitaxel was expressed as a function of solubility and extraction time, and the experimental and calculated data were in good agreement.

P생물목-34

CLEA-Based Immobilization of Carbon Monoxide Dehydrogenase and Formate Dehydrogenase for Efficient CO-to-Formate Conversion

이현조[1], 조숙형[2], 이진원[1,2*], 나정걸[1]
[1]서강대; [2]C1 가스 리파이너리 연구소
(jinwonlee@sogang.ac.kr*)

The direct conversion of carbon monoxide (CO) to formate using carbon monoxide dehydrogenase (CODH) and formate dehydrogenase (FDH) offers a promising route for utilizing CO from industrial by-product gases such as steel mill off-gases. In this study, CODH and FDH were immobilized via the cross-linked enzyme aggregate (CLEA) method for CO-to-formate conversion. Individual CLEAs were prepared for each enzyme to optimize catalytic activity, and a co-CLEA containing both enzymes was also produced. The performance of individual and co-immobilized systems was compared, with formate productivity exceeding that of free enzymes or whole cells. These results highlight the potential of CLEA-based immobilization as an efficient platform for CO-to-formate bioconversion from industrial by-product streams.

P생물목-35

Enhanced Production of the Metalloenzyme chCODH in Escherichia coli using a KJE Chaperone System

심우성[1], 조숙형[2], 이진원[1,2*], 나정걸[1,2]
[1]서강대; [2]C1 가스 리파이너리 연구소
(jinwonlee@sogang.ac.kr*)

The heterologous expression of metalloenzyme chCODH from Carboxydothermus hydrogenoformans in Escherichia coli is often constrained by low functional yields due to the anaerobic expression condition. This study aimed to enhance chCODH productivity by co-expressing the KJE chaperone system of E.coli (DnaK, DnaJ, GrpE) using a high-copy number plasmid in BL21. In flask cultivation, the total yield of chCODH2 increased by up to 1.3-fold compared with the control strain expressing the KJE chaperone from a medium-copy number plasmid. At the fermenter scale, a substantial 2.2-fold increase in total yield was achieved. These results demonstrate that overexpression of the KJE chaperone system is a highly effective to improving the productivity of complex metalloenzymes.

P생물목-36

곰팡이 기반 바이오리칭을 활용한 이차전지 블랙파우더 내 유가금속(Co, Ni, Li, Mn) 회수 가능성 평가

류병곤*, 한국일, 김정민[1], 문혜연, 김래원[2], 이재철[2]
국립낙동강생물자원관; [1]안전성평가연구소; [2]목포대
(tesia@nnibr.re.kr*)

The increasing demand for lithium-ion batteries (LIBs) has heightened the need for sustainable recycling methods to recover valuable metals from end-of-life batteries. This study explores fungal bioleaching as an eco-friendly approach for extracting lithium (Li), cobalt (Co), nickel (Ni), and manganese (Mn) from LIB black powder. The effects of various fungal-derived organic acids and different cultivation modes on metal recovery were evaluated. Results demonstrate that optimization of bioleaching conditions could significantly enhance process feasibility, offering a promising alternative to conventional hydrometallurgical methods. <Acknowledgement> This work was supported by a grant from the Nakdonggang National Institute of Biological Resources (NNIBR20253107), funded by the Ministry of Environment (MOE) of the Republic of Korea

P생물목-37

Direct CO_2 -to-Polyester Conversion via a Continuous Biohybrid Electrolysis System

송석호, 임진규, 최소영, 이재원, 이상엽*
한국과학기술원
(leesy@kaist.ac.kr*)

Transforming CO_2 into high-value materials using renewable energy is key to a circular carbon economy. Here, we present a biohybrid system that directly produces poly(3-hydroxybutyrate) (PHB) from CO_2 by integrating electrochemical CO_2 reduction with microbial fermentation. A Sn-based gas diffusion electrode converts CO_2 to formate, which Cupriavidus necator uses as the sole carbon source for PHB biosynthesis. Optimized electrolyzer design and electrolyte recirculation enabled PHB contents of 83% cell dry weight and yields of 1.38 g from a 4 cm^2 electrode. The process was further adapted to continuous operation, offering a scalable route for sustainable CO_2 -to-biopolymer production. This study was supported by the Development of next - generation biorefinery platform technologies for leading bio - based chemicals industry project (2022M3J5A1056072), Development of platform technologies of microbial cell factories for the next - generation biorefineries project (2022M3J5A1056117)

P생물목-38

Bio-Based Synthesis of an Aromatic Homopolyester via Engineered Escherichia coli

송석호, 이영준, 강민주, 장우대, 최소영, 양정은, 이상엽[1]*
한국과학기술원; [1]한국과학기술원
(leesy@kaist.ac.kr*)

Aromatic polyesters are promising eco-friendly alternatives to petroleum-based plastics, yet microbial production of aromatic homopolyesters has not been achieved until now. We engineered Escherichia coli to synthesize poly(D-phenyllactate) [poly(PhLA)] from glucose by combining a tailored PHA synthase with a CoA-transferase and enhancing polymer accumulation through phasin expression, metabolic flux redirection, and structure-guided enzyme engineering. The optimized strain produced 12.3g/L poly(PhLA), marking the first high-level fermentative synthesis of an aromatic homopolyester from a renewable feedstock. This chassis was further adapted for copolymer production, achieving 61.4g/L poly(3-hydroxybutyrate-co-11.7mol% PhLA) at pilot scale, demonstrating its potential for scalable, sustainable aromatic polyester manufacturing. This study was supported by the Development of next - generation biorefinery platform technologies for leading bio - based chemicals industry project (2022M3J5A1056072), Development of platform technologies of microbial cell factories for the next - generation biorefineries project (2022M3J5A1056117)

P생물목-39

Catalyst-Free Crosslinked protein Hydrogels for Biomedic

박동수, 이은정*, 김세은, 이예람
경북대
(eunjunglee@knu.ac.kr*)

We developed a biocompatible hydrogel via catalyst-free thiol-maleimide Michael addition between recombinant nanocage proteins and 4-arm PEG-maleimide under physiological conditions. The nanocage's multivalent structure enabled efficient gelation with low-molecular-weight PEG, forming stable crosslinked networks. Microscopy confirmed the formation of a self-assembled, porous internal network. The hydrogel showed high swelling capacity and retained structural stability in buffer for over 10 days. Cytocompatibility was verified using a representative mammalian cell line, showing over 80% cell viability. Fluorescent protein loading demonstrated immobilization of functional proteins, indicating potential for targeted delivery applications. This hydrogel platform offers a tunable, catalyst-free approach suitable for localized therapeutic delivery and soft tissue engineering.

P생물목-40

Serial Continuous Flow Membrane Filtration-based Isolation of Bovine Milk-derived Extracellular Vesicles

김원근, 장원익[1], 안일주, 유재범[2], 이은정*
경북대; [1]경북대; [2]충남대
(eunjunglee@knu.ac.kr*)

Extracellular vesicles (EVs) are nanoscale vesicles encased by a lipid bilayer, secreted by cells. Owing to their inherent biocompatibility and involvement in intercellular communication, EVs have emerged as promising drug delivery systems. Among them, bovine milk-derived EVs (mEVs) are distinguished by low immunogenicity, enhanced stability, and high yield. However, conventional ultracentrifugation (UC) methods for mEV isolation are complex and labor-intensive. In this study, we introduce serial continuous flow membrane filtration (CFMF) as a UC-free strategy for mEV isolation. Comprehensive characterization demonstrated that CFMF yields highly pure mEVs and streamlines the isolation process relative to UC and tangential flow filtration (TFF). Furthermore, the delivery capability of CFMF-isolated mEVs was validated by siRNA loading and subsequent in vitro gene silencing assays.

P생물목-41

대장균을 이용한 폴리에스터 아마이드의 신규 생합성 경로 구축

채동언[1,2], 최소영[1,2], 안다희[1,2], 장우대[1,2], 정해민[3], 신지훈[3], 장규동[1,2], 이상엽[1,2*]
[1]대사 및 생물분자공학 연구실, 한국과학기술원; [2]시스템 대사공학 및 헬스케어 초세대 협업 연구실, 한국과학기술원; [3]화학공정연구본부 CO2에너지연구센터, 한국화학연구원
(leesy@kaist.ac.kr*)

We present the biosynthesis and characterization of poly(ester amide)s (PEAs), in Escherichia coli. PEAs were successfully produced by de novo pathway, which involves activation of amino acids by β-alanine CoA transferase and polymerization by PHA synthase. This work was further supported by the Development of Next-Generation Biorefinery Platform Technologies for Leading Bio-based Chemicals Industry Project (2022M3J5A1056072) and by the Development of Platform Technologies of Microbial Cell Factories for the Next-Generation Biorefineries Project (2022M3J5A1056117) from the National Research Foundation supported by the Korean Ministry of Science and ICT. This study was supported by the Bio & Medical Technology Development Program (grant no. RS-2024-00509115) through the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Ministry of Science and ICT (MSIT).

P생물목-42

Synthesis of Kokumi-Enhancing g-Glutamyl Peptides via GGT-Catalyzed In vitro Transpeptidation

송덕모, 윤형돈*
건국대
(hyungdon@konkuk.ac.kr*)

Gamma-glutamyltransferase (GGT) catalyzes the transfer of a γ-glutamyl moiety from donor substrates to a variety of acceptors, offering potential for enzymatic synthesis of diverse γ-glutamyl compounds. In this study, Bacillus amyloliquefaciens GGT (BaGGT) was identified as the enzyme with the highest initial specific activity through screening using a γ-glutamyl-p-nitroanilide (GpNA) assay. Protein engineering of BaGGT successfully reduced undesired hydrolysis when methionine was used as the acceptor, leading to an increased yield of γ-glutamyl-methionine. The substrate scope of BaGGT was further investigated by testing various amino group-containing acceptors, including α-, β-, γ-, and δ-amino acids, all of which were found to undergo γ-glutamylation. In addition, cysteine was employed as an acceptor to enzymatically synthesize γ-glutamylcysteine, a key precursor for glutathione biosynthesis. These findings demonstrate the versatility of BaGGT in synthesizing structurally diverse γ-glutamyl derivatives and its potential utility in biocatalytic production of bioactive compounds.

P생물목-43

Self-Aggregation Tag Assisted Formation of Catalytically Active Inclusion Bodies of CODH with Improved Productivity in Escherichia coli

이윤서, 조숙형, 나정걸, 이진원*
서강대
(jinwonlee@sogang.ac.kr*)

Bacterial inclusion bodies (IBs) are protein aggregates formed during recombinant protein overexpression in bacteria. Traditionally, they have been regarded as lacking catalytic activity, leading to numerous studies on both the inhibition of their formation and potential utilization. Catalyrically active inclusion bodies (CatIBs) retain enzyme activity, offering a stable and cost-effective platform for enzyme immobilization. In this study, various self-aggregation tags were overexpressed to the N-terminus of carbon monoxide dehydrogenase (CODH) in recombinant E.coli to induce CatIBs formation. From the results, a strain overexpression EAK16 was selected, and cultivation conditions were optimized to enhance CatIBs productivity. Finally, 773 U/g cell of CODH CatIBs was obtained under flask cultivation and 4947 U/g cell was achieved at the fermenter scale. Theses finding highlight the potential of self-aggregation tags for efficient enzyme production and immobilization in bacteria.

P생물목-44

무세포 단백질 합성을 활용한 머신러닝 예측 기반 제라닐 피로인산 합성 경로의 신속 최적화

정상훈*
건국대
(nnn9898@naver.com*)

Cell-Free Protein Synthesis (CFPS) uses cell lysate biomachinery to simulate transcription and translation, offering advantages like operability, safety, storability, and rapid response over conventional systems. This study employed CFPS to optimize geranyl pyrophosphate (GPP) production from glucose by screening enzyme homologs. Machine learning predicted enzyme combinations for comparative analysis. To address challenges in quantifying GPP due to its reactive pyrophosphate groups, the lycopene synthetic pathway was used as a sensor for indirect measurement. CFPS enabled rapid enzyme screening and pathway optimization, showing competitive performance compared to machine learning predictions. Using this approach, 9.05 mg/L (0.01688 mM) of lycopene was synthesized from 10 mM glucose, a 1.5-fold improvement over previous combinations.

P생물목-45

대사공학을 이용한 대장균에서의 부티로락탐 생산

장규동[1,2], 이상엽[1,2*]
[1]대사 및 생물분자공학 연구실, 한국과학기술원; [2]시스템 대사공학 및 헬스케어 초세대 협업 연구실, 한국과학기술원
(leesy@kaist.ac.kr*)

Butyrolactam can be synthesized via activation of ω-amino acids by β-alanine CoA transferase (Act) followed by spontaneous cyclization. Here, engineered E. coli strains achieved 62.13 g/L butyrolactam in fed-batch fermentation. This work was further supported by the Development of Next-Generation Biorefinery Platform Technologies for Leading Bio-based Chemicals Industry Project (2022M3J5A1056072) and by the Development of Platform Technologies of Microbial Cell Factories for the Next-Generation Biorefineries Project (2022M3J5A1056117) from the National Research Foundation supported by the Korean Ministry of Science and ICT. This study was supported by the Bio & Medical Technology Development Program (grant no. RS-2024-00509115) through the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Ministry of Science and ICT (MSIT).

P생물목-46

Colorimetric/Fluorometric Dual-Mode Aptasensor for Ultrasensitive Detection of Salmonella Typhimurium using Graphitic Carbon Nitride

Thinh Viet Dang, 김문일*
가천대
(moonil@gachon.ac.kr*)

Food safety is burdened by the prevalence of foodborne pathogens and the diseases they cause, necessitating the development of highly efficient detection methods. Here, a signal-off colorimetric and signal-on fluorometric dual-mode detection method for Salmonella Typhimurium (S. Typhimurium) was developed based on its unique interaction with aptamer DNA and graphitic carbon nitride (GCN). In the absence of a target Salmonella species, 6-carboxyfluorescein (FAM)-labeled aptamers are adsorbed on the surface of GCN primarily via a π-π interaction, resulting in reduced fluorescence of FAM through GCN-mediated quenching as well as improved peroxidase-like activity of GCN to generate intense blue color through facilitated electrostatic attraction between the negatively charged aptamer and positively charged 3,3′,5,5′-tetramethylbenzidine (TMB) substrate. The introduction of S. Typhimurium to the sample solution causes the detachment of the aptamer from GCN due to its higher affinity for S. Typhimurium than GCN, thereby rapidly reducing the colorimetric signal and recovering the fluorescence. We successfully determined the number of S. Typhimurium using this method in a remarkably short duration (10-30 min), highlighting its rapidity. The limit of detection values for S. Typhimurium were as low as 8 and 3 CFU/mL when using colorimetric and fluorometric methods,

P생물목-47

Ribosome Engineering to Improve Amber Suppression Efficiency in Cell-Free Protein Synthesis

최정운, 윤형돈*
건국대
(hyungdon@konkuk.ac.kr*)

Ribosome engineering of 23S rRNA offers a promising route to enhance noncanonical amino acid (ncAA) incorporation for expanded genetic code applications. Here, we introduced targeted mutations into the peptidyl transferase center of E. coli 23S rRNA to improve ncAA incorporation. Mutant ribosomes were screened using the integrated synthesis, assembly, and translation (iSAT) cell-free system, enabling simultaneous assembly and functional testing. Model ncAAs were incorporated into a reporter protein via orthogonal tRNA/aaRS pairs, and amber suppression efficiency was measured. Several variants showed significantly higher incorporation efficiency than the wild type, demonstrating that combining 23S rRNA engineering with iSAT-based screening is an effective strategy for optimizing translation machinery in synthetic biology.

P생물목-48

Co-localization of Lycopene Biosynthetic Enzymes via SpyTag/SpyCatcher: CFPS-Based Optimization and E.coli IspA Removal

천윤하, 윤형돈*
건국대
(hyungdon@konkuk.ac.kr*)

Lycopene biosynthesis from geranyl diphosphate (GPP) involves IspA, CrtE, CrtB, and CrtI, with IspA and CrtE forming homodimers. We applied a one-ligand-one-enzyme strategy, attaching a single affinity tag to each subunit to promote co-localization, reduce by-products, and enhance yield. SpyTag/SpyCatcher fusions often reduced activity, but cell-free protein synthesis (CFPS) enabled rapid screening of eight N- and C-terminal configurations, identifying the best combination retaining up to 69% of native activity. Native IspA expressed in E.coli was found to interfere with our assay, and we are addressing this by inserting a His tag into the genomic ispA via λ-Red recombinase, allowing its removal from cell lysates by purification. This approach demonstrates that strategic spatial organization using SpyTag/SpyCatcher can recover or enhance multi-enzyme cascade efficiency.

P생물목-49

Enhancing In Vitro Ribosome Assembly and Translation via RBFs and Macromolecular Crowding

맹민영, 윤형돈*
건국대
(hyungdon@konkuk.ac.kr*)

In vitro ribosome assembly provides a powerful route to control ribosome translation capability, enabling breakthroughs in synthetic biology and biotechnology. Here, we established a ribosome biogenesis factor (RBF)-based in vitro integrated synthesis, assembly, and translation (iSAT) system using ribosome-depleted S150 extract, DNA template, TP70, and an energy source. Incorporation of RBFs enhanced ribosome assembly efficiency by ~50%, and adding liposomes as a macromolecular crowding agent further enhanced assembly efficiency. These optimizations markedly advanced iSAT performance, establishing a versatile platform for next-generation ribosome engineering, antibiotic discovery, and customized protein synthesis.

P생물목-50

Establishing a CFPS-Based Biosensor System for High-Throughput Ligand Screening

김표성, 윤형돈*
건국대
(hyungdon@konkuk.ac.kr*)

In synthetic biology, a key bottleneck in high-value microbial production is identifying enzymes that enhance yield. Conventional workflows involving cloning, in vivo expression, and chromatographic analysis are time- and labor-intensive, limiting throughput. We propose a cell-free biosensor platform integrating genetically encoded biosensors with cell-free protein synthesis (CFPS), enabling rapid, parallel screening against diverse ligands without cellular constraints. As a proof of concept, we expressed and purified a TetR-family repressor that responds to geraniol in vivo, and subsequently assessed its activity in a cell-free system. In a CFPS, the repressor detected geraniol over 10-1000 μM and yielded an approximately 2.5-fold change in fluorescence, demonstrating its in vitro functionality. Building on this, we are expressing repressor directly via CFPS toward a fully integrated biosensor platform for high-throughput enzyme screening and pathway optimization, ultimately accelerating the microbial production of valuable compounds.

P생물목-51

Structure-Guided Strategies for Functional Enhancement of Carbonic Anhydrase

정다정, 이승무, 김 환, 장한나, 노예진, 박선영, 최한별, 박성민,
최강호, 배은채, 박혜진, 이회석, 연영주*
국립강릉원주대
(yjyeon@gwnu.ac.kr*)

Carbonic anhydrase (CA) is a zinc-containing metalloenzyme that catalyzes the rapid interconversion between CO_2 and bicarbonate, playing a crucial role in pH regulation, CO_2 transport, and various industrial and biomedical processes. Despite its remarkable catalytic efficiency, tailoring CA to achieve optimal activity, selectivity, and stability for specific applications remains a significant challenge.In this study, we integrated a structure-guided protein engineering strategy with state-of-the-art AI-based design methods to explore novel sequence-structure variants of CA. In particular, generative deep learning models, including a message passing neural network, were employed to propose targeted amino acid substitutions within both the active site and surrounding regions. The designed variants were comprehensively evaluated in silico for catalytic activity and thermal stability.The proposed designs demonstrate the potential to enhance structural stability and functional properties while preserving the essential coordination environment of the Zn^{2+} catalytic center. This work highlights the potential of AI-assisted, structure-based protein design approaches for the precise functional tuning of metalloenzymes and provides a foundation for future experimental validation and application-specific optimization.

P생물목-52

Multi-enzymatic cascade reactions with Escherichia coli-based modules for synthesizing nylon 11 monomer from fatty acid methyl esters

최원윤환, 윤형돈*
건국대
(hyungdon@konkuk.ac.kr*)

Nylon 11 is a high-performance polymer valued for its exceptional chemical resistance, heat resistance, and mechanical properties. However, its conventional chemical synthesis relies on petroleum-derived feedstocks, posing environmental and economic challenges. Here, we present an engineered microbial consortium comprising two Escherichia coli modules—a Hydroxylation Module (H^M) and an Amination Module (A^M)—capable of efficiently converting undecanoic acid methyl ester (UAME) into 11-aminoundecanoic acid (11-AUA), the key monomer for nylon 11 production. The H^M employed the AlkBGTL system from Pseudomonas putida GPo1 and was optimized via AlkB homolog screening, transporter engineering ($AlkL_f$), host strain selection, and reaction condition optimization. The engineered H^M converted 12 mM of UAME to 11-hydroxyundecanoic acid (11-HUA), achieving a 8-fold improvement over the initial construct. The A^M, comprising primary aldehyde reductase (AHR) and ω-transaminase (ω-TA), was developed through systematic screening of ω-TA variants and amine donors. The pairing of SmTA with amylamine enabled complete (100%) conversion of 20 mM 11-HUA into 11-AUA. When

P생물목-53

Biocatalytic Valorization of Carbon Dioxide for Preparing Construction Materials

김환, 이승무, 박선영, 장한나, 노예진, 최강호, 최한별, 배은채, 박성민, 정다정, 박혜진, 이회석, 연영주*
국립강릉원주대
(yjyeon@gwnu.ac.kr*)

Climate change and the demand to reduce carbon dioxide emissions require industry to be more sustainable. The construction industry is a major contributor, prompting development of carbon capture and utilization technology. In this study, a bio-based approach using a biocatalyst that converts carbon dioxide to bicarbonate in water was used to make calcium carbonate, a major component of construction materials like cement and concrete. An Escherichia coli-based expression system produced the biocatalyst, carbonic anhydrase, and carbon dioxide conversion was carried out in a gas-supplied vertical bubble-column reactor for a buffer-based aqueous system. Calcium carbonate formation was investigated by adding calcium ions after the biocatalytic reaction, providing an opportunity to develop a bio-based CCU system to prepare construction materials from carbon dioxide..

P생물목-54

Multi-Enzymatic Cascade for the Synthesis of Cannab

나영우, 윤형돈*
건국대
(hyungdon@konkuk.ac.kr*)

We report a novel multi-enzymatic cascade for cannabigerolic acid (CBGA) biosynthesis by integrating four key strategies. First, hydroxypropyl-β-cyclodextrin was used to stabilize CBGA and prevent enzyme-induced decarboxylation. Second, enzyme screening optimized the isopentenol utilization pathway, enabling efficient geranyl pyrophosphate production from simple substrates. Third, enzyme engineering generated a superior prenyltransferase variant, enhancing CBGA yield. Lastly, in vivo screening of diverse isopentenyl kinase variants further increased production. The system was successfully scaled up to synthesize CBGA from isopentenol and olivetolic acid via pH optimization. This comprehensive approach combining enzyme engineering and process optimization establishes an efficient platform for industrial scale CBGA production.

P생물목-55

Enhanced Methane Utilization through Gas Carryover in Multi-Stage Repeated Batch Cultivation of Methylocystis sp. MJC1 for PHB Production

정규태[1], 박병훈[1], 신정윤[1], 이진원[1,2], 나정걸[1,2*]
[1]서강대; [2]C1 가스리파이너리 사업단
(narosu@sogang.ac.kr*)

Methylocystis sp. MJC1, a type II methanotroph, synthesizes the biodegradable polymer polyhydroxybutyrate (PHB) from methane and oxygen, particularly under nitrogen-limited conditions. However, low gas conversion efficiency from incomplete methane utilization hinders commercial-scale application. To overcome this, we developed a multi-stage repeated batch process, dedicating the first reactor to biomass growth and the subsequent reactors to PHB accumulation. Unreacted gases from each stage were carried over to the next for further conversion. This configuration enabled stage-specific gas demand analysis and identification of the optimal feeding sequence. The strategy markedly improved methane utilization and PHB productivity, offering a practical and scalable route for methane-based biopolymer production.

P생물목-56

Fed-Batch Cultivation Strategy for Formatotrophs Guided by DO-based Specific Growth Rate Prediction

조승연[1], 이태형[1], 이진원[1,2], 나정걸[1,2*]
[1]서강대; [2]C1 가스리파이너리 사업단
(narosu@sogang.ac.kr*)

Formatotrophs, able to use formate as their sole carbon source, are promising biocatalysts for greenhouse gas mitigation, as formate can be readily produced from CO_2, linking carbon capture and biomanufacturing. However, compared with sugars, formate has intrinsic drawbacks: its low degree of reduction lowers biomass yield, and its low pKa imparts strong acidity, limiting substrate loading. To address this, we developed a fed-batch strategy that adjusts formate feeding rates according to the specific growth rate. As dissolved oxygen, routinely monitored in most bioreactors, reflects cellular oxygen consumption, cell concentration was estimated via material balance to determine the growth rate, enabling real-time feeding adjustment. This strategy shows potential to improve productivity and robustness in formatotroph cultivation, offering a route for biological greenhouse gas conversion.

P생물목-57

CRISPR/dCas9 기반 2-Input NAND 게이트 모듈의 구축 및 설계

도윤곤, 이소헌, 서의진, 이정욱[1]*
포항공과대; [1]포항공과대
(jeongwook@postech.ac.kr*)

Cells interact with their surroundings and forms complex patterns through the regulation of gene expression. Designing genetic circuits—engineered regulatory networks that convert defined inputs into outputs—enables cells to perform specific functions, but construction remains difficult due to variability and the need for precise regulator expression. Therefore, a comprehensive understanding of each biological element within these circuits is critical.The CRISPR/dCas9 platform has emerged as a powerful tool for programmable control of intricate regulatory systems. Its RNA-DNA base-pairing flexibility provides distinct advantages in building large-scale genetic circuits with multiple orthogonal regulators. In this study, we developed and evaluated CRISPR/dCas9-based two-input NAND gate modules that regulate YFP expression, with their response functions thoroughly characterized.

P생물목-58

무작위 sgRNA 라이브러리를 통한 비설계 기반 CRISPRi 전장 유전체 스크리닝

박세현, 이지선, 이정욱*
포항공과대
(jeongwook@postech.ac.kr*)

CRISPR interference (CRISPRi) is a powerful tool for high-throughput phenotypic screening, but its genome-wide application typically depends on the rational design and synthesis of sgRNA libraries—an approach that is labor-intensive, costly, and often unfeasible for organisms without well-annotated genomes. To overcome this challenge, we developed a broadly applicable method to generate ultra-dense random sgRNA libraries by enzymatically converting target mRNA into 20-nt spacer sequences. This strategy ensures selective targeting of the non-template strand in coding regions, enabling efficient gene repression. Using Escherichia coli as a model, we built a genome-scale sgRNA library and successfully identified essential and auxotrophic genes through phenotypic screening. Additionally, we applied the library to modulate lycopene and violacein biosynthesis, revealing novel regulatory elements involved in violacein production. Overall, our approach enables the construction of comprehensive, design-free sgRNA libraries and supports their use in versatile functional genomic studies.

P생물목-59

A Synthetic Microbial Co-culture Approach for the Optimization of Violacein Biosynthesis

이상현, 권다애[1], 서의진[1], 이정욱[1]*
포항공과대; [1]포항공과대
(jeongwook@postech.ac.kr*)

Violacein is a natural purple pigment with antibacterial properties, synthesized from tryptophan via a complex biosynthetic pathway. To simplify pathway optimization, we engineered a synthetic microbial consortium composed of two strains: one produces tryptophan from a carbon source, and the other converts tryptophan into violacein. By adjusting the inoculation ratio of the two strains, we could fine-tune violacein biosynthesis. A fluorescence-based real-time monitoring system was developed to track each strain's growth dynamics. We optimized key factors such as carbon sources, inoculation ratios, induction timing, and surfactant use, resulting in a 2.79-fold increase in violacein production.

P생물목-60

Standardized Modeling of Transcription Factor-Based Genetic Logic Gates

이소헌, 서의진, 도윤곤, 이원빈, 이정욱*
포항공과대
(jeongwook@postech.ac.kr*)

Synthetic genetic circuits, with applications spanning therapeutics and biotechnology, have emerged as a research focus. However, their effective design requires a comprehensive understanding of the interactions among biological components. In this study, we examined the functionality and interactions of genetic logic gates composed of transcription factors, employing a mathematical response model derived from the Hill equation. Input and output signals were represented as RNA polymerase fluxes and standardized using a common unit of promoter activity (RPU), resulting in 12 response functions for the NOT gate. Furthermore, we evaluated the influence of component variations, such as host and genetic elements. Ultimately, our research provides a foundation for standardizing the performance of genetic logic gates, thereby enabling more accurate predictions of genetic circuit behavior.

P생물목-61

환경 감응적 항균 펩타이드 발현 제어를 위한 무세포 기반 플랫폼

한진주, 김원희, 이정욱*
포항공과대
(jeongwook@postech.ac.kr*)

Cell-free protein synthesis (CFPS) offers unique benefits, including precise tunability, real-time monitoring, and facile optimization and sampling. By incorporating in vitro genetic circuits, CFPS systems can regulate gene expression with enhanced predictability of dynamic and autonomous behaviors, often surpassing cellular approaches. Notably, CFPS platforms are inherently sensitive to environmental cues during transcription and translation, allowing context-dependent and sequential gene activation. In this work, we introduce a CFPS-based system that integrates a phosphate-responsive promoter to detect environmental changes and orchestrate programmed gene expression. This design enables the stepwise activation of antimicrobial peptides (AMPs), providing a versatile strategy for post-translational regulation in contexts where conventional processing is restricted or unfeasible.

P생물목-62

딥러닝 기반 남세균 프로모터의 생성 설계와 예측 모델링

이건재, 서의진, 최윤남, 이정욱*
포항공과대
(jeongwook@postech.ac.kr*)

In this study, we applied deep learning to synthetic biology by designing and predicting promoter strength in Synechocystis sp. PCC6803, a model cyanobacterium. Using a variational autoencoder (VAE), we generated 10,000 synthetic promoter sequences resembling native promoters. A convolutional neural network (CNN) was then trained to predict their transcriptional strength, with predictions validated through cell-free transcription assays and in vivo tests. Results showed that VAE-generated promoters shared key sequence features with natural ones and that the CNN accurately captured expression trends. This integrative framework of generative design and predictive modeling provides a practical tool for engineering regulatory elements in non-model organisms and highlights the potential of cyanobacteria for sustainable biotechnology.

P생물목-63

표면증강라만 및 발색법의 정량분석을 위한 유용한 효소기반 반응 시스템

성다은[1,2], 제갈본[1], 신홍석[3], 구자현[1], 김성봉[3]*
[1]고려대; [2]캘리포니아 대 버클리; [3]육군사관학교
(etendard@kma.ac.kr*)

An enzymatic chain reaction system converts target analytes into malachite green, a Raman and color active compounds. The oxidation of target substrate at the first stage of the reaction system (i.e. biomarker) drives the entire chain reactions as the generated electrons are transferred to leucomalachite green, its Ramaninactive form, via hydrogen peroxide, catalyzed by horseradish peroxidase, as results, the yield of malachite green is proportional to the amount of the target substrate. Some chemical compounds have strong Raman-active structures, which enable label free Raman/SERS detection system, however, most biomolecules do not. The labeling strategies introduced here are versatile and broadly expandable to any target molecule that has an oxidation enzyme. Furthermore, the malachite green has exclusive properties for intuitive colorimetric index which enables multimodal biosensing for internal verification.

P생물목-64

Fatty Acid Composition Analysis of Crickets Using Supercritical Fluid Extraction

김다운, 양보름, 장영수*
전남바이오진흥원
(ysjang@jbf.kr*)

Due to climate change and the global food resource crisis driven by population growth, insects are increasingly regarded as sustainable alternative protein sources. Among them, the house cricket (Acheta domesticus) has gained attention because it is easy to farm, environmentally friendly, and rich in nutrients, containing 60-70% protein, unsaturated fatty acids, essential amino acids, and minerals. In this study, supercritical fluid extraction was applied to obtain cricket extracts under varying pressure conditions (150, 280, and 400bar) and temperature conditions (40, 50, and 60℃). The extracts were then converted into fatty acid methyl esters (FAMEs) and analyzed using GC-MS/MS. A total of 11 fatty acids, including lauric acid, were identified, with linoleic acid being the most abundant. These results demonstrate that cricket extracts obtained through supercritical fluid technology, with their rich unsaturated fatty acid composition, show promising potential as functional cosmetic ingredients.

P생물목-65

Edible Insect Proteins: Supercritical Extraction for Sustainable Functional Foods

양보름, 김다운, 장영수*
전남바이오진흥원
(ysjang@jbf.kr*)

Research exploring insect-derived materials as potential alternative protein sources has been driven by concerns regarding global population growth and the environmental challenges associated with animal protein production. This study aimed to evaluate protein purified from an orthopteran insect as a food ingredient. An environmentally friendly supercritical fluid extraction (SFE) technique was utilized as a substitute for hexane in the defatting process. The isoelectric point (pI ≈ 4) was determined from water-soluble protein extracted with distilled water. Furthermore, the alkali-extracted protein was evaluated for its functional properties, revealing a molecular weight distribution predominantly concentrated in the lower range. The functional evaluation indicated that the emulsifying activity index (EAI) was highest in the 6L group (60℃, 0.1 M NaOH extraction), whereas the emulsion stability index (ESI) was highest in the 6M group (60℃, 0.3 M NaOH extraction). Dialysis further improved the EAI. The findings demonstrate that CRI, when processed via SFE, exhibits functional properties supporting the potential of insect proteins for sustainable food applications.

P생물목-66

Supercritical Extracts of Torreya nucifera as Novel Skin-Whitening Agents: Evaluation of Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activities

김채원, Daun Kim[1], 장영수*
전남바이오진흥원; [1]전남바이오진흥원
(ysjang@jbf.kr*)

The present study investigated the potential of Torreya nucifera (TN) as a functional source for skin-whitening applications. TN has been reported to possess various biological activities, including anticancer and anti-inflammatory effects. Supercritical fluid extracts were prepared from three plant parts: leaves (TNL), twigs (TNT), and seeds (TNS). Chemical profiling by GC-MS/MS identified cadinene as a major constituent in the TNL. Antioxidant properties were evaluated by determining total polyphenol content as well as ABTS and DPPH radical scavenging activities. Skin-whitening activities were further assessed using tyrosinase inhibition activity and L-DOPA oxidation activity inhibition assays. Among the extracts, TNL exhibited the highest antioxidant capacity and inhibitory effects on melanogenesis-related enzymes. Collectively, these findings demonstrate that supercritical extracts of TN, particularly the leaf extract, possess significant potential as novel functional ingredients for skin-whitening formulations.

P생물목-67

Supercritical Extracts of Rosa rugosa as Novel Skin-Whitening Agents: Evaluation of Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activities

김채원, Daun Kim[1], 장영수*
전남바이오진흥원; [1]전남바이오진흥원
(ysjang@jbf.kr*)

This study investigated the potential of Rosa rugosa (RR) as a source of bioactive compounds with skin-whitening properties. RR has been reported to possess a wide range of pharmacological functions, including antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory activities. Supercritical fluid extraction was applied to obtain extracts from the leaves (RRL) and stems (RRS). The chemical composition of each extract was characterized using GC-MS/MS, which enabled the identification of distinctive phytochemical constituents. Antioxidant capacity was evaluated through determination of total polyphenol content along with ABTS and DPPH radical scavenging assays. Skin-whitening efficacy was further assessed by examining tyrosinase inhibition and L-DOPA oxidation activity inhibition assays. Comparative analysis revealed that RRS exhibited greater antioxidant activity and stronger tyrosinase inhibition than RRL. Overall, these results highlight RR as a promising candidate for the development of functional whitening ingredients in cosmetic formulations.

P생물목-68

Hydrodynamic flow chamber for surface-enhanced Raman spectroscopy-based in-line monitoring in bioreactors

황금래, 신용희[1], 민준원, 김동철[1], 강태욱[1]*
서강대; [1]서강대
(twkang@sogang.ac.kr*)

Surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS), which takes advantage of the dramatic enhancement of electromagnetic fields by plasmonic nanostructures, is considered as a potential candidate for real-time monitoring in bioreactors. However, there are two critical problems that should be overcome in order to utilize SERS in the monitoring of the concentration changes in bioconversion reactors. The plasmonic nanostructures should be protected from the high shear stress that originates from the agitation. In addition, the contact of gas bubbles from spargers should also be prevented for successful monitoring. Here, we report a hydrodynamic flow chamber that allows the in-line monitoring of the concentration changes in bioreactors based on SERS. Based on simulations, the hydrodynamic flow chamber is designed to protect the nanostructures from being exposed to high shear stress and gas bubbles. Through experiments, we demonstrate that the designed chamber allows the precise monitoring of the changes in the concentrations of small molecules in a bioconversion reactor.

O에환수-1

Influence of inherent metals in cattle manure on the thermal degradation behavior during pyrolysis

윤희선[1,2], 이진기[1], 김성주[1], 김유정[1], 박효경[1,3], 엄병환[2], 신명철[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]한경대; [3]연세대
(mcshin@kitech.re.kr*)

Cattle manure contains high ash with inorganic compounds that catalytically affect thermal degradation. This study explores the effect of metals in ash on pyrolysis by adjusting ash content via deashing using alkali (20% NaOH), acid (5% HNO_3 , 15% HCl), and combined treatments, reducing ash by up to 67.5%. X-ray fluorescence (XRF) confirmed residual compounds like Fe_2 O_3 , CaO, and K_2 O. Thermogravimetric analysis (TGA) up to 900℃ showed that raw manure had the lowest final mass and highest decomposition, indicating catalytic ash effects. Findings aid optimization of pyrolysis for high-ash biomass.AcknowledgementThis study has been conducted with the support of the Korea Institute of Industrial Technology as "Development of core technology for manufacturing biochar catalysts for simultaneous reduction of greenhouse gases (N_2O) and fine dust precursors (NOx, NH_3) (KITECH UR250072)"

O에환수-2

등온 열분해를 통한 리그노셀룰로직과 비리그노셀룰로직 바이오매스의 열화학적 특성 비교

박효경[1], 김유정[1], 김성주[1], 윤희선[1,2], 이진기[1], 신명철[1], 황정호[3*]
[1]한국생산기술연구원; [2]한경대; [3]연세대
(HWANGJH@YONSEI.AC.KR*)

본 연구는 목질계 바이오매스와 비목질계 바이오매스(축산분뇨)의 등온 열분해(300~450 ℃, 15·30·45 min)를 통해 반응 특성을 비교하였다. 회분 함량을 고려한 유기물 기준 질량감소율(ML) 분석 결과, 300 ℃를 제외한 모든 온도와 체류시간 조건에서 목분이 축분보다 최대 10% 높은 ML을 보였다. 목분은 고정탄소 및 HHV 증가, H/C·O/C 감소 등 전형적인 열분해 특성을 나타낸 반면, 축분은 무기물 영향으로 조성 함량의 변화가 제한적이었다. Van-Krevelen과 FT-IR 분석에서 이러한 경향이 확인되었으며, 질소 잔류 현상은 안정한 N-고리 구조 존재를 시사하였다. 또한 Py-GC/MS 분석을 통해 반응 경로의 차이도 정성적으로 규명하였다. 본 연구는 한국생산기술연구원의 '전주기적 자원순환 대응 친환경 생산시스템 기술개발' (kitech EO250002)과제를 통해 수행되었습니다.

O에환수-3

Catalytic co-pyrolysis of waste cashew nut shell and high density polyethylene over HZSM-5 to produce high quality liquid fuels from pyrolysis oil

김형진, 김종수, 정수화*
한국생산기술연구원
(pysoo80@kitech.re.kr*)

The ex-situ and in-situ catalytic co-pyrolysis of cashew nut shell (CNS) and waste high density polyethylene (HDPE) was conducted in a fixed bed pyrolysis system to investigate synergy interactions and catalytic behavior. All of pyrolysis experiments were conducted at 490℃, the temperature at which CNS pyrolysis produced the maximum oil yield. The catalytic co-pyrolysis of CNS and PE was studied with a blend ratio of 1:1. As the catalyst bed temperature increased, the viscosity of the product oil decreased and the gas yield increased. The results of product yields reflected the mechanistic insights into the catalytic co-pyrolysis process. Moreover, cashew nutshell liquid (CNSL), which is well known as an important component during CNS pyrolysis, was investigated using TG and DTG curves. The characteristics of the liquid product were analyzed based on the criteria of the hydrodeoxygenation (HDO) process for application in the petroleum field.

O에환수-4

폐 폴리프로필렌 열분해 오일과 캐슈넛 껍질의 열화학적 전환을 통한 프로듀서 가스 특성

윤주형[1,2], 김종수[1], 정수화[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]한양대
(pysoo80@kitech.re.kr*)

바이오매스와 폐 플라스틱 유래 연료의 혼합가스화는 반응 특성의 상호보완을 통해 고품질 프로듀서가스를 생산할 수 있는 효과적인 자원화 기술로 주목받고 있다. 본 연구에서는 고형 폐 플라스틱 대신 반응성이 우수하고 주입이 용이한 폐 폴리프로필렌(Waste PP) 열분해유를 활용하여, 캐슈넛 껍질과의 혼합가스화를 다단 반응기에서 수행하였다. 공기 및 스팀 가스화 조건에서 프로듀서가스의 전환 효율과 조성(H_2, CO, CO_2, CH_4)에 미치는 영향을 비교 분석하였으며, GC-TCD 및 FID를 통해 정량하였다. 반응 온도, 스팀 대 탄소비(S/C), 당량비(ER)를 조절하며 가스 조성과 타르 함량의 변화를 관찰하였다. 또한 타르 저감 효과를 확인하기 위해 2단 반응기에 활성탄을 투입하였다.사 사본 연구는 산업통상자원부 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 소재부품산업기술개발기반구축사업(No. RS-2025-1902973)의 일환으로 수행되었습니다.

O에환수-5

$LaFeO_3$의 A-site 도핑에 의한 페로브스카이트 내 산소 이동성 제어와 그에 따른 매체순환식 수증기 메탄 개질 반응에서의 탄소 침적 억제

하정인, 김현석, 김이겸, 김현중, Surya Ayuati Ning Asih, 이재우*
한국과학기술원
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

본 연구에서는 $LaFeO_3$ 페로브스카이트의 A-site에 알칼리 토금속을 도핑한 $La_{0.8}A_{0.2}FeO_3$ (A = Ca, Sr, Ba) 조성의 산소 운반체를 합성하여 해당 도핑이 매체순환식 수증기 메탄 개질(Chemical Looping Steam Methane Reforming, CL-SMR) 반응에서의 산화환원 특성과 촉매 성능에 미치는 영향을 평가하였다. A-site의 일부를 알칼리 토금속으로 치환함으로써 페로브스카이트 내에 산소 공공 생성이 촉진되고 격자 산소의 이동이 향상됨을 확인하였다. 그 중 Sr이 도핑된 $LaFeO_3$ ($La_{0.8}Sr_{0.2}FeO_3$)가 가장 적정 수준의 산소 공공을 가져 우수한 산소 이동성과 촉매 성능을 나타냈으며 이는 XPS, cerimetric titration, O_2-TPD 분석을 통해 확인되었다. 비도핑 $LaFeO_3$는 가장 높은 메탄 활성을 보였으나, 느린 산소 이동으로 인해 심각한 탄소 침적이 발생하였다. 반면, $La_{0.8}Sr_{0.2}FeO_3$는 향상된 산소 전달 능력으로 CL-SMR에서 탄소 침적을 효과적으로 억제하였고, CO 및 H_2 생산성에서도 가장 우수한 결과를 보였다. 해당 촉매는 50회의 산화환원 사이클에서도 촉매의 구조적 안정성과 활성을 유지하며 CO 및 H_2 수율이 각각 6.22-6.51 및 6.48-6.69 mmol/g_{cat}로 유지되는 뛰어난 내구성을 가짐을 확인하였다.

O에환수-6

Strongly Segregated Bottlebrush Copolymer Electrolytes with Dual Ion Pathways: Insights from Experiments and Simulations

노혁진, 김진혁, 문우진, 김종학*
연세대
(jonghak@yonsei.ac.kr*)

Although electrolytes for energy storage devices have been widely investigated, thermoplastic systems that simultaneously offer elasticity, strong adhesion, and nanoscale organization remain scarcely explored. In this work, we present a multifunctional thermoplastic elastomeric “glue” electrolyte derived from a poly(vinyl alcohol)-g-poly(2,2,3,3-tetrafluoropropyl methacrylate) (PVA-g-PTFP) bottlebrush copolymer. Incorporating superhydrophobic PTFP side chains into the hydrophilic PVA backbone imparts amphiphilicity, which drives nanoscale domain formation, modulates crystallinity, and improves chain mobility. A high Flory–Huggins interaction parameter (χ = 0.78 at 25 °C) between the segments induces microphase separation and creates dual-ion conduction channels: cations migrate primarily through PVA-rich regions, while anions are solvated in PTFP-enriched domains. Both experimental characterization and theoretical modeling confirm the existence of strong intermolecular interactions, well-ordered nanostructures, and improved ion transport. The optimized solid electrolyte demonstrates high ionic conductivity, broad electrochemical stability, remarkable mechanical resilience, and strong, universal adhesion to various substrates—functioning effectively as an “elastomeric glue electrolyte” through pronounced phase segregation. When integrated

O에환수-7

유기 고체 화합물의 촉매화학적 산화-환원 표적 반응을 활용한 바나듐 레독스 흐름 전지의 에너지 저장량 증대

조재호, 심홍섭, 이두환*
서울시립대
(dolee@uos.ac.kr*)

본 연구는 바나듐 레독스 흐름 전지(VRFB)의 낮은 에너지 밀도 한계를 극복하기 위한 새로운 저장 전략으로, 유기 고체 기반의 Redox-Targeting 반응을 도입하고자 한다. 바나듐 이온과 자발적 산화·환원 반응이 가능한 고체 유기물질을 VRFB 전해질 내에 도입하여, 기존 전해질의 용해도 한계를 넘는 추가적인 에너지 저장을 달성하고자 하였다. 이를 위해 적절한 전위를 가지는 유기 고체 물질을 선별하고, Cyclic Voltammetry, SOC 분석, UV-Vis, FT-IR 분석 등을 통해 전자 전달 및 분자 구조 변화 특성을 정량적으로 규명하였다. 물질의 선택성과 반응성을 고려하여 최적 후보군을 도출하였고, 최종적으로 실제 셀에 적용하여 용량 변화, 전류 효율, 에너지 효율 및 셀 안정성을 종합 평가함으로써, 본 전략의 실효성과 VRFB의 고에너지 밀도 구현 가능성을 입증하였다.

O에환수-8

메탄화 반응이 억제된 RWGS 반응용 Cu-$Ce_{(x)}Zr_{(1-x)}O_2$ 촉매 최적화

임재학, 전이정, 김창현, 윤은수, 윤채민, 전경원[1], 심재오*
원광대; [1]국립군산대
(joshim85@wku.ac.kr*)

전 세계적으로 탄소 중립 선언이 이루어지고 있으며 이에 따라 이산화탄소를 유용한 자원으로 전환할 수 있는 역수성가스전이(Reverse water-gas shift, RWGS)반응이 주목받고 있다. RWGS 반응은 이산화탄소가 일산화탄소로 전환되는 공정이며, 생성된 일산화탄소는 다양한 화학 공정의 기초 물질로 활용될 수 있어 합성 공정의 중간 단계로 적용된다. RWGS 반응은 가스 조성에서 수소가 이산화탄소보다 더 많이 존재할 경우, 부반응인 메탄화 반응이 나타날 우려가 있다. 메탄의 생성은 일산화탄소 수율 감소를 유발하고 촉매의 표면에 축적되어 촉매 활성을 저하시켜 비활성화를 유발한다. 본 연구는 RWGS 반응에서 과량의 수소 조건에서도 활성이 제어되어 메탄화 반응억제가 가능한 촉매를 개발하기 위해 지지체 비율을 달리하여 Cu-Ce(x)Zr(1-x)O2 촉매를 공침(Co-precipitation, CP)법으로 합성하였다. 연구 결과, 합성된 촉매 중 Cu-Ce(x)Zr(1-x)O2 (2:1) 촉매가 높은 Cu 분산도와 우수한 활성을 나타냈으며 RWGS 반응에서 적용 가능성을 보였다.

O에환수-9

Global Warming Potential Assessment of an Integrated Blast Furnace and Bio-Methane Production via Biomass Pyrolysis for Alternative Fuel

유지윤, 김진수[1], 한지훈*
포항공과대; [1]전남대
(jhhan@postech.ac.kr*)

Decarbonization strategies for the steel industry are necessary because it is one of the most energy-consuming and carbon-intensive industries. Among these strategies, the utilization of biomass, a sustainable and widely distributed renewable resource with the potential for sufficient supply, as a reductant for the blast furnace is expected to contribute to decarbonization. Therefore, a process simulation of an integrated system combining the blast furnace and bio-methane production via biomass pyrolysis was conducted, and the global warming potential of the integrated process was assessed. The reductions in coke consumption and CO_2 emissions resulting from the injection of bio-methane into the blast furnace were analyzed to determine whether there are environmental benefits. This supports the feasibility of a low-carbon transition of the blast furnace.

O에환수-10

Process design and environmental assessment of methanol production from biogenic carbon dioxide utilization via anaerobic digestion of food wastes

최민교, 한지훈*
포항공과대
(jhhan@postech.ac.kr*)

Solid waste management urgently requires sustainable solutions, with resource-oriented strategies emerging as compelling alternatives to traditional disposal methods. This study presents a biologically driven waste-to-energy process and a systematic evaluation of its environmental performance. The proposed integrated system involves the anaerobic digestion of food waste to produce methane, while the concomitantly generated biogenic carbon dioxide (CO_2) is directly converted into methanol via catalytic synthesis. A comprehensive environmental assessment of food waste valorization process, demonstrated the potential for substantial reductions in CO_2 emissions. These results suggest a promising pathway for enhancing carbon circularity and contributing meaningfully to climate change mitigation

O에환수-11

CeO2의 표면 특성에 따른 radical scavenging 효과 연구

홍승희, 이두환*
서울시립대
(dolee@uos.ac.kr*)

수소연료전지에서 side reaction으로 인한 reactive oxygen에 의한 고분자 전해질분리막의 파괴로 인한 수소연료전지 수명감소문제가 발생하고 있다.CeO2는 고분자 전해질 연료전지에서 reactive oxygen radical scavenger로 폭 넓게 연구되어 왔다. 본 연구는 CeO2 나노입자의 노출표면 변화에 따라 라디칼 스케빈징 활성에 미치는 영향을 규명하는데 초점을 두었다. CeO2 표면에 노출되는 노출면과 heteroatom에 의하여 CeO2의 표면을 조절하였다. CeO2는 XRD, 라만, Fenton 반응을 통해 특성을 분석하였다. CeO2 나노입자의 표면을 조절함으로 라디칼 스케빈징 활성을 조절할 수 있음을 확인하였다.

O에환수-12

Designing Biomass-Derived Solvent Systems for PSCs: AI-Experiment Collaboration and Techno-Economic Analysis Guided Process Recipes

배종일, 차정범[1], 김민[1], 한지훈*
포항공과대; [1]서울시립대
(jhhan@postech.ac.kr*)

Conventional fabrication of perovskite solar cell (PSC) relies on toxic, regulated solvents such as N,N-dimethylformamide (DMF), hindering large-scale deployment. These solvents are replaced by γ-valerolactone (GVL), a biomass-derived solvent, and ethyl acetate (EA) as a safer antisolvent. An AI-guided experiment simulation workflow mapped and inverted the processing window to optimize power conversion efficiency (PCE) and manufacturing cost. Within this space, model-recommended process recipes were identified and validated, delivering high PCE and low cost, with a champion PCE of 23.74%. Techno-economic analysis (TEA) quantified manufacturing cost and guided recipe selection, showing GVL/EA as the lowest-cost compared to DMF-based systems. Overall, AI-informed, TEA-guided process recipes with biomass-derived solvents provide a practical, scalable pathway to high PCE and low-cost PSC.

O에환수-13

인 도핑 다공성 탄소의 리튬-황 전지 양극 적용

김혜인, 박찬영, 이다연, 윤원찬, 엄호현, 이재우*
한국과학기술원
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

리튬-황 전지는 높은 이론 용량 및 에너지 밀도로 차세대 이차 전지 후보로 주목받고 있다. 본 연구에서는 리튬-황 전지의 느린 산화환원 반응 속도와 폴리설파이드 셔틀 현상을 완화하기 위해 인 도핑 탄소소재(PCDC)를 설계하여 리튬-황 전지의 양극 활물질로 적용하였다. 먼저 소듐 보로하이드라이드(NaBH4)를 환원제로 이용하여 이산화탄소 기체를 환원시켜 붕소를 함유한 다공성 탄소소재를 합성하였고 인산을 이용한 습식 함침법으로 탄소소재에 인을 도핑 하였다. PCDC는 높은 비표면적과 기공 부피를 바탕으로 황을 효과적으로 적재하고 리튬 이온 확산 경로를 최적화하였다. 또한, C_3PO 및 C_2PO_2와 같은 다양한 인 화학종은 리튬 폴리설파이드에 대한 흡착 친화도를 높이고 다단계 황 전환 반응을 가속화하는 화학적 활성 사이트를 형성하였다. 전기화학적 테스트 결과, PCDC 전극은 0.2 C에서 100회 사이클 동안 800 mAh g^{-1}의 용량을 유지했고, 0.5 C에서 100회 사이클 후에도 600 mAh g^{-1} 이상의 용량을 유지하였다. 이러한 다원소 도핑 접근법은 고효율 및 장수명 리튬-황 배터리 구현을 위한 실용적 경로를 제시한다.

O에환수-14

230 nm 박막 음극을 활용한 저압 전고체 전지

오지훈, 최장욱*
서울대
(jangwookchoi@snu.ac.kr*)

Anode-less all-solid-state batteries (ALASSBs) offer high energy density but are prone to short-circuiting. To address this, we introduce a 230 nm W/Mg nanobilayer that leverages a synergistic effect: a lithiophobic W layer promotes dense lithium deposition, while a lithiophilic Mg layer ensures uniform nucleation. The resulting pouch cell demonstrates a high energy density of 1100 Wh L^{-1} and retains 71.9% of its capacity after 300 cycles under low stack pressure (2 MPa). The versatility of this lithio-amphiphilic concept is validated with other Li-insoluble metals. This work provides a simple and effective strategy for short-circuit-free cycling at high current densities, a critical step toward practical ALASSBs.

O에환수-15

동적 구동 조건에서 리튬 이차전지의 경로 의존적 열화 예측

김인우, 최장욱*
서울대
(jangwookchoi@snu.ac.kr*)

Accurate monitoring and prediction of lithium-ion batteries (LIBs) degradation under dynamic usage are critical for reliable battery management but remain challenging due to complex internal reactions and nonlinear aging pathways. We present a predictive framework that exploits the path dependence of degradation in LIBs to forecast future health states. A dataset from 72 commercial cells cycled under 24 dynamic sequences with periodic diagnostics quantified SOC-dependent kinetic degradation. These indicators were embedded in a deep learning model to predict future health states from a single diagnostic snapshot and predefined future usage, without historical cycling data, achieving errors below 1%. This approach delivers high prediction accuracy and can be applied to extend lifetime, assess residual value, and optimize LIBs use in electric vehicles and stationary storage systems.

O에환수-16

수소 매개 지속가능항공연료(SAF) 생산 경로의 전주기 온실가스 배출 평가: 공정 모사와 LCA 기반 분석

최언준, 고재락, 이위진, 황보순호*
경상국립대
(s.hwangbo@gnu.ac.kr*)

Decarbonizing aviation is a major challenge, and Sustainable Aviation Fuel (SAF) is a promising alternative. Yet, assessments based only on use-phase emissions can misrepresent actual environmental burdens. This study evaluates hydrogen-mediated SAF pathways by combining AVEVA PRO/II process simulation with life cycle assessment (LCA) to quantify global warming potential (GWP) across synthesis, refining, storage, and utility/feedstock supply. Results show that GWP varies with hydrogen sources and emission capture strategies, such as carbon capture and utilization (CCU). Key improvements include shifting utilities to renewable electricity and applying heat/material integration. The findings emphasize the need for full life-cycle evaluation, and the framework provides a basis for industry and policy. Sensitivity analysis identifies critical factors for optimization.

O에환수-17

이가 음이온 유도 격자 구조 제어를 통한 전고체전지용 할라이드 고체전해질 개발

김재승, 서동화*
KAIST
(dseo@kaist.ac.kr*)

Research into solid electrolytes (SEs) for all-solid-state batteries (ASSBs) has intensified due to the demand for safer and higher-energy-density batteries. Halide SEs are valued for their high ionic conductivity, oxidative stability, and ductility. Among halide SEs, Li2ZrCl6 offers a cost-effective option but has a relatively lower Li^+ ionic conductivity (0.4 mS cm^{-1}) compared to other halides, such as Li3InCl6 (> 1 mS cm^{-1}). Here, we unveil a fundamental mechanism of divalent-anion-driven framework modification that enables enhanced ionic conduction in Zr-based halide SEs. Specifically, we demonstrate significant improvements in Li^+ conductivity for oxygen ($0.8Li_2O$-$ZrCl_4$: 1.78 mS cm^{-1}) and sulfur ($0.8Li_2S$-$ZrCl_4$: 1.01 mS cm^{-1}) substituted lattices. Synchrotron-based X-ray analyses identify distinct anionic sublattices, and based on the clearly elucidated structure, first-principles calculations reveal that divalent anions locally cluster within the lattice, inducing structural distortion and Li-site destabilization. These changes widen lithium conduction channels and alter the bonding environment, weakening and diversifying Li-Cl interactions. As a result, the energy landscape for lithium migration is flattened, leading to significantly enhanced ionic conduction. These findings highlight new design strategies and

O에환수-18

Ag 촉매 전기화학적 CO_2 환원에서 음이온교환막의 이온교환용량이 미치는 영향

박지수[1,2], 김정규[3], 고재현[1*]
[1]한국과학기술연구원; [2]성균관대; [3]성균관대
(jhkoh@kist.re.kr*)

This work presents how the density of fixed charge of anion-exchange membranes (AEMs) governs the activity and selectivity of Ag-catalyzed CO_2 electrolysis. AEMs have a significant impact on the microenvironment near electrodes for the electrochemical CO_2 reduction reaction (CO_2RR). However, the relationship between the structures of polymers comprising AEMs and the corresponding catalytic performance remains poorly understood. Previous studies primarily compared commercial AEMs developed for other applications (e.g., water electrolysis or fuel cells), with variations generally limited to physical parameters such as the thickness of membranes, which hinders the establishment of clear relationships. Herein, we systematically designed and synthesized a set of anion-exchange polymers with varied ion-exchange capacity (IEC) and used them as AEMs for membrane electrode assemblies (MEAs) to clarify how IEC governs Ag-catalyzed CO_2 RR. Specifically, we prepared AEMs with IEC values from 1.6 to 2.4 mmol g^{-1} by introducing hydrophilic spacers between the polymer backbone and cationic functionality to induce microphase separation and enhance ion transport. The membrane with IEC of 2.4 mmol g^{-1} achieved the highest Faradaic efficiency for CO of 80.7% at 300 mA cm^{-2} among the samples, even when using moderately active Ag catalysts.

O에환수-19

고순도 카본블랙과 활성탄 생산을 위한 폐타이어 열분해 촤 정제 및 활성화 연구

이다경[1,2], 윤주형[1], 김종수[1], 주용태[3], 김창용[3], 정수화[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]서울시립대; [3]현대자동차 남양연구소
(pysoo80@kitech.re.kr*)

열분해 촤는 pyrolytic carbon black(CBp)으로 카본 블랙 대체제로 주목받고 있으며 많은 연구가 진행 중이다. 하지만 대체하기에는 많은 회분 함량과 탄소 함량이 낮아 재사용하기에 쉽지 않은 실정이다. 본 연구에서는 이러한 한계점을 해결하기 위해 2단계의 정제 처리 실험을 수행하였다. 단계 별로 염산(HCl)과 불산(HF)으로 정제하여 탄소 함량 증가 및 회분 함량을 감소시켰다. 공업분석, 원소분석 그리고 ICP-OES 분석을 통해 전후 특성을 비교하였다. 또한 활성탄으로 활용하기 위해, 물리적 화학적 활성화를 실험하여 비표면적을 넓히고 BET 분석으로 이를 비교하였다. 이러한 결과는 CBp를 정제 및 활성화함으로써, 카본블랙 대체재 및 활성탄으로의 적용 가능성을 시사한다. 사 사본 결과물은 현대자동차 재원으로, 샤시고분자 재료개발팀의 기초연구과제 지원을 받아 연구되었습니다 (No. ROMS25025947000).

O에환수-20

금속 가공 공정의 대기오염물질 및 탄소발자국 예측을 위한 하이브리드 기계학습 모델

이위진, 고재락, 최언준, 황보순호*
경상국립대
(s.hwangbo@gnu.ac.kr*)

This study develops a hybrid prediction model using numerical modeling to estimate major air pollutant emissions (NOx, SOx, COx) from metal processing. Integrating process simulation with data-driven methods, the model reflects physical characteristics and operating variables, and learns from experimental data to enhance accuracy. The Carbon Footprint category within the Life Cycle Assessment (LCA) framework is expanded to assess full life-cycle greenhouse gas emissions, including indirect sources and process interactions. This enables real-time prediction and response to flue gas emissions, previously measurable only after process completion, and allows pre-verification of optimization and mitigation strategies. The results provide a basis for green process design, emissions trading compliance, and carbon neutrality goals.

O에환수-21

니켈-아연 전지를 위한 유연한 $Ni(OH)_2$/버키페이퍼-PDMS 전극 제조

임세미[1], 이준영[1,2], 권용재[1*]
[1]서울과학기술대; [2]한국과학기술연구원
(kwony@seoultech.ac.kr*)

Nickel-zinc (Ni-Zn) batteries are attractive alternatives to lithium-ion systems owing to their low cost and environmental compatibility. In this context, this study presents a simple fabrication route to a flexible cathode by electrodepositing nickel hydroxide ($Ni(OH)_2$) onto a buckypaper-polydimethylsiloxane (BP@PDMS) substrate for nickel-zinc (Ni-Zn) batteries. The CNT buckypaper network provides continuous electron-transport pathways, whereas the PDMS matrix imparts mechanical flexibility. Scanning electron microscopy, X-ray photoelectron spectroscopy, and X-ray diffraction were performed to confirm the formation of $Ni(OH)_2$. The electrodeposition conditions were optimized by varying the current density (−1.0, −1.5, −2.0 mA/cm^2); −1.5 mA/cm^2 was identified as optimal, at which the $Ni(OH)_2$/NiOOH redox reaction was most reversible and GCD delivered the highest areal capacity (~0.20 mAh/ cm^2). In comparative evolution, the $Ni(OH)_2$/BP@PDMS cathode outperformed Ni foil and untreated BP@PDMS, exhibiting more reversible $Ni(OH)_2$ redox, higher capacity, and stability. Despite minor capacity decay over long cycles, the findings suggest that Ni-Zn batteries are suitable for small electronic devices and offer a promising alternative to existing battery technologies.

O에환목-1

산업 공정 배출 CO_2의 효율적 전환을 위한 RWGS 촉매 설계

최예지[1*], 구기영[2,3], 정운호[2], 박용하[2]
[1]포스코홀딩스; [2]한국에너지기술연구원; [3]과학기술연합대
(yejichoi@posco-inc.com*)

전 세계적인 탄소 중립 목표 달성을 위해 산업 부문에서 발생하는 대량의 CO_2를 효과적으로 처리할 수 있는 CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage) 기술의 중요성이 대두되고 있다. 특히 CO_2를 포집 후 전환하는 기술은 CO_2의 배출량 저감과 더불어 고부가가치의 화학 물질을 생산할 수 있다는 점에서 환경적 및 경제적 가치가 높다고 평가된다. 이 중 RWGS (Reverse Water-Gas Shift) 공정은 CO_2를 CO로 전환하여 합성가스 기반 화학제품 및 연료 생산 등 다양한 화학 공정에 연계되어 활용될 수 있다는 장점이 있다. 이에 RWGS 반응의 CO_2 전환율 및 CO 선택도를 향상시키기 위한 촉매 개발 연구가 활발히 진행되고 있다.본 연구에서는 산업 공정 배출 CO_2 전환 공정의 효율성 증대를 위해 활성 금속의 종류, 지지체 특성, 반응 조건 최적화 등을 고려한 RWGS 촉매 설계 전략을 소개한다.

O에환목-2

역전기투석을 이용한 염분차 발전 기술 개발 동향

채소룡*
University of Cincinnati
(chaesg@ucmail.uc.edu*)

When tapping from the natural mixing of river water and seawater, the salinity gradient power could generate a baseload power equivalent to approximately 2 TW, close to current worldwide electricity consumption. In general, power generation from salinity gradients using reverse electrodialysis (RED) has been considered a sustainable and eco-friendly pathway. However, undesirable irreversible faradaic reactions in a large-scale RED, which reduce the overall performance of RED and produce environmentally harmful chemical species (e.g., cyanide and chlorine gas) from electrolytes, are an emerging concern for scale-up. Recently developed Capacitive RED (CRED) has the potential to generate electricity without the necessity of irreversible faradaic reactions. Yet, little is known for the effect of operational stack voltages of CRED on irreversible faradaic reactions and the performance of CRED. This study aims to develop an active control strategy of CRED to avoid irreversible faradaic reactions and pH changes, focusing on the effects of a stack voltage (0.9 – 5.0 V) on irreversible faradaic reactions and power generation in a bench-scale CRED system. Results show that the highest performance of CRED is obtained when avoiding significant irreversible faradaic reactions. In addition, increasing the initial output voltage of CRED by increasing a stack voltage has an insignificant impact on irreversible faradaic reactions, regardless of the stack voltage applied. Still, a cutoff output voltage of

O에환목-3

해수 산성화를 이용한 그린수소 생산

한지형*, 정남조, 김선이, 황교식, 좌은진, 정윤철
한국에너지기술연구원
(jihyung0760@kier.re.kr*)

Direct seawater electrolysis (DSE) is an attractive pathway for green hydrogen production without the need for energy-intensive desalination. However, the hydrogen evolution reaction (HER) raises the local pH near the cathode, causing insoluble inorganic precipitates such as $Mg(OH)_2$ to form, which block active sites, increase cell voltage, and limit durability.Here, we demonstrate bipolar membrane (BPM)-based acidification strategies that mitigate inorganic scaling while maintaining high performance. Under reverse bias, the BPM generates protons via water dissociation, which, in combination with hydroxide ion capture by in-situ precipitation, acidifies the catholyte to ~pH 3. This suppresses cathode passivation, reduces dispersed precipitate formation, and positively shifts the HER equilibrium potential, lowering overpotentials.Interfacial engineering of porous cathodes maintained locally acidic zones, while introducing proton diffusion pathways into bulk seawater further minimized scaling. A FeNiCo@lyocell-based carbon cloth cathode slowed precipitate growth at 100 mA cm^{-2}, achieving a fourfold reduction in potential rise over 100 h compared to Pt-coated Ti foam. Long-term operation with periodic seawater replacement sustained acidification for 1000 h, forming hierarchical porous $Mg(OH)_2$ films that preserved mass transport.The concept was extended to low-grade water electrolysis by blending treated wastewater with seawater, enabling stable operation (>100 h) with minimal organic

O에환목-4

CFD 기반 청정수소 및 합성가스 생산을 위한 고온 촉매 반응기 설계 기술

서해원*, 안형준, 전남기, 최예지, 김국희
포스코홀딩스
(haewon.seo@posco-inc.com*)

본 연구에서는 청정수소 및 합성가스 생산을 위한 고온 촉매 반응기 설계 기술을 개발하고자, 암모니아 크래커 모듈과 RWGS 반응기를 대상으로 CFD(Computational Fluid Dynamics) 기반 설계 및 성능 예측을 수행하였다. 기술 개발 프로세스는 (1) 반응 촉매별 반응 속도식(Kinetics) 도출, (2) 도출된 속도식을 적용한 1D CFD 시뮬레이션을 통한 검증, (3) 3D CFD 시뮬레이션을 통한 설계 도출 순서로 진행된다. 암모니아 크래커의 경우, 세 단계 전 과정을 완료하여 다양한 촉매 조성과 반응 조건에서의 전환 효율 및 유동·열전달 특성을 평가하고, 이를 반영한 최적 설계안을 제시하였다. RWGS 반응기는 촉매별 Kinetics 도출 및 1D CFD 기반 성능 검증을 완료하였으며, 향후 3D CFD 해석을 통해 반응기 설계안을 도출할 예정이다. 본 연구는 정밀한 촉매 반응 모델과 다물리 CFD 해석을 통합하여, 고효율 반응기 설계 기술을 확립하였으며, 이는 탄소중립 및 수소경제 실현을 위한 설비 설계의 고도화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

O에환목-5

수소생산시설연계 CCU 사업모델 소개

정준교*, 윤현식, 김신현, 김재봉, 공준
(주)에니스
(jkjung_som@naver.com*)

본 CCU시설은 천연가스 개질기를 이용하여 수소를 생산하는 과정에서 발생하는 CO_2를 포집하는 것으로, 발생하는 CO_2 전량을 포집하여 액화탄산가스(LCO_2) 및 드라이아이스(Dry Ice)로 전환하여 관련 산업에서 사용하고 있는 원료 또는 제품으로 공급하는 상용시설이다. 기술적으로는 국내에서 개발된 CO_2 포집기술 중 포집효율이 우수한 습식기술과 유입량 변동시 대응이 우수한 분리막 포집방법을 하이브리식으로 적용한 것으로 저에너지CO_2 포집활용(CCU) 기술의 성공적인 운영과 보급을 목표로 하고 있다. 또한, 본 시설을 통해 연간 약 17천ton의 CO_2를 포집하고 산업의 원료 및 제품으로 활용함으로써 최소 20년 동안 약 34만톤 이상의 CO_2를 감축할 계획이다. 그러나, 상업시설 운영에 가장 중요한 것은 수익성 확보이다. 당사는 포집한 CO_2의 부가가치를 부여하기 위해 다양한 사업모델을 시도하고 있으며 이에 대한 고민을 함께 하고자 한다.

O에환금-1

Techno-Economic and Environmental Assessment of 1-Octanol Production from Furfural with Bio-Based and Fossil-Based Acetone

최승준, 유지윤, 이윤재, 서영웅[1], 서정길[1], 한지훈*
포항공과대; [1]한양대
(jhhan@postech.ac.kr*)

Furfural and acetone, renewable platform chemicals derived from biomass, are essential intermediates for producing value-added chemicals. Based on lab-scale reaction data, this work conducted a large-scale process simulation towards a sustainable production pathway for 1-octanol from biomass-derived furfural and acetone. Process simulation performance was evaluated via techno-economic analysis and life cycle assessment, comparing environmental and economic outcomes for bio-based versus fossil-based acetone. Sensitivity analyses identified acetone, furfural, steam, and hydrogen as key drivers of cost and environmental impact. The results indicate that process optimization, feedstock selection, and integrated acetone sourcing can improve overall sustainability, promoting chemical processes aligned with green chemistry principles.

O에환금-2

Application of Proportional and Proportional-Integral Controllers for Tritium Emission Control in Detritiation System

이윤재, 이재욱[1], 장민호[1], 한지훈*
포항공과대; [1]한국핵융합에너지연구원
(jhhan@postech.ac.kr*)

Effective tritium management is a critical requirement for the safe and compliant operation of fusion power plants. In this work, a detritiation system (DS) configuration is presented, integrating a catalytic recombiner to oxidize molecular tritium and a packed wet scrubber to capture tritiated water vapor. Steady-state simulations, validated against published experimental data, demonstrated a tritium oxidation efficiency of 99.0% and a detritiation factor (DF) greater than 100 at an airflow of 1,000 Nm^3/h. To address operational variability, dynamic modeling was conducted for multiple tritium release scenarios. Proportional (P) and proportional-integral (PI) control schemes were applied to regulate water injection in the scrubber, maintaining stable DF values and minimizing tritium emissions during transient events. The results confirm that both controllers effectively mitigate release spikes, with PI control offering superior recovery to nominal conditions. The proposed approach provides a practical control framework for enhancing emission safety margins in large-scale fusion fuel cycle facilities.

O에환금-3

Synergistic Enhancement of Ammonia Oxidation by Amorphous Ni-Cu Bimetallic Electrocatalysts Synthesized via In Situ Electrochemical Oxidation

김유라, 김성섭*
전북대
(seongseopkim@jbnu.ac.kr*)

In this work, amorphous Ni-Cu bimetallic catalysts were synthesized by in-situ electrochemical synthesis and demonstrated significantly enhanced AOR activity compared to monometallic or crystalline catalysts. The structural and chemical properties were characterized by SEM, TEM, and XPS analysis. And operando EIS analysis confirmed that Cu incorporation contributed to the reduction of the charge-transfer resistance and change in the reaction kinetics. Based on these results, this study elucidates the influence of the structural and chemical properties of the catalyst on the improvement of electrochemical performance in AOR.This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea Government (MIST) (RS-2023-00214588) and was supported by G-LAMP program of NRF grant funded by the Ministry of Education (RS-2024-00443714).

O에환금-4

효소-금속 하이브리드 전극을 이용한 전기화학적 이산화탄소 환원 선택도 및 반응속도 향상

강여민, 도영진, 박기태*
건국대
(kpark@konkuk.ac.kr*)

Electrocatalytic CO_2 reduction reaction (CO_2RR) to liquid fuels is a promising route toward carbon neutrality, yet large-scale implementation is hindered by CO_2 mass transport limitations that prevent high current density operation. In this study, we introduce an enzyme-metal hybrid cathode platform integrating bovine carbonic anhydrase (bCA) immobilized on carbon nanotubes (CNT) into Sn and Bi catalysts selective for formate/formic acid. bCA reversibly catalyzes both CO_2 hydration and bicarbonate dehydration, enabling rapid local CO_2 regeneration at the catalyst surface, even under electrode flooding. In a membrane-electrode assembly, the Sn-bCA cathode achieved a greatly improved formate current density than bare Sn, while in a solid electrolyte cell, the Bi-bCA cathode delivered an industrially relevant current density of over 400 mA cm^{-2} and produced high concentration electrolyte-free formic acid. Both systems maintained stable activity over extended operation, demonstrating that enzyme-metal hybrid electrodes can overcome diffusion-limited CO_2RR and enable high-rate, selective liquid fuel production.

O에환금-5

MEA CO2 환원 셀의 성능 향상을 위한 전극의 과습 제어 설계

도영진, 오준원, 김승우, 박기태*
건국대
(kpark@konkuk.ac.kr*)

The electrochemical CO_2 reduction reaction (CO2RR) is a sustainable process that uses renewable energy to convert CO_2 into value-added products. However, gas diffusion electrodes (GDEs) in membrane electrode assembly (MEA) electrolyzers often suffer from flooding due to electrolyte intrusion. Here, a metal foam-based GDE with macrochannels was developed to facilitate CO_2 supply and electrolyte removal, effectively mitigating flooding. This design showed improved conductivity, gas permeability, and CO_2 transport under wet conditions compared to conventional carbon-based GDEs, achieving high CO partial current density and stable Faradaic efficiency during long-term operation.

O에환금-6

폐수 유래 암모니아를 활용한 수소 생산 공정 시뮬레이션 및 환경성 평가

유선욱, 이가영, 한지훈*
포항공과대
(jhhan@postech.ac.kr*)

Hydrogen is a key energy source for industrial decarbonization and long-term energy storage. Ammonia is regarded as a promising hydrogen carrier due to its high storage density and ease of transportation. Recovering nitrogen from municipal wastewater offers advantages for both wastewater treatment and resource recovery. In this study, the ammonia recovery process via air stripping was modeled considering the characteristics of the sidestream effluents from municipal wastewater treatment systems. The recovered ammonia was stored as a liquid and its hydrogen production potential was evaluated in conjunction with catalytic cracking and purification processes. A life cycle assessment (LCA) was conducted in accordance with ISO 14040/44 standards to compare the environmental impacts of wastewater-derived hydrogen with those of hydrogen produced via conventional Haber-Bosch process. The results indicate that wastewater-derived ammonia has substantial potential for realizing a renewable hydrogen economy.

O에환금-7

Low-Cost Vanadium Electrolyte Preparation via Rapid V_2O_5 Reduction Using an Organic Reductant

임예진, 신민규, 권용재*
서울과학기술대
(kwony@seoultech.ac.kr*)

This study presents a low-cost electrolyte preparation strategy for vanadium flow batteries (VFBs). The proposed method directly synthesizes V(IV) electrolytes from V_2O_5 using an organic reductant, achieving quantitative conversion. The effects of reaction temperature and reductant dosage were systematically investigated to optimize reduction and electrochemical performance. Higher temperatures rapidly dissolved V_2O_5 powder into V(V) species, enabling the reductant to achieve near-complete reduction within 20 minutes at 80 ℃. Optimal performance was obtained at 105% of the theoretical electron stoichiometry, balancing rapid reaction rate and minimal residual reductant. Precise control of reductant stoichiometry prevents self-discharge caused by residual reductant, while sulfuric acid supplementation restores proton balance to maintain conductivity. UV-Vis spectroscopy and electrochemical analyses verified reaction rate, complete conversion, and performance stability. Flow cell tests demonstrated energy efficiency comparable to commercial $VOSO_4$-based electrolytes, high-capacity utilization, and stable cycling over 500 cycles. Using V_2O_5 as the starting material reduces precursor cost without compromising performance. This approach

O에환금-8

프로톤 전도성 세라믹 전해질 기반 전기화학적 암모니아 합성 셀 개발

이가현*, 박희정, 윤형철[1], 주종훈
광주과학기술원; [1]한국에너지기술연구원
(ghlee970@gmail.com*)

수소 경제의 부상과 함께, 암모니아는 높은 수소 함량과 안정적인 저장·운송 특성으로 차세대 수소 운반체로 주목된다. 현재 널리 쓰이는 Haber-Bosch 공정은 고온·고압에서 질소(N_2)와 수소(H_2)를 촉매와 반응시켜 합성하나, 질소의 높은 결합에너지와 공정의 에너지 집약성, 그리고 화석연료 개질 수소 사용으로 인한 온실가스 배출 한계가 있다. 이에 고온 전기화학 셀을 이용해 물에서 직접 수소를 생성해 암모니아를 합성하는 친환경 전략이 연구되고 있다. 특히, 프로톤 전도성 세라믹 기반 셀은 산소 이온 전도성 대비 낮은 온도(≈300-700 ℃)에서 작동해 열분해를 억제하며, 질소 대신 결합에너지가 낮은 가스 사용 시 합성률이 향상된다. 본 연구에서는 $BaZr_{0.4}Ce_{0.4}Y_{0.1}Yb_{0.1}O3_{-\delta}$ 전해질을 적용한 전기화학 셀로 물에서 생성한 수소와 질소 함유 가스를 반응시켜 암모니아를 합성하였다.

O에환금-9

LDH@MXene/CNF-based Solar Evaporator with Efficient Water Transportation and High Photothermal Properties for Desalination

강진혁, 한상언, 남창우*
전북대
(cun120@jbnu.ac.kr*)

Rising concerns over clean water scarcity have increased interest in desalination technologies. However, reverse osmosis membranes are energy-intensive, and conventional 2D membranes suffer fouling and performance loss during continuous operation. Here, we propose a 3D-structured solar evaporator (SE) enabling continuous desalination without external energy. Hydrothermally synthesized LDH@MXene integrated with porous cellulose nanofiber (CNF) exhibits high photothermal performance (84 ℃) under 1 kW/m^{-2} sunlight, attributed to large surface area and broad UV-Vis-NIR absorption, resulting in a high evaporation rate. Internal aligned channels formed via freeze casting effectively prevent salt crystallization, ensuring stable long-term desalination. This work demonstrates that LDH@MXene/CNF SE is a sustainable, energy-efficient approach for clean water production.

O에환금-10

Theoretical Investigation of MOF-Based Ion Transport Layers in Aqueous ZIBs

신재권, 허성호, 유승호, 곽상규*
고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

Aqueous zinc-ion batteries (ZIBs) are promising next-generation energy storage systems with the potential to replace lithium-ion batteries. Using water as an eco-friendly and cost-effective solvent, they offer enhanced safety and lower manufacturing costs. However, zinc dendrites and side reactions remain critical challenges. Herein, we introduce a metal-organic framework (MOF) as a surface modification strategy to address these issues. By using multiscale simulations, we investigated the role of an MOF layer in ion diffusion. The MOF layer was predicted to promote uniform zinc-ion diffusion, suppressing dendrite formation. In addition, it selectively hinders sulfate ions but enhances zinc-ion permeability. These findings demonstrate that the MOF layer can effectively inhibit dendrite formation and mitigate side reactions, improving the overall performance and stability of aqueous ZIBs.

O에환금-11

DFT 기반 AI를 활용한 공융용매(DES)의 CO_2 용해도 예측 정확도 향상

김진아, 임동희*
충북대
(limkr@cbnu.ac.kr*)

이산화탄소(CO2) 포집은 지구 온난화와 기후 변화의 주요 원인인 온실가스 배출을 줄이기 위한 중요한 기술로, 대기 중 CO2 농도를 감소시키는 데 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 주목받고 있는 CO2 흡수제인 DES를 구성하는 분자들의 σ-profile를 ANN 모델의 입력 변수로 활용하였다. σ-profile은 COSMO-RS 계산을 통해 얻는 분자 기술자로, 분자 표면의 전하 밀도 분포를 나타내는 지표이다. 기존 상용화되어 있는 프로그램인 COSMO-RS 이론을 활용한 모델의 경우 실험적 데이터와의 14.7% 오차를 갖고 있다. 양자화학적 계산(DFT)과 COSMO-RS 계산에서 그치는 것이 아닌 ANN 모델을 활용하였을 때는 훈련 세트는 0.67%, 검증 세트에서는 2.11%로 오차율이 줄었다. 기존 연구에서 사용된 ANN 모델을 재현하고, 다른 알고리즘이나 세부 설정을 바꾸는 등의 시도를 함으로써 예측 모델의 정확도를 높이고자 하였다.

O에환금-12

유동층 화학 기상 증착법을 이용한 고효율 다공성 실리콘/탄소 복합체 설계

서재욱, 이정규*
동아대
(jklee88@dau.ac.kr*)

본 연구는 리튬 이차전지용 고용량 음극 소재인 실리콘의 낮은 전기전도도와 충·방전 시 발생하는 부피 팽창 문제 및 낮은 초기효율 문제를 해결하기 위해, 다공성 실리콘(porous Si)에 균일한 탄소 코팅을 적용하는 전략을 제안하였다. 다공성 실리콘은 실리카(SiO_2)를 출발 물질로 하여 마그네슘 열환원법을 통해 합성하였으며, 유동층 화학기상증착법(FBCVD)을 활용해 프로필렌(C_3H_6)을 탄소원으로 사용, 750 ℃ 에서 균일한 탄소층을 형성하였다. 합성된 복합체는 SEM, TEM, XRD, Raman, TGA, BET 등을 이용해 구조적 및 물리적 특성을 평가하였고, 전기화학적 성능은 코인 셀 기반의 EIS, 충·방전 테스트를 통해 확인하였다. 그 결과, CVD를 통해 탄소 코팅된 다공성 실리콘은 우수한 초기 쿨롱 효율, 사이클 안정성 및 율특성을 가지는 것을 확인하였고, 이를 통해 고에너지 밀도와 장수명을 갖는 차세대 리튬 이차전지 음극 소재로서의 가능성을 확인하였다.

O에환금-13

직접공기포집용 나노 스케일 하이브리드 소재의 열적 산화 안정성 연구

성유경, 박인규, 박영준*
광주과학기술원
(young@gist.ac.kr*)

Direct air capture is considered a promising approach for reducing atmospheric CO2. However, the dilute CO2 in air, along with the high oxygen content, poses challenges to both the cost-effectiveness and long-term operation. Therefore, sorbents must exhibit strong resistance to thermal and oxidative degradation to endure repeated adsorption-desorption cycles. In this study, we introduce nanoparticle organic hybrid materials(NOHMs) as an effective DAC sorbent, which retained 1.43 times higher working capacity after 10 cycles under air flow. Spectroscopic investigation provides insight into the origin of this stability. In situ FT-IR analysis indicated slower oxidation in NOHMs, accompanied by distinct vibrational shifts after oxidation. These findings suggest that the NOHMs offer enhanced durability under DAC conditions, making it a promising solution for sustainable DAC.

O에환금-14

고에너지 리튬 이차전지를 위한 다공성 실리콘-흑연 복합 음극 합성 및 전기화학 특성

박세은, 이정규*
동아대
(jklee88@dau.ac.kr*)

실리콘은 높은 이론용량(4,200 mAh g^{-1})과 낮은 작동 전압(~0.4 V vs Li^+/Li)으로 인해 차세대 리튬 이차전지 음극 소재로 주목받고 있다. 그러나 충·방전 시 심각한 부피 팽창(~300%)으로 인해 사이클 수명이 저하되는 문제가 있다. 본 연구에서는 마그네슘 열 환원법(MR)을 이용하여 다공성 실리콘(pSi)을 합성하고, 탄소 코팅 및 흑연과의 복합화를 통해 안정적인 음극 복합체(pSi@Graphite@Carbon)를 제조하였다. pSi/C와 흑연을 물리적으로 단순 혼합한 pSi/C@Gr 복합체와 화학적 결합을 유도한 pSi@Gr@C 복합체를 비교하여 전기화학적 특성을 분석하였다. 또한, 수계 바인더을 적용하고 단일벽 탄소나노튜브(SWCNT)를 첨가하여 전극 포뮬레이션을 최적화함으로써 전극의 전기화학적 성능을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 본 연구는 실용적인 실리콘-흑연 복합체 설계로 흑연 음극과 비교해 용량, 급속충전과 관련된 율특성 등을 상세 분석함으로써 실리콘 기반 차세대 고용량 리튬 이차전지 음극 소재 설계에 기여할 것으로 기대된다.

O에환금-15

표면 개질 기술을 활용한 다공성 전이 금속 전극의 HER 촉매성능 향상

서강민*, 이가현, 김창희[1], 주종훈
광주과학기술원; [1]한국에너지공과대
(tjrkdals7137@gm.gist.ac.kr*)

기후 변화 문제 해결을 위해 친환경 수소 생산 기술인 수전해에 대한 관심이 커지고 있다. 물을 전기 분해해 수소를 생산하는 이 기술은 유망하지만, 높은 비용과 낮은 효율성이 문제다. 본 연구는 상업적으로 경쟁력이 높은 알칼라인 수전해 기술에 집중한다. 알칼라인 수전해는 저렴한 전이금속 기반 전극을 사용해 비용을 절감할 수 있지만, 수소 생산 반응 시 전극의 촉매 활성이 낮아지는 단점이 있다. 우리는 높은 촉매 활성을 가진 전극을 개발하고자 한다. 세라믹 공정을 활용해 다공성 표면 구조를 만든 니켈 기판에 새로운 표면 개질 기법을 적용함으로써, 수소 발생 반응 촉매 활성을 높이는 것을 목표로 한다. 이 연구를 통해 비귀금속 기반 전극의 성능을 효과적으로 개선하여 알칼라인 수전해 기술의 효율을 높일 수 있을 것이다.

O에환금-16

고성능 암모니아 분해를 위한 비용 효율적인 Ru-free 페로브스카이트 유래 촉매 설계: Ni 용출 및 전자적 특성의 최적화

박재민, 김도희*
서울대
(dohkim@snu.ac.kr*)

Ammonia decomposition is a promising route for carbon-free hydrogen production, although the development of non-noble metal catalysts with high activity remains a critical challenge. We report the rational design of $LaNiO_3$-based perovskite-derived catalysts for efficient ammonia decomposition via systematic La- and Ni-site substitution and thermal treatment optimization. Incorporation of Ba into the La site significantly enhanced the electronic density of Ni by increasing surface basicity and facilitating electron donation. Subsequent Co substitution at the B-site further improved Ni dispersion by destabilizing the perovskite structure, promoting exsolution of metallic Ni. Thermal treatment parameters—including calcination temperature, reduction temperature, and ramping rate—were optimized to facilitate the exsolution of surface-accessible Ni nanoparticles with high dispersion. Comprehensive characterization using XRD, H_2-TPR, N_2-physisorption, H_2-chemisorption, CO_2-TPD, XANES, and XPS revealed correlation among Ni dispersion, electronic properties, and catalytic reactivity. The catalyst with optimized Ba/Co content and thermal treatment (denoted optimal LBCN) exhibited the highest NH_3 conversion (85.9% at 550°C, 30,000 $mL/g_{cat}•h$) and demonstrated outstanding thermal stability over 100 hours. This study highlights the synergistic role of structural and

O에환금-17

Tuning Metal-Organic Frameworks with Mixed Ligands for Boosted Ethylene/Ethane Adsorptive Separation

성정호, 신주호, 이종석*
서강대
(jongslee@sogang.ac.kr*)

Ethylene/ethane separation is vital to the petrochemical industry but remains energy-intensive due to their close boiling points and similar kinetic diameters. Pressure-swing adsorption offers an energy-efficient alternative, yet high selectivity is challenging. Metal-organic frameworks (MOFs), such as M-gallates built from metal ions and gallic acid ligands, preferentially adsorb ethylene over ethane. Here, we present a mixed-ligand Co-gallate MOF for enhanced adsorption-based separation. Structurally related ligands were co-incorporated during synthesis, enabling control over crystallinity, morphology, and porosity. The resulting particles exhibit increased ethylene uptake and suppressed ethane adsorption, delivering enhanced selectivity.

O에환금-18

건식 개질-역수성가스전이 반응 시너지 극대화를 위한 지지체 수소 전처리 기반 Ni/CeO_2 촉매 성능 향상

강현석, 김범준[1], 노현석[1], 이열림*
계명대; [1]연세대
(yllee@kmu.ac.kr*)

Dry reforming of methane (DRM) and its CO_2-intensified variant, the synergistic coupling of DRM with the reverse water-gas shift reaction (SCDR), provide an effective pathway for converting two major greenhouse gases into syngas. However, the industrial use of Ni-based catalysts is still hampered by rapid deactivation from Ni particle sintering and carbon deposition at high operating temperatures. In this work, we explored a simple but effective strategy: tailoring the CeO_2 support through H_2 heat-treatment before Ni impregnation. CeO_2 was reduced at either 200 °C or 600 °C and then applied to prepare Ni/CeO_2 catalysts. The catalyst based on the 200 °C-treated support (Ni/CeO_2_LT) showed the highest metallic Ni dispersion and achieved a CH_4 conversion of 84% at 750 °C. Characterization by XRD, Raman, XPS, and H_2-TPR indicated that 200 °C H_2-treatment generated abundant oxygen vacancies and facilitated the formation of Ni-O-Ce interfacial sites. These surface modifications helped to maintain small Ni particle sizes and enhanced stability. Under CO_2-rich SCDR conditions, Ni/CeO_2_LT maintained stable activity with minimal carbon formation while delivering a favorable syngas ratio. Overall, our results demonstrate that controlled pre-treatment of oxide supports can significantly

O에환금-20

공기 중 이산화탄소 포집에서 Na-K 질산염 코팅으로 MgO 비활성화 억제

장재준[1,2], 윤영민[1], 김대욱[1], 최유진[1], 김하나[1], 류호정[1], 배종욱[2], 황병욱[1]*
[1]한국에너지기술연구원; [2]성균관대
(hbw@kier.re.kr*)

공기 중 이산화탄소 포집 공정(DAC)에서 높은 이론적 이산화탄소 흡수율을(24.81 mmolg^{-1}) 가지는 MgO를 기반으로 실험을 수행하였다. 순수한 MgO는 1.94 mmol g^{-1}의 높은 흡수능을 나타내지만 흡수/재생을 반복할수록 포집성능이 0.46 mmol g^{-1}으로 낮아진다. 본 연구의 목적은 사이클중 MgO의 성능저하를 억제하기 위해 저비용 알칼리 금속 질산염을 코팅하여 성능저하 억제 효과를 검증하는 것이다. 이를 위해 공침법으로 MgO를 제조하고, 1 wt.% $NaNO_3$ - KNO_3 로 함침하여 흡수제를 제조하였다. 실험은 25 ℃, 상대습도 50%, 1% CO2 조건에서 수행되었다. $NaNO_3$ -KNO_3 가 없는 순수한 MgO는 1.94 mmol g^{-1}의 높은 초기 흡수능을 보였지만, 4사이클(1.36mmol g^{-1}), 10사이클(0.82mmol g^{-1}), 20사이클 후 0.46 mmol g^{-1}으로 초기 흡수능 대비 약 76%의 성능저하를 보였다. 이에 반해 $NaNO_3$ -KNO_3 가 함침된 흡수제는 초기 1.37mmol g^{-1}의 흡수능을 보였지만, 4사이클(0.93mmol g^{-1}) 이후부터는 성능을 일정하게 유지하였고 20사이클 후 0.84 mmol g^{-1}의 성능을 보였으며 이는 순수한 MgO(0.46mmol g^{-1}) 대비 약 2배 더 높았다. 이러한 결과는 재생 단계(> 220 ℃)에서 형성되는 용융염 상태의 $NaNO_3$ -KNO_3 층이 MgO 결정립 이동·응집을 억제하고 비표면적을 보전한것으로 예상되며, 분석 결과 또한, DSC에서 ~220 ℃ 부근의 용융 신호가 확인되었고, 재생 후 XRD에서는 MgO 피크 결정립 성장 억제가, BET/FE-SEM에서는 소결 억제와 표면적 보존 경향이 관찰되었다. 따라서,

O에환금-21

수소 발생 반응을 위한 단층 측면 헤테로에피택시

이승연, 조수연*
이화여자대
(s.cho@ewha.ac.kr*)

Hydrogen attracts significant attention as a sustainable energy source through electrochemical methods without emitting carbon. The efficiency of electrochemical hydrogen production has been based on precious metals such as platinum (Pt). [1] However, it is difficult to commercialize Pt-based catalysts due to their low durability and high prices. Transition metal dichalcogenides (TMDs) are actively studied as new electrochemical catalysts to replace platinum. TMDs have excellent catalytic activity with the covalent bonds between the transition metal and chalcogen atoms. [2] In this study, we fabricate an HER microreactor of MoS_2-$MoSe_2$ lateral heterostructures synthesized by chemical vapor deposition (CVD). The MoS_2-$MoSe_2$ lateral heterostructure shows enhanced hydrogen evolution reaction (HER) performance, in which the catalytic activity increases depending on the wrinkle density of $MoSe_2$.[1] Esposito; Daniel V; Jingguang G; Chen; Energy & Environmental Science 2011, 4.10, 3900-3912 [2] Voiry; Damien; Jieun Yang; Nish Chhowalla; Advanced materials 2016, 28.29, 6197-6206

O에환금-22

Enhancing the Sulfur Resistance of Bulk Vanadiu

박홍범, 김현섭, 정형동, 김성민, 차지훈, 송인학[1], 김도희*
서울대; [1]고려대
(dohkim@snu.ac.kr*)

Bulk vanadium oxide (VO_x) has been proposed as a potential alternative due to its high activity at low temperatures; however, its deactivation behavior in the presence of SO_2 has not been thoroughly identified yet. In this work, we compared the catalytic performance of bulk VOx and conventional VWTi catalysts with SO_2 and water in the feed. Bulk VO_x catalyst exhibited a much higher initial deactivation rate than VWTi catalyst, however, once the surface became saturated with ABS, the deactivation rate stabilized and became comparable to that of VWTi. Furthermore, as previously reported for VWTi, mechanical mixing of bulk VOx with zeolite effectively mitigated ABS deactivation and improved SO_2 tolerance. TPD-MS analysis enabled the quantitative observation of sulfate species gradually forming on bulk VO_x, offering additional insights into the sulfur deactivation mechanism.

O에환금-23

직접 배출을 넘어: 그린 수소 생산을 위한 네 가지 수전해 기술에서 공급망 영향과 저감 잠재력에 대한 전과정 평가

고상혁, 김석주, 이보름*
전남대
(boreum.lee@jnu.ac.kr*)

청정에너지 전환은 탈탄소화를 위한 핵심 대안으로 수소의 중요성을 부각시키고 있다. 본 연구는 Alkaline, PEM, SOEC, AEM 등 네 가지 수전해 기술을 대상으로 원자재 채굴, 전해조 제조, 운송을 포함한 전과정평가를 진행하였다. 분석 결과 AEM이 가장 낮은 배출량(0.0267-0.0394 $kgCO_2eq/kgH_2$)을 나타냈으며, PEM, 알칼라인, SOEC 순으로 나타났다. 특히 전체 배출의 64-83%가 Scope 3에서 기인하여 공급망 차원의 영향이 절대적임을 확인하였다. 더불어 화석 기반 전력을 100% 재생에너지로 대체하는 감축 시나리오에서는 모든 기술에서 57-70%의 배출 저감 효과가 나타났다. 효율성과 핵심 원자재 의존성 완화를 동시에 달성한 AEM은 지속가능한 수소 생산의 유망 경로로 부각되며, 본 연구는 정책 및 산업계가 과학적 근거에 기반한 탈탄소 전략을 설계하는 데 필수적인 시사점을 제공한다.

다단 고정층 반응 시스템을 이용한 메탄올-방향족 연속 전환 공정의 온도 및 공급가스 조성 최적화

장은호, 남형석*, 박경두, 채호진, 이수출, 박노국[1], 배종욱[2]
경북대; [1]영남대; [2]성균관대
(namhs219@knu.ac.kr*)

전 세계적인 탄소 중립 목표에 따라 CO2를 유용한 화합물로 전환하는 기술(CCU; Carbon Capture and Utilization)에 대한 관심이 증가하고 있다. CO2 자원화 기술은 메탄올, DME, 탄화수소 등 다양한 화합물 생산에 활용되며, 특히 연료로 활용 가능한 방향족 화합물(Aromatics)이 주목받고 있다. 기존의 CO2 활용 공정은 메탄올 생산 중심으로 연구되었으나, 보다 효율적인 방향족 생산 공정에 대한 연구가 요구된다. CO2의 Aromatics화에서는 CO2를 MeOH로 전환 후 이를 다시 Aromatics로 전환하는 공정을 고려할 수 있으나, 이 경우 다단 반응기와 재순환·분리공정이 필요하다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 최근 두 반응이 동시에 가능한 텐덤(hybrid) 촉매 연구가 주목받고 있으나, 서로 다른 촉매를 단일 반응기에서 운전함으로써 최적 조건 도출에 한계가 있고 CO2 전환율도 낮다.본 연구에서는 분리공정이 없는 조건에서 2단 반응 시스템을 구축하여 최적 운전 조건을 탐색하였다. 1단 반응기에는 CZA 촉매를, 2단에는 HZSM-5 촉매를 적용하여 각각 반응온도에 따른 특성을 확인하였다. 1단은 290 ℃에서 26.6% CO2 전환율을, 2단은 350 ℃에서 28.2% Aromatics 선택도를 보였다. 또한 1-2단 연속 반응 시 31.6% CO2 전환율과 22.2% Aromatics 선택도를 나타냈다.추가적으로, MTA(MeOH to Aromatics) 실험을 통해 MeOH 농도와 co-feed gas 영향을 조사하였다. MeOH 농도가 증가할수록 C5+ 및 Aromatics 선택도가 향상되었으며, 특히 H2 혼입 조건에서 특정 농도(약 16.7%)에서 Aromatics 선택도가 크게 증가하였다. 이는 co-feed gas 조성

P 에환목-1

메탄 연료의 수소·암모니아 혼소 전환에 따른 확산화염 특성 실험 연구

송수민[1,2], 김유정[1], 윤성환[3], 박대근[1], 황정호[2*]
[1]한국생산기술연구원; [2]연세대; [3]한국해양대
(hwangjh@yonsei.ac.kr*)

본 연구는 메탄 기반 연소기에서 무탄소 연료인 수소 및 암모니아의 적용 가능성을 평가하기 위해, 동축류 버너를 활용하여 다양한 연료 혼합물(CH_4/H_2, CH_4/NH_3, H_2/NH_3)의 확산 화염 특성을 실험적으로 분석하였다. 연료의 저위발열량(LHV)을 기준으로 유속을 고정하여 화염 길이, 온도, OH^*/NH_2^*라디칼 강도, 배출가스(NO_X, CO) 농도 등을 측정하였다.암모니아 혼소 화염은 암모니아 몰분율 0.1만으로도 NO_X 배출량이 급격히 증가하는 특성을 보였다. 수소/암모니아 화염에서 암모니아 몰분율 0.5에서 메탄 화염 온도, 암모니아 몰분율 0.7에서 메탄 화염 길이가 나타났다.본 연구는 메탄 기반 연소 시스템을 수소 및 암모니아 연료로 전환할 때의 연소 특성과 배출 특성 변화에 대한 기초 데이터를 제공하며, 암모니아 연료 적용 시 NO_X 저감장치의 필요성을 제시한다.이 연구는 2024년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2024-00469885, 2024년도 소재부품산업기술개발기반구축사업)

P 에환목-2

Monoethanolamine(MEA) 및 Modulated Amine Blend(MAB)의 산화 변성 억제제 연구

고서빈[1,2], 박지혁[1,3], 김수빈[1,2], 최수현[1], 이정현[2], 박찬영[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]고려대; [3]과학기술연합대학원대
(cpark1984@gmail.com*)

Amine-based wet scrubbing is the most advanced method for removing CO_2 from power plants. However, prolonged use of amines leads to oxidative degradation from oxygen and other impurities. To mitigate this, various inhibitors such as chelating agents, radical scavengers, and stable salts have been investigated. In this study, the effectiveness of 1,3-Diaminopropane-N,N,N′,N′-tetraacetic acid (PDTA) and potassium iodide (KI) in reducing the degradation of 30 wt.% monoethanolamine (MEA) and modulated amine blend (MAB) developed by the Korea Institute of Energy Research was evaluated. Amine loss and CO_2 loading were measured by gas chromatography and total organic carbon. The degradation products were also analyzed to elucidate the degradation pathways. Improving amine stability through effective inhibition, this work aims to enhance the economic feasibility of CO_2 capture processes.

P 에환목-3

Amine 기반 CO_2 흡수제의 열변성: 열변성 물질, Mechanism, 변성 방지제

박지혁[1,2], 고서빈[1,3], 김수빈[1,3], 이승용[1], 최수현[1], 김나운[1], 박태성[1], 유정균[1], 원왕연[3], 박찬영[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]과학기술연합대학원대; [3]고려대
(cpark1984@gmail.com*)

Carbon dioxide (CO_2) emissions have become a critical environmental issue, driving the development of various CO_2 capture technologies. Among these, amine-based absorbents are widely used due to their high CO_2 absorption efficiency. However, long-term operation result in absorbent degradation within the CO_2 absorption tower, leading to performance decline and increased operational costs. Thermal degradation, in particular, occurs in the regeneration tower, which operates at temperatures near 100 ^{o}C. In this study, thermal degradation experiments were conducted for 8 weeks on monoethanolamine (MEA), a representative amine-based absorbent, and modulated amine blend (MAB), a novel absorbent developed in Korea Institute of Energy Research (KIER). From these data, the expected degradation products were identified, and possible degradation mechanisms were proposed.

P 에환목-4

이온전도도 향상을 위한 다수의 N 작용기를 포함하는 헤테로 고리 구조의 신규 무기물이 도입된 음이온교환막 개발

이규하, 주지영*
전북대
(ebbuneg@hanmail.net*)

In this study, we propose a strategy to develop anion exchange membranes with excellent ion conductivity by introducing novel inorganic nanofillers containing multiple N functional groups into a quaternized polymer matrix. The novel inorganic nanofiller, introducing ionic functional groups with heterocyclic structures into graphene oxide, aims to improve ionic conductivity and dimensional stability of organic/inorganic composite membranes. The fabricated membrane exhibits both flexibility and structural rigidity, with a uniform thickness of 40-45 μm. The hydrophilic functional groups of functionalized GO improved the ion exchange capacity (IEC), swelling ratio, water uptake, and electrochemical performance of the prepared organic/inorganic composite membrane.

P 에환목-5

Vortex tube를 이용한 공기와 CO2의 온도 분리 특성

박일용*, 정원규[1], 정갑진[2]
ONE-ENGINEERING CO., LTD; [1](주)원이엔지; [2](주)쿨어스
(kra2650@one-eng.co.kr*)

본 연구는 CO2 냉매 냉동시스템의 효율 향상에 적용시키기 위하여, 에너지 분리 장치인 볼텍스 튜브를 이용해 공기와 이산화탄소의 온도 분리 특성을 실험하고 비교하였다. counter flow type의 볼텍스 튜브에 공급압력을 고정한 채로 조건에 맞는 유체(공기와 이산화탄소)를 공급하였다. 볼텍스 튜브 끝 단에 있는 스로틀 밸브로 저온 유량 비를 조절하며 토출되는 유체의 온도를 기록하였다. 이산화탄소와 공기의 질량 비율은 약 0.658에 해당하므로 공기에 비하여 이산화탄소의 온도 분리의 영향이 작게 나타난다. 냉온가스의 유량조절은 저온 유량비가 40-50%인 범위에서 효과적인 온도분리가 이루어지는 것을 확인할 수 있었다.

P 에환목-6

MOF 고체산 촉매를 이용한 Palm mill effluent의 에스테르화 반응

박영권*, Reeta Rani, Fatemeh khaniaghesmaeili, Negar Ataei
서울시립대
(catalica@uos.ac.kr*)

팜유(CPO) 1톤이 생산될 때마다 약 2.5~3.5톤의 폐수, 즉 팜유 밀 폐수(POME)가 발생하며, 매년 약 5천만 m^3의 POME가 생성된다. 현재 대부분의 팜유 밀 폐수는 매립지에 폐기되고 있으며, 이는 토지와 환경에 부정적인 영향을 미친다. 따라서 대량의 POME를 적절히 처리할 수 있는 해결책이 시급히 요구된다. 이를 위해서 POME를 원료로 바이오디젤을 합성하는 공정이 유망하다. 본 연구에서는 잔류 팜유의 에스테르화 수율을 개선하기 위한 강력한 고체산 촉매로서 $-SO_3H$ 및 소수성 작용기를 이중 기능화한 MOF 촉매를 최초로 적용하였다. 또한, 소수성 작용기의 유무에 따른 반응 수율에 미치는 알코올 종류의 영향을 조사하기 위해 여러 종류의 알코올을 사용하여 에스테르화 반응을 수행하였다.This work was supported through the Technology Innovation Program (20015401) funded by the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea).

P 에환목-7

폴리에틸렌과 폐리튬이온배터리 유래 블랙 매스의 이산화탄소 가스화

조동완*, 유현정, 한협조
한국지질자원연구원
(dwcho@kigam.re.kr*)

본 연구는 폐리튬이온전지에서 유래된 블랙매스(BM)의 열화학적 및 공동열화학적 전환 특성을 폴리에틸렌(PE)과의 혼합 여부, 다양한 대기 조건(N_2 , 25% CO_2 , 99.999% CO_2), 그리고 700℃에서 900℃ 범위의 반응 온도에 따라 분석하였다. 불활성 질소 분위기에서는 가스 발생이 미미하였으나, CO_2 농도가 높은 조건에서는 Boudouard 반응 및 BM 내 Ni계 성분에 의한 촉매 반응을 통해 CO가 다량 생성되었다. PE를 혼합할 경우 열분해 휘발성분의 촉매 전환에 의해 특히 CO_2 분위기에서 H_2 및 CO 발생이 증가하였다. 약 18 mol%의 낮은 CO_2 농도 조건에서도 유의미한 CO_2 -CO 전환이 확인되었으며, 가열 속도와 투입물 비(BM:PE)는 가스 조성과 합성가스 수율에 중요한 영향을 미쳤다. 재사용성 평가 결과, 처리된 BM은 구조적 안정성을 유지하며 일부 촉매 활성을 보유하여 후속 습식 제련 공정에의 적용 가능성을 확인하였다. 본 연구는 BM이 CO_2 를 활용한 합성가스 생산 과정에서 촉매이자 유용한 자원으로 활용될 수 있는 가능성을 제시한다.

P 에환목-8

Synthesis Mechanism of N-Doped Carbon via Autogenic Pressure Pyrolysis of Polyurethane for Lithium-Ion Batteries

노지왕, 한주희, 채수종, 김선규[1]*
국립부경대; [1]국립부경대
(sunkyuk@pknu.ac.kr*)

Autogenic pressure pyrolysis (APP) is amethod in which volatile gases generated during pyrolysis remain within areactor, creating a self-generated reaction atmosphere. This environmentpromotes secondary reactions of the primary pyrolysis products and facilitatesthe formation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), which can furthergrow into carbonaceous structures. In this study, polyurethane (PU), a nitrogenand oxygen-containing polymer, was pyrolyzed under APP conditions to synthesizenitrogen-doped carbon. The formation mechanism of the carbon and its potentialapplication as an anode material for lithium-ion batteries (LIBs) wereinvestigated. Additionally, the properties of the carbon produced under APPwere compared with those synthesized via conventional pyrolysis using aninert gas flow, to evaluate the impact of self-generated and externallycontrolled pyrolysis atmospheres in LIBs.

P에환목-9

Praseodymium ferrite 기반 페로브스카이트 촉매에서 액상 플라즈마를 이용한 암모니아수 분해를 통한 수소 생산성 평가

정상철, 유찬서, 정경환[1]*
국립순천대; [1]순천대
(chung5101@scnu.ac.kr*)

페로브스카이트 촉매에서 액상 플라즈마를 이용한 암모니아수 분해로부터 수소를 대량 생산하는 방법을 조사하였다. 암모니아수에서 직접 플라즈마를 발생시켜 이산화탄소를 발생시키지 않고 수소를 제조하였다. 합성한 티타네이트 기반 페로브스카이트를 촉매로 사용하여 수소 생산 활성을 평가하였다. 또한, 광화학 반응 활성을 높이기 위해 praseodymium ferrite 기반 페로브스카이트를 제조하여 암모니아수의 플라즈마 분해반응에 적용하였다. 이 반응에서는 소량의 질소 가스와 다량의 수소가 생성되었다. 티타네이트 기반 페로브스카이트 촉매는 암모니아수의 플라즈마 분해 반응에서 우수한 광촉매 분해 활성을 보였다. Praseodymium ferrite 기반 페로브스카이트는 가시광 감응도가 크게 향상되어 더욱 높은 광화학 반응 활성을 보였다. 밴드갭 에너지도 약 2.0 eV로 매우 작았다. Praseodymium ferrite 기반 페로브스카이트는 다른 페로브스카이트보다 높은 수소 생성률(약 140 L/(g·h))을 보였다. Praseodymium ferrite 기반 페로브스카이트는 액상 플라즈마에 우수한 광감응 활성을 보여 암모니아수 분해에서 우수한 수소 생성능을 나타내었다.

P에환목-10

알지네이트-키토산 혼합 졸의 겔화 특성

노선균*, 김태영[1], 한신[1], 조성용[1], 민병준[1]
호남대; [1]전남대
(skno420@naver.com*)

생체재료 성능을 향상시키기 위해 최근 연구에서는 두 개 이상의 천연고분자를 결합한 하이브리드에 많은 관심을 보이고 있다. 생체합성 폴리머로 알지네이트와 키토산의 결합은 우수한 기계적 특성과 약물전달을 위한 안정적인 상호 네트워크를 형성할 수 있는 장점이 있다.본 연구에서는 겔화제인 CaCl2의 온도 변화에 따른 알지네이트-키토산 혼합 졸의 겔화 특성을 고찰하기 위해 간단한 확산 모델식을 이용하였으며, 졸-겔법에 의한 알지네이트-키토산 혼합 졸의 겔화는 겔화제의 온도 의존성임을 알 수 있었다. 알지네이트-키토산 혼합 겔 내부에서 확산계수는 겔화제의 온도가 증가함에 따라 증가하였다. 겔화제의 온도에 따른 확산 활성화에너지를 구할 수 있었으며, 알지네이트-키토산 colloid 용액의 겔화를 겔화제의 온도에 따라서 시간의 함수로 나타낼 수 있었다.

P에환목-11

고성능 리튬-공기 전지 시스템을 위한 맞춤형 MOF 유래 탄소 음극 소재

박제성*
한국생산기술연구원
(jpark@kitech.re.kr*)

Lithium-air batteries (Li-air batteries) are regarded as promising candidates for next-generation energy storage systems owing to their exceptionally high theoretical energy density (~3.5 kWh/kg). Among the various configurations, non-aqueous Li-air batteries exhibit relatively low charge overvoltages and improved round-trip energy efficiency, making them attractive for practical applications. A critical component of Li-air batteries is the cathode material, which must effectively facilitate oxygen diffusion and lithium-ion reactions. Porous carbons with well-developed meso- and macroporous structures are especially advantageous, as these pores offer abundant diffusion pathways and active reaction sites. In this study, a metal-organic framework (MOF) was employed as a sacrificial template to synthesize porous carbon materials. The MOF precursor was synthesized via an environmentally friendly route and subsequently subjected to carbonization and activation processes to produce MOF-derived carbon (MDC) with high specific surface area and tunable large-pore architecture. The structural and physicochemical properties of the resulting MDC were comprehensively characterized using XRD, SEM, XPS, FT-IR, and nitrogen adsorption isotherms. Cathodes were fabricated using the synthesized MDC through a slurry-casting process and were assembled into Li-air battery cells for electrochemical performance

P에환목-12

수소-LNG 혼합 연소의 배출 및 화염 특성

심유빈, Dang Khoi Le, 유미연[1], 이민정, 권형욱*
서울과학기술대; [1]KITECH
(hkwon@seoultech.ac.kr*)

Abstract Hydrogen-enriched natural gas (LNG-H_2) combustion is gaining attention as a transitional clean energy technology for improving combustion efficiency and reducing harmful emissions. However, the effects of hydrogen blending on LNG flame behavior and pollutant formation remain unclear. This study examined flame characteristics and emission profiles under various hydrogen fractions and equivalence ratios. Flame temperature and OH radical concentration were measured using an ICCD camera and Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy (TDLAS), and compared with computational fluid dynamics (CFD) simulations to determine accurate numerical setups. TDLAS-based temperatures showed good agreement with numerical predictions, whereas ICCD-based OH radicals captured the overall trend but deviated in magnitude. CFD simulations showed hydrogen addition reduced formaldehyde and CO emissions, but increased NO_X with higher flame temperatures. This study provides key data for reducing emissions and optimizing LNG-H_2 combustion.

P에환목-13

Twin-Auger 고정층 시스템을 이용한 폴리올레핀 플라스틱의 열화학적 전환기술

김종수, 김형진, 윤주형, 정수화*
한국생산기술연구원
(pysoo80@kitech.re.kr*)

최근 탄소 중립 이슈와 함께 폐플라스틱 처리 문제가 대두되고 있다. 폐 플라스틱의 재활용 기술 중에서도 유기물을 전환하여 원료 및 에너지로 재활용하는 열화학적 전환 기술은 플라스틱에 주로 이용되어 왔던 물질 재활용의 한계를 넘어선 기술로 평가받고 있다. 열화학적 전환 기술은 주로 열분해, 가스화 그리고 해중합 기술로 나눌 수 있다. 가스화의 경우 반응 분위기의 제어가 용이하며, 이를 통해 발생되는 수소를 포함한 가연성 가스의 경우 가스엔진을 통해 전기 생산도 가능하다. 본 연구에서는 Twin-Auger 고정층 가스화 시스템을 이용하여 폐 폴리올레핀(WPE, WPP) 플라스틱부터 프로듀서 가스를 생산하고 특성을 관찰하였다. 가스화 온도는 820~920℃ 및 투입량 조절을 통하여 ER을 조절하였다. 가스 내부 오염물질 개질 특성을 관찰하기 위하여 반응기 하부에 활성탄 층을 적용하였다.사사:본 연구는 산업통상자원부 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 소재부품산업기술개발기반구축사업(No. RS-2025-19002973)의 일환으로 수행되었습니다.

P에환목-14

목질계 및 비목질계 바이오매스 혼합에 따른 알칼리 금속/토금속에 의한 공열분해 특성 분석 연구

구현정[1,2], 박준영[2], 박효경[2], 윤희선[2], 김유정[2], 이진기[2], 신명철[2], 김성주[2], 오진영[1]*
[1]경희대; [2]한국생산기술연구원
(jyoh@khu.ac.kr*)

바이오차는 바이오매스의 열분해를 통해 얻어지는 고체 탄소물질로 촉매, 토양 개질제, 흡수제 등 다양한 측면에서 높은 활용성을 가진다. 목질계 바이오매스는 무기성분이 적은 반면, 비목질계 바이오매스인 축산분뇨는 상대적으로 알칼리 및 알칼리 토금속이 다량 포함되어 있어 열분해 반응에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 목질계 및 비목질계 바이오매스를 혼합하여 열분해하는 과정에서 알칼리 금속 및 알칼리 토금속이 공열분해 특성에 미치는 영향을 조사하고자 한다. 바이오매스 시료로는 목질계(목분), 초본계(왕겨), 비목질계 바이오매스(축분)를 사용하였다. 반응온도 300-900도에서 1시간 동안의 질소분위기에서 열분해 반응을 수행하고 유기물 질량 감량을 기반으로 비목질계 바이오매스의 혼합 비율에 따른 무기성분의 촉매적 역할을 분석하여 공열분해 특성을 조사하였다. 다양한 바이오매스 자원의 혼합 활용 가능성을 제시함과 동시에 바이오차의 특성 향상 가능성을 제시하고자 한다.

P에환목-15

축분 유래 알칼리 금속 및 토금속의 바이오차 표면 담지(Impregnation) 특성에 관한 연구

박준영[1,2], 구현정[2], 박효경[2], 윤희선[2], 김유정[2], 이진기[2], 신명철[2], 김성주[2]*
[1]동국대; [2]한국생산기술연구원
(seongju@kitech.re.kr*)

축분 내 알칼리 금속 및 토금속은 바이오매스의 열분해 공정에서 촉매적 역할을 하는 중요한 물질이나, 바이오차 표면의 활성 사이트 및 산성도를 감소시키는 단점을 갖는다. 본 연구에서는 축분 내 알칼리 금속(K, Na) 및 토금속(Mg, Ca)을 바이오차 표면에 담지하여 그 특성을 살펴보고자 한다. 최적의 열분해 온도에서 생산된 목질계 바이오매스 기반 바이오차를 지지체로 활용하여, 축분을 각 용매(물, 1M HCl, KOH)에서 4시간동안 교반 후 축분 내 탄소 활용 및 알칼리 금속/토금속을 바이오차에 담지하고자 한다. 알칼리 금속 및 토금속이 저온에서 NOx의 과산화를 억제하여 N2 선택성을 향상시킨다는 연구결과를 기반으로, 바이오차 기반 촉매 특성을 파악하기 위해 원소분석, 공업분석, XRF, XRD, BET 분석을 수행하였다. 축분의 고부가가치 전환을 통해 활용 범위를 높이고, 친환경 저가 촉매 제조 기술을 확보하여 지속가능한 기술 개발에 기여하고자 한다.

P에환목-16

폐각을 활용한 수성용 차열 도료 개발

이경빈, 강민지[1], 서현[1], 정병남[2], 정문택[2], 정민철[1]*
순천대; [1]순천대; [2](주) 티알신소재
(mchung@sunchon.ac.kr*)

'지구 온난화'란 지구의 평균 기온이 지속적으로 상승하는 현상을 의미한다. 우리 지구는 '지구 온난화'로 인하여 전 세계적으로 해수면 상승, 가뭄, 기상 이변 등 심각한 이상 기후 현상이 발생하고 있다. 특히 그 중에서 중요한 것이 지구의 온도가 계속해서 상승하고 있기 때문에 시간이 지날수록 현재 우리가 살고 있는 지구에 큰 악영향을 끼치게 된다는 점이다.본 연구는 지구 온난화의 주요 원인인 이산화탄소를 효과적으로 저감하기 위해 폐자원을 활용한 차열 도료에 관한 내용이다. 특히 농어촌의 축사, 우사, 양계장 등의 지붕 차열은 가축들의 생활환경 개선을 할 수가 있어서 고기의 질과 폐사율 감소에 영향을 준다.따라서 본 발표에서는 어촌에서 생산되고, 폐기되는 폐각을 재활용하여 차열 도료 개발과 이를 차열효과에 대한 결과를 발표할 것이다.본 연구는 전남테크노파크의 지역핵심과학기술 집중 육성사업 지원으로 수행되었다.

P에환목-17

소성 분위기 조절을 통한 Pt-O-Ce 결합 구조 제어 기반 수성가스전이반응용 내황성 촉매 개발

신봉경, 김경진, 홍가람, 박호룡, 노현석*
연세대
(hsroh@yonsei.ac.kr*)

This study investigates the improvement of sulfur resistance in Pt/CeO_2 catalysts for the water-gas shift (WGS) reaction by controlling the heat treatment atmosphere (oxidative, inert, and reductive) during the calcination step. CeO_2 supports were synthesized via the precipitation method and calcined under three different atmospheres (100% O_2, N_2, and H_2). After Pt impregnation (2 wt%), the Pt/CeO_2 catalysts were further calcined under the same set of atmospheres to evaluate the effect of heat treatment on metal-support interactions. All prepared catalysts were tested under harsh WGS conditions, including 1,500 ppm H_2S, a high CO concentration (~38%), and a high gas hourly space velocity (GHSV) of 82,000 h^{-1}. Among them, the $Pt[N_2]$-$Ce[N_2]$ catalyst, treated entirely under an N_2 atmosphere, exhibited the highest catalytic activity and sulfur tolerance, attributed to its strong metal-support interaction. Physicochemical analyses revealed that the calcination atmosphere significantly affected the Pt-O-Ce bond strength, surface area, metal dispersion, and oxygen storage capacity of the catalysts.

P에환목-18

압력파이용 분진세정기술 개선방안 및 소각로 대상 경제성 평가

박주형*
포항산업과학연구원
(pjhchem@rist.re.kr*)

폐기물 소각설비 내 부착된 분진은 설비성능 및 가동율을 낮추는 문제를 야기시킨다. 이를 해결하기 위해 soot blower, rapping, sonic horn, 압력파 등 다양한 분진세정기술이 적용되고 있다.이 중 압력파를 이용한 분진세정기술은 운전 중 적용이 가능하고 휴대성이 용이하여 분진발생변동성에 대응이 쉽고밀폐공간 내로 인력 진입이 필요 없어 안전하고 효율적인 분진 제거 기술로 알려져 있다.본 발표는 이러한 압력파 이용 분진세정기술의 제거효율 및 적용 용이성을 더욱 개선할 수 있는 방안 및 압력파 기술을 폐기물 소각로에 적용할 경우 경제성 등에 관한 연구를 수행하였다..본 연구는 중소벤처기업부와 중소기업기술정보진흥원의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (과제번호: RS-2023-00207617)

P에환목-19

Upgrading of Bio-Oil Derived from Underutilized Pine Biomass for Sustainable Aviation Fuel Applications

오준형[1], 엄병환[1,2]*, 김현일[1], 임혁성[1]
[1]한경국립대; [2]탄소중립자원센터
(bhum11@hknu.ac.kr*)

Lignin-derived bio-oil is a promising precursor for sustainable aviation fuel (SAF) due to its high carbon content and aromaticity. The present work investigates the upgrading of bio-oil derived from organosolv lignin extracted from underutilized pine biomass. Reactions were performed under nitrogen (10 bar) at 350-500°C under non-catalytic and catalytic conditions (Pt/C, Pt/Al_2O_3). Elemental analysis showed that as temperature increased, oxygen content decreased; at 500°C without catalyst, the O/C ratio dropped to 0.06 and H/C rose to 1.29. Oil yield declined with temperature and time, while solid yield remained stable. GC-MS results revealed guaiacyl monomers like guaiacol derivatives were reduced, while polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), including retene and phenanthrene, became dominant. In parallel, paraffinic hydrocarbons increased compared to the original lignin oil. These findings suggest the upgrading process improves molecular properties favorable for SAF production.

P에환목-20

인공지능을 이용한 리튬인산철($LiFePO_4$) 배터리의 전극 최적화 연구

조성규*, 김세영, 김재은, 김대영, 손호인
한국폴리텍대학
(sgcho@kopo.ac.kr*)

The demand for lithium-ion batteries (LIBs) with high-rate capability and long cycle life is rising due to the growth of electric vehicles and energy storage systems. $LiFePO_4$ (LFP) is known for thermal stability and durability, but its low energy density requires process optimization. In this study, we used an A.I.-based method where a deep learning model was trained on experimental data to predict optimal electrode conditions. Four variables—conductive additive, binder, electrode loading, and slurry density—were considered. The model captured nonlinear effects of these variables and identified ideal settings without exhaustive testing. Electrochemical tests showed that the AI-predicted conditions improved charge/discharge efficiency and cycle stability. This result highlights A.I.'s potential to reduce trial-and-error, speed up development, and improve battery performance

P에환목-21

실험계획법을 이용한 리튬인산철($LiFePO_4$) 배터리의 전극 최적화 연구

조성규*, 김민지, 강다현, 전민석, 김준엽
한국폴리텍대학
(sgcho@kopo.ac.kr*)

With the increasing demand for energy storage systems (ESS) and electric vehicles, developing high-performance secondary batteries with enhanced safety and long cycle life is essential. $LiFePO_4$ (LFP) batteries are gaining attention for their excellent thermal stability and long lifespan, making them suitable for a wide range of applications. However, due to relatively low energy density, optimization is needed to enhance overall performance. In this study, the Design of Experiments (DOE) was applied to systematically analyze the effects of key variables—including binder, conductive additive ratio, loading level, and slurry density—by composition ratio. As a result, LFP batteries under optimized conditions exhibited improved charge-discharge efficiency and cycle life, along with enhanced process reproducibility and reliability. This DOE-based electrode optimization enables analysis of variable interactions and helps establishing consistent conditions, improving LFP battery quality.

P에환목-22

NaCl 매개 다공성 Co/CoS_2-NSCNT의 이기능성 아연-공기 전지 적용 연구

서형석, 백성현*, 민경석, 강시연
인하대
(shbaeck@inha.ac.kr*)

전 세계적인 에너지 소비 증가와 기후변화 대응을 위해 고효율·저비용의 전기화학 촉매 개발이 주목받고 있지만, 산소 발생/환원 반응의 속도 관련 한계로 고성능 양극용 촉매 개발의 필요성이 요구되고 있다. 본 연구에서는 ZnCo-ZIF를 전구체로 하여 NaCl 보조 열처리를 통해 다공성 Co-NC를 합성하고, DCD 처리로 CNT가 성장한 Co-NCNT를 제조하였다. NaCl은 아연 이탈로 형성된 기공을 유지하고 응집을 억제하였으며, CNT는 전자·물질 전달 경로를 제공해 활성 향상에 기여하였다. 이후 고온 황화를 통해 Co/CoS_2 이종접합을 형성, Mott-Schottky 접합에 의해 전기전도도가 향상되었다. 최종 합성된 Co/CoS_2 -SNCNT는 알칼리 조건에서 우수한 ORR·OER 활성을 나타내어 아연-공기 전지에서의 응용 가능성을 확인하였다.

P에환목-23

마이크로파 기반의 신속·제어 합성을 통한 산소 환원 및 산소 발생 반응용 이중 금속 MOF 촉매의 제조 및 분석

신재훈, 신지윤, 민경석, 백성현*
인하대
(shbaeck@inha.ac.kr*)

아연-공기 전지는 높은 에너지 밀도와 경제성, 친환경성으로 차세대 전지로 각광받고 있으나, 양극에서의 산소 발생·환원 반응(OER·ORR) 속도 저하로 성능이 제한되며 현재 상용화된 귀금속 촉매는, 높은 비용과 낮은 내구성 및 효율성이 한계로 작용한다. 이에 따라, 비용 효율성과 안정성을 동시에 확보할 수 있는 전이금속 기반 이기능성 촉매 개발이 필수적이다. 본 연구에서는 NiCo-BTC와 CoFe-BTC를 마이크로파 합성 장치를 이용해 180 ℃에서 10분간 반응시켜 합성하였다. 이후 800 ℃, Ar 분위기에서 2시간 동안 열처리를 진행하여 각각 NiCo/NC와 CoFe/NC를 얻었다. 이어서 thioacetamide와 전구체를 DMF에 용해한 뒤, 마이크로파 합성 장치를 이용해 230 ℃에서 30분간 반응시켜 NiXCo9-XS8/NSC와 Co9S8/FeS/NSC를 합성하였다. SEM, XRD, FT-IR과 같은 물성 분석을 통해 촉매의 모폴로지와 결합을 확인하였고 LSV, Tafel, CA 등의 전기화학적 분석을 진행하여 산소 환원 및 발생 반응에 대해 모두 우수한 성능을 가지는 이기능성 촉매임을 확인하였다.

P에환목-24

Se 도핑 Co-Mo 카바이드 기반 이종접합 복합촉매의 합성 및 수정해 성능 평가

강시연, 신재훈, 민경석, 백성현*
인하대
(shbaeck@inha.ac.kr*)

수전해의 높은 에너지 장벽을 극복하기 위해서는 전기전도성, 활성점 밀도, 구조적 안정성을 모두 갖춘 촉매 개발이 필요하다. 본 연구에서는 MF 구형 구조를 주형으로 Co와 Mo 기반 polydopamine을 코팅한 CoMoPDA@MF를 합성하였다. 이를 Ar 분위기 800 ℃에서 2 h 열처리하여 Co/Mo_2 C/Co_3 Mo_3 C@NC를 제조하고, Se powder와 함께 Ar 분위기 450 ℃에서 2 h 열처리하여 전이금속 셀레나이드($CoSe_2$, $MoSe_2$) 상이 도입된 이종접합 구조를 구현하였다. SEM, TEM, XRD 분석에서 다공성 구조와 균일한 상 분포를 확인하였으며, 전기화학적 평가(LSV, Tafel, EIS)에서 HER과 OER 모두에서 낮은 과전압, 우수한 전하이동 특성, 장기 안정성을 보여 차세대 수전해 전극 소재로서 높은 잠재력을 입증하였다.

P에환목-25

마이크로웨이브 합성 기반 Hollow 구조 CoS_2/WS_2 헤테로 촉매의 수전해 성능 평가

신지윤, 서형석, 민경석, 백성현*
인하대
(shbaeck@inha.ac.kr*)

탄소 배출이 없는 청정 에너지 생산 기술이 전 세계적으로 주목받고 있는 가운데, 수전해 수소 생산은 차세대 에너지 시스템의 핵심 기술로 여겨진다. 그러나 수전해 반응은 높은 과전압과 낮은 반응 속도 등의 한계를 가져, 이를 극복하기 위한 고활성 전기화학 촉매의 설계가 필수적이다.본 연구에서는 고온에서 열분해되는 polystyrene을 템플릿으로 제작하여, 이를 ZIF-67로 코팅하였다. 그 후, 열처리하여 내부가 빈 중공 구조를 형성한 후, TAA, $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$와 함께 microwave-assisted synthesis를 하여 이종접합 구조를 합성하였다. 합성된 시료는 SEM, TEM, XRD와 같은 물성 분석을 통해 중공형 형태와 결정상 형성을 확인하였다. 전기화학적 특성(LSV, Tafel 등) 평가 결과, 본 촉매는 우수한 HER·OER 활성을 가지는 것을 확인하여 이중기능성 수전해 촉매를 입증하였다.

P에환목-26

암모니아-수소 혼합 연료 확산화염에 대한 화학반응기구의 NO_x 예측 성능 검토

최희성[1,2], 김유정[1], 윤성환[3], 황정호[2*], 박대근[1]
[1]한국생산기술연구원; [2]연세대; [3]한국해양대
(hwangjh@yonsei.ac.kr*)

NH_3를 기반으로 한 탄소중립 연료의 활용 가능성을 확인하기 위해, NH_3-H_2 혼합 연료의 확산화염에서 질소산화물(NO_x) 생성 특성을 분석하고, 다양한 화학반응기구의 예측 성능을 비교 평가하였다. 기존 연구에 따르면, 화학반응 메커니즘 별로 NO소멸 경로, NO 전환 반응, thermal NO 경로의 기여도가 상이하여 NO_x 생성 및 소멸 특성이 다르게 나타난다. 이러한 차이는 메커니즘 축소 과정이나 반응속도 상수의 설정에 기인하며, 수소 혼합률 변화 시 NO_x 생성 위치와 양의 예측에 큰 영향을 미친다. 본 연구는 NH_3-H_2 혼소 해석의 신뢰성 확보와 최적 메커니즘 선정을 위해 총 4 가지 화학반응기구에 대한 예측성능 평가를 수행하였다. ANSYS Fluent를 활용한 2차원 축 대칭 모델링과 1차원 화학반응 시뮬레이터를 활용하였다. 온도, 주요 생성물 분포를 검토한 결과, 화염 온도와 형상은 네 가지 메커니즘 모두 유사한 경향을 나타냈으나 NO 및 NO_2 의 경우 메커니즘별로 상이하게 예측되었다. 정확한 검증을 위해 데이터를 정규화 후 실험 결과와 비교 할 예정이며 주요 생성 및 소멸 반응에 대한 민감도 분석도 함께 진행 예정이다. 이 연구는 2024년도 산업통상자원부 및 산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 ('RS-2024-00430798')

P에환목-27

Synergistic electrochemical properties of Fe-Cu-Ag phosphate/MWCNTs nanocomposite for asymmetric supercapacitors.

Pranav Kalidas Katkar, 이상화*
가천대
(lswha@gachon.ac.kr*)

Here, we proposed a hybrid design in which a crystalline/amorphous marigold-like iron-copper-silver phosphate (FCAP) heterostructure is hydrothermally anchored onto multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs). However, the MWCNTs were initially functionalized and deposited on nickel foam (NF) via a dip-and-dry approach. Incorporating MWCNTs enabled the effective encapsulation of redox-active multi-metallic sites with diverse oxidation states, leading to superior performance. Accordingly, the FCAP-5 nanocomposite delivered an outstanding specific capacity of 1140 C/g (1900 F/g) at 5.0 A/g and maintained a 96.2% capacity after 10000 cycles. To demonstrate practical applicability, a hybrid solid-state (HSS) supercapacitor was fabricated using FCAP-5 (cathode) and reduced graphene oxide (anode) in a PVA-KOH gel electrolyte. The device achieved a high voltage output of +1.7 V, with a specific capacity of 164 C/g (45.6 mAh/g), an energy density of 38.7 Wh/kg, and a power density of 1700 W/kg at 2.0 A/g. The device also exhibited an exceptional cycling stability (91.5%) after 10000 cycles. Likewise, the serially connected HSS supercapatteries illuminated different colored light-emitting diodes, suggesting that the proposed nanocomposite has significant potential for use in advanced energy storage applications.

P에환목-28

리튬-황 전지용 이산화탄소 유래 질소 도핑 다공성 탄소 양극재

김혜인, 이다연, 양정우, 윤원찬, 이재우*
한국과학기술원
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

본 연구에서는 이산화탄소로부터 유래한 질소 도핑 다공성 탄소(CPCN)를 활용하여 리튬-황 전지의 성능을 향상시켰다. CPCN은 탄산칼슘($CaCO_3$) 나노템플릿 하에서 이산화탄소와 소듐 보로하이드라이드($NaBH_4$)를 반응시켜 기본 다공성 탄소소재를 합성한 뒤, 추가적으로 암모니아 수용액을 버블링 처리하여 합성되었다. 암모니아 처리 과정은 탄소 구조에 질소 원자를 도입하고 다공성을 증가시켜 더 풍부한 리튬 이온 확산 경로를 제공했다. 또한, 이 과정에서 피리디닉 질소(pyridinic N) 등을 포함한 다양한 질소 작용기가 형성되어 리튬 폴리설파이드에 대한 강력한 흡착 사이트를 제공하고 전환을 촉진하여 전기화학적 성능을 크게 향상시켰다. 코인 셀 사이클링 테스트 결과, CPCN 전극은 0.2 C에서 최대 1,368 mAh/g의 방전 용량을 기록했으며 높은 황 적재량(5.71 mg/cm^2) 조건에서 0.2 C 기준으로 최대 면적 용량 3.38 mAh/cm^2를 구현하였다.

P 에환목-29

리튬이온전지용 고니켈 양극재의 안정성 향상을 위한 금속 도핑 및 인산염 코팅

Alagar Srinivasan[1], 김준[2], 박기대[1,3], 정상문[1,3*]
[1]충북대 차세대에너지기술연구소; [2]충북대 화학공학과; [3]충북대 신소재공학과
(smjeong@chungbuk.ac.kr*)

Ultra-high-nickel layered oxide cathodes (Ni ≥ 90%) offer high specific capacity and excellent energy density, making them attractive for advanced lithium-ion batteries. However, these materials often suffer from structural degradation, phase instability, and rapid capacity fading during extended cycling, especially under high-voltage and high-rate conditions. In this work, we develop a Mo-doped $LiNi_{0.9}Mn_{0.07}Co_{0.02}Al_{0.01}O_2$ (Mo-NMCA) cathode protected by a uniform nanoscale Li_3PO_4 (LPO) coating. The material is synthesized using an optimized co-precipitation route followed by a controlled solid-state process, enabling precise elemental incorporation and homogeneous surface modification. Mo doping stabilizes the layered structure by reducing cation migration and suppressing detrimental phase transitions. The LPO coating further improves interfacial stability, minimizes electrolyte-driven degradation, and enhances lithium-ion transport kinetics. Comprehensive structural and chemical characterizations, including neutron diffraction and scanning transmission X-ray microscopy, confirm the synergistic effects of doping and coating on lattice integrity and surface passivation. Electrochemical testing in half-cell configuration shows that LPO-Mo-NMCA delivers an initial discharge capacity of 219 mAh/g at 0.1 C. At a high rate of 3 C, the

P 에환목-30

Cu-Impregnated MOF-Derived Carbon for Enhanced CO adsorption and CO/H2 Separation

송재규, 박제성*
한국생산기술연구원
(jpark@kitech.re.kr*)

During hydrogen production via methane reforming, a CO/H2 gas mixture is inevitably generated. Since CO is useful in chemistry and industry, it is important to efficiently separate CO from this mixture.In this study, a novel Cu-impregnated MOF-derived carbon(Cu-MDC) adsorbent was developed to enhance CO adsorption performance. The adsorbent was synthesized by combination of MDC with a Cu solution impregnated binder. The resulting Cu-MDC showed higher CO adsorption capacity compared to activated carbon-based adsorbents. Textural properties were characterized using Brunauer-Emmett-Teller(BET) analysis, confirming the development of a porous structure favorable for gas adsorption. Additionally, the potential application of the selective CO separation process from CO/H2 was demonstrated through hydrogen adsorption experiments.

P 에환목-31

Evaluation of Dry Solvent Recovery of NMP using Activated Carbon

Muthiah Rezky Zachraini, 최호경[1], 임혁[1], 김성일[1], 전동혁[1*]
한국에너지기술연구원; [1]한국에너지기술연구원
(cian@kier.re.kr*)

This study explores dry solvent recovery of N-Methyl-2-pyrrolidone (NMP), the primary solvent for cathode material in lithium-ion battery production. Purpose of developing a dry solvent recovery method is to reduce energy use and improve sustainability. AC-1 and AC-2 were evaluated as adsorbents. The desorption NMP from activated carbon was studied under varied conditions, including temperatures (100-200°C), times (1-5 hours), and nitrogen flow rates (200-400 cc/min). BET and TGA analyses were applied to determine surface area, pore size distribution, and residual NMP content. AC-1 reveals limited desorption even at the highest temperature, while almost no residual NMP is present on AC-2 after desorption. However, the process shows incomplete condensation, so future work will focus on optimizing condensation to achieve higher recovery yield.

P 에환목-32

2D Ti_2C MXene로부터 TiN으로의 공학적 전환: 고성능 마이크로슈퍼커패시터 응용을 위한 맞춤형 합성 전략

Hafis Hakkeem[1], 정상문[2,3*]
[1]Chungbuk National University; [2]충북대; [3]충북대 차세대에너지기술연구소
(smjeong@chungbuk.ac.kr*)

Transition metal nitrides have been explored for its energy storage capabilities in the recent years. While it's inherent properties like high conductivity, chemical stability and pseudocapacitance promotes itself, low surface area and oxidation susceptibility limits its extensive use. Herein, we propose a strategy to synthesize titanium nitride, TiN from Ti_2C, where the synthesized TiN holds the morphological advantages of MXene. The effect of each precursor involved is also studied in this work. Ammomiation of Ti_2C by annealing with urea replaces carbon in MXene with nitrogen, while polyethylene glycol (PEG 2000) brings carbonaceous agglomerations on the accordion structure inherited from parent MXene. This morphology facilitates high surface area for better electrode-electrolyte interaction. Undesirable oxidation from PEG is hindered by using boric acid in the precursor mixture. The synthesized TiN holds the accordion structure of parent MXene modified with carbon agglomerations. A promising specific capacitance of 23 mF cm^{-2} was attained in a three-electrode configuration, retaining 84% of its initial value after 10,000 charge/discharge cycles. Furthermore, a symmetric microsupercapacitor device was fabricated, which shows 10 mF

P에환목-33

사용후 배터리 분해/상태 진단 기술 개발 및 열화 배터리 시험을 통한 정량화 알고리즘 검증

이동주*, 조현빈, 이재현, 이재용, 곽성복
디와이덕양
(djlee2@dyauto.kr*)

세계 전기차 배터리 수요는 지속적으로 증가할 것으로 전망되며, 그에 따라 대량으로 회수될 사용후 배터리의 잔존 성능·안전성을 정밀 진단해야 할 산업적·환경적 요구가 급속히 커지고 있다. 한편 국내에서도 '사용후 배터리 공정거래 가이드라인'과 사업자 등록제 도입이 예고되며, 정확한 상태 진단 기술과 정량화 알고리즘의 표준화가 선결 과제로 부상하였다. 이러한 배경 아래 전기화학-열-기계 다중 진단 기술과 열화 배터리 실증 시험을 결합해 알고리즘 성능을 정량 검증하고, 사용후 배터리의 최적 활용·재사용 의사결정을 지원할 체계적 평가 지침을 마련하고자 한다.본 연구에서는 배터리 성능/안전 지표 검사 정확도 향상을 위한 재조립 배터리에 대한 열화 시험을 진행하고 정상 배터리 시료 데이터와의 비교를 통한 상태 진단 알고리즘 신뢰성을 확보하고자 한다. 본 연구는 산업통상자원부 및 산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임을 밝힙니다.(20032279)

P에환목-34

사용후 배터리 성능 검증 및 열화 영향인자 분석을 통한 최적 사용 평가 기술 개발

이동주*, 조현빈, 이재현, 이재용, 곽성복
디와이덕양
(djlee2@dyauto.kr*)

전기차·에너지 저장 시스템의 확산으로 사용후 배터리가 급격히 증가하면서, 잔존 수명·안전성을 신뢰성 있게 예측하고 최적 활용 전략을 제시할 수 있는 평가 기술의 필요성이 대두되고 있다. 최근 발생한 배터리 공장 대형 화재 사례가 보여주듯, 열화로 성능과 안전성이 저하된 셀·모듈을 현장에서 신속·정확하게 진단할 수 있는 기술은 아직 미흡하다. 이에 사용후 배터리 성능 검증 및 열화 영향인자 분석을 통한 최적 사용 평가 기술을 개발하고자 한다. 본 연구는 현장-기반 실증 시험과 가속 열화 테스트를 병행하여 전기화학적 성능 지표(용량, 내부저항 등), 열적 거동 변화, 전해질·전극 물성 변화를 정밀 진단하고 이를 결과 데이터와 연계하여 핵심 열화 영향인자를 식별한다. 최종적으로 잔존 수명 예측 정확도를 향상시키고 재활용 의사결정을 지원하는 최적 사용 평가 데이터를 제안한다.본 연구는 산업통상자원부 및 산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 결과물임을 밝힙니다.(20031919)

P에환목-35

나노유체 베이퍼 챔버 적용 열전도 성능 및 배터리 냉각 시스템 효율 향상 연구

이동주*, 이재현, 이재용, 곽성복
디와이덕양
(djlee2@dyauto.kr*)

최근 전기차와 같은 고용량 배터리를 사용하는 시스템에서 열 관리의 중요성이 증가하고 있다. 배터리 셀의 과도한 열 축적은 성능 저하 및 수명 단축을 초래할 수 있으며, 이에 대한 효율적인 열 관리 기술이 요구된다. 기존의 냉각 방식은 대부분 기계적 순환 및 공기 흐름을 이용한 방법에 의존하고 있으나, 이는 제한적인 열전달 성능과 공간 제약으로 인해 고용량 배터리 시스템에서 효율적으로 작동하기 어렵다. 이에 따라, 초박형 베이퍼 챔버 시스템이 새로운 해결책으로 주목받고 있다. 이 시스템은 모세관력에 의한 증발 냉각 원리를 적용하여, 열을 고르게 분산시키고 열전도 성능을 크게 향상시킬 수 있는 가능성을 가지고 있다. 본 연구에서는 베이퍼 챔버에 나노 유체를 도입에 따른 열전도도, 응축, 증발 효율, 온도 분포, 내구성 등 성능 향상을 관찰하였다. 사의 : 본 연구는 산업통상자원부에서 공고한 지역혁신클러스터육성(R&D)사업 (과제번호 :P0025392)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

P에환목-36

배터리 열폭주 안전을 위한 난연 복합 소재의 제조 공정 최적화 및 성능 평가

이동주*, 이재현, 주우언, 이재용, 곽성복
디와이덕양
(djlee2@dyauto.kr*)

전동화 • 고에너지화 트렌드 속에서 리튬이온 배터리의 구조적·열적 안전성을 소재 단계에서 확보하려는 수요가 급격히 증가하고 있다. 임계온도 돌파 시 분출되는 열·가스는 차량과 에너지 저장 시스템에 치명적 2차 사고를 유발하므로, 경량화와 화염 저지 기능을 동시에 갖춘 고성능 복합재가 핵심 해결책으로 부상한다. 최근 연구는 연속 섬유 강화 열가소성 테이프에 기계적 강도, 열 확산, 화염 억제 메커니즘을 통합해 후공정 부담을 줄이고 설계 자유도를 넓히는 방향으로 진화하고 있다. 이에 대응하여 해당 연구에서는 다원소 시너지 불꽃 억제제를 적용한 새로운 복합재를 설계하고, 공정 변수-구조-성능 간 상호작용을 체계적으로 규명해 차세대 열폭주 배터리 보호 솔루션의 실질적 설계 지침을 제시한다. 본 연구에서는 열폭주 시 발생하는 유해 가스 제어, 화재 확산 방지에 특화된 난연 복합 소재 개발 및 특성 최적화에 대한 연구를 진행하였다. 난연 첨가제를 조합한 배터리 모듈 소재의 성능을 확보하고 난연 기능 극대화를 위한 구간별 온도 제어 제조 프로세스를 최적화하고 배터리 모듈의 난연 및 방열 성능별 유효성 검증 및 적합한 조성을 확보하였다. 사의: 본 연구는 산업통상자원부에서 공고한 자동차산업기술개발산업 그린카 사업 (과제번호:20024923)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

P 에환목-37

세륨 도핑 $SrFeO_3$ 기반 CH_4 개질 – CO_2 분해 레독스 순환 공정에서의 합성가스 생산 효율 향상

윤설화[1,2], 김상혁[2,3], 유지수[1,2], 이정현[2], 장종탁[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]고려대; [3]한국에너지기술연구원
(jtjang@kier.re.kr*)

합성가스(H_2/CO)는 메탄올, 합성연료 등 주요 화학 제품의 핵심 중간물질로, 현재는 주로 석탄 가스화를 통해 생산된다. 그러나 불순물 제거와 H_2/CO 비율 조정을 위한 복잡한 분리 공정으로 에너지와 비용 부담이 크다. 대안으로 CH_4 reduction-CO_2 splitting 기반 산소 운반체 순환 공정이 주목받지만, CO_2 전환율 저하와 느린 산소 확산이 반응 속도를 제한한다. 이 한계를 극복하기 위해 높은 산소 저장력과 산화환원 특성을 가진 $SrFeO_3$(SFO)가 연구되고 있으나, 낮은 열 안정성과 반응 속도를 개선하기 위한 부분 도핑이 필요하다. 본 연구에서는 SFO의 Sr 위치를 세륨(Ce)으로 부분 치환($Sr_{1-x}Ce_xFeO_3$, x=0.06, 0.2)하여 격자 산소 이동성과 열 안정성을 향상시켰다. 900 ℃에서 10 cycle의 CH_4 reduction-CO_2 splitting 및 CO_2농도 변화 실험을 통해 Ce 도핑 효과를 평가하였으며, SEM, EDS, XRD, XPS, 원소분석기를 통해 상변화, 산화 상태 변화, 탄소 침적량을 분석하였다. 이를 바탕으로 각 샘플 간 구조적 안정성과 성능 향상을 규명하였다.사사본 연구는 과학기술정보통신부 산하 한국연구재단의 “부생가스와 CO_2를 이용한 Syngas 및 올레핀 생산 실증기술개발” 과제로 수행되었음. (과제번호: RS-2022-NR068678)

P 에환목-38

이산화탄소 습식 흡수제의 부반응 평가: 상용화 대응 기반 확보

유지수[1,2], 윤설화[1,2], 김상혁[1,2], 윤성희[1], 오주영[1], 윤여일[1], 장종탁[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]고려대
(jtjang@kier.re.kr*)

본 논문은 해양수상부 재원으로 선박해양플랜트 연구소의 주요사업인 “대형선박 이산화탄소 포집 시스템 설계기술 개발 및 파일럿 실증”에 의해 수행되었습니다(PES5480). 연소 후 이산화탄소 습식 포집 기술은 현재 대규모 실증·상용화 단계에 있으나, 장기 운전 시 흡수제 부반응은 포집 효율 저하, 설비 손상, 운전 비용 상승의 주요 원인이다. 특히 아민 흡수제는 산소, 이산화탄소, 금속이온(Fe^{3+} 등)과의 부반응으로 열화, 부식, foaming 문제가 발생해 공정 신뢰성과 지속 가능성에 한계를 초래한다. 본 연구에서는 한국에너지기술연구원이 개발한 KIERSOL과 3종 아민 흡수제를 대상으로 부반응 특성을 정량 비교하였다. 열화는 산소/이산화탄소 혼합가스 가속 반응 후 암모니아 발생량으로, 부식은 SUS304 탄소강 시편 용출 성분으로 평가하였다. Foaming은 높이, 접촉각, 표면장력 측정을 통해 거품 안정성과 수명을 정량화했다. 이와 같은 비교 분석은 흡수제 성능 검증과 장기 운전 신뢰성 확보 기준 마련에 기여할 것으로 기대된다.

P 에환목-39

Design of a Calibration Loop for Measuring Instruments used in Experimental Facility utilizing Sodium(Na) as a Coolant

정민환*, 조영일, 김민수
한국원자력연구원
(minhwan@kaeri.re.kr*)

Basic thermal-hydraulic experiments for sodium-cooled fast reactor (SFR) using liquid sodium(Na) as a coolant have been conducted at KAERI. Unlike water-cooled systems, the use of sodium presents significant safety challenges due to its explosive reactivity; even a minor leak can result in a major accident. To minimize the risk of sodium leakage, most piping and equipment connections in sodium experimental facilities are welded rather than assembled with conventional fittings. As a result, once measuring devices—such as flow meters, pressure gauges, and liquid level gauges—are installed, they are difficult to disassemble, making external calibration practically infeasible. Although indirect calibration methods—such as reproducing thermal-hydraulic experiments and comparing measurement data—can be employed, a more appropriate and direct calibration method is needed to ensure quality assurance. In this study, a design proposal for a dedicated calibration test loop enabling calibration of sodium-compatible measuring devices is presented, and its feasibility and usability are discussed.

P 에환목-40

함침공정 배출 악취저감 기술

정관영*
포항산업과학연구원
(gyjeong@rist.re.kr*)

본 발명은 내화물 제조 과정 중 함침 공정에서 발생하는 악취 및 대기오염물질을 저감하기 위한 기술에 관한 것이다. 구체적으로, 피치(pitch) 또는 콜타르(tar)를 함침제로 사용하는 내화물 함침 공정에서 배출되는 유기화합물(VOCs), 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 및 악취 성분을 효과적으로 제거하기 위하여, 기존 집진기 여과부에 활성탄과 백토를 혼합 코팅하는 방법을 제공한다. 본 발명의 방법은 활성탄의 우수한 흡착 특성과 백토의 보조 여과 기능을 결합하여 악취 제거 효율을 향상시키고, 별도의 흡착탑 설치 없이 기존 설비를 활용함으로써 설치·운영 비용을 절감할 수 있다. 또한, 본 발명의 기술은 구조가 간단하고 유지 관리가 용이하며, 내화물 제조뿐만 아니라 다양한 고온 산업 공정에서 발생하는 악취 및 유해가스 처리에 적용 가능하다.

P 에환목-41

나노 다공성 금속-유기 구조체 ZIF-8의 수열 합성과 구조 및 기체 흡착 특성 분석

성치호, 윤지호*
국립한국해양대
(jhyoon@hnu.ac.kr*)

In this study, nanoporous Zeolitic Imidazolate Framework-8 (ZIF-8) was synthesized via a green hydrothermal method, and its structural characteristics and gas adsorption properties were systematically evaluated. Zinc nitrate and 2-methylimidaole were reacted in an aqueous medium for 24 h to yield crystalline ZIF-8. X-ray diffraction (XRD) confirmed high crystallinity and phase purity, while Raman spectroscopy indicated the preservation of Zn–N coordination and imidazolate ring vibrations, suggesting structural stability. N_2 adsorption measurements revealed a high BET surface area of 1815 $m^2\ g^{-1}$, and thermogravimetric analysis demonstrated thermal stability up to ~723 K. CO_2 adsorption isotherms at 273 K showed a maximum uptake of 31.6 $cm^3\ g^{-1}$. These results confirm that hydrothermally synthesized ZIF-8 possesses high porosity, and thermal stability, underscoring its potential as an efficient adsorbent for gas capture applications.

P 에환목-42

The efficient hydroxyalkylation of phenol with formaldehyde over two-dimensional zeolite catalysts: The effect on the performance and isomers distribution of bisphenol F synthesis

TRINH NGUYEN THUAN KHIET, Yujin Lee, Min Bum Park*
인천대
(mbpark@inu.ac.kr*)

Bisphenol F (BPF) is an industrially important chemical intermediate for the preparation of epoxy resins and polycarbonates in the advanced materials and manufacturing industries. The reactions that produce bisphenols are catalyzed by a liquid protonic acid (HCl, H_3PO_4, H_2SO_4, or other inorganic acids), which induce significant challenges in manufacturing processes because of their equipment corrosion. To mitigate these issues, the heterogeneous catalysts are considered promising candidates due to their economic viability and eco-friendliness in the production of BPF. Zeolites can serve as one of the effective catalysts due to their outstanding porosity and selectivity. This study investigates the catalytic performance of BPF synthesis using two-dimensional MWW-type zeolites with different metal compositions and Brønsted acidity. The synthesis involved the swelling and delamination approaches of their lamellar precursors to produce delaminated layers, which were subsequently calcined to obtain the two-dimensional structure. Characterization techniques, such as powder XRD, N_2 sorption, framework IR, pyridine adsorption IR, and NH_3-TPD, were employed to analyze the synthesized materials. BPF reactions were conducted with the hydroxyalkylation of phenol with formaldehyde to

P 에환목-43

MnO_2 상에 따른 과황산염 활성화 메커니즘 비교 및 수중 설파메톡사졸 분해 연구

김채린, 홍혜진*, 정유나, 유희지, 송지희
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

오늘날 완전히 대사되지 않고 수계로 유입된 항생제는 항생제 내성 박테리아를 유발하고 공중 보건을 위협하여 반드시 제거가 필요하다. 망간산화물(MnO_2)은 과황산염(PDS)과 강력한 활성종을 형성하고 난분해성 미량오염물 분해에 효과적이라고 알려져 있으나, MnO_2 상에 따른 PDS 활성화 메커니즘 및 항생제 분해 연구는 매우 제한적이다. 본 연구에서는 α, β, ɣ-MnO_2를 합성하고 PDS 활성화 효율 및 설파메톡사졸(SMX) 분해 거동을 평가했다. α-MnO_2의 SMX 분해속도는 0.008 min^{-1}으로 β, ɣ-MnO_2 (0.002 min^{-1})보다 우수했다. 세 MnO_2 모두 SMX 분해에 $^1O_2$와 O_2^{-}·의 기여가 우세했으며, α, β-MnO_2는 PDS와 중간체 형성 및 표면 환원 반응, α, ɣ-MnO_2는 Mn-OH에서 Mn-O로 환원되며 활성종이 형성됨을 XPS 및 FTIR을 통해 입증했다. 두 메커니즘이 모두 적용된 α-MnO_2는 큰 터널과 넓은 비표면적(186 m^2/g)에 의해 가장 우수한 효율을 보였으며, 4회 연속 사이클에서 100% 제거율을 유지했다.

P 에환목-44

재생에너지 통합을 위한 최적 전력망 확장 계획

장호욱, 이호재*
홍익대
(hojaelee@hongik.ac.kr*)

The global shift to carbon neutrality via renewable energy and hydrogen, alongside rising electricity demand, poses a challenge for power grid stability. Many national plans, including South Korea's, remain too qualitative to capture grid dynamics and uncertainty. Using South Korea as a case study, this research presents a Mixed Integer Linear Programming (MILP) model to optimize grid expansion and operation from 2025 to 2050. The model minimizes system costs, including installation, fuel, and carbon emissions, while meeting linearized AC power-flow constraints and renewable targets. Results show early nuclear expansion, no coal additions, and significant renewable growth in the latter period. Future work will integrate hydrogen-economy demand, BECCS, and scenario-based multi-criteria decision analysis with life cycle impacts to enhance resilience and comprehensiveness.

P에환목-45

μ-Si 음극 기반 맞춤형 풀셀 설계로 구현한 급속 충전 리튬 이온 배터리

성민지, 이태용, 안효철, 오지훈, 최태훈, 최장욱*
서울대
(jangwookchoi@snu.ac.kr*)

Silicon (Si) anodes can enhance the energy density and charging rate of lithium-ion batteries (LIBs), yet their use in commercial cells is restricted by large volume changes across the full state-of-charge (SOC) range. We present an anode-tailored full-cell design (ATFD) using only micrometer-scale silicon (μ-Si) and operating within a 30–70% SOC window, enabling uniform (de)lithiation with moderate expansion. This design achieves 21.3% higher gravimetric energy density than a graphite-based 18650 cell and retains 84.6% capacity after 500 cycles at 3 C. Limiting μ-Si operation to this intermediate SOC range provides a practical route to high energy density and fast charging in LIBs.

P에환목-46

빠르고 안정적인 리튬이온저장을 위한 일반적인 고엔트로피 인화물의 합성

민동현, 리웬우, 박호석*
성균관대
(phs0727@skku.edu*)

Monophosphides and bi-metallic phosphides are promising for high-capacity lithium storage but face slow charge transfer and volume changes. We introduce $GaGeSiP_3$, a triple-disordered-cation phosphide combining silicon's capacity, phosphorus's reactivity, germanium's lithium-ion conduction, and gallium's self-healing. $GaGeSiP_3$ offers high configurational entropy, excellent conductivity, fast lithium-ion diffusion, and stable volume compared to previous materials.Studies confirm GaGeSiP3 supports reversible lithium storage via intercalation and conversion reactions. It delivers 1667 mA h g^{-1} capacity with 90.3% efficiency and a low 0.47 V operating potential. We also developed high-entropy mixed-cation phosphides like ZnGaGeSiP4, $CuGaGeSiP_4$, $ZnCuGaGeSiP_5$, and $ZnCuAlGaGeSiP_6$, which show reduced crystalline size and improved performance. This method overcomes immiscibility issues, advancing high-entropy phosphides for energy storage.

P에환목-47

철헥사시안화물의 과황산염 활성화 메커니즘 및 이를 활용한 아세트아미노펜의 제거: Fe 산화수의 효과 연구

정유나, 김채린, 송지희, 홍혜진*
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

아세트아미노펜(Acetaminophen, ACP)은 전세계적으로 가장 많이 활용되고 있는 진통소염제로, 인간 및 동물의 불완전한 대사에 의해서 배출이 잦으며, 수계에서 수 μg/L 수준으로 빈번히 검출되는 의약물질이다. 난분해성 성질의 ACP는 수생 생물에 잠재적 위해를 가할 수 있어 효과적인 처리 기술 개발이 요구된다. 본 연구에서는 ACP 제거를 위해 철헥사시안화물을 촉매물질로 활용하여 과황산염(Peroxymonosulfate, PMS)을 활성화하는 황산라디칼 고도산화기법을 활용하였으며, 이때 활용하는 철헥사시안화물의 Fe의 산화수에 따른 활성산소종의 생성 및 ACP 분해 거동을 조사하였다. 2가 철이 활용된 Fe(II)-HCF와 3가 철이 활용된 Fe(III)-HCF 모두 PMS와 반응하였을 때 Fe 이온의 용출이 2 mg/L 이내로 거의 관찰되지 않았으며, 100 mg/L의 ACP를 6시간 이내에 완벽히 제거하였다. 특히 Fe(II)-HCF는 Fe(III)-HCF에 비해 더 빠르고 높은 제거 효율을 보였다. 반응 메커니즘 분석 결과, 두 촉매 모두 PMS와 반응하여 과산화수소(H_2O_2)를 생성하고, 이는 Fe^{3+}와의 상호작용을 통해 주로 일중항산소($^1O_2$)를 형성하는 것이 주된 ACP 분해 반응임을 확인하였다. 더불어 Fe(II)-HCF의 경우, Fe^{2+}와 H_2O_2의 반응으로 수산화 라디칼(·OH)이 추가로 생성되어, Fe^{2+}의 산화반응 및 Fe^{3+}의 환원반응이 모두 PMS 활성화에 기여하며 Fe(III)-HCF 보다 향상된 ACP 제거 성능을 나타내었다. 두 촉매 모두 하수처리 방류수 매질에서도 일반

P에환목-48

Ni, Fe 복합 금속 시안화물의 방사성 세슘 흡착 성능 향상화 메커니즘 연구

송지희, 김채린[1], 유희지[1], 정유나[1], 이정민[1], 홍혜진*
충북대; [1]충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

금속 시안화물(metal hexacyanoferrate, Me-HCF)은 이러한 방사성 Cs을 선택적으로 제거하는 유망한 소재이나, 금속 이온(Me)에 따라서 제한된 Cs 흡착 성능을 나타낸다. 본 연구에서 Ni과 Fe 복합 금속 시안화물(NiFe-HCF)을 합성하여 단일 금속 기반 금속 시안화물(Ni-HCF, Fe-HCF)과의 Cs 흡착 성능과 메커니즘을 비교하였다. Fe-HCF에 Ni의 함량을 0~100%로 변화시킨 시료를 합성하였으며, Ni의 함량이 50%로 증가할 때까지 Me-HCF의 특성 결정화도가 감소했고, Ni 증가에 따라 내부 K가 선형적으로 감소하였다. Cs의 등온 흡착 실험 결과, NiFe-HCF는 206.44 mg/g으로 Ni-HCF (55.24 mg/g), Fe-HCF (102.54 mg/g)보다 월등히 높은 성능을 보였다. Cs 흡착 메커니즘 분석을 통해 Fe 함량이 높을수록 이온 교환이, Ni 함량이 높을수록 Fe 환원에 의한 Cs 흡착이 우세하게 나타났으며, NiFe-HCF는 두 기작을 모두 보유해 단일 금속 대비 뛰어난 제거 성능을 보였다.

P 에환목-49

메탄개질 수소 생산 시설 연계 이산화탄소 포집시설

김신현*, 정준교[1], 윤현식[1], 공준[1], 김재봉[1], 한지훈
포항공과대; [1](주)에니스
(rlatlsgus111@enis.co.kr*)

Hydrogen has gained global attention as an alternative to fossil fuel. While hydrogen emits no greenhouse gases upon actual utilization, its production through steam methane reforming (SMR) emits 10-fold the amount of CO_2. Korea's first commercial-scale carbon capture and utilization (CCU) integrated SMR facility demonstrates a hybrid CO_2 capture system designed to minimize this issue. The system combines wet capture via an amine-based solvent with membrane gas separation, maximizing CO_2 recovery and energy efficiency. Followed by the emission of CO_2 from the SMR process, 80 tonnes of CO_2 are emitted per day, with a higher than 95%. The captured CO_2 is then compressed and liquefied at low temperature through HFC refrigerant and high pressure, yielding high-purity liquid CO_2. The utilization of liquid CO_2 is for the welding industry, beverage, and dry ice production.

P 에환목-50

양성자 교환막 연료 전지 내구성 향상을 위한 나피온 멤브레인의 산화 그래핀 코팅

박재현, 김대우*
연세대
(audw1105@yonsei.ac.kr*)

Proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs) are promising clean energy systems for automotive and stationary power applications due to their high efficiency and zero emissions. However, the long-term durability of PEM remains a key challenge for commercialization. In this study, a thin layer of graphene oxide (GO) was coated on the Nafion membrane to enhance durability. GO layer coating was adopted due to its low electrical conductivity, excellent gas barrier properties, and radical scavenging ability, which make it an effective protective layer against chemical degradation. With GO layer coatings, over 30% improvement in durability was observed through Fenton tests and custom degradation system when compared to pristine Nafion. This study demonstrates a thin GO layer coating on Nafion membrane as an effective approach to prevent PEM degradation and extend PEMFC lifespan.

P 에환목-51

Confirmation of a stepwise H^+/Zn^{2+} storage process of ordered mesoporous MnO_2 for aqueous zinc-ion batteries

김한솔, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Aqueous zinc ion batteries (AZIBs) are attracting attention as the next-generation battery due to outstanding safety and cost competitive advantage. But, it is challenging to research the mechanisms of AZIB since protons (H^+) are known to participate in the reaction by acting as charge transfer as well as Zn^{2+} ions. X-ray absorption fine structure (XAFS) is a powerful technique used for the analysis of nanostructured materials, widely used in the field of battery research. Based on this knowledge, we performed ex-situ XAFS analysis at the states of charge during 2nd cycle to monitor energy storage mechanisms. These findings contribute to further understanding of the reaction mechanisms and capacity fading phenomenon and suggest practical strategies for next-generation zinc-ion batteries.

P 에환목-52

NMR 기반 화학구조 분석을 통한 PFSA 이오노머 열화 연구

정찬호*
현대자동차
(als1450@hyundai.com*)

The degradation characteristics of three types of perfluorosulfonic acid polymer membranes with different side chain structures (LSC, MSC, and SSC), including Nafion, were analyzed using solid-state ^{19}F and ^{13}C NMR spectroscopy. This spectroscopic technique has proven to be a highly useful tool for investigating the membrane structure and its changes after degradation in fuel cell ionomers. Structural changes in different parts of the polymer are clearly distinguished, providing unique insights into the detailed mechanisms of degradation. According to the experimental NMR spectra, degradation occurs primarily in the polymer side chains, as evidenced by the reduction in signal intensities corresponding to the functional groups located on the side chains SO_3 H, CF_3 , OCF_2 , and CF compared to those present in the backbone

P 에환목-53

TiO_2 중공 구체를 이용한 CO_2 광촉매 환원의 선택성 향상 및 고효율화

박경모, 강영수*
한국에너지공과대
(yskang@kentech.ac.kr*)

The photocatalytic reduction of CO2 into value-added fuels (e.g., CH_4 , CH3OH) is a promising route toward carbon neutrality, yet practical deployment is limited by low turnover numbers (TONs) and poor selectivity. These limitations stem from the exceptional thermodynamic stability of CO_2 , which demands substantial activation, and from the lack of spatially decoupled proton and electron transport pathways [1]. Advancing catalyst design is therefore essential. Titanium dioxide (TiO_2), a robust and widely deployed semiconductor, is particularly attractive because its conduction-band edge (anatase, ~−0.5 V vs NHE at pH 7) is sufficiently negative relative to the multi-electron CO_2 reduction couples (≈ −0.38 to −0.24 V), enabling thermodynamically favorable—and thus potentially more selective—CO_2 reduction under photoexcitation [2]. To overcome kinetic and interfacial limitations, we engineer nanoporous, hollow TiO_2 spheres using SiO_2 sacrificial templates. The hollow, high-surface-area architecture enhances light harvesting, promotes charge separation, and increases the density of accessible active sites. We evaluate crystallinity, porosity, and morphology by X-ray diffraction (XRD), Brunauer–Emmett–Teller (BET) analysis, and scanning electron microscopy (SEM). UV–Vis spectroscopy is used to estimate bandgap energies, while X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)

P 에환목-54

Ce 도핑 CaO 기반 고온 흡착제를 이용한 이산화탄소 포집 및 RWGS 반응 가능성 평가

유창환, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

산업혁명 이후 급격히 증가한 온실가스 배출로 지구 온난화가 심화되며, 이를 완화하기 위한 국제적 대응이 강화되고 있다. CCS(Carbon Capture and Storage)는 대표적인 탄소 저감 기술로, 특히 공정 비용의 큰 비중을 차지하는 CO_2 포집 단계의 효율 향상이 중요하다. 다양한 분리 방식 중 흡착 기술은 조건에 따라 적합한 흡착제가 달라지며, 칼슘 기반 흡착제는 500~700℃에서 CO_2 를 선택적으로 흡착할 수 있다. 그러나 반복 사용 시 소결로 인한 표면적 감소와 입자 응집으로 성능이 저하된다. 본 연구에서는 Ce 도핑을 통해 CaO의 소결을 억제하고 산소 결손을 유도하여 CO_2 흡착 효율을 높였다. 자체 제작 반응기에서 고온 CO_2 흡착 실험을 수행하고, RWGS(Reverse Water Gas Shift) 전환 반응 적용 가능성을 검토하였다.

P 에환목-55

구리헥사시안화물이 고정화된 나노셀룰로오즈 에어로겔 실린더를 활용한 방사성 세슘(^{137}Cs)의 제거

이정민, 송지희, 정유나, 홍혜진*
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

구리 헥사시안화물(Copper hexacyanoferrate, Cu-HCF)은 선택적으로 Cs을 제거하는 이온교환체로 수계 방사성 Cs 제거에 널리 활용되나, 미세 분말 형태로 존재해 실제 회수 시 적용이 어렵다. 본 연구는 수산기가 풍부하고 투과성이 높은 셀룰로스-나노섬유(Cellulose nanofibril, CNF) 에어로겔에 Cu와 배위결합이 가능한 폴리에틸렌이민(Polyethylene imine, PEI)을 개질 후 Cu 용액과 hexacyanoferrate(HCF) 용액을 순차 반응시켜 실린더 형태의 Cu-HCF@CNF 에어로겔을 제조하였다. XRD 및 FTIR 분석에서 Cu-HCF 결정 피크와 C≡N 결합이 확인되었으며, 합성량은 초기 Cu 이온 담지량과 HCF 농도에 따라 달라졌고, 최적 조건에서 약 29.5 wt%가 합성되었다. 해당 소재는 Langmuir 모델에 부합하며 38.0 mg/g의 Cs 흡착용량과 pH 2~12 범위에서 20.6 mg/g 이상의 성능을 유지했으며, 주요 해수 이온 공존 조건에서도 성능 저하 없이 수계 오염 환경에 적용 가능함을 확인하였다.

P 에환목-56

알긴산 유래 Mg-Al 층상이중수산화물 바이오차 비드를 이용한 La 및 Ce 회수

심현우, 김채린, 이고은, 홍혜진*
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

희토류 원소의 안정적 공급 및 수질오염 저감을 위해 폐수 내 란탄(La)과 세륨(Ce)의 회수가 필수적이다. 본 연구는 Mg-Al 층상이중수산화물이 고정화된 바이오차 비드(layered double hydroxide immobilized biochar, LDH-BC)를 제조하고 La, Ce의 흡착 거동을 평가하였다. 알긴산 용액에 Mg-Al LDH를 혼합하고 Ca^{2+}으로 가교 후 열분해하여 LDH-BC를 제조했다. 반응 후 알긴산은 탄화되어 char 형태로 변환됐고 MgAl-LDH는 MgO와 무정형 Al_2O_3로 구조가 붕괴되었다. LDH-BC는 52.5m^2/g의 넓은 비표면적과 메조포러스한 기공을 가지고 있으며 La, Ce에 대해 각각 169, 175 mg/g의 우수한 흡착성능을 나타냈다. 이는 LDH가 고정화되지 않은 바이오차 비드에 비해 La은 약 3배, Ce은 4배 높은 흡착효율을 나타낸다. LDH-BC는 pH 4~6에서 흡착용량 저하 없이 월등한 성능을 나타냈고, 0.1 M의 다양한 양이온이 존재해도 흡착량 저하가 크지 않아 여러 금속이 존재하는 산업폐수 중 La, Ce의 회수를 위한 흡착소재로서 높은 가능성을 입증했다.

P 에환목-57

Haloacetamide Additives for Dendrite-Free Aqueous Zn Batteries

이슬기*, Syryll Olidan, 김지훈, 조국영[1], 윤수근
공주대; [1]한양대
(dltmfrl12312@naver.com*)

Aqueous zinc metal batteries (AZMBs) are attractive candidates for next-generation energy storage systems due to their high theoretical capacity, intrinsic safety, and reliance on earth-abundant zinc resources. However, their practical deployment is hindered by severe issues at the Zn anode-electrolyte interface, including hydrogen evolution, corrosion, and dendrite formation. These parasitic reactions originate from the relatively low Zn^{2+}/Zn redox potential and the instability of aqueous electrolytes, resulting in poor Coulombic efficiency and limited cycling stability. In this work, we explore haloacetamide-based additives as an electrolyte modification strategy to stabilize the Zn surface and promote uniform electrodeposition. Owing to their strong polarizability, halide anions from haloacetamides preferentially accumulate at the Zn-electrolyte interface, forming an anion-rich interphase that blocks active sites for water-induced side reactions. This interphase also alters the Zn^{2+} solvation structure, reducing the energy barrier for ion desolvation and enabling smoother Zn deposition. Distribution of relaxation time (DRT) analysis confirmed a notable decrease in the resistance component associated with Zn^{2+} desolvation and adsorption. As a result, Zn||Zn symmetric cells incorporating haloacetamide additives exhibited a low overvoltage of 14 mV and

P 에환목-58

Effect of Functional Co-additives on Cycling Stability and Interfacial Reaction Behavior of Silicon-based Anodes

강동국, 임건태, 송승완*
충남대
(swsong@cnu.ac.kr*)

The demand for high-energy-density lithium-ion batteries for electric vehicle applications is ever increasing, and thus high-capacity silicon (Si)-based anodes have gained significant attention. Si-based anodes however often suffer from a rapid capacity fading, due to large volume expansion and anode swelling and solid electrolyte interphase (SEI) instability. For the practical implementation of Si-dominant anodes, the formation of a robust and stable SEI is essential to attain a cycling stability. Herein, we report the effect of functional co-additives on the cycling stability, interfacial reaction behavior and SEI formation and stability.

P 에환목-59

메탄 열분해를 위한 용융 금속 물성의 제일원리 기반 연구

Pho Nguyen Danh, 권형욱*
서울과학기술대
(hkwon@seoultech.ac.kr*)

Molten metal alloys are promising catalytic media for high-temperature reactions such as methane pyrolysis, enabling carbon-free hydrogen production. However, atomistic understanding of their structure, transport, and electronic properties remains limited. Here, we use density functional theory and ab initio molecular dynamics to study elemental bismuth and selected Bi-based alloys with catalytically active metals (Ni, Pt, Cu). Simulations reveal structural order, diffusion, and electronic properties across compositions and temperatures. Bi, being well studied, serves as a reference to validate methods before moving to more complex alloys. The resulting dataset provides insights into atomic-scale interactions in molten environments and supports machine learning database construction for liquid metal catalyst design.

P 에환목-60

Investigation of ordered mesoporous carbon as a sulfur carrier for high performance aqueous Zinc-Sulfur Batteries

김여진, 최성림[1], 김지만[1]*
성균관대; [1]성균관대
(jimankim@skku.edu*)

This study presents a strategy to enhance the performance of aqueous zinc-sulfur (Zn-S) batteries, which are promising for next-generation energy storage due to their safety, low cost, and environmental friendliness. A key challenge in Zn-S batteries is poor conductivity of sulfur and fast capacity fading, mainly caused by polysulfide dissolution and slow reaction kinetics. To overcome these issues, we synthesized ordered mesoporous carbon (OMC) featuring well-developed microporous and mesoporous structures as a sulfur supporting materials. In this study, high-surface-area OMC was synthesized via nanocasting using an SBA-15 silica template, and sulfur was loaded into the OMC by a melt-diffusion method. The OMC was successfully synthesized with well-developed microporous and mesoporous structures. This dual-pore design significantly improved sulfur utilization, enhanced reaction kinetics, and led to better cycling stability and rate performance.

P에환목-61

Aminoethylethanolamine as a Stable Artificial Interfacial Layer for Zinc Metal Anodes

Syryll Maynard Olidan, Laudimer Tye Tan, Seul Gi Lee, Jihoon Kim, Sukeun Yoon*
공주대
(skyoon@kongju.ac.kr*)

Aqueous zinc-ion batteries (AZIBs) pose as promising alternatives to conventional lithium-ion batteries (LIBs) as they utilize water-based electrolytes to significantly enhance operational safety, unlike LIBs which are prone to safety hazards such as thermal runaway and explosion. Despite these advantages, the key issues of AZIBs such as hydrogen evolution, surface corrosion, and uncontrolled dendritic zinc growth during repeated charge-discharge cycles compromise long-term performance.To achieve full commercialization, these persistent obstacles need to be addressed. Our study investigates an aminoethylethanolamine (AEEA)-containing functional solution, LS-123, to modulate the surface of zinc metal anodes. By performing a facile dip-coating method and subsequent thermal curing, AEEA forms a layer on to the zinc metal anode which controls the zinc nucleation and Zn^{2+} deposition. XRD and FTIR analyses detected the presence of AEEA on the surface, confirming a successful coating process. The corrosion resistant properties of AEEA was proven after discovering that there is a less by-product formation on the surface of the coated Zn metals after soaking, and cycling. Chronopotentiometry tests demonstrate that zinc symmetric cells treated with AEEA achieve a continuous operation for over 1000 h at a current density of 1 mA

P에환목-62

Enhancing zinc-ion battery stability with CuBTC protective coatings

Maritoni Buenviaje, Syryll Maynard Olidan, Jin-Heong Yim, Hong Kyoon Choi, Sukeun Yoon*
Kongju National University
(skyoon@kongju.ac.kr*)

The growing demand for safer and more sustainable energy storage systems (ESS) has driven interest in other metal-based battery systems as alternatives to lithium-ion batteries (LIBs). With this, aqueous zinc-ion batteries (AZIBs) have emerged as next-generation candidates, boasting safety, environmental friendliness, easy assembly, and high energy density. Moreover, as AZIBs use aqueous electrolytes, this contributes to a higher ionic conductivity and better rate performance. However, despite its key advantages, issues such as dendrite growth, hydrogen evolution, and corrosion still persist in the zinc anode and consequently hinder the potential of AZIBs to be used commercially and in a wider scale of applications. In this study, CuBTC, a metal-organic framework (MOF) synthesized via solvothermal method, is used as a protective layer for the zinc anode through simple spin coating to improve the performance and mitigate the issues of AZIBs. MOFs, which are known to be porous, may enable easy diffusion of Zn^{2+} ions and avoid direct contact between the zinc anode and electrolyte, delaying corrosion, dendrite formation, and HER. The symmetric cells employing CuBTC as a protective layer showed stable cycling for 575 h at 1 mAh cm^{-2}. Additionally, the full cell assembled using activated carbon as the cathode led to a capacity retention of 96%

P에환목-63

Boosting Supercapacitor Performance: Hybrid Devices Based on Mesoporous Copper Chromium Oxide and Sulfur-Modified Carbon Architectures

박광해, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

We developed a high-performance hybrid asymmetric supercapacitor (HAS) using optimized mesoporous Cu-Cr oxide (m-CCO-2) cathode and S-doped ordered mesoporous carbon (S-OMC) anode. The m-CCO-2 cathode demonstrated exceptional specific capacitance (383.3 F/g at 1 A/g), while the complete m-CCO-2//S-OMC device achieved 203.55 F/g with outstanding cycling stability (87.9% retention after 5,000 cycles). The superior performance originates from synergistic effects between the mesoporous binary metal oxide structure and sulfur-doped carbon framework, enabling efficient charge transfer and ion diffusion. This work provides both a promising electrode material system and valuable design insights for next-generation supercapacitors, representing significant progress in developing advanced materials for sustainable energy storage solutions.

P에환목-64

액-액 추출법을 이용한 폐플라스틱 열분해유의 불순물 제거 특성 연구

김민철*, 고강석, 정태성, 이승재, 김민재, 김찬우, 김기철, 한소희, 전상구
한국에너지기술연구원
(mckim@kier.re.kr*)

폐플라스틱 열분해유(WPPO)는 폴리스타이렌(PS), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 아크릴로니트릴-부타디엔-스타이렌(ABS수지), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP) 등 같은 플라스틱 원료로 이루어진 폐기 플라스틱의 열분해를 통해 생산되는 연료이다. 원료 특성상 다양한 탄화수소 성분이 포함되며, 특히 PS, PET, ABS 같은 방향족 구조를 갖는 성분과 PE, PP 같은 비방향족 구조를 갖는 성분으로 포함되어 있다. 즉 파라핀, 이소파라핀, 올레핀, 나프텐, 방향족 등 PIONA 성분으로 구성된다. 사용된 폐플라스틱은 수거 과정에서 불순물이 혼합되어 질소, 황, 염소 등의 원소를 포함하고 있다. 이러한 불순물은 연료의 품질 저하 및 후속 촉매 공정에 활성 저하를 유발할 수 있으므로, WPPO 내 불순물을 효과적으로 제거하는 방법이 필요하다. 본 연구에서는 폐플라스틱 열분해유의 불순물을 제거하기 위하여 액-액 추출법을 사용하였으며 추출 용매 종류, 온도, 비율에 따른 변화를 TNS 분석을 통해 WPPO 내의 불순물 제거 특성과 가능성을 검토하였다.

P에환목-65

생분해성 의료용 습식 접착 마이크로패치의 원리·소재·제조공정 기반 개발 동향 리뷰

이윤진, 윤현식*
서울과학기술대
(hsyoon@seoultech.ac.kr*)

의료용 패치와 접착제는 사용 후 소각·매립 과정에서 미세플라스틱과 탄소 배출을 유발하여 환경 부담을 증가시킨다. 이러한 문제는 습윤 환경에서도 안정적으로 부착되는 습식 접착 마이크로패치에도 적용되며, 기존 제품은 약물 적재량과 기계적 강도의 한계까지 지닌다. 이에 최근 연구는 환경성과 성능을 동시에 향상시키기 위해 기존의 물리·화학적 접착 메커니즘에 methacrylated laminarin, poly(glycerol sebacate), chitosan, hyaluronic acid, gelatin 등 생분해성 소재를 도입하고 있다. 이들 소재는 체내에서 효소 분해나 가수분해를 통해 무해하게 제거되어 2차 수술을 줄이고, 의료 폐기물 저감에도 기여한다. 본 리뷰는 생분해성 마이크로패치의 원리, 소재, 제조 공정을 고찰하고 차세대 친환경 의료 접착제 설계 방향을 제시한다. 이 연구는 정부(환경부)의 재원으로 한국환경산업기술원의 녹색융합기술 특성화대학원 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

P에환목-66

잉크젯 프린팅을 위한 생분해성 소재 잉크 개발 동향 및 응용가능성

이소휘, 윤현식*
서울과학기술대
(hsyoon@seoultech.ac.kr*)

잉크젯 프린팅은 디지털 제어를 통해 원하는 위치에만 미세한 잉크 방울을 분사하는 비접촉식 패터닝 기술로, 다른 리소그래피 방식에 비해 재료 낭비가 적다. 이러한 특성은 친환경 제조 공정 구현에 유리하다. 전자소자의 환경 영향을 최소화하기 위해 생분해성 소재 기반 잉크젯 프린팅 기술이 주목받고 있다. 본 연구는 다양한 생분해성 고분자 및 천연 소재를 이용한 잉크 개발 동향과 응용 가능성을 종합적으로 고찰한다. PLA 기반 잉크느 우수한 기계적 특성과 조절 가능한 분해 속도를 갖추고, 전도성 필러와 결합 시 전도성을 극대화할 수 있다. PEDOT:PSS는 수계 분산과 낮은 세포독성을 바탕으로 생분해성 계면활성재를 첨가해 OLED 투명 전극 및 환경 센서에 적용되었다. 이러한 기술들은 VOC 무방출, 재생 자원 활용, 저에너지 공정 등 친환경적인 장점을 지니며, 일회용 전자기기, 바이오의료, 환경 모니터링 등 다양한 분야에서 활용될 잠재력을 가진다.사사이 연구는 정부(환경부)의 재원으로 한국환경산업기술원의 녹색융합기술 특성화대학원 사업의 지원을 받아 수행된 연구임

P에환목-67

유기 오염물질의 PEC 환경 정화 및 항병원균 활성화를 위한 변형된 α-Fe_2O_3 광전극

조유진, 단돌레 러브쿠마르, 사떼 아니루따 빔라오, 채원식[1], 최선희[2], 장점석*
전북대; [1]한국기초과학지원연구원; [2]포항 가속기 연구소
(jangjs75@jbnu.ac.kr*)

Ge/Zr co-doped α-Fe_2O_3 photoanodes modified with $NiFeO_x$ cocatalysts were developed for efficient photoelectrochemical degradation of organic dye and bacteria under solar light. Ge^{4+} doping enhanced donor density and charge transport, while Zr^{4+} doping suppressed surface recombination. $NiFeO_x$ cocatalysts accelerated hole consumption via the oxygen evolution reaction, improving surface charge separation. The addition of Cu^{2+} as a redox mediator further boosted reactive oxygen species generation through a Fenton-like cycle, leading to >75% Orange II degradation and ~98% bacterial inactivation. Scavenger tests identified $\cdot O_2^-$ as the primary reactive species. Electrochemical analyses confirmed enhanced interfacial charge transfer, demonstrating the synergistic effect of co-doping, cocatalyst loading, and redox mediation for environmental remediation.

P에환목-68

안전한 리튬 금속 배터리를 위한 이온 전도도가 향상된 3D 가교형 겔 고분자 전해질

송치경, 우상현[1], 송우진*
충남대; [1]충남대
(wjsong@cnu.ac.kr*)

Lithium metal batteries (LMBs) offer exceptional energy density but suffer from dendrite formation, unstable interfaces, and safety concerns. Herein, we develop a 3D cross-linked gel polymer electrolyte (GPE) by reacting poly(ethylene glycol) diglycidyl ether (PEGDE) with poly(propylene glycol) bis(2-aminopropyl ether) (PEA), producing a robust polymer network with improved mechanical and electrochemical stability. The resulting PEGA GPE demonstrates high electrolyte uptake (128%) and uniform pore infiltration without blocking, enabling enhanced Li^+ transport. Incorporation of succinonitrile (SN) and $Li_{6.4}La_3Zr_{1.4}Ta_{0.6}O_{12}$ (LLZO) further increases ionic conductivity and lithium-ion transference number by promoting salt dissociation and providing fast ion pathways. Raman analysis confirms improved Li^+–solvent interaction, while thermogravimetric analysis shows a decomposition temperature up to 337 °C, indicating superior thermal stability. Self-extinguishing time tests reveal enhanced flame resistance compared to conventional PP separators. Electrochemical tests in Li||Li symmetric cells demonstrate stable cycling under varied current densities, and Li||NCM622 full cells exhibit improved rate capability and cycle retention. This synergistic combination of cross-linked polymer structure, SN, and LLZO delivers a mechanically durable, thermally

P 에환목-69

SWCNT-Reinforced Si-C Composite for High-Performance Lithium-Ion Battery Anode

김아연, 정훈기*
한국과학기술연구원
(hungi@kist.re.kr*)

Silicon (Si) has a high theoretical capacity (~4,200 mAh g^{-1}) but expands by over 300% during cycling, causing particle breakage, loss of contact, and capacity fade in high-loading electrodes. We developed a Si@C@CNT composite in which single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) act as conductive pathways and mechanical fillers to reduce volume change. Si nanoparticles and corn starch were dispersed in water, SWCNTs in oil, and combined via a scalable microemulsion process, yielding carbon spheres with embedded Si and interconnected CNT networks. SEM confirmed uniform dispersion, four-probe I-V showed higher conductivity, and EIS revealed reduced charge-transfer resistance. The anode delivered 3.20 mAh cm^{-2} (1,204 mAh g^{-1}) with 85% retention after 100 cycles. Pouch full cells using Si@C@CNT/graphite anodes and NCM811 cathodes achieved >3.25 mAh cm^{-2} with 91% retention. This SWCNT-based design enables high-loading Si anodes with improved structural and electrochemical stability for high-energy-density lithium-ion batteries.

P 에환목-70

전 pH 조건에서 니켈-몰리브덴 황화물 촉매의 구조적 특성에 따른 수소 발생 반응 활성 규명

이선영, 조한익*
건국대
(hijoh@konkuk.ac.kr*)

Understanding the pH-dependent hydrogen evolution reaction (HER) mechanisms of non-precious metal catalysts is critical for their rational design in advanced water electrolysis systems. Herein, we report a systematic investigation of nickel-molybdenum sulfide (Ni-Mo-S) catalysts with controlled phase composition and crystallinity for HER across acidic, neutral, and alkaline media. Pristine Mo_3S_{13} clusters, amorphous $NiMoS_x$ (a-$NiMoS_x$), and crystalline Ni_3S_2@MoS_2 heterostructures were synthesized via hydrothermal treatment and subsequent pyrolysis. Comprehensive structural characterization revealed a stepwise transformation from sulfur-rich amorphous MoS_x to crystalline MoS_2 with well-defined Ni_3S_2 interfaces. Electrochemical measurements demonstrated that a-$NiMoS_x$/CNT achieved superior HER performance in acidic (120 mV at −10 mA cm^{-2}) and neutral (significantly reduced overpotential and Tafel slope vs. pristine Mo_3S_{13}/CNT) conditions, attributed to abundant electrochemically active sulfur sites and favorable interfacial electronic modulation by Ni. However, the amorphous phase exhibited structural degradation in alkaline media due to hydroxyl-induced attack. In contrast, Ni_3S_2@MoS_2/CNT delivered outstanding alkaline HER performance (72 mV at −10 mA cm^{-2}) and excellent durability over 3,000 cycles, arising from ordered S-Ni-Mo bonding at the heterointerface, which promotes water

P 에환목-71

GelMA를 이용한 생분해성 마이크로니들 제작 및 분해 평가

김시은, 윤현식*
서울과학기술대
(hsyoon@seoultech.ac.kr*)

Conventional plastic-based disposable medical devices cause environmental problems when discarded after use. And non-biodegradable medical devices may remain in the body and be harmful to humans. This study aimed to address these issues by using the biodegradable and UV curable polymer Gelatin Methacryloyl(GelMA) to fabricate microneedles and evaluate their degradation properties. GelMA was used to fabricate microneedles by softlithography. Then, the microneedles were placed on an agarose gel, and their degradation behavior was observed by applying Simulated Body Fluid(SBF). This result demonstrated the potential of GelMA as an environmentally friendly, biodegradable bio-device.This research was supported by the Green Convergence Technology Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE).

P 에환목-72

황화물 기반 전고체 배터리에서 불균일 반응성을 억제하기 위한 복합양극 전자 전도도 조정

신현지, 김준태, 한다슬[1], 남경완[1], 정훈기*
한국과학기술연구원; [1]동국대
(hungi@kist.re.kr*)

Sulfide-based all-solid-state batteries (ASSBs) employ non-flammable inorganic solid electrolytes that transport lithium ions exclusively and without concentration gradients, theoretically enabling rapid charging. Their ionic conductivity rivals that of liquid electrolytes, allowing the realization of high areal-capacity (~5 mAh/cm^2) batteries that are approaching commercialization. To date, research has largely addressed interfacial degradation; however, recent findings highlight that uneven electrochemical activity within composite cathodes is another major contributor to capacity fading. Such inhomogeneity arises from insufficient particle-to-particle contact, electrically isolated active material domains, and hindered Li-ion transport—factors that induce localized overcharge/discharge and impair rate performance. The inherent solid-solid interfaces in ASSBs further restrict Li-ion mobility and elevate charge-transfer resistance due to limited electronic pathways. For ASSBs to deliver both high energy and high power, it is crucial to harmonize ionic and electronic transport. In this work, we mitigate inhomogeneous reactivity in thick cathodes by enhancing electron conduction within the composite. We apply a solution-processed argyrodite-type solid electrolyte coating in combination with a 2D conductive additive, generating a continuous electronic network while reducing oxidative decomposition of the electrolyte by

P 에환목-73

Quai-Solid Electrolyte Enhancing Interfacial Stability for Safe Lithium Metal Battery

이현규, 안기훈, 김수미, 송치경, Dung Tien Tuan Vu, 송우진, 송승완*
충남대
(swsong@cnu.ac.kr*)

Lithium metal battery (LMB) is considered a high-energy battery because of high-capacity lithium metal anode. The high-capacity high-Ni $LiNi_xCo_yMn_2O_2$ (NCM, x ³ 0.8) cathode is pursued for LMB, but it often suffers from a short cycle life owing to structural degradation and metal dissolution. Furthermore, flammable liquid electrolytes in LMBs does not provide a good solid electrolyte interphase (SEI) on Li metal anode and causes dendrite, short circuits, and safety hazard. To mitigate those issues, semi-solid electrolytes working under ambient pressure, which are capable of forming a stable SEI to suppress Li dendrite and stabilize the cathode interface, are suited to reduce the cost from solid-state electrolytes working under high-pressure. Herein, we present a nonflammable semi-solid electrolyte and interface stabilization of Li anode and NCM811 cathode for a safe LMB.

P 에환목-74

고순도 포름산 생산을 위한 고체 전해질 셀의 구조 단순화

하준수, 강여민, 윤현빈, 박기태*
건국대
(kpark@konkuk.ac.kr*)

고체전해질 셀 기반의 전해 시스템은 전해질과 혼합되지 않은 고순도 개미산을 생산할 수 있다는 장점을 지닌다. 그러나 다수의 구성 요소와 높은 구동 전압 요구로 인해 경제성과 상용화에 한계가 존재한다. 본 연구에서는 기존 고체전해질 셀에서 구조를 단순화한 반응기를 제안하였다. 구조를 단순화 할시 발생할 수 있는 문제를 최소화하기 위해 반응기 구조를 최적화하였으며, 그 결과 기존 고체전해질 셀과 비교 가능한 개미산염 생산 효율(Faradaic Efficiency)과 전압 조건을 달성하였다. 이를 통해 반응기 제작 비용 절감, 구조 단순화, 에너지 효율 개선 가능성을 제시하였으며, 대면적화 및 상용화를 위한 새로운 설계 방향을 제공한다. 본 연구는 개미산 생산의 기술적 장벽을 낮추는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

P 에환목-75

Assessing Lab-Scale Microwave Pyrolysis for Bio-Oil Production in Absorbent-Free System: Effects on Feedstock and Product Characteristics

BAGUS SAPUTRA[1,2], 임혁[1], 김수현[1], 유지호[1], 최호경[1], 김상도[1]*
[1]한국에너지기술연구원; [2]충남대
(sdkim@kier.re.kr*)

The growing demand for renewable fuels has emphasized microwave pyrolysis (MP), a technique that provides rapid volumetric heating to convert biomass into bio-oil. Variations in material dielectric properties and uneven microwave electromagnetic field distribution result in inconsistent hot-spot regions, which cause some biomass to remain unconverted and decrease bio-oil yield. Adding an absorber can promote uniform heating and achieve higher temperatures; however, it increases process costs. This study explores MP without using microwave absorbers, utilizing locally sourced wood pellets from Jungbu Lumber Distribution Center in Yeoju, South Korea, processed in a 2.45 GHz microwave chamber with 0.3—1.5 kW power. Temperatures were monitored with a ceramic-coated thermocouple to minimize interference from microwave radiation. The quantities of oil, solid residue, and loss (including gas) were measured by weight difference. Bio-oil content was analyzed using TGA to understand its thermal behavior as a fuel. The YOLOv11 model was used to automate measurements from annotated images and assess the efficiency of the MP process. Results indicate that increasing MP power raises the maximum temperature; however, the oil yield remained

P 에환목-76

Improved Fast Charging Performance of Graphite//NCM811 Lithium-ion Battery by Interface Stabilization

고광용, 안기훈[1], Yen Hai Thi Tran, Dung Tien Tuan Vu[1], 송승완*
충남대; [1]충남대
(swsong@cnu.ac.kr*)

Fast charging of Li-ion batteries (LIBs) with graphite anodes is highly desirable for applications such as electric vehicles. However, under fast charging rates, intrinsically sluggish Li-ion intercalation kinetics and unstable solid electrolyte interphase (SEI) layers of graphite lead to Li dendrites formation on the anode surface. These dendrites can penetrate the separator, causing rapid capacity fade and internal short-circuits, resulting in fires and explosions. Herein, we present improved fast charging performance achieved by using a designed electrolyte formulation that stabilizes the SEI layers at graphite anode, thereby enhancing the cycle life of high-nickel-based LIBs and enabling faster charging than the conventional 0.3 C rate (3.3 h) even under harsh conditions. In this meeting, the correlation between fast charging performance and interfacial stability will be discussed.

P에환목-77

장수명·고성능 수계 아연 이온전지를 위한 구리 코팅 3차원 아연 분말/2차원 아연 포일 결합 음극

신동우, 유선호, 정한빛, 남유진, 곽나영, 유지원, 안용남, 최민환, 박찬우, 배종성[1], 김일태, 허재현*
가천대; [1]한국기초과학지원연구원
(jhhur@gachon.ac.kr*)

A dimension-combined anode of copper-coated three-dimensional Zn powder on two-dimensional Zn foil (3D-pZn@Cu) was developed to enhance aqueous Zn-ion battery performance. The Cu coating promotes Zn^{2+} adsorption/migration and suppresses corrosion, hydrogen evolution, and dendrite growth, enabling stable stripping/plating for over 4200h at $1mAcm^{-2}$ in symmetric cells. Compared with pristine 3D-pZn and Zn foil, 3D-pZn@Cu shows lower overpotential, reduced charge-transfer resistance, and higher ionic conductivity. In full cells with V_2O_5-C (20wt%) cathodes, it delivers $107.4mAhg^{-1}$ after 300 cycles with excellent retention. This synergy of Cu surface modification and dimension-combined Zn architecture offers a promising route for durable, high-performance Zn-ion batteries.

P에환목-78

높은 내구성의 삼원촉매 제작을 위한 금속이 encapsulated된 MFI 제올라이트의 One-pot synthesis 합성

최홍준, 송인학*
고려대
(inhaksong@korea.ac.kr*)

Commercial Al2O3-based three-way catalysts still suffer from severe metal sintering under high-temperature exhaust. To address this problem, we explored MFI-type zeolites that encapsulates noble metals within its micropores, offering structural confinement against sintering while retaining active site accessibility. Starting from Al-free silicalite, we examined how introducing framework Al affects the size, dispersion, and electronic state of encapsulated metal particles. Furthermore, we systematically investigated the influence of alkali ions (Na, K) during one-pot synthesis method, which modulate both particle size of zeolites and metal dispersion as probed by combined SEM, XRD, HAADF-STEM, and XPS techniques. This tunable metal encapsulation approach promises enhanced thermal stability and lifetime for TWC applications and can be extended to other high-temperature catalytic systems.

P에환목-79

OMC에서의 PANI 분포 제어: 수용성 아연 이온 배터리의 효율성 및 안정성 향상

최성림, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Lithium-ion batteries have the advantages of high working voltage, long life and high energy density, so they have always been the overlord in the battery market. However, LIBs also have other disadvantages, such as flammability, toxicity, and expensive lithium metal. And LIBs cannot work in the squeezed and bent state, so they cannot meet the future requirements for biocompatibility and flexibility. Moreover, the bottlenecks of flexible batteries, such as safety concerns and complex fabrication requirements limit the commercialization of flexible batteries. Recently as a new secondary battery, aqueous zinc-ion battery (AZIB) is being studied by many researchers. In terms of price, the price of lithium metal is much more expensive than zinc metal. AZIBs have advantages lying in the high theoretical volume capacity of the metal zinc anode (5854 mAh cm^{-3}), low standard redox potential (-0.76V) of Zn/Zn^{2+}, non-toxic, low cost and high abundance. To study safe and environmentally friendly ZIBs, researchers have done a lot of research on ZIBs. On the cathode, dissolution of transition metals on the cathode as active substances hinders the stability and cycle life of the battery. Although there are many strategies to solve these problems, the performance of AZIBs is still not satisfactory in practical applications. However, there are many problems with aqueous zinc ion batteries. There are problems such as passivation and corrosion in the zinc anode, and

P에환목-80

유전체 표면적 확장과 곡률 제어를 통한 물방울 기반 전기 발전기

이승재, 남창우*
전북대
(cun120@jbnu.ac.kr*)

Hydrovoltaic technology, generating electricity from water-solid interactions, is emerging as an alternative to environmental issues and fossil fuel depletion. Among these, droplet-based electricity generators (DEG) are attracting attention as devices capable of producing hundreds of volts of electricity. However, DEG is subject to limitations in terms of its output capacity, which can be attributed to its restricted surface area and the inherent challenge in generating stable power, a phenomenon attributable to the occurrence of water droplets falling and breaking on the surface. Here, we report an increased dielectric surface area DEG. Hot-press patterning increases the dielectric surface area, thereby enhancing the charging rate and maximum charge capacity. Additionally, we control droplet breakage through dielectric surface curvature to ensure output stability. This device offers a novel approach for achieving faster, higher, and more stable electrical energy generation.

P 에환목-81

리튬이온배터리용 희생양극재 Li5FeO4의 표면개질 효과

정주희, 이종대*, 이강미
충북대
(jdlee@chungbuk.ac.kr*)

리튬이온배터리(LIB)는 전기차(EV)와 휴대용 전자기기 등 다양한 분야의 에너지 저장 장치로 활용되나, 초기 사이클에서 고체 전해질 계면(SEI) 형성 과정 중 비가역적인 리튬 소모가 발생해 수명이 저하된다. 이를 보완하기 위해 초기 충전 과정에서 추가 리튬 이온을 방출하여 리튬 손실을 보충하는 희생양극 첨가재(Sacrificial Cathode Additive)가 주목받고 있다. 그 중 Li_5FeO_4 (LFO)는 저렴한 철(Fe) 기반 소재로, 높은 이론용량(~867 mAh/g)과 우수한 리튬 확산성을 갖는다. 그러나 수분과 CO_2 에 쉽게 반응하여 표면에 Li2CO3와 같은 알칼리층이 형성되고, 결정 구조가 붕괴되며 용량 감소가 발생한다. 이를 개선하기 위해 표면 코팅, 구조 안정화, 이종 원소 도핑 등의 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 LFO에 다양한 물질을 이용하여 표면 코팅한 소재의 전기화학적 성능을 조사하였다. 다양한 탄소 전구체를 이용하여 고온 불활성 분위기에서 LFO표면에 코팅하였으며, 간단한 공정을 통해 합성된 Li3PO4로 무기질 표면층을 형성하였다. 코팅된 LFO는 SEM, EDS, XRD 등을 이용하여 물리적 특성을 분석하였으며, 이를 양극재와 혼합하여 전극을 제조하였다. 전해액 1.0 M LiPF6 (EC : DEC = 1 : 1, FEC 10 %)를 이용하여 제조된 리튬 이온 배터리는 충·방전, 율속, EIS 테스트 등의 전기화학적 특성을 분석하여, 리튬이차전지 양극 복합소재의 활용성을 조사하였다.

P 에환목-82

NGCC 배기가스 모사 조건에서의 기포유동층 연속 공정을 통한 SM-KIER1 건식 흡수제의 성능 평가

이용선[1,2], 황지현[1,3], 원유섭[1,4], 김현욱[3], 최유진[1], 황윤태[1], 이규복[2], 이동호[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]충남대; [3]고려대; [4]건국대
(dongho.lee@kier.re.kr*)

대기 중으로 배출된 온실가스로 인한 지표 온도 상승을 산업혁명 이전 기준 1.5℃ 이내로 억제하기 위해 전세계가 노력하고 있습니다(2015년 파리협정). 그러나 이러한 노력에도 불구하고 2023년에 지표 온도는 이미 1.55℃ 상승하여 기준치를 초과하였으며, 이산화탄소(CO_2) 농도는 매년 최고치를 갱신하고 있습니다. 다양한 CO_2 배출원 중 에너지 산업은 대체가 어려우며, 집중적으로 다량의 이산화탄소를 배출합니다. 천연가스복합화력발전(NGCC)은 상대적으로 CO_2를 적게 배출하는 발전 기술이어서, 신재생에너지로 전환되기 전에 브릿지기술 및 에너지안보 기술로 활용되고 있습니다. 본 연구는 NGCC 배기가스를 모사한 조건에서 20 kg급 기포유동층 연속 공정을 통한 SM-KIER1 건식 흡수제의 성능 평가를 목적으로 하였습니다. SM-KIER1은 초분자체에 폴리에틸렌이민을 도입한 흡수제로, NGCC 배기가스의 높은 산소 농도에서도 안정성을 나타냈습니다. 각 반응기의 온도, 기체 조성 변화에 따른 흡수제의 CO_2 포집 성능을 평가하였다.

P 에환목-83

고성능 나트륨 이온 전지용 다공성 및 도핑 처리된 페놀 레진의 열처리 효과

이강미, 정주희, 이종대*
충북대
(jdlee@chungbuk.ac.kr*)

화석 연료로 인한 환경·기후 문제 대응을 위해 주목받는 이차전지 중, 높은 에너지 밀도의 리튬 이온 전지는 리튬 자원 희소성과 비용으로 대규모 저장에 한계가 있다. 나트륨 이온 전지(SIB)는 풍부한 나트륨 자원량으로 리튬이차전지를 대체할 수 있는 차세대 이차전지로 제안된다. 특히, 탄소 재료 중 하드카본은 나트륨 이온 저장에 유리하고, 다양한 탄소 전구체로부터 저비용 합성이 가능해 나트륨 이온 전지의 음극 소재로 유망한 물질로 알려져 있다.본 연구에서는 페놀레진을 탄소 전구체로 사용하여 나트륨이온전지용 하드카본 음극 소재를 제조하였고, 나트륨 저장 특성을 향상시키기 위해 다공성 구조 최적화 및 B, P 등의 도핑을 통해 전지 성능을 높였다. 또한, 전지 성능 개선을 위해 열처리 온도에 따라 소재를 제조하는 실험을 진행하였다. 질산구리로 기공 형성을 유도하였으며, 도핑을 통해 전자전달과 이온 확산 특성을 향상시켰다. 이러한 구조 변화가 나트륨 저장 성능에 미치는 영향과 관련 물성 및 전지 특성을 평가하였다.

P 에환목-84

연속 입자 공급, 제거형 기포유동층 반응기에서 SM-KIER1 건식 이산화탄소 흡수제의 성능 평가

이용선[1,2], 원유섭[1,3], 이규복[2], 김현욱[4], 이동호[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]충남대; [3]건국대; [4]고려대
(dongho.lee@kier.re.kr*)

탄소중립 달성을 위해서는 대규모 이산화탄소 배출이 발생하는 산업 및 에너지 부문의 이산화탄소 포집, 저장(CCS) 또는 활용(CCU) 기술이 필수적입니다. SM-KIER1은 천연가스 복합화력발전소 배기가스에서 이산화탄소를 선택적으로 제거하기 위해 개발된 건식 흡수제입니다. 본 흡수제는 흡수탑에서 이산화탄소를 흡착하여 배기가스 중 이산화탄소를 제거하고, 탈착탑에서 이를 탈착하여 고농도의 이산화탄소를 생산합니다. 이러한 공정을 안정적이고 지속적으로 수행하기 위해서는 순환 유동층 형태의 연속 운전이 필요합니다. 본 연구에서는 연속 공정의 흡수탑을 모사할 수 있는 연속 입자 공급, 제거형 기포유동층 반응기에서 SM-KIER1의 성능을 평가하였습니다. 입자는 dipleg를 통해 공급되고, standpipe로 입자가 제거되었습니다. 기체 농도, 기체 유량, 고체 주입 속도를 변화시켜, 이산화탄소/고체 주입 속도 비율의 영향을 확인하였습니다. 또한, 고체층 높이, 기체 유량을 조절하여 고체와 기체의 접촉 시간에 대한 영향을 확인하였습니다.

P에환목-85

Enhancing the Electrochemical Performance of Mesoporous MnO2 Cathodes for Aqueous Zinc-Ion Battries via Polyaniline Incorporation

전여준, 최성림, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Lithium-ion batteries (LIBs), the dominant secondary batteries, offer high energy density and long life but face material scarcity, safety risks, high cost, and environmental concerns. Aqueous zinc-ion batteries (AZIBs) are a safer, low-cost, eco-friendly alternative, yet mesoporous MnO_2 cathodes show low capacity and poor cycling due to sluggish electron transport and side reactions. We address this by infiltrating polyaniline (PANI) into the mesopores: the polymer lines the pore walls to create continuous pathways deep inside each particle, boosting intraparticle conductivity and charge transfer. Concurrently, PANI acts as an interfacial guard that limits direct electrolyte–MnO_2 contact, suppressing Mn dissolution and other parasitic reactions. This pore-confined design is expected to improve capacity retention and cycle life, advancing durable, high-performance AZIBs.

P에환목-86

산업폐수 중 희토류(Rare earth element, REE) 회수를 위한 MgO 개질 입상활성탄의 제조 및 흡착 특성 분석

이고은, 홍혜진*, 유희지, 김채린, 심현우
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

희토류 원소는 여러 분야에서 수요가 높지만, 채굴 및 정제 과정에서 독성을 포함한 폐수가 발생하여 환경오염 문제를 야기한다. 이에 본 연구에서는 La과 Ce을 포함한 폐수로부터 La, Ce을 회수하고 재자원화 하기 위한 흡착소재로 MgO가 담지된 입상활성탄(MgO@GAC)을 합성하였다. MgO@GAC는 합성에 사용한 $Mg(NO_3)_2$의 농도가 0.1 M에서 3 M로 증가함에 따라 GAC 표면의 MgO 함량이 증가함을 확인하였다. MgO의 함량이 증가함에 따라서 입상활성탄의 비표면적은 778.59 m^2/g에서 317.87 m^2/g까지 감소하였다. 1 M MgO@GAC를 활용한 경우, La, Ce의 최대흡착량은 각각 84.03 mg/g 및 123.46 mg/g로 나타났다. 또한 La, Ce의 흡착은 pH 4-8 범위에서 효과적으로 활용 가능함을 확인하였다. 폐수 내 1, 2가 양이온이 공존할 시에도 우수한 흡착 성능을 유지하였으나, Al^{3+} 및 Fe^{3+} 존재 시 급격한 pH 감소를 유발하며 La, Ce의 흡착량 또한 감소되었다. 이러한 결과는 MgO@GAC가 폐수 내 La 및 Ce 회수에 효과적으로 적용될 수 있음을 시사한다.

P에환목-87

메조포러스 금속산화물을 이용한 휘발성유기화합물 저온 산화촉매 개발

최수원, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Efficient removal of volatile organic compounds (VOCs) is critical for air quality control and industrial emission compliance. This study reports the design and synthesis of template-directed mesoporous metal oxides and their evaluation as low-temperature oxidation catalysts for representative VOCs. Mesoporous frameworks were prepared using block-copolymer templating combined with controlled sol-gel processing and aging to tune pore diameter, wall thickness, and surface area. The resulting materials were characterized by small-angle XRD, SEM-EDX, N_2 sorption (BET), and H_2-TPR to examine structural order, active-phase dispersion, surface chemistry, and redox properties. Catalytic performance was assessed in a fixed-bed reactor under controlled laboratory conditions. Mesostructured samples exhibited enhanced intrapore mass transfer and improved dispersion of active species, delivering higher conversion at lower reaction temperatures compared with nonordered materials. Furthermore, the optimized catalysts maintained activity and structural integrity during extended continuous operation. These findings demonstrate that rational mesopore design and controlled precursor chemistry enable effective tuning of active-site accessibility and redox behavior, providing a practical pathway to durable, low-temperature VOC oxidation catalysts for real-world emission control.

P에환목-88

아세톤을 공용매로 활용한 생분해성 빨대 및 커피 찌꺼기의 동시 수열 액화에 관한 연구

강주원, 차재원, 정승묵, 전혜린, 이도연*
국립한밭대
(dylee82@hanbat.ac.kr*)

Polylactic acid (PLA), a widely used biodegradable plastic, and coffee grounds (CF), a significant organic waste, pose considerable environmental challenges due to current disposal practices. This research addresses these issues by investigating the co-hydrothermal liquefaction (Co-HTL) of PLA and CF under subcritical water conditions to produce valuable bio-crude oil, offering a promising waste-to-fuel solution. Our study systematically varied key parameters: temperature (240-300℃), PLA: CF mixing ratios (1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1), and the inclusion of acetone as a co-solvent in matching ratios. We thoroughly characterized the resulting hydro oil yields and properties to assess conversion efficiency and product quality. We anticipate that co-liquefaction will demonstrate synergistic effects, leading to enhanced hydro oil yields and improved characteristics, such as reduced viscosity and lower heteroatom content, compared to processing individual feedstocks. These beneficial synergies are expected to arise from the complementary degradation pathways and favorable intermediate reactions between PLA and CF components. Furthermore, this work evaluates the critical role of acetone in enhancing bio-oil recovery and facilitating phase separation, investigating its potential to improve the solubility of organic products and mitigate char formation. This comprehensive investigation provides crucial insights into the sustainable

P에환목-89

다종의 알칼리 금속염을 첨가한 Mg-Al 층상 이중 수산화물 기반 흡착제의 CO_2 흡착 성능에 대한 연구

안채은, 김홍석[1], 임상순[1], 김민성[1], 이기봉*
고려대; [1]현대건설 기술연구원
(kibonglee@korea.ac.kr*)

전세계적으로 온실가스 배출량이 증가하며 지구 온난화와 기후 이상 현상이 심화되고 있다. 이에 따라 Carbon Capture and Storage (CCS) 기술이 주목받고 있으며, 특히 포집 단계는 전체 공정 비용에서 높은 비중을 차지하여 전체 비용 절감을 위해서는 이 단계의 효율 향상이 핵심 과제이다. 고체 흡착제를 이용한 CO_2 포집 공정은 포집 효율이 높아 활발히 연구되고 있으며 하이드로탈사이트는 200~400℃ 범위의 배가스에 포함된 CO_2 를 제거할 수 있는 소재로 알려져 있으나, 다른 고온 이산화탄소 흡착제들에 비해 흡착 능력이 다소 낮다는 한계가 존재한다. 본 연구에서는 이를 극복하기 위해 하이드로탈사이트에 다종의 알칼리 금속염을 첨가하고 비율을 최적화하여 중온 CO_2 흡착 성능을 향상시키는 방법을 모색하였고, 시료를 수열 합성법으로 제조한 뒤, 특성 분석을 통해 알칼리 금속염의 종류와 성능의 상관관계를 파악하였다.* 본 연구는 현대건설㈜의 지원을 받아 수행되었습니다.

P에환목-90

해양폐자원과 유기성 폐기물의 공수열탄화를 통한 고형연료화 가능성 평가

차재원, 정승묵, 강주원, 전혜린, 이도연*
국립한밭대
(dylee82@hanbat.ac.kr*)

본 연구에서는 해양 생태계와, 해안 악취 피해 등 피해를 초래하는 해중림 폐자원인 괭생이모자반과 식음료 산업에서 대량으로 발생되고 있는 유기성 폐자원인 커피찌꺼기를 대상으로 Co-HTC 반응 실험을 수행하였다. 수열 탄화(HTC)는 고수분 함량의 바이오매스를 고온·고압의 수열 조건에서 처리하여 고부가가치의 고체 연료(hydrochar)를 생산하는 친환경 열화학적 전환 기술이다. 실험 조건으로는 모자반과 커피찌꺼기의 혼합비와 반응온도를 다르게 설정하고, 반응시간을 목표 온도 도달 후 30min으로 결정하여 생성물의 수율과 hydrochar의 특성 변화를 평가하였으며, 화학적 특성 분석을 위해 Elemental analysis, FT-IR, TGA 등의 분석기법을 활용하였다. 폐자원의 자원화 가능성 제시 및 혼합 원료 간의 상호작용이 hydrochar의 구조 및 연료 특성에 미치는 영향을 분석함으로써 원료 최적화 방향을 제시하였다.

P에환목-91

갈조류 기반 바이오매스와 생분해성 폐플라스틱의 공동수열액화 반응 특성 연구

정승묵, 강주원, 차재원, 이도연*
국립한밭대
(dylee82@hanbat.ac.kr*)

폐플라스틱 처리 문제와 재생 가능한 바이오매스의 활용 가능성은 최근 지속 가능한 에너지 연구에서 중요한 이슈로 부각되고 있다. 특히, 공수열액화(Co-Hydrothermal Liquefaction, Co-HTL) 공정은 바이오매스와 폐기물을 동시에 처리하여 바이오연료를 생산할 수 있는 효과적인 열화학적 기술로 주목받고 있다. 본 연구에서는 황소다시마(Bulk Kelp)와 괭생이모자반(Sargassum Horneri)을 사용하여 생분해성 플라스틱인 PLA와의 Co-HTL 반응 특성을 260~320℃의 온도에서 단일 및 혼합 조건(1:3, 3:1)으로 평가하였다. 결과적으로 반응 온도 및 혼합 비율에 따른 생성물의 수율을 측정하고, 원소분석을 통해 HHV을 파악하고 FT-IR, GC-MS 분석을 통해 화학적 특성을 분석 하였다. 본 연구가 해조류 기반 폐기물 바이오매스의 활용과 지속 가능한 플라스틱 처리 기술 개발에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

P에환목-92

투수성이 향상된 SiO_2기반 고내구성 수소망간산화물 입상체 제조 및 이를 활용한 염수 중 리튬 회수

유희지, 정유나, 김채린, 송지희, 홍혜진*
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

최근 탄소중립 정책과 전기차 수요 급증으로 리튬(Li) 수요가 빠르게 증가하고 있다. 리튬 자원 중 염수는 유망한 Li 공급원으로, 이를 효율적으로 회수하기 위한 기술 개발이 요구된다. 스피넬 구조 수소망간산화물(HMO)은 우수한 Li 흡착 선택성을 기반으로 염수로부터 Li 회수에 유망하지만, 수 μm 크기의 작은 입자크기 때문에 염수에 직접활용은 불가능하며, 수 mm 크기로의 입상화가 필수적이다. 본 연구에서는 내구성이 뛰어난 SiO_2를 활용하여 실린더 형태의 HMO 입상체를 제조하고, Lithium polysilicate를 도입해 기존 SiO_2 대비 친수성과 투수성을 향상시킨 HMO@LS를 개발하였다. HMO@LS는 비표면적이 4.66 m^2/g으로 일반 SiO^2 기반(0.21 m^2/g)보다 높았으며, FTIR 분석에서 뚜렷한 Si-OH 및 O-H 친수성 기능기가 관찰되었다. Li 흡착 실험에서 24시간 내 평형에 도달하고, pH 8에서 16.89 mg/g의 최대 흡착량을 나타냈으며, 모사 염지하수(14.4 ppm Li) 조건에서 16 g/L 주입 시 90% 이상의 회수 효율을 보여 실제 적용 가능성을 확인하였다.

P에환목-93

산 처리를 통한 굴패각 $CaCO_3$ 의 산성 수질 정화 성능에 미치는 영향

전파랑, 제보경, 김민지, 정민수*
동의대
(mjung@deu.ac.kr*)

This study presents a novel approach to enhance the acidic water treatment performance by improving the purity of $CaCO_3$, the main component of oyster shell waste. The experimental investigation compared the acidic water treatment performance between original oyster shell powder and acid-treated oyster shell powder using different sample amounts over a 60-minute treatment period. The results demonstrated that acid-treated oyster shells exhibited superior acidic water treatment performance compared to original oyster shells. This demonstrates that acidic treatment of oyster shells directly contributes to enhanced acidic water purification activity. The findings provide significant implications for the utilization of marine waste biomaterials in environmental engineering applications and offer a promising solution for both waste management and water quality improvement.

P에환목-94

Ru-doped $WO_3/NiWO_4$ composite as a binder-free electrode for bifunctional electrocatalysts

SANJAY KUMAR ARASUMANI, Beena Mol Babu, 최원묵*
울산대
(wmchoi98@ulsan.ac.kr*)

In this work, we have developed a Ru-doped $WO_3/NiWO_4$@NF binder-free electrode using the hydrothermal method for OER and HER. The prepared materials show the cubic-like morphology, it is confirmed by field emission scanning electron microscopy. The electronic structure of Ru-doped $WO_3/NiWO_4$ is confirmed by X-ray photoelectron spectroscopy . Electrochemical measurements verified the low overpotential of 460 mV at 100 mA cm^{-2} with a Tafel slope value of 193 mV dec^{-1} for OER while indicating an overpotential value of 334 mV with a Tafel slope of 137 mV dec^{-1} for HER. In the further analysis of the durability, the Ru-$WO_3/NiWO_4$@NF electrode has excellent stability over 50 h at a current density of 100 mA/cm^2. Hence, we propose Ru-doped $WO_3/NiWO_4$ as a promising candidate for a dual-purpose catalyst and electroactive material toward superior HER and OER in alkaline media.

P에환목-95

Control of Proton Transfer using Electrolyte Additives during Electrochemical CO_2 Reduction in Acidic Media

김동환, 김찬연*
대구경북과학기술원
(chanyeon@dgist.ac.kr*)

Electrochemical CO_2 reduction (CO_2RR) in acidic media offers advantageous of suppressing carbonate formation, thereby increasing CO_2 utilization. However high concentration of proton facilitates hydrogen evolution reaction (HER) rather than CO_2RR. In acidic media, proton transport occurs via the Grotthuss mechanism, in which protons hop along the hydrogen-bond network of water. Therefore, modulating hydrogen-bond network of water can be effective strategy for suppressing HER. Here, we employed three different additives with varying ability as hydrogen-bond donor (HBD) and hydrogen-bond acceptor (HBA). Different abilities as HBD and HBA can tune strength of hydrogen-bond network, thereby modulating proton transfer. This study aims to provide insight into HBD and HBA additives influence the hydrogen-bond network and HER, offering a strategy to enhance CO_2RR efficiency.

P에환목-96

Unravelling of phosphorous doped graphene quantum dots/bismuth iron vanadate for electrochemical water splitting

Beena Mol Babu, Ziwei Xia, 최원묵*
울산대
(wmchoi98@ulsan.ac.kr*)

This study involved the synthesis of a bismuth iron vanadate mixed metal oxide (BiFeV) integrated with phosphorus-doped graphene quantum dots (P-GQDs) by a hydrothermal method and was designed to investigate the synergistic effects of this composite in electrochemical water splitting, specifically targeting improved hydrogen and oxygen evolution reactions. The composite (PG-BiFeV) yields a hybrid structure with rods attached to spherical formations. The evaluation of the electrocatalytic performance of PG-BiFeV for water splitting revealed its exceptional catalytic activity.

P 에환목-97

Suppression of Salt Precipitation via Engineered Microenvironments using Organic-Cation during Electrochemical CO_2 Reduction

서종우, 김찬연*
대구경북과학기술원
(chanyeon@dgist.ac.kr*)

The electrochemical CO_2 reduction reaction (CO_2 RR) offers a sustainable strategy to convert CO_2 into valuable products and its operation using membrane electrode assembly (MEA) systems enables to get high current density suitable for practical application. However, CO_2 RR in MEA suffers degradation of performance due to salt precipitation from alkali metal cation (AM^+) and (bi)carbonate formed during operation. Since (bi)carbonate is continuously produced during CO_2 RR, it is impossible to completely suppress its formation. Therefore, regulating the accumulation of AM^+ in the microenvironment may be a rational approach to mitigating salt precipitation. In this study, we address the issue of salt precipitation through the engineered microenvironments using organic cations. Organic cations can stabilize CO_2 RR intermediates which is similar to the role of AM^+ while simultaneously inhibiting salt precipitation by replacing AM^+ in CO_2 RR microenvironment.

P 에환목-98

Investigating the Role of Ordered Mesoporous Carbon Interlayer in Enhancing the Electrochemical Performance of Zinc-Iodine Battery

염경민, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Zinc-Iodine ($Zn-I_2$) batteries are emerging as promising candidates for next-generation energy storage systems due to their intrinsic safety, low cost, environmental benignity, and high theoretical capacity (211 $mAh{\cdot}g^{-1}$). Their aqueous electrolyte and the abundance of zinc and iodine make them particularly attractive for large-scale grid applications and sustainable energy storage. However, one of the primary challenges limiting the practical deployment of $Zn-I_2$ batteries is the polyiodide shuttle effect. The migration of soluble triiodide (I_3^-) and pentaiodide (I_5^-) species from the iodine-based cathode to the zinc anode results in severe capacity fading, low Coulombic efficiency, and increased self-discharge, thereby compromising long-term cycling stability. In this work, we report a novel interfacial engineering strategy to mitigate the polyiodide shuttle effect by introducing an ordered mesoporous carbon (OMC) interlayer between the iodine cathode and the separator. OMC, characterized by its uniform pore structure, high surface area, and tunable chemical functionality, acts as both a physical barrier and an effective adsorbent for polyiodide species. This approach is expected to pave the way for the development of durable and high-efficiency $Zn-I_2$ batteries, accelerating their

P 에환목-99

나트륨 이온 배터리의 향상된 속도 성능을 위한 $NaCrO_2$ 양극의 수소 열처리

김성희, 장점석*
전북대
(jangjs75@jbnu.ac.kr*)

층상 $NaCrO_2$는 높은 이론적 용량과 구조적 단순성 덕분에 나트륨 이온 배터리(SIB)의 유망한 양극 소재로 주목받고 있습니다. 그러나 실제 응용에서는 용량 감소와 낮은 속도 성능으로 인해 제한을 받는데, 이는 주로 느린 Na^+ 이온 이동, 상전이, 그리고 장기간 충방전 시 발생하는 계면 열화 때문입니다. 본 연구에서는 $NaCrO_2$ 합성 과정에서 H_2 /Ar 분위기를 변화시켜 처리한 것이 미치는 영향을 체계적으로 조사했습니다. 구조 분석 결과, 모든 샘플이 전형적인 O3형 층상 구조를 유지하고 있었으며, Raman 및 XPS 분석을 통해 특히 H_2 처리된 샘플에서 산소 공공(oxygen vacancy)이 생성되고 표면 불순물 상이 억제된 것이 확인되었습니다. 전기화학적 테스트에서는 NCO-25 샘플이 가장 높은 가역 용량, 우수한 속도 성능, 그리고 뛰어난 사이클 안정성(2 C에서 300회 사이클 후 88% 유지율)을 보여주며, 처리되지 않은 NCO 샘플보다 뛰어난 성능을 나타냈습니다. EIS 및 CV 분석을 통해 전하 전달 저항이 감소하고 전기화학적 가역성이 향상된 것도 확인되었습니다. 본 연구는 환원 분위기가 고성능 나트륨 이온 배터리 양극 소재 설계에 미치는 역할에 대한 새로운 통찰을 제공하며, $NaCrO_2$ 의 전기화학적 특성을 향상시킬 수 있는 확장 가능한 방법을 제안합니다.Layered $NaCrO_2$ is a promising cathode material for sodium-ion batteries (SIBs) due to its high theoretical capacity and structural simplicity. However, its practical application is hindered by capacity fading and poor rate capability, primarily attributed to sluggish Na^+ kinetics, phase transitions and

P 에환목-100

육방정 터널 구조를 가진 콜로이드 $WO_{2.72}$ 나노결정을 이용한 소듐 전해질 기반 고성능 슈퍼커패시터

정혜연, 허성연*
서울과학기술대
(sungyeonh@seoultech.ac.kr*)

Electrode active materials critically determine pseudocapacitor performance, and intensive efforts are underway to develop nanomaterials for sodium‐electrolyte supercapacitors. Here, we present colloidally synthesized monoclinic $WO_{2.72}$ nanocrystals capable of intercalating sodium ions into hexagonal sites. Removal of insulating organic ligands enabled uniform deposition onto hydrophilic carbon cloth (CC) via a controllable and efficient dip‐coating process, achieved through repetitive steps without additional additives or substrate modifications. The superior performance of ligand‐stripped $WO_{2.72}$/CC using a PVA/Na_2SO_4 gel electrolyte for a symmetric supercapacitor is attributed to the high surface area and well‐defined hexagonal tunnels of the $WO_{2.72}$ nanocrystals, which promote efficient sodium ion insertion.

P에환목-101

Pechini 합성법의 킬레이션 및 에스테르화 조절을 통한 $LaFeO_3$ 페로브스카이트 기반 매체순환식 수증기 메탄 개질 반응 성능 향상

하정인, 김이겸, 정의철, 김현석, 이재우*
한국과학기술원
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

산소 운반체의 결정 구조, 물리적 특성, 표면 화학적 종은 열화학적 산화-환원 반응에서의 성능에 중요한 영향을 미친다. 본 연구에서는 Pechini 합성법의 주요 변수(킬레이트제 비율, 소성 온도, 용액의 pH)를 조절하여 다양한 란타넘 오르토페라이트($LaFeO_3$) 페로브스카이트를 합성하였다. 그 결과, 높은 비표면적이 산화-환원 성능 향상의 주요 요인으로 작용함을 확인하였으며 폴리에스터 수지의 다공성이 산소 운반체의 작은 입자 크기 및 높은 비표면적을 달성하는데 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 이러한 특성은 전구체 용액의 pH를 조절함으로써 제어할 수 있었다. 반면, 낮은 킬레이션 정도 또는 침전 과정에서의 불균일한 양이온 분포는 미량 수산화물 불순물의 축적을 초래할 수 있으며, 이는 순환 반응 실험에서 환원성을 저해하는 원인이 될 수 있다. 본 연구에서는 XRD, XPS, XAS, SEM, N_2 물리흡착 분석을 통해 합성 변수를 조정함으로써 다공성과 결정성을 효과적으로 제어할 수 있음을 입증하였다.

P에환목-102

Cooperative Reaction of Ferrocene-Nickel Metal Organic Framework for Efficient Nitrate Reduction Reaction

김민기, 이수현[1], 김대우[1], 김찬솔*
한국과학기술연구원; [1]연세대
(chansolkim@kist.re.kr*)

Severe challenges are arising from global warming, largely driven by energy-intensive chemical processes used in industry, such as the Haber-Bosch method. As a result, researchers are actively exploring alternative methods for ammonia production that require less energy. One promising route is the electrochemical reduction of nitrate, which can generate significant amounts of ammonia from wastewater. However, further advancements are needed to enhance its efficiency and output. In this study, we developed a ferrocene-nickel metal-organic framework (FcNi-MOF) designed for nitrate reduction. The two components play distinct roles in the reaction, working synergistically to facilitate the efficient transformation of nitrate into ammonia. We found that varying the ferrocene-to-nickel ratio significantly affects catalytic performance, with a 1:1 ratio achieving nearly 100% Faradaic efficiency for ammonia production at -0.2 V vs RHE. Additionally, an ammonia yield rate exceeding 20 mg h^{-1} cm^{-2} was achieved at -0.5 V vs RHE. These findings demonstrate that tuning the ferrocene-to-nickel ratio can optimize the reaction pathway—from nitrate adsorption through deoxygenation and hydrogenation to ammonia formation—and offer potential for further yield enhancement through substrate modification.

P에환목-103

Preparation of highly porous manganese oxide catalyst and its gas removal property

오상재, 한양수*
(주)세일에프에이
(01089739660@daum.net*)

Silica supported manganese oxide nano-catalyst, MnO2/SiO2, was prepared by redox precipitation and hydrolysis of sodium silicate. In a typical process, nano-sized metal oxide particle was first prepared by a redox precipitation between potassium permanganate (Mn7+) and manganese acetate (Mn2+), followed by a hydrolysis reaction of sodium silicate solution with different acid catalyst. Thus prepared composite oxide catalyst showed highly porous property of surface area (SBET) of ~ 700m2/g and pore volume of ~1.0 ml/g with the pore diameter of 5 ~ 10 nm. Odorous and hazardous gas removal performance of cylidrical-type granular catalyst using the porous MnO2/SiO2 powder was characterized in detail.

P에환목-104

Preparation of granular-type gas filter media containing manganese oxide catalyst and microporous zeolite

오상재, 한양수*
(주)세일에프에이
(01089739660@daum.net*)

Cylindrical-type granular gas filter media was prepared by manganese based oxide catalyst and microporous zeolite powder using roller-dice extrusion method. The physical properties such as packing density, pellet hardness, and porous parameters along with the gas removal performance were investigated for the pellet type filter media. Thus prepared oxide catalyst-loaded pellets exhibited pellet hardness of 3.0~5.0 kgf/cm2, packing density of 0.6~0.8 g/cm3, specific surface area (SBET) of 500~600 m2/g, total pore volume of 0.4~0.5 cm3/g, respectively. Odorous and hazardous gas removal performance of cylidrical-type filter media using the porous MnO2 suppored by zeolite was characterized in detail.

P에환목-105

이종원소 공동 도핑에 의한 세리아 기반 이중기능 전기촉매의 전기화학적 특성

류승헌, 주용완*
원광대
(ywju1978@wku.ac.kr*)

To reduce the use of expensive and noble metal catalysts such as Pt, Ru and to utilize cost-effective and earth-abundant resources, extensive research has been focused on replacing noble metal catalysts with metal oxide-based catalysts. Among various metal oxides, ceria (CeO_2) has attracted attention as an electrochemical catalyst due to its variable oxidation state and oxygen storage and release capabilities. Heterogeneous element doping promotes the formation of oxygen vacancies, thereby enhancing electrochemical reactions. However, nano-aggregation due to the high surface energy of nano-ceria reduces the reaction surface. Therefore, we investigate the dual benefits of heterogeneous element co-doping. This study shows that co-doping significantly improves catalytic properties by enhancing oxygen vacancy formation while simultaneously mitigating nano-aggregation by lowering the surface energy.

P에환목-106

LLTO 고체 전해질의 소결방법에 따른 이온 전도도

한은새, 주용완*
원광대
(ywju1978@wku.ac.kr*)

The rapid expansion of the electric vehicle (EV) and energy storage system (ESS) markets has led to a growing demand for high-performance rechargeable batteries, and the realization of next-generation all-solid-state batteries depends on the development of solid electrolytes. oxide-based electrolytes have attracted significant attention due to their excellent chemical stability and high ionic conductivity. While high-temperature sintering is typically required to achieve high-performance lithium lanthanum titanate (LLTO), a perovskite-structured oxide solid electrolyte, we investigated an alternative approach. In this study, we synthesized LLTO using a hydrothermal method, molded the resulting powder into pellets, and investigated the effects of sintering conditions on oxygen vacancies and microstructural properties. We analyzed how these changes affected the ionic conductivity.

P에환목-107

Doped graphene as a filler for polymer electrolytes for all-solid-state lithium batteries

ZIWEI XIA, Tran Van Tam, 최원묵*
울산대
(wmchoi98@ulsan.ac.kr*)

In this work, we propose a novel strategy for fabricating solid polymer electrolytes by incorporating two-dimensional fluorine-doped graphene (FG) into a poly(ethylene oxide)/poly(vinylidene fluoride) (PEO/PVDF) matrix, yielding a thin composite electrolyte (1FG-CPE). The resulting electrolyte exhibits a low glass transition temperature, reduced crystallinity, excellent thermal stability, and high ionic conductivity.

P에환목-108

Unveiling a cooperation mechanism of Co nanocluster/$NiSe_2$ heterostructure for industrial-level water splitting

Trung Le, Ziwei Xia, 최원묵*
울산대
(wmchoi98@ulsan.ac.kr*)

. In this work, we investigate cobalt nanoclusters anchored on nanoflake-structured $NiSe_2$ substrates. The strong interaction between Co and $NiSe_2$ induces a prominent Janus effect and tailors the d-band structure, while the nanoscale Co clusters generate abundant active sites for both HER and OER. Notably, the Co@$NiSe_2$ catalyst requires only 252 mV and 380 mV overpotentials to drive HER and OER at a high current density of 100 $mA{\cdot}cm^{-2}$ in 1 M KOH, respectively.

P에환목-109

니켈 하이드록사이드 촉매를 이용한 무전압 광전기화학적 암모니아 생산

고현주, 장지욱[1]*
울산과학기술원; [1]유니스트
(jiwjang@unist.ac.kr*)

본 연구에서 온실가스 배출과 높은 에너지 소모를 유발하는 하버-보슈법의 대안으로, 수계 오염원인 질산염(NO_3^-)을 친환경 에너지원인 암모니아(NH_3)로 전환하는 무전압(bias-free) 광전기화학(photoelectrochemical, PEC) 시스템을 개발하였다. 결정질 실리콘(c-Si) 광전극과 알칼리 환경에서 자가 활성화된 니켈 하이드록사이드($Ni(OH)_2$) 촉매를 사용하여 경쟁반응인 수소발생반응(HER)을 억제하고 질산염환원반응(NO_3RR)을 촉진하였다. 그 결과 -0.1 V (vs. RHE)에서 2468 $\mu g\ cm^{-2}\ h^{-1}$의 높은 NH_3 생산률을 달성하였고, 모듈형 전극 적용 시 외부전압 없이 3.8%의 태양-암모니아 효율(solar-to-ammonia, STA)을 기록하였다. 또한, 대면적 시스템에서도 성능 저하 없이 안정성을 유지하였다.

P에환목-110

Tailored Hetero-Solvent Microenvironments for Efficient Electroreduction of Low-Concentration CO_2 to Multi-Carbon Liquid Products

김도훈, 신수빈, 김찬연*
DGIST
(chanyeon@dgist.ac.kr*)

Low-concentration CO_2 electrolysis offers a cost-effective route for CO_2 reduction (CO_2R), though product selectivity is typically limited to C1 species and H_2 due to low CO_2 availability. To overcome this limitation, enhancing the local CO_2 concentration and controlling water activity are essential for promoting C_{2+} formation while suppressing H_2 evolution. Herein, we suggest the hetero-solvent to modulate microenvironment. Diglyme was selected as the hetero-solvent because it exhibits high CO_2 solubility, 5-times greater than that of water, and strongly interacts with water molecules, effectively lowering water activity and consequently H_2 evolution. This modulated microenvironment by hetero-solvent improves CO_2R activity and the selectivity toward liquid C_{2+} products in low concentration CO_2 electrolysis.

P에환목-111

Surface Modification of Cu Catalyst by Introducing Organic Ligand to Control Product Selectivity during CO_2 Electroreduction

권우석, 김찬연*
대구경북과학기술원
(chanyeon@dgist.ac.kr*)

The electrochemical CO_2 reduction reaction (CO_2RR) is a key technology to mitigate atmospheric CO_2. Selective production of C_{2+} product is preferred due to their large market size and high market value. Cu is the only metal that has appropriate *CO binding energy capable of converting CO_2 to C_{2+} product. However, it still has broad product distribution among C_1 and C_{2+} products. Here, we report a surface modification of Cu to enhance C_{2+} product selectivity by introducing organic ligands. The anchoring group of ligands, which bind to Cu can donate or withdraw electrons (e^-) depending on the coordinating element. For example, S tends to withdraw e^- from Cu, whereas O and N can donate e^- to Cu. By tuning the electronic structure of Cu via ligand treatment, we modulated the d-band center of Cu.

P에환목-112

고성능 수계 징크이온배터리를 위한 Mg, Al 농도구배 공동 도핑 MnO_2 양극 소재

김도연, 장해성*
중앙대
(hjang4765@gmail.com*)

MnO_2는 풍부한 자원과 저렴한 비용, 다양한 산화·환원 반응을 통한 높은 용량 특성으로 인해 수계 징크 이온 배터리 (AZIB)의 유망한 양극 소재로 주목받고 있다. 그러나 충·방전 과정에서 전해질로 Mn의 용출, Jahn-Teller Distortion에 따른 구조적 불안정성, 그리고 낮은 전도성은 성능 저하의 주요 원인으로 작용한다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 Mg과 Al의 동시 도핑을 기반으로 한 농도 구배형 도핑 전략을 제시하였다. Core 영역은 고농도의 활성 MnO_2로 구성하여 높은 용량 발현을 유도하였으며, Shell 영역은 Mg·Al 도핑을 통해 산소 공공(Oxygen vacancy)을 조절하고 구조 응력을 분산시켰다. 또한, 영역별 전하 분포 차이에 의한 내장 전기장(built-in electric field) 형성으로 이온 및 전자 전달 특성을 향상시켰다. 그 결과, 전반적으로 우수한 전기화학적 성능을 달성하였다. 본 연구는 농도 구배형 다원소 도핑이 AZIB의 성능 향상을 위한 효과적인 설계 전략임을 입증한다.

P에환목-113

Light-Assisted CO_2 hydrogenation to Methanol using Ru/In_2O_3 Catalyst

박예진, 김찬연*
대구경북과학기술원
(chanyeon@dgist.ac.kr*)

Methanol is a valuable liquid fuel and chemical feedstock that can be obtained from CO_2 hydrogenation. Activation of CO_2 typically requires high temperature. However, methanol selectivity is often limited at high temperature condition. Because methanol formation is an exothermic reaction, whereas the competing reverse water-gas shift (RWGS) reaction is endothermic reaction. In this regard, light-assisted heterogeneous catalysis can overcome this thermodynamic constraint by activating CO_2 at lower temperature. Among various catalysts suitable for light-assisted CO_2 hydrogenation, In_2O_3-based catalysts have demonstrated high selectivity toward methanol. Nevertheless, their wide band gap limits light absorption to the UV region, and their catalytic performance is further limited by poor CO_2 activation and hydrogen dissociation abilities. To address these challenges, this study proposes a Ru/In_2O_3 catalyst, in which ruthenium—known for its strong CO_2 binding energy—is deposited onto In_2O_3, thereby enhancing methanol production under light irradiation.

P에환목-114

Application of Surface-Activated Ordered Mesoporous Carbon as a Cathode in Lithium-Ion Batteries

김형우, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Lithium-ion batteries (LIBs) have attracted significant attention due to their high energy density and long cycle life, yet the development of cost-effective, sustainable cathode materials remains a key challenge. Carbon-based materials, with their excellent electrical conductivity, chemical stability, and structural tunability, are promising candidates. In this study, ordered mesoporous carbon (OMC) with a uniform pore structure and high surface area was synthesized and subsequently surface-activated to introduce oxygen-containing functional groups, enhancing lithium-ion storage capability. The interconnected mesoporous network facilitates efficient ion diffusion, while the increased surface activity improves electrochemical interactions with lithium. Electrochemical tests indicate OMC's potential as a next-generation cathode material for high-performance LIBs.

P에환목-115

Effect of TCD Variation on Surface Area and Electrochemical Properties of Pt-Loaded Electrospun CeO_2 Nanofibers

오우석, 주용완*
원광대
(ywju1978@wku.ac.kr*)

Cerium oxide (CeO_2) possesses excellent oxygen storage capacity due to its abundant oxygen vacancies and is widely used as a support material to enhance the activity of noble metal catalysts. In this study, CeO_2 nanofibers were fabricated via an electrospinning process, and the tip-to-collector distance (TCD) was varied to induce differences in fiber diameter and specific surface area. Platinum (Pt) was subsequently loaded onto the CeO_2 nanofibers with different surface areas, and their electrochemical properties were comparatively analyzed. Through this investigation, the influence of surface area modulation, induced by electrospinning conditions, on the electrochemical performance of Pt/CeO_2 catalysts was evaluatedThis research was supported by the Regional Innovation System & Education (RISE) initiative, funded by the Ministry of Education and administered by the National Research Foundation of Korea (NRF)

P에환목-116

전기 방사 법으로 제조한 SSC 나노 섬유 공기 극의 전기 화학적 성능(SOFC)에 미치는 소성 온도의 영향

임성민, 주용완*
원광대
(ywju1978@wku.ac.kr*)

Funding This research was supported by the Regional Innovation System & Education (RISE) initiative, funded by the Ministry of Education and administered by the National Research Foundation of Korea (NRF)Energy conversion and storage systems have recently attracted significant attention due to growing environmental and energy challenges. In solid oxide fuel cells (SOFCs), cathodic reaction such as the oxygen reduction reaction (ORR) dominates the performance and durability. In this study, $Sm_{0.5}Sr_{0.5}CoO_3$ (SSC) nanofibers were fabricated via the electrospinning method and calcined at various temperatures to investigate the effect of post-treatment conditions. The structural and electrochemical properties of these nanofibers were evaluated as cathode materials in SOFCs. Electrochemical cells were fabricated using $La_{0.9}Sr_{0.1}Ga_{0.8}Mg_{0.2}O_3$ (LSGM) electrolyte and a $Ni-Fe/Sm_{0.2}Ce_{0.8}O_2$ (SDC) anode. The influence of calcination temperature on the electrochemical and chemical properties of SSC nanofibers prepared by electrospinning was analyzed and compared with that of sol-gel-derived SSC powder.

P에환목-117

메탄올의 전기화학적 개질을 통한 전기촉매 수소 생산을 위해 리간드 교환 유도 층별 적층 조립을 활용한 다층 나노아키텍토닉스

강다영, 구민수*
동아대
(sbgms@dau.ac.kr*)

Electrochemical water splitting for hydrogen production is hindered by the oxygen evolution reaction (OER) at the anode, which causes high overpotentials. As a solution, electrochemical reforming replaces OER with oxidation of alternative organic molecules. Here, we present 3D multilayer thin-film electrodes made of Au nanoparticles (NPs) and 4-(dimethylamino)pyridine (DMAP) ligands via ligand exchange-induced layer-by-layer (LE-LbL) assembly for hydrogen generation. DMAP provides strong binding to Au NPs, enabling efficient multilayer formation. The electrodes exhibit favorable charge and mass transfer, offering key insights for designing electrocatalysts with enhanced transport pathways without performance loss from mass transfer limits. These LE-LbL multilayer electrodes serve as a promising platform to boost hydrogen production efficiency and support sustainable energy solutions.

P에환목-118

카본닷-폴리도파민 이종접합의 표면 이중 기능성을 활용한 효율적인 광촉매 과산화수소 생성

김서현, 구민수*
동아대
(sbgms@dau.ac.kr*)

Designing efficient, metal-free photocatalysts for selective hydrogen peroxide (H_2O_2) production via the two-electron oxygen reduction reaction ($2e^-$ ORR) is vital for sustainable chemistry. Here, we report a carbon dots-polydopamine (CD/PDA) heterojunction that shows excellent photocatalytic performance by leveraging the dual surface functionality of its organic components. The CD/PDA composite achieves a high H_2O_2 production rate of 1408 μmol g^{-1} h^{-1} under visible light, surpassing both pristine CD and PDA. Mott-Schottky and optical analyses reveal a type-II heterojunction structure, promoting efficient charge separation. In this system, CD serves as the main electron-accepting site for O_2 reduction, while PDA—with abundant catechol and hydroxyl groups—facilitates hole scavenging and acts as an active site, without needing external electron donors. This dual-role design reduces electron-hole recombination and side reactions, improving selectivity and stability. Additionally, the catalyst maintains performance and structural integrity over multiple cycles. These results underscore the promise of all-organic, surface-functionalized heterojunctions as selective and sustainable photocatalysts for green chemical processes.

P에환목-119

Pd 활성점과 MXene 지지체의 시너지 효과를 활용한 고성능 메탄올 전기산화 전극 설계

정민욱, 구민수*
동아대
(sbgms@dau.ac.kr*)

Methanol oxidation reaction (MOR) in alkaline media plays a pivotal role in energy conversion technologies such as direct methanol fuel cells (DMFCs). However, achieving high electrocatalytic efficiency remains a significant challenge, primarily due to the limited control over electrode architecture and charge/mass transport pathways. Conventional electrode fabrication methods based on simple mixing often lack the structural precision required to regulate interfacial interactions and nanoscale organization, making it difficult to fully exploit the intrinsic activity of individual components. To address these limitations, we propose a structurally tunable multilayer electrode platform constructed via a layer-by-layer (LbL) assembly of highly conductive $Ti_3C_2T_x$ MXene nanosheets and surface-functionalized Pd nanoparticles. In this system, MXene functions as an efficient electron transport scaffold, while Pd nanoparticles serve as the primary catalytic sites for MOR. Electrostatic interactions between oppositely charged components enable the formation of well-ordered architectures with controllable thickness, surface area, and transport properties. This strategy not only enhances catalytic activity but also provides a robust model system for investigating structure-function relationships in electrocatalysis. Notably, the LbL-assembled MXene-Pd electrodes presented in this study demonstrate promising potential as alternatives to conventional

P에환목-120

3차원 리튬 음극을 위한 그래디언트 디자인

김현철, 박호석*
성균관대
(phs0727@skku.edu*)

Lithium-metal batteries (LMBs) deliver exceptional energy density but are limited by lithium dendrite growth, leading to safety hazards, low Coulombic efficiency, and capacity fading. We introduce a gradient-structured 3D lithium anode with controlled porosity, composition, and surface energy to regulate deposition and enhance stability. This architecture promotes uniform nucleation, suppresses dendrites, increases surface area, lowers local current density, and mitigates side reactions. Its interconnected pores facilitate rapid ion transport, improving rate capability and cycle life. The design is compatible with scalable fabrication, offering a practical pathway to safer, high-performance LMBs.

P에환목-121

Prediction of CO_2 Solubility in DESs through Machine Learning with Molecular Descriptor

SOFINA BINTI NAJIB, 임동희*
충북대
(limkr@cbnu.ac.kr*)

Prediction of CO_2 solubility with only COSMO-RS calculation yields to low accuracy when compared to the readily available experimental data. In this study, molecular descriptors which represents the molecules in values as in its property are used to test whether including them as the input variables will improve the prediction of CO_2 solubility. Several machine learning models are trained and tested to come out with a reliable model which yields high accuracy prediction. First, the structures of HBA and HBD are optimized through DFT calculations and COSMO-RS calculations are conducted to obtain the σ-profile, which are then included as the input variables for the model training in addition to temperature, pressure as well as molecular descriptors specifically number of HBA and HBD to produce the outcome of CO_2 solubility.

P에환목-122

2D CFD 기반 기포피복율 반영 알칼라인 수전해 셀 통합 시뮬레이션 모델

이민우, 박병흥*
한국교통대
(b.h.park@ut.ac.kr*)

전 세계는 기후 변화와 온실가스 배출 증가로 인한 심각한 환경 위기에 직면하고 있으며, 이에 따라 탄소중립 실현을 위한 청정에너지 전환이 시급하다. 수소는 화석연료를 대체할 수 있는 대표적인 무탄소 에너지원으로 주목받고 있으며, 특히 알칼라인 수전해(AWE)는 기술 성숙도와 경제성 측면에서 대규모 수소 생산에 유망한 방법으로 평가된다. 그러나 실제 운전 환경에서 발생하는 전극 표면 기포 축적은 반응면적 감소와 전기화학적 성능 저하를 유발하여 효율 저하의 주요 원인이 된다. 본 연구에서는 이러한 현상을 정량적으로 반영하기 위해 MATLAB/Simulink 기반 전기화학 모델과 2차원 전산유체역학(CFD) 해석을 연계한 통합 시뮬레이션 기법을 제안하였다. 먼저 Simulink 환경에서 AWE 셀의 전기화학 반응을 모델링하여 다양한 운전 조건에서의 전압-전류 특성을 예측하였다. 이어 CFD 해석을 통해 전극 표면에서 발생하는 기포 축적 현상을 모사하고, 국소 기포 피복율 분포를 산출하였다. 이를 Simulink 모델의 유효 활성면적에 반영함으로써, 기포로 인한 반응 저하 효과를 정량적으로 고려하였다. 제안된 모델은 기포 발생에 따른 성능 저하를 포함한 보다 현실적인 AWE 셀 거동 예측이 가능하며, 설계 변수 최적화에 활용될 수 있다. 감사의 글: 본 연구는 산업통상자원부와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (과제번호: 20227310100060)

P에환목-123

High-fidelity Mathematical Modeling of MEA cell eCO2R System for Elucidating the Phenomena of Local Reaction Environment with Cation Effect

이형건, 이웅*
KIST
(ulee@kist.re.kr*)

Electrochemical CO2 reduction system depends on the local reaction environment in vicinity of electrode surface. However, there is little understanding of how various properties of the system interactively affect the local reaction environment. Moreover, the existing mathematical models are challenging and limited in describing properly the intertwined phenomena in the system. Motivated by these limitations, we developed a full-scale multi-physics model with detailed governing physics implementing the eCO2R system. The simulation results show significant differences in current densities, ions profiles, water activity depending on the cations because of their Frumkin effect and steric effect, which are consistent with experimental data. In conclusion, our model predicts successfully the behavior of ions and electrical potential in vicinity of the electrode.In the future, our work provides new insights on the key parameters for achieving better MEA electrolyzer performance.

P에환목-124

나트륨 이온 배터리의 속도 성능 향상을 위한 Ta-도핑 $NaCrO_2$ 양극재 설계

배준호[1], 김성희[1], Periyasamy Anushkkaran[1], 임두현[1,2], 최선희[3], 장점석[1*]
[1]전북대; [2]에너지 11; [3]포항 가속기 연구소
(jangjs75@jbnu.ac.kr*)

Sodium has emerged as a strong contender to replace lithium in rechargeable batteries, gaining significant attention in the development of cathode materials. Among various candidates, $NaCrO_2$ with an O3-type layered structure stands out due to its respectable theoretical capacity of 120 mAh/g. Nevertheless, its practical application is hindered by substantial irreversible capacity loss during cycling, largely stemming from intrinsic structural weaknesses, which leads to poor capacity retention. In this study, we introduce Ta doping into $NaCrO_2$ via a solid-state synthesis route. Ta, a stable pentavalent element, was found to markedly improve structural stability, enabling the Ta-doped $NaCrO_2$ to achieve 1.5 times higher capacity retention compared to the pristine material. This improvement underscores the role of Ta doping in mitigating structural degradation and enhancing electrochemical performance.

P에환목-125

pH Buffered Fe^{2+}-EDTA System for Sustained Simultaneous Removal of NO and SO_2 at Ambient Conditions

이도헌[1,2], 이경호[1,3], 김선형[1], 이규복[2], 윤형철[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]충남대; [3]고려대
(hyoon@kier.re.kr*)

Nitrogen oxide (NO), a harmful air pollutant from fossil fuel combustion, contributes to acid rain, particulate matter, and respiratory diseases. Fe^{2+}-EDTA solution is effective for NO removal via stable complex formation, but its performance is hindered by rapid oxidation in the presence of oxygen. To address this, simultaneous removal of sulfur dioxide (SO_2), another major pollutant, was employed, as SO_2 suppresses Fe^{2+}-EDTA oxidation by acting as a reductant. However, continuous SO_2 absorption generates sulfurous acid (H_2SO_3), lowering pH, reducing SO_2 solubility, and eventually limiting both SO_2 removal and Fe^{2+}-EDTA regeneration. In this study, carbonate and bicarbonate were introduced as pH buffers to stabilize pH, prolong SO_2 absorption, and enable continuous Fe^{2+}-EDTA regeneration under oxygen conditions. Reaction products were identified as SO_4^{2-}, HSO_3^-, and NO_2^- in solution, and N_2O and N_2 in the gas phase. These results demonstrate the potential of pH-buffered systems for stable, long-term simultaneous NO and SO_2 removal, and highlight the need for buffer regeneration strategies.

P에환목-126

Real-Time Observation of Li Plating/Stripping Dynamics via Electrochemical Liquid-Cell TEM

김시현[1], 김성인[2], 전용군[3], 박정원[1,4*]
[1]서울대; [2]Cornell University; [3]육군사관학교; [4]기초과학연구원
(jungwonpark@snu.ac.kr*)

Lithium metal batteries (LMBs) are promising next-generation energy storage systems due to their high theoretical capacity and energy density. However, uncontrolled lithium growth during cycling can cause short circuits, reduced cycle life, and safety risks. In this study, electrochemical liquid-cell transmission electron microscopy (EC-LCTEM) was employed for real-time imaging of Li plating and stripping under various current densities to elucidate key interfacial processes. Lithium was observed to preferentially nucleate at pre-nucleated sites, leading to growth under the residual SEIs formed during stripping. These residual SEIs play a suppressive role in the following growth of new lithium nuclei. This work highlights EC-LCTEM as a powerful tool to investigate kinetically driven redox dynamics in battery systems, offering critical insights into lithium metal cycling mechanisms.

P에환목-127

수성가스 전환 반응 성능 향상을 위한 Cu 기반 촉매의 첨가제 도입 및 표면 반응 메커니즘

최수정, 최동섭, 진혜지, 주지봉*
건국대
(jbjoo@konkuk.ac.kr*)

청정에너지원인 수소를 생산하는 대표적인 공정 중 하나인 Water-Gas Shift(WGS) 반응은 CO와 물(H_2O)을 반응시켜 수소(H_2)와 이산화탄소(CO_2)를 생성한다. 이 반응은 반응 온도에 따라 200~350 ℃ 범위의 Low Temperature Shift(LTS) 반응과 350~500 ℃ 범위의 High Temperature Shift(HTS) 반응으로 구분되며, 일반적으로 두 단계를 연계하여 운전한다. WGS 반응은 발열 특성으로 인해 저온에서 열역학적으로 CO 전환에 유리하지만, 반응 속도가 느리다는 한계가 있다. 저온 WGS 반응의 대표적인 촉매로는 Cu 기반 촉매가 널리 사용되며, 첨가제를 도입함으로써 촉매 성능을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 Cu 기반 촉매에 Fe와 Ni 첨가제를 도입하여 반응 성능을 개선하였으며, 촉매 표면 반응 분석을 통해 반응물의 작용 메커니즘을 규명하였다. 이러한 결과를 통해 WGS 반응 메커니즘에 대한 이해를 심화하고, 첨가제의 촉매 성능 향상 원리를 제안할 수 있었다.

P에환목-128

고용량 · 자가 치유 · 온도 안정성을 갖는 Zwitterionic Organohydrogel 기반 유연 슈퍼커패시터

김나영, 하정숙[1*]
고려대; [1]고려대
(jeongsha@korea.ac.kr*)

본 연구에서는 고용량·자가치유·온도 안정성을 갖춘 Zwitterionic 화합물 기반 Organohydrogel 전해질을 개발하여 유연 슈퍼커패시터에 적용하였다. 전해질은 Poly(acrylic acid), Betaine, Phytic acid, Fe^{3+} 이온을 물/Ethylene Glycol 혼합 용매로 제조하였으며, Carbon Nanotube/Polyaniline 전극과 Selectively Self-healing, Tough Polymer (SSHTP) 기판, $TUEG_3$-capped Au Nanosheet 집전체를 사용하였다. PANI와 Fe^{3+}/ Fe^{2+} 이온의 가역적인 산화환원 반응에 의해 발생하는 Pseudocapacitance 효과를 통해 276.38 mF/cm²의 용량과 높은 에너지·파워 밀도를 확보하였고, 5000회 충·방전 후 80% 이상의 용량을 유지하였다. 절단 후 40℃ 열처리 시 80% 용량 회복 및 4회 이상 반복 치유 가능성을 보였으며, -20~60℃ 넓은 온도 구간에서도 안정적인 성능을 구현하였다.

P에환목-129

Enhanced Microalgal Flocculation via a Novel Dialdehyde Starch-Crosslinked Poly-L-lysine Bioflocculant

김정민*, 이상준
국가독성과학연구소
(jungmin.kim@kitox.re.kr*)

To address the high cost of microalgae harvesting, we developed a bioflocculant, DS-PLL, by crosslinking ε-poly-L-lysine with dialdehyde starch. Applied to Chlorella vulgaris, DS-PLL achieved >90% harvesting efficiency within 6 minutes, dramatically outperforming its precursor. Kinetic analysis revealed a Nonlinear Pseudo-First-Order (NLPFO) mechanism with DS-PLL exhibiting a significantly higher rate constant (k_1) and lower activation energy (3.9 vs. 6.8 kJ/mol). These properties establish DS-PLL as a robust candidate for developing scalable, cost-effective microalgae harvesting technologies. This research was supported by the Korea Institute of Toxicology, Republic of Korea (2710086927).

P에환목-130

Cost-Effective Pt-Ce-Ni Catalyst with Ultra-Low Pt Loading for Industrial AEM Water Electrolyzers and PVEC Devices

Shahbaz Ahmed[1,2], Samim Akhter[1,2], Mallappa Mahanthappa[1,2], Soon Yong Kweon[2,3], 양비룡[2,4]*
[1]Kumoh National Institute of Technology; [2]GHS Co. Ltd; [3]Korea National University of Transportation; [4]국립금오공과대
(blyang@kumoh.ac.kr*)

Abstract: A cost-effective Pt-Ce-Ni catalyst with low platinum loading (0.25 mg cm^{-2}) is presented for stable AEM water splitting. This catalyst shows superior oxygen evolution reaction (OER) activity over commercial RuO_2, with overpotentials of 270 mV at 50 mA cm^{-2}. While initial activity was similar on nickel mesh (NM) and nickel foam, the structurally ordered NM provided significantly enhanced long-term stability. An AEM electrolyzer with the Pt-Ce-Ni/NM catalyst achieved a low cell voltage of 1.54 V at 50 mA cm^{-2} and stable operation for over 48 hours at 100 mA cm^{-2}. The performance stems from synergistic effects and the ordered NM support, highlighting a promising route to durable, low-cost electrocatalysts.Acknowledgements: This research was supported by NRF (202100390004), by TIPA (202402570002), by MSS and KIAT (RS-2025-25441326), by MSS and KIAT (RS-2025-25441188)

P에환목-131

리튬이온전지 음극의 안정성 극대화를 위한 탄소 코팅 메조포러스 Si/SiOx 나노구조 설계

이수진, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Silicon (Si), a high-capacity alternative to graphite for LIB anodes, suffers from severe volume expansion. We introduce a mesoporous Si/SiOx (m-Si/SiOx) composite where the SiOx matrix and inherent pores accommodate this expansion and mitigate mechanical stress. However, the composite still suffers from low electrical conductivity and poor initial coulombic efficiency (ICE).To resolve this, a uniform carbon layer was coated onto the m-Si/SiOx, which significantly boosts electronic conductivity and minimizes initial irreversible capacity loss. Consequently, the coated anode demonstrates a higher reversible capacity, improved ICE, and superior cycling stability compared to its uncoated counterpart. The synergy between a mesoporous architecture and carbon engineering proves to be an effective strategy for developing stable, high-performance silicon anodes for next-generation LIBs.

P에환목-132

Electrochemically Reduced TiO2 Nanotube for Er

김민성, 강영수*
한국에너지공과대
(yskang@kentech.ac.kr*)

Titanium dioxide (TiO2) is a highly versatile inorganic oxide mater corrosion. As an anode, TiO_2 also offers strong adhesion to vari term PEC CO_2 RR operation. However, its wide band gap limits to-
chemical conversion efficiency. To address this limitation, we pre TiO_2) by introducing Ti^{3+} and oxygen vacancies (Vo) via an ele gap states, which facilitate sub-band-gap absorption and lead to an apparent decrease in the optical b light response. In this study, TiO_2 was fabricated using a conve step anodization process. The as-prepared TiO_2 was subsequently partially reduced via an electro reduced TiO_2 . (ECR-TiO2) Experimentally, TiO_2 nanotube arrays were synthesized b step anodization and then partially reduced electrochemically to g

P에환목-133

Electrochemically Surface-Engineered CoNiFe on Stabilized Layered Ti_3C_2 MXene: A high-performance, Cost-efficient catalyst for AEM Water Electrolyzer.

양비룡*, Mallappa Mahanthappa[1], Ahmed Shahbaz[1], Sk Samim Akther[1], Kweon Soon-Yong[2]
국립금오공과대; [1]Kumoh National Institute of Technology, GHS Co Ltd; [2]3Korea National University of Transportation, GHS Co Ltd
(blyang@kumoh.ac.kr*)

Electrochemically Surface-Engineered CoNiFe on Stabilized Layered Ti_3C_2 MXene: A high performance, Cost efficient catalyst for AEM Water ElectrolyzersMallappa Mahanthappa[1,2], Ahmed Shahbaz [1,2], SK Samim Akther [1,2], Kweon Soon-Yong[3], Bee Lyong Yang[1,2*],[1]Kumoh National Institute of Technology, 61 Daehak-ro, Gumi-si, Republic of Korea[2]GHS Co. Ltd. Gumi-Si, Republic of Korea [3]Korea National University of Transportation, Republic of Korea*Corresponding author: Tel: +82-(54)-478-7741, E-mail:blyang@kumoh.ac.krAbstractThe transition from precious-metal-based catalysts to efficient and durable alternatives is essential for advancing sustainable green hydrogen production through anion exchange membrane water electrolyzers (AEMWE). Yet, AEMWE performance is still hampered by slow water decomposition kinetics. In this study, we present an electrochemically deposited CoNiFe/Ti_3C_2 MXene composite that undergoes modulates

P에환목-134

그래핀 산화물 개질을 통한 리튬이온전지 SiO_x/C 음극의 전기화학적 성능 향상

박소희[1], Periyasamy Anushkkaran[1], 배태성[2], 박지인[2], 박경원[2], 정희석[2], 임두현[1,3], 장점석[1]*
[1]전북대; [2]KBSI 대전; [3]에너지 11
(jangjs75@jbnu.ac.kr*)

SiO_x is a promising anode material for lithium-ion batteries (LIBs) due to its high theoretical capacity. This study presents a systematic investigation of graphene oxide (GO) as a multifunctional additive integrated onto SiO_x/C anodes, where the SiO_x/C was synthesized via a thermally induced sol-gel strategy. GO loading facilitated the stabilization of SEI layer, enhancing cycling stability while mitigating continuous electrolyte decomposition and the presence of oxygen-containing functional groups in GO contributes pseudocapacitive charge storage, thereby increasing the overall capacity. The 15% GO-SiO_x/C anode demonstrated a high reversible capacity of 583.8 mAh/g after 500 cycles at 0.5 A/g. This work paves the way for the rational design of high-performance SiO_x/carbon hybrid anodes for next-generation LIBs.

P에환목-135

Modulating Water Activity in the Microenvironment using Hetero-Solvent for CO_2-to-ethanol conversion

이수연, 김찬연*
대구경북과학기술원
(chanyeon@dgist.ac.kr*)

Electrochemical CO_2 reduction (CO_2 R) has emerged as a sustainable technology for converting CO_2 into value-added chemicals. Among various products obtained through CO_2R, ethanol is particularly attractive for its ease of storage and transport and its wide use as a chemical solvent. However, achieving high ethanol selectivity remains challenging because of parasitic hydrogen evolution reaction (HER) and competing ethylene formation. Particularly, reaction pathway for ethylene and ethanol share the same intermediate. Here, we demonstrate a strategy to suppress HER and ethylene formation by modulating water activity via hetero-solvent microenvironment. It lowers activity of water dissociation, thereby suppressing (1) HER and (2) ethylene formation. Our findings highlight water activity as a critical and tunable parameter in CO_2 R systems.

P에환목-136

비용매-열 유도 상전이법(N-TIPS)을 이용한 환경친화적 Poly-Butylene Adipate Terephthalate(PBAT)/Polybutylene 블렌드 생분해성 다공성 분리막 제조

황정선, 김정*
경희대
(jeongkim@khu.ac.kr*)

본 연구는 생분해성 고분자인 PBAT와 PBS를 다양한 조성비로 블렌딩하여, 기능성과 환경친화성을 겸비한 분리막을 제조하는 것을 목표로 하였다. 유연성이 우수한 PBAT와 기계적 강도가 뛰어난 PBS의 조합을 통해 단점을 보완하였으며, 비용매-열 유도 상전이법(N-TIPS)을 적용하여 분리막을 제작하였다. 공정 중 여러 변수를 제어하여 최적 조건을 확보하였고, 제조된 분리막의 특성 및 성능을 평가하였다. 또한 친환경 용매의 적용 가능성을 검토함으로써, 제조부터 폐기까지 지속 가능한 생분해성 분리막 생산의 가능성을 제시하였다. 본 연구는 향후 친환경 분리막 산업에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

P에환목-137

선택적 파라핀계 탄화수소 제조를 위한 촉매 적용 하이드로프로세싱 반응 특성

한기보*, 장정희, 이지은, 장현성, 윤여진, 이재홍
고등기술연구원
(gbhan@iae.re.kr*)

정유 석유화학 산업에서 석유계 원유로부터 유용한 화합물의 생산을 위하여 다양한 수첨 기반 하이드로프로세싱 공정이 적용될 수 있다. 원유로부터 유용한 탄화수소 화합물을 선택적으로 생산할 수 있는 하이드로프로세싱 공정에 적용될 수 있는 대표적인 반응에는 수소화, 이성화, 분해 등이 있으며, 최근 비석유계 기반의 원료를 적용한 석유대체 연료 및 화학원료를 생산할 수 있는 탈산소 반응 등이 적용될 수 있다. 이러한 하이드로프로세싱에 적용할 수 있는 다양한 반응에는 반응특성에 따라 촉매들이 달리 적용될 수 있으며, 운전조건 또한 최적화 범위가 달리 존재하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 이러한 하이드로프로세싱 공정에 도입될 수 있는 수소화, 탈산소, 이성화, 분해 등의 다양한 반응에 각각 적용할 수 있는 촉매를 동반함으로써 다양한 조건에서의 반응특성을 살펴보았다.

P에환목-138

Synthesis of $NiMoO_4$ Nanocomposites and Their Electrochemical Properties

최지영, 정민석, 주용완*
원광대
(ywju1978@wku.ac.kr*)

The extensive use of transition metal oxides as electrode materials in supercapacitors and as electrochemical catalysts stems from their favorable properties, including multiple oxidation states, high electrical conductivity, and environmental friendliness. Specifically, NiMoO4 holds great potential as an electrochemical catalyst due to its high energy density, chemical stability, and high theoretical pseudocapacitance. Nonetheless, a major drawback of NiMoO4 catalysts is their poor long-term performance durability, which is primarily caused by rapid volume expansion during redox processes To address this issue, we synthesized a nanostructured composite and evaluated its electrochemical properties to improve the long-term stability of NiMoO4.

P에환목-139

Structural Design Strategies of Sustainable and Low GWP Fluorinated Etching Gases for the Semiconductor and Display Etching Process

이상휴, 김종민*
한국화학연구원
(jmwrd9724@gmail.com*)

Global efforts toward Net-Zero have underscored the emphasize need to replace high Global Warming Potential (GWP) fluorinated etching gases such as SF_6 and CF_4 in semiconductor and display manufacturing. In this presentation, we introduce the characteristic molecular structures of the fluorinated gases from the perspectives of eco-friendliness and etching performance, respectively by the reviews of the previous studies. From the trend analysis, we present key molecular design guidelines for promising alternatives with low GWP and high etching performance, and further discuss future considerations regarding regulatory compliance and process compatibility.

P에환목-140

고용량 실리콘 음극재의 부피팽창 이슈 극복을 위한 다공성 실리콘/탄소 복합체 설계 연구

추승혁, 이정규*
동아대
(jklee88@dau.ac.kr*)

최근 고용량 양극재와 팩 설계기술의 발전으로 배터리의 에너지 밀도가 지속 향상되어왔다. 그러나 양극의 고용량화에 한계가 있고 최근 LFP 및 mid-Ni 계 양극재가 가격 경쟁력 등에서 새로운 관심을 받고 있다. 이러한 시장 환경에서 급속충전과 에너지 밀도 향상을 위해 고용량 실리콘 음극재 개발 필요성이 커지고 있다. 실리콘 음극재는 높은 이론용량(4200 mAh/g)에도 불구하고 충-방전 시 약 300% 부피팽창이 동반되어 수명이 짧다. 이를 해결하기 위해 회전식 마그네슘 열 환원법으로 다공성 실리콘(pSi)을 제조하고, 내부에 공극을 갖는 실리콘/탄소 복합체(V-pSi/C)의 제조법을 연구하였다. 이러한 입자구조는 실리콘의 부피팽창을 더욱 효과적으로 수용할 수 있어 더욱 높은 에너지밀도에서 수명특성이 우수한 실리콘 음극활물질을 기대할 수 있다. 제조된 V-pSi/C는 전자현미경을 이용한 입자 단면 구조 관찰, 전기화학적 평가 그리고 사이클 후 전극 두께 변화 측정을 통해 부피팽창 문제를 효과적으로 제어함을 보이고자 한다.

P에환목-141

액체수소 저장용기 충전율 변화에 따른 슬로싱 유동 특성 3D 전산모사

이효은, 박병흥*
한국교통대
(b.h.park@ut.ac.kr*)

액체수소는 높은 에너지 밀도와 대량 저장이 가능한 효율적인 에너지원이다. 이를 연료로 활용하기 위해서는 저장 및 운송 과정에서의 안정성과 안전성 확보가 필수적이다. 특히 운송 중 발생하는 슬로싱 현상은 저장용기 내부에 반복적인 충격을 가해 구조적 손상을 초래할 가능성이 크다. 이에 따라, 슬로싱에 따른 유체의 거동을 분석하고, 저장용기의 안전성을 평가하는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 액체수소 저장용기의 충전율 변화에 따른 슬로싱 유동 현상을 3차원 전산모사하였다. 시뮬레이션 결과, 특정 시점에서 충전율에 따라 탱크 내부 액체수소의 거동이 비선형적으로 변화하는 경향이 관찰되었으며, 내부 압력 분포와 유동 속도가 변동하는 양상이 확인되었다. 감사의 글: 본 연구는 산업통상자원부와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (과제번호: RS-2025-02317950)

P에환목-142

Two-dimensional Polymeric Metal Phthalocyanines with Anion Fluxing and Li-ion-conducting Properties for Lithium Metal Full Batteries

김준수, 박호석*
성균관대
(phs0727@skku.edu*)

Herein, we report the molecular engineering of anion fluxing polymeric metal phthalocyanines (MTPs), controlling the types of metal centers and incorporating lithiophilic linkers, for the ultrastable Li metal batteries. As characterized by spectroscopic characterization, cryogenic transmission electron microscopy, and computational simulations, Co-N_4 sites of Co incorporated MTP (CoTP) facilitate the local accumulation and directional flux of TFSI anions, inducing the formation of uniform and dense LiF-rich solid electrolyte interphases. As a result of this interfacial chemistry, symmetric cells with Li@CoTP@CC exhibited outstanding cycling stability exceeding 2500 hours at 1 mA cm^{-2} and 1 mAh cm^{-2}. Li@CoTP@CC||$LiFePO_4$ full cells were operated stably for over 600 cycles under fast charge/discharge conditions, with a high-mass-loading cathode of 20 mg cm^{-2}. Li@CoTP@CC||$LiFePO_4$ pouch cells demonstrated stable cyclability under demanding practical conditions, including a low N/P ratio of 2.5, high cathode mass loading (23.53 mg cm^{-2}), and lean electrolyte usage (5 g Ah^{-1}). Furthermore, CoTP@CC-enabled anode-free full cells achieved exceptional stability over 500

P에환목-143

Rapid Joule Heating of FeNi Metal – Organic Framework for Enhanced Electrochemical Nitrate-to-Ammonia

김다연[1,2], 김민기[1], 장우석[3], 김대우[2], 김찬솔[1]*
[1]한국과학기술연구원; [2]연세대; [3]연세대
(chansolkim@kist.re.kr*)

Electrochemical nitrate reduction reaction (NO_3 RR) to ammonia (NH_3) offers a sustainable route for nitrogen recycling and NH_3 production, addressing environmental and energy challenges. MOF-based catalysts offer high surface area, tunable pore structures, and versatile active sites, enabling enhanced catalytic performance. However, MOF catalysts suffer from low conductivity and poor stability. Herein, we developed FeNi-MIL-101 metal-organic framework-derived electrocatalysts modified via rapid Joule heating (RJH), achieving ~1000 K within 1 s to induce framework collapse and form well-dispersed FeNi nanoparticles, thereby overcoming these drawbacks By various characterization tools, partial reduction of Fe^{3+} state to Fe^0 state was observed after RJH as well as improved conductivity and nanoparticle formation of the catalyst. Among varying the Fe-to-Ni ratios, the 1:1 composition exhibited the highest Faradaic efficiency (> 85%) and NH_3 yield rate due to balanced metal distribution and optimized active site exposure, which can be attributed to the effect of Fe and Ni: Fe enhances NO_3^- adsorption, while Ni promotes subsequent reaction steps via H_2O dissociation. This work demonstrates RJH as a fast and energy-efficient technique to tune MOF structures for into uniform metal nanoparticles which shows enhanced NO_3 RR performance, with potential

P에환목-144

Investigation of Alloy and Sulfur-doped Catalyst in Electrochemical Nitrate Reduction

황수현[1,2], 김민기[1], 유승호[2], 김찬솔[1]*
[1]한국과학기술연구원; [2]고려대
(chansolkim@kist.re.kr*)

Electrochemical nitrate reduction reaction (NO_3RR) to ammonia (NH_3) is a promising route for nitrogen recycling and producing ammonia, which has large value for producing fertilizer and hydrogen carrier. However, progress is still limited by low selectivity and production rates. Among various strategies to enhance NO_3RR, alloy and single metal catalysts with sulfur doping are notable due to their ability to modulate the binding energy with reactants and intermediates. Herein, we synthesized Cu-, Co-, and S-based catalysts on carbonized melamine foam via carbothermal shock to investigate the individual and synergistic effects of alloying and sulfur doping on NO_3RR. Among them, Co/S catalyst exhibited the highest performance, over 90% Faradaic efficiency and a yield rate of 6000 $\mu g h^{-1}$ cm^{-2} towards NH_3 at low applied potential. Both metal alloying and sulfur doping promoted NO_3RR activity, but sulfur doping on single metal Co had a stronger impact, enabling Co/S to outperform the bimetallic CuCo/S catalyst. These results suggest that optimized electronic interactions between cobalt and sulfur improve intermediate adsorption and accelerate reaction kinetics, leading to efficient NO_3RR.

P에환목-145

백금-전이금속 플루오라이드 기반의 고 활성 수소 발생 반응 촉매

최정화[1,2], 김성준[1], 장윤정[2*]
[1]한국화학연구원; [2]한양대
(yjang53@hanyang.ac.kr*)

Anion-exchange membrane water electrolysis (AEMWE) is a promising technology for cost-effective green hydrogen production; however, the inherently sluggish hydrogen evolution reaction (HER) kinetics in alkaline environments remains a significant challenge. To address this limitation, the development of highly active alkaline HER catalysts is essential. Although Pt exhibits the highest HER activity among single-element catalyst, its performance can be further boosted by the incorporation of transition metals (TMs). TM fluorides, in particular, can improve the water dissociation properties of TMs, enabling additional performance gains. In this study, we report an alkaline HER catalyst based on Pt-cobalt fluoride (Pt/CoF_2 @VC), synthesized via a room-temperature evaporation method followed by Pt deposition. The crystalline phases were confirmed using X-ray diffraction (XRD). Electrochemical evaluation confirmed that incorporating CoF_2 significantly enhanced HER activity compared to Pt/C and Pt@VC, and full-cell testing demonstrated superior performance, underscoring its potential for practical application.

P에환목-146

Regeneration of Cellulose Using Ionic Liquids: Structural Characteristics and Thermal Property Changes

김영찬, 김기섭*, 강정원
한국교통대
(kks1114@ut.ac.kr*)

This study investigated the use of ionic liquids to dissolve cellulose as alternatives to volatile organic compounds. Regenerated cellulose is characterized by scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD) and thermogravimetric analysis (TGA). The SEM and XRD results revealed that most of the biomass treated with ionic liquids had low crystallinity after regeneration from ionic liquids. TGA confirmed that the pyrolysis temperature of the Regenerated cellulose decreased. However, it was found that the pyrolysis temperature of the biomass increased again after the ionic liquid was washed out using an anti-solvent. The experimental results of this study contribute to understanding of the biomass regeneration mechanism of ionic liquids and enhance the applicability of biomass in various fields.This study was supported by Korea National University of Transportation in 2025.

P에환목-147

Active Learning-Coupled Experimental Screening of Energy Efficient metallic Alloy Catalysts for Electrochemical Nitrat

이지민, 조아연[1], 김민기, 김용주[1], 김찬솔*
한국과학기술연구원; [1]고려대
(chansolkim@kist.re.kr*)

Electrochemical nitrate reduction reaction (NO_3RR) is a green alternative to the energy-intensive Haber-Bosch process for ammonia (NH_3) production. Multi-metallic alloy catalysts are promising due to their tunable metal electronic structures via alloying, which can modulate reaction pathways toward NH_3 synthesis. The development of optimal multi-metallic alloy catalysts involves numerous variables such as metal type, their ratio, and operating conditions. In this regard, systematic screening can effectively shorten the required time. Herein, homogeneous multi-metallic alloys were synthesized within a few seconds via rapid Joule heating, coupled with machine learning-based active learning to enable efficient catalyst screening. An iterative feedback loop integrating experimental validation progressively enhanced the model's accuracy in predicting the optimal metal composition and applied potential. Catalyst performance was evaluated using Faradaic efficiency; however, energy efficiency (EE)—which incorporates overpotential and practical industrial conditions—was primarily adopted to better assess industrial applicability. Despite limited data, this approach successfully identified conditions achieving ~30% EE, even accounting for overpotential losses.

P에환목-148

Tuning Methanol selectivity during CO_2 hydrogenation via modulation of the CO adsorption strength

김성엽, 김찬연*
DGIST
(chanyeon@dgist.ac.kr*)

Cu/ZnO/Al_2O_3 (CZA) has been often used as catalyst in methanol synthesis via CO_2 hydrogenation. However, CZA exhibits low catalytic activity at low temperature. On the other hand, Ruthenium (Ru) has stronger CO_2 adsorption, leading to higher CO_2 conversion compared to Cu. However, Ru usually produce the fully hydrogenated product, which is methane, because its CO binding energy is too strong to stabilize partially hydrogenated intermediate required for methanol production. In this regard, we synthesized Ru/ZnO/Al_2O_3 (RZA) to improve CO_2 conversion compared to CZA. In addition, Ru content was varied to modify size of Ru NPs and thereby CO adsorption strength to produce methanol. Furthermore, to further facilitate the reaction under low-temperature and ambient-pressure conditions, we introduced a strategy of direct photoexcitation of the adsorbed CO_2 on Ru under light irradiation.

P에환목-149

All-Organic Porous Bilayer Aerogel with Functionalized PEDOT:PSS for High Photothermal Solar Desalination

이동하, 김정훈[1*], 장지은, 정민석
연세대; [1]연세대
(jhkim03@yonsei.ac.kr*)

Potable water scarcity has become an urgent global challenge. In this work, we developed an all-organic bilayer porous aerogel for solar-driven seawater desalination, composed solely of agarose (AG), cellulose nanofibers (CNF), and PEDOT:PSS-co-PAA (PPPA). The fabrication process does not require carbonization, offering the advantages of rapid and facile fabrication. It was observed that the upper and lower layers remained integrated as a single channel, allowing smooth and continuous water transport. The upper PPPA@CNF@AG layer was designed to be thin to ensure efficient photothermal conversion, while the lower CNF@AG layer possesses low thermal conductivity to minimize heat loss. To enhance structural stability, poly(acrylic acid) (PAA) was introduced as a copolymer into the PSS chains of PEDOT:PSS, forming PEDOT:PSS-co-PAA. The hydroxyl groups of PAA, AG, and CNF participate in cross-linking, creating a robust structure that prevents PEDOT:PSS leaching during desalination. As a result, the bilayer aerogel exhibited a stable evaporation rate of 1.80 kg m^{-2} h^{-1} under 1 sun illumination.

P에환목-150

Investigating the Effect of Organic Anti-solvents on Regenerated Cellulose Properties from Ionic Liquids

김규학, 김기섭[1*], 이봉섭[2]
국립한국교통대; [1]한국교통대; [2]강원대
(kks1114@ut.ac.kr*)

Extracting cellulose through dissolution in ionic liquids (ILs) is effective, but the prohibitive cost of ILs makes their recycling indispensable. To address this, our research explored the utility of organic solvents, possessing low boiling points and diverse polarities, as anti-solvents, specifically examining their effects on the structural and thermal attributes of cellulose regenerated from IL solutions. SEM/XRD showed regenerated cellulose (organic solvent/water) lost crystallinity, while TGA confirmed reduced decomposition temperatures post-extraction. we observed that the regenerated cellulose obtained using organic anti-solvents possessed structural and thermal characteristics similar to those of cellulose regenerated using water.This study was supported by Korea National University of Transportation in 2025.

P에환목-151

Nanoarchitectonics of Nanoporous Metal Film with Functional Polymers to Optimize Methanol Electrooxidation Activity

김진보*
연세대
(wlsqh95@gmail.com*)

Mesoporous gold (Au) films with tunable pores are expected to provide fascinating optical properties stimulated by the mesospaces, but they have not been realized yet because of the difficulty of controlling the Au crystal growth. Here, we report a reliable soft-templating method to fabricate mesoporous Au films using stable micelles of polymers, with electrochemical deposition advantageous for precise control of Au crystal growth. Strong field enhancement takes place around the center of the uniform mesopores as well as on the walls between the pores. Furthermore, the crystal structure of the nanoporous noble metal films has been controlled by the construction of secondary nanostructures method and optimized electrochemical performance.

P에환목-152

차량용 수소 저장 탱크 충전 시뮬레이션을 통한 온도 계산 및 Nusselt 상관관계식 평가

심규석, 박병흥*
한국교통대
(b.h.park@ut.ac.kr*)

전 세계적 온실가스 감축 기조 속에서 수소 에너지는 지속가능한 전환의 핵심 대안으로 부상하고, 운송 부문에서는 수소 모빌리티 상용화와 고성능·고효율 충전 기술 수요가 확대되고 있다. 고압 탱크 충전 시 내부 온도는 단시간에 급상하여 안전성과 직결되므로 정밀 예측이 필수적이다. 본 연구는 시간에 따라 변화하는 유동·열전달 특성을 반영한 모델을 개발하고, 다양한 Nusselt 상관관계식을 적용해 내부 대류 열전달 계수와 탱크 온도를 계산·시뮬레이션하였다. 그 결과 기존 상관식들은 온도 재현이 미흡하여, 충전 조건에 특화된 새로운 상관식을 제안하였으며 예측 정확도가 향상됨을 확인하였다. 제안된 상관관계식과 모델은 수소 저장 시스템의 열적 안전성 평가와 충전 프로토콜 최적화에 활용 가능성이 높다.감사의 글: 본 연구는 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원(KAIA) 지원을 받아 수행된 연구입니다. (과제번호: 21OHTI-C163280-01)

P에환목-153

Theoretical Study on Defect Passivation of $FAPbBr_3$ perovskite nanocrystal induced by BF_4^- ion incorporation

이승민, 이동렬, 권대현[1], 송명훈, 곽상규[1*]
울산과학기술원; [1]고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

Metal halide perovskite nanocrystals have attracted intensive interest due to their high photoluminescence quantum yields (PLQY) and color tunability. Nevertheless, commercialization has been hindered by the degradation caused by surface halide defects in the perovskite. To overcome this limitation, we report a multisite coordination strategy which incorporates the pseudo-halide BF4− ion as a defect passivation material. Density functional theory (DFT) calculations results showed that BF4− ion exhibited the strongest binding energy (−7.415 eV) compared to other considered ions (i.e., Cl−: −4.177 eV, Br−: −3.945 eV, I−: −3.657 eV). Furthermore, by calculating the integrated crystal orbital Hamilton population (ICOHP), it was theoretically proposed that the strong binding affinity of the BF4− ion originated from the formation of multiple hydrogen bonds with the surrounding FA+ ions.

P에환목-154

하드 카본 기반 주석 도핑 음극재 합성

이효민, 이민영, 이성준, 김일태*
가천대
(itkim@gachon.ac.kr*)

본 연구에서는 하드 카본 기반 음극재의 전기화학적 성능 향상을 위해 용매의 산화 반응을 활용한 주석 도핑 방법을 적용하였다. 제안된 합성법은 간단한 단일 공정으로 진행되며, 주석이 하드 카본 표면과 내부에 고르게 분산될 수 있도록 설계되었다. 합성된 시료는 구조, 표면 형상, 화학적 결합 상태를 다각적으로 분석하였으며, 이를 나트륨이온전지 반쪽 셀 환경에서 전기화학적으로 평가하였다. 그 결과, 주석 도핑을 통해 초기 용량 향상과 전기전도성 개선이 확인되었으며, 반복 충·방전 시 전극 구조 안정성도 향상되는 경향을 보였다. 본 연구는 하드 카본 기반 음극재의 성능 최적화를 위한 새로운 합성 접근법을 제시하며, 향후 고용량·고안정성 나트륨이온전지 개발에 기여할 수 있는 가능성을 보여준다.

P에환목-155

지방산 기반 CBD 공법을 이용한 알루미늄 표면 개질: 초발수성 극대화와 과코팅 방지 연구

이순혁, 김지율, 주지봉*
건국대
(jbjoo@konkuk.ac.kr*)

최근 다양한 산업 분야에서 범용적으로 활용 가능한 코팅 기술로 문제를 해결하려는 시도가 이어지는 가운데, 초발수성 표면 코팅 기술이 주목받고 있다. 초발수성이란 물과 표면이 이루는 접촉각이 150° 이상을 나타내는 표면의 성질을 뜻하며 이러한 표면에서는 물방울이 맺히더라도 쉽게 흘러내리거나 튕겨져나가 표면이 젖거나 서리가 생성되는 등 다양한 문제점을 방지할 수 있다. 다양한 코팅 기술 중에서 경제성이 우수하고 공정이 간단한 CBD(Chemical Bath Deposition) 코팅 기술을 사용하기로 하였다. 본 연구에서는 금속 전구체를 이용하여 표면의 거칠기를 증가시키고 지방산을 사용하여 표면에너지를 낮춰주었고 온도, 시간, 농도 등 다양한 조건 아래에서 실험을 진행하였다. 이를 통해 초발수성 성능을 극대화 해줄 수 있는 최적의 조건을 찾고 향후 다양한 적용 분야에서 효과적으로 사용될 수 있는 초발수성 코팅 기술의 방향성과 가능성을 확인하였다.

P에환목-156

Functional Polymer Coatings for Chemically Stable Sulfide Solid Electrolytes: Toward Practical Application for All-Solid-State Batteries

봉성일, 김규태, 우제훈, 박영준, 정윤석*
연세대
(yoonsjung@yonsei.ac.kr*)

All-solid-state lithium batteries (ASLBs) with inorganic solid electrolytes (SEs) are a key solution for achieving high-energy-density energy storage systems. Sulfide SEs offer high ionic conductivity and deformability, but weak P–S bonds cause chemical instability, including poor air, interfacial, and thermal stability. Previous strategies, such as functional additives or composition tuning based on the hard and soft acids and bases (HSAB) theory, often compromise Li^+ conductivity, electrochemical reduction stability, cost efficiency, and energy density.In this study, we introduce a strategy to enhance the chemical stability of sulfide SEs via functional polymer coatings. These coatings are applied through a solvent-free process to avoid solvent-induced degradation and block moisture to enhance air stability. The protected SEs also demonstrate dry-room compatibility, highlighting their practical potential.

P에환목-157

Improved Air Stability of Li argyrodite through Co-substitution for All-solid-state batteries

장민서, 박주현, 이지훈, 김동혁, 정윤석*
연세대
(yoonsjung@yonsei.ac.kr*)

Sulfide solid electrolytes (SEs) with high ionic conductivity and deformability are considered promising Li^+ transport media for all-solid-state batteries (ASSBs). However, these SEs are unstable in atmospheric air and undergo degradation as a result of hydrolysis as well as hydration reaction. Specifically, they are degraded with the release of toxic H_2S. To overcome the limitations, we propose a co-substitution strategy to improve both ionic conductivity and air stability. The modified sulfide SE shows higher conductivity retention after air exposure and reduced degradation products. Computational modeling revealed that co-substitution effectively lowers the adsorption energy of H_2O and suppresses the rotational motion of the surface tetrahedral building units. In this presentation, we provide new insights into the key factor in enhancing air stability of sulfide SEs.

P에환목-158

Zwitterion-Engineered Hydrogel Electrolyte Enabling Stable Zn Anode in Aqueous Zinc-Ion Batteries

맹도영, 김진혁[1], 이정현*, 장지현[2]
한국에너지기술연구원; [1]충남대/한국에너지기술연구원; [2]서강대
(junghyun279@kier.re.kr*)

Aqueous zinc-ion batteries suffer from severe interfacial instability, mainly caused by Zn corrosion and side reactions at the Zn/electrolyte interface. To address these issues, a gel polymer electrolyte (GPE) can be a good candidate for high ionic conductivity, mechanical robustness and facile processability. A zwitterionic additive serves as an valuable electrolyte additive that stabilizes local pH, suppresses corrosion and eliminates side reactions at the Zn anode side. We developed a novel GPE with a zwitterionic additive by in-situ photo-initiated polymerization. The GPE effectively regulates Zn deposition, leading to smoother and more reversible plating/stripping, while simultaneously suppressing dendrite growth and interfacial side reactions.

P에환목-159

Study of A-site deficient $(Sr_{0.92}Y_{0.08})_{0.85}Ti_{0.9}Ni_{1-x}Co_xO_{3-\delta}$ as a solid oxide fuel cell anode for direct internal methane dry reforming

김준호, 김승우, 유세한, 김희수[1], 윤정우[2]*
전남대; [1]한국건설기계연구원; [2]전남대
(jwyun@jnu.ac.kr*)

Among various hydrogen production methods, dry methane reforming (DMR) is attracting attention because it produces syngases H_2 and CO using greenhouse gases CH_4 and CO_2. Additionally, solid oxide fuel cells (SOFCs) operate at high temperatures (700-900 ℃), allowing the DMR reaction to be performed internally without a separate reformer. In previous studies, we evaluated the properties of SYT, SYTN, SYTRu, SYTNC, and A-site deficient SYTN(+) as methane reforming and fuel electrodes for SOFCs. In this study, direct internal DMR was performed using $Sr_{0.92}Y_{0.08}Ti_{0.9}Ni_xCo_{1-x}O_{3-\delta}$ (SYTNC) and $(Sr_{0.92}Y_{0.08})_{0.85}Ti_{0.9}Ni_xCo_{1-x}O3-\delta$ (SYTNC(+)) as the anodes of SOFC. SYTNC and SYTNC(+) were synthesized via the Pechini method, with Ti at the B site replaced by various combinations of Ni and Co.The physical properties of SYTNC were analyzed through TGA/DTA, SEM, XRS, XPS, H_2-TPR etc., and the DRM modification performance was measured and analyzed through GC, and the electrochemical performance was measured and analyzed through impedance analysis and IV performance curve. The higher the Ni substitution amount, the higher the DMR modification performance at 800 ℃. In the case of SYTNC91, a stable CH4 conversion rate of

P에환목-160

Zinc-Ion Battery에서 분리막 특성과 전기화학적 거동 간의 상관관계

김진혁[1], 맹도영[1,2], 이정현[1]*, 양성윤[3]
[1]한국에너지기술연구원; [2]서강대; [3]충남대
(junghyun279@kier.re.kr*)

Zinc-ion batteries (ZIBs) have attracted attention as next-generation rechargeable batteries due to their aqueous electrolyte safety and eco-friendliness. However, zinc dendrite growth caused by non-uniform Zn2+ transport remains a critical challenge, strongly influenced by the physicochemical properties of the separator. The separator not only isolates the electrodes but also provides a pathway for Zn2+ migration. In this study, separators including glass fiber, cellulose-based membranes, and polypropylene (PP) were evaluated. Variations in thickness, porosity, pore size, and wettability were examined for their effects on battery performance. Separators with high wettability and optimized pore structures showed improved ionic conductivity and longer cycle life. These results offer insights into separator selection for enhancing ZIB performance and inform future design strategies.

P에환목-161

Lithium Hydroxide Recovery from Spent Lithium Iron Phosphate via Redox-Mediated Bipolar Membrane Electrodialysis

김민희, 김현진, 김가민, 김다니엘, 김연휘, 김춘수*
국립공주대
(choonsoo@kongju.ac.kr*)

The rapid growth of electric vehicles underscores the need for sustainable recycling of spent lithium-ion batteries to secure lithium resources. Conventional processes are energy-intensive, generate secondary pollutants, and yield low-purity lithium. Here, an eco-friendly method using Fe-based leaching and a redox-mediated bipolar membrane electrodialysis (redox-BMED) system was developed to recover lithium hydroxide from spent $LiFePO_4$. The Fe-based salts selectively leached lithium from cathode material without hazardous byproducts. In addition, the Redox-BMED system enables energy-efficient lithium recovery. because it uses reversible redox couples that can be driven even with low cell voltages and inexpensive porous carbon electrodes. This approach not only minimized environmental impact but also providing a promising route for sustainable battery recycling.

P에환목-162

산화 환원 종을 통한 레독스 기반 전기투석 시스템의 안정성 및 효율 향상 연구

김가민, 김현진, 김민희, 김다니엘, 김연휘, 홍성훈, 김춘수*
국립공주대
(choonsoo@kongju.ac.kr*)

최근 레독스 기반 전기투석 (Redox-mediated electrodialysis, redox-ED) 시스템이 전기화학적 이온 분리 및 자원 회수 기술로 큰 관심을 받고 있다. redox-ED는 기존 전기투석 (Electrodialysis, ED) 시스템의 물 분해 반응을 가역적인 산화 환원 반응으로 대체하여, 낮은 전압에서 에너지 효율적으로 이온 분리가 가능하다는 장점이 있다. 하지만 현재 redox-ED의 연구는 주로 응용 분야 및 실증화 연구에 초점이 맞추어져 있으며, 다양한 산화 환원 종의 전기화학적 특성과 레독스 전해질이 시스템에 미치는 영향에 대한 체계적 분석이 부족한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 4종의 양이온 및 2종의 음이온 산화 환원 종을 대상으로 전기화학적 동역학을 분석하였으며, 레독스 전해질에 따른 redox-ED의 담수화 성능을 평가하였다. 이를 바탕으로 시스템에 적합한 산화환원 종을 선별하여 장기 운전 안정성을 검증하였으며, redox-ED 시스템 성능에 최적화된 레독스 전해질을 평가하고 실증화를 위한 데이터를 구축할 수 있었다.

P에환목-163

연속 교반탱크 반응기를 이용한 Mg 환원 기반 $NaBO_2$ 재생 공정 스케일업

김성은, 김학주[1]*, 조진녕[2], 조예림[2], 김다연[2]
한국에너지기술연구원; [1]Korea institute of Energy Research;
[2]Korea Institute of Energy Research
(hakjukim@kier.re.kr*)

Hydrogen storage media are promising for efficient hydrogen transport and storage. Among them, $NaBH_4$ has been extensively studied due to its high hydrogen capacity (10.8 wt%) and mild production conditions, while its by-product $NaBO_2$ has received less attention. NaBO2 can be regenerated using reducing agents such as NaH, MgH_2, Mg, or gaseous hydrogen. Although ball milling enables room-temperature regeneration under low pressure, it faces limitations for scale-up. In this study, $NaBO_2$ regeneration was conducted in a continuous stirred-tank reactor with an enlarged $NaBO_2$-Mg mixture. Results highlight that effective selective extraction of $NaBH_4$ and enhanced mass transfer between the solid mixture and gas phase are critical to improving regeneration efficiency.

P에환목-164

Scale up strategy for redox-mediated electrodialysis using porous carbon electrodes with spray coating technique

김다니엘, 김현진, 김가민, 김민희, 김연휘, 김춘수*
국립공주대
(choonsoo@kongju.ac.kr*)

Redox-mediated electrodialysis (redox-ED) is a promising approach to energy-efficient desalination, replacing water splitting with reversible redox reactions. However, activated carbon cloth electrodes, commonly used in redox-ED, are limited in scalability due to difficulties in achieving uniform potential distribution and stacking multiple electrodes. In this study, spray-coated electrodes were fabricated by applying a mixture of activated carbon (CEP21), carbon black (Super P), and PVDF binder onto titanium mesh substrates. Among various compositions with varying binder content (AC2 – AC6), the optimized AC5 electrode exhibited outstanding desalination performance, achieving a salt removal rate of 1295.3mmol/m²/h, charge efficiency of 98.9%, and energy consumption of 60.3kJ/mol. The spray-coating method was also successfully scaled up to produce a larger electrode, which was integrated into a pilot-scale redox-ED system. These results demonstrate the potential of spray-coated electrodes as a scalable and efficient solution for high-performance redox-ED desalination applications.

P에환목-165

메탄 건식 개질용 Ru-Ni 공동 도핑 $Sr_{0.92}Y_{0.08}TiO_3$ -δ 애노드의 전기화학 성능 향상

김승우, 김준호, 유세한, 윤정우*, 김희수[1]
전남대; [1]한국건설기계연구원
(jwyun@jnu.ac.kr*)

Solid oxide fuel cells (SOFCs) offer high efficiency and fuel flexibility, but conventional Ni-based anodes degrade rapidly under dry reforming of methane (DRM) due to carbon deposition. In this study, three perovskite-type anodes—$Sr_{0.92}Y_{0.08}Ti_{1-x-y}Ru_xNi_yO_3$ -δ (SYTNRu), $Sr_{0.92}Y_{0.08}Ti_{1-x}Ni_xO_3$ -δ (SYTN), and $Sr_{0.92}Y_{0.08}Ti_{1-x}Ru$ and/or Ni substitution increased the concentration of oxygen vacancies, which in turn enhanced CH_4 activation, CO_2 reforming activity, and oxygen ion conductivity. As a result, CH_4 and CO_2 conversion improved, and the triple phase boundary (TPB) expanded, leading to higher electrochemical performance. Phase formation was verified by XRD and TGA, and carbon deposition was examined using SEM and TPO. Among the tested compositions, SYTNRu exhibited the highest power density and the strongest resistance to coke formation, demonstrating the synergistic effect of Ru-Ni co-doping.

P에환목-166

폐기물 유래 합성가스로부터 수소를 생산하기 위한 Cr-free Fe-Al-Cu 촉매의 반응 및 대용량 적용 연구

권재민, 장원준*, 공지현, 김민주[1]
아주대; [1]아주대학
(wjjang@ajou.ac.kr*)

본 연구에서는 폐플라스틱 가스화로 생성된 합성가스로부터 수소를 생산하기 위해 HTS 반응에 사용될 촉매를 평가하였다. 합성가스의 고농도 CO를 효과적으로 전환하는 동시에 상용 Fe-Cr 촉매에서 Cr을 대체할 수 있는 HTS 반응용 촉매를 설계하였다. Fe-Al-Cu 촉매(FAC-PC)는 83:7:10의 조성비로 제조하였으며, 전구체 농도(Fe: 0.042~0.42M, Al: 0.005~0.05M, Cu: 0.005~0.05M)를 단계적으로 변화시켜 촉매를 합성하였고, 이를 농도 증가 (n = 1~10)함에 따라 FAC-PC-n으로 명명하였다. 대규모 합성(FAC-PC-3)에서는 Fe, Al, Cu 농도를 각각 0.126, 0.015, 0.015M로 고정하여 적용하였다. 촉매의 성능을 평가하기 위해 특정 반응 조건(GHSV 40,057mL·g^{-1}h^{-1}, 350~550℃)에서 HTS 반응을 진행하였다. 반응 가스는 폐기물 유래 합성가스를 모사하여 CO 38.2%, CO_2 21.5%, CH_4 2.3%, H_2 29.2%, N_2 8.8%의 조성으로 사용하였다. HTS 반응 결과, 낮은 공간속도(GHSV 3000mL·g^{-1}h^{-1})의 조건에서 FAC-PC-3 촉매와 FAC-PC-3-240 촉매는 상용 Fe-Cr 촉매와 유사한 CO 전환율을 나타냈으나, 높은 공간속도(GHSV 40,057mL·g^{-1}h^{-1}) 조건에서는 상용 Fe-Cr 촉매보다 더 높은 CO 전환율을 보였다. 특히, FAC-PC-3-240 촉매는 대량 제조 시에도 우수한 활성을 유지하였으며, 상용 Fe-Cr 촉매를 대체할 수 있는 유망한 촉매로 판단된다.

P에환목-167

액체 및 전고체 전해질에서 리튬 친화성 시드층을 적용한 무음극 배터리의 종합적 분석

김지섭, 최장욱*
서울대
(jangwookchoi@snu.ac.kr*)

Anode-less batteries, which omit active anode materials to boost energy density and manufacturing efficiency, are promising for next-generation storage. We evaluate lithiophilic metal thin films as protective interlayers in liquid and solid electrolytes. Liquid systems show rapid capacity loss regardless of metal, while solid-state cells display material-dependent cycling, limited by internal short circuits. A dual-solid electrolyte design with Li interfacial energy tuning enhances critical current density, enabling stable room-temperature operation with 82.8% capacity retention over 150 cycles. This work underscores the synergistic effects of metal interlayers and electrolyte phase, guiding advanced anode-less battery design.

P에환목-168

A Kinetic and Selectivity Study of CO_2 Conversion in Bimetallic Molten Alloy Systems

권성완[1,2], 박종휘[1], 김지훈[1,2], 정소희[2], 김휘동[1]*
[1]한국생산기술연구원; [2]성균관대
(hdkim86@kitech.re.kr*)

Carbon Capture and Utilization (CCU) is a promising strategy to achieve carbon neutrality by capturing CO_2 from power plants and industrial processes and converting it into high-value products such as chemical feedstocks and fuels. In this study, a thermochemical process utilizing a bimetallic molten metal bubble column reactor was proposed for CO_2 conversion. To identify bimetallic compositions effective at relatively low temperatures, CO_2 -reactive metals were alloyed with low-melting-point tin (Sn). Experimental results showed that Sn-Zn alloys exhibited high selectivity for CO production, while Sn-Mg alloys favored solid carbon formation. The products were characterized using SEM and TEM analyses. Product distribution varied significantly with metal composition and reaction conditions. CO_2 conversion was strongly influenced by reaction temperature (350-850 ℃), molten metal height (400-150 mm), metal composition (3-14 wt%), and gas flow rate (0.1-0.5 L min^{-1}). These findings provide insights into optimizing bimetallic molten metal systems for efficient CO_2 utilization.

P에환목-169

용매 기반 촉매층 설계를 통한 수전해 성능 및 수명 향상

박종혁, 박진수*
상명대
(energy@smu.ac.kr*)

This work examines how dispersing solvents influence the structural integrity and operational stability of catalyst layers (CLs) in water electrolysis (WE). The results reveal that solvent choice critically governs ionomer dispersion, shaping catalyst ink microstructure and determining the uniformity of the resulting CL. Well-dispersed ionomers yield homogeneous, interconnected morphologies—key for efficient electrochemical reactions. Solvents with more negative solvation energies, such as ethylene glycol (EG) and propylene glycol (PG), improved compatibility and dispersion of both ionomer and catalyst particles. This enhanced dispersibility produced structurally uniform CLs that facilitated efficient electron and proton transport and improved reactant access to catalytic sites. Beyond performance gains, solvent choice also strongly affected durability: PG-based CLs exhibited outstanding stability, with slower degradation and minimal increases in charge-transfer resistance over time. These findings highlight solvent engineering as an effective approach for optimizing CL properties, advancing high-efficiency and long-lasting WE technologies.AcknowledgementThis research was supported by the National Research Council of Science and Technology (NST) grant funded by the Ministry of Science and ICT (MSIT) of Korea (No. GTL25081-301).

P에환목-170

Synergistic Dual-Site Substitution in $LaMnO_3$ Perovskite for High-Performance Supercapacitors: Composite Electrode Engineering with rGO-Based Device Fabrication

MD RIAD AL RABBI ABIR, 김우경*, 심재진
영남대
(wkim@ynu.ac.kr*)

In ABO_3 -type perovskite oxides, both A and B site cations play a crucial role in determining the structural, electrical, and electrochemical properties. One way is partial substitution of these sites with cations of different valence states and ionic radii which helps to utilize this unique property to control mixed ionic-electronic conductivity and redox activity. This research illustrates that the electrochemical performance of the perovskite is significantly improved when Ba^{2+} replaces La^{3+} and Ni^{2+} replaces Mn^{3+} in $LaMnO_3$. The dual-site substituted $La_{0.7}Ba_{0.3}$ $Mn_{0.7}Ni_{0.3}$ O_3 (LBNMO) electrode had a high specific capacity of 343.5 C g^{-1} at 1 A g^{-1}. We also made an asymmetric hybrid supercapacitor (AHS) that uses reduced graphene oxide (rGO) as the negative electrode and LBNMO as the positive electrode. This combines electric double-layer charge storage and pseudocapacitive mechanisms. The device's energy density and rate capabilities were improved because rGO has a large surface area and mixed-valent cation doping in the perovskite structure. This study illustrates that dual-site engineering in perovskites, when combined with rGO-based materials, can serve as an effective approach for high-performance energy storage devices.

P에환목-171

하폐수 재이용을 위한 레독스 전기투석 공정의 선택적 이가이온 분리막 제조

김연휘, 김현진[1], 김민희[1], 김가민[2], 김다니엘[1], 이채원[1], 김춘수[1]*
국립공주대 공과대학; [1]국립공주대; [2]국립 공주대
(choonsoo@kongju.ac.kr*)

최근 에너지 효율적인 하폐수 재이용 기술로 산화환원 매개 전기투석 (Redox-mediated electrodialysis, redox-ED) 공정이 큰 관심을 받고 있다. redox-ED는 산화·환원 반응을 이용하여 낮은 전압에서도 물 분해 없이 이온을 효과적으로 분리할 수 있는 차세대 전기화학적 수처리 공정이다. 그러나, 재이용과정에서 하폐수에 포함된 다량의 이가 양이온(Ca^{2+}, Mg^{2+})이 분리막의 스케일링을 유발하여 redox-ED의 장기운전 안정성을 저해하는 문제가 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 서로 다른 고분자 물질을 교대로 코팅하는 Layer-by-Layer(LBL) 표면 개질 기법을 적용하여 선택적으로 이가 양이온의 투과를 억제하는 분리막을 제작하였다. 이를 통해 스케일링과 막 오염을 효과적으로 방지하고, redox-ED 공정의 향상된 탈염 효율과 장기 운전 안정성을 확보할 수 있었다.

P에환목-172

Low-Voltage Conversion of Sodium Sulfate into Acid and Base via Redox-Mediated Bipolar Membrane Electrodialysis

김현진, 김민희, 김가민, 김다니엘, 김연휘, 김춘수*
국립공주대
(choonsoo@kongju.ac.kr*)

The rapid expansion of the lithium-ion battery industry has led to large Na_2SO_4 accumulation as a recycling by-product. Bipolar membrane electrodialysis (BMED) can convert Na_2SO_4 into H_2SO_4 and NaOH but often suffers from high energy use, membrane fouling, and complex configurations. Here, we present a redox-mediated BMED (redox-BMED) that replaces water splitting with a ferri-/ferrocyanide redox couple, enabling low-voltage operation (1.2 V), higher energy efficiency, and simpler design using carbon electrodes. The system achieved efficient Na_2SO_4 conversion and acid/base production with reduced energy consumption (0.55 kWh/kg Na_2SO_4), highlighting its potential for sustainable wastewater treatment, resource recovery, and pH-swing applications.

P에환목-173

Highly Selective Solar CO_2 Conversion into Ethanol over Metal-Free Sulfonated g-C_3N_4/N-rGO Hybrid Photocatalyst

구갈 사친 간샴, Amol U. Pawar, Poonchi Sivasankaran Ramesh, Harish Reddy Inta, Young Soo Kang*
Korea Institute of Energy Technology (KENTECH)
(yskang@kentech.ac.kr*)

Photocatalytic CO_2 conversion to C_2 fuels such as ethanol offers higher energy density and commercial value than C_1 products. Achieving high selectivity toward ethanol requires the organized transfer of twelve electrons and protons via separate pathways. In this study, a hybrid sulfonated g-C_3N_4/N-doped reduced graphene oxide (N-rGO) photocatalyst was developed to enable dual transport. Sulfonated g-C_3N_4 provides high proton conductivity, while conductive N-rGO with high charge capacity facilitates multi-electron transfer and enhances CO_2 adsorption/activation. This synergistic design significantly boosts CO_2 reduction performance and ethanol selectivity. In situ attenuated total reflectance infrared (ATR-IR) spectroscopy confirms formation of key intermediates (*CO, *CHO, *OCHO), revealing reaction pathways leading to liquid products.

P에환목-174

A Sustainable Photoelectrochemical System for Production of electro-Sustainable Aviation Fuels (e-SAFs) from Carbon Dioxide

싱 사티암, Naima Niaz, Amol U. Pawar, Young Soo Kang*
Korea Institute of Energy Technology (KENTECH)
(yskang@kenetch.ac.kr*)

The urgent need to address climate change drives interest in converting CO2 into sustainable synthetic aviation fuels (e-SAFs), produced from CO2 and renewable H2 instead of fossil oil. This research tackles high temperature (T) and pressure (P) issues by designing cage/confinement-effect materials with porosity, hydrophobicity, and defectronics. Bare TiO2 (I = 2.0 mA/cm²) shows stable photocurrent under 1 Sun, enabling photoinduced charge separation for water splitting. For the dark cathode, we engineered porous, hydrophobic carbon cloths doped with N, Ni, and F to enhance CO2 adsorption, C-C coupling, and proton/electron transport. The optimized F-Ni-0.5wt%N-ACC/N-rGO/PVP/Nafion catalyst was tested via LSV, EIS, chronoamperometry, in-situ ATR-IR/Raman, SEM/TEM/EDX, and quantified by NMR/GC. This advances PEC CO2 utilization toward C8-C16 e-SAFs.

P에환목-175

Enhancing Interfacial Stability of Hard Carbon Anodes for Sodium-Ion Batteries via Silane Coupling Agent Treatment

박종연[1], 샤헤드[1], 서형기[1,2]*
[1]전북대; [2]미래에너지융합핵심센터
(hkseo@jbnu.ac.kr*)

Sodium-ion batteries (SIBs) are a promising low-cost alternative to lithium-ion batteries for large-scale ESS. Hard carbon (HC), the most commercially viable anode for SIBs, suffers from poor interfacial stability, which leads to low initial Coulombic efficiency (ICE) and rapid capacity decay due to an unstable solid electrolyte interphase (SEI). To address this, we developed a facile surface modification strategy. Commercial HC was treated with (3-Aminopropyl)triethoxysilane (APTES) and nitric acid to form a uniform silicate-based artificial SEI. This layer effectively passivates the reactive HC surface. The APTES-modified HC exhibited significantly enhanced electrochemical performance, including cycle stability and rate capability, compared to pristine HC, proving it as a practical approach for high-performance SIBs.

P에환목-176

NiP_2 Decorated p-Si Inverted Nanopyramids Enables -43.5 mA/cm² Photocurrent Density at Zero Bias for Stable Solar H_2 Production

Poonchi Sivasankaran Ramesh, Pran Krisna Das[1], Amol U. Pawar[1], Long Yang[1], Soon Hyung Kang[2], Young Soo Kang[1]*
Korean Institute of Energy Technology; [1]Korea Institute of Energy Technology (KENTECH); [2]Chonnam National University
(yskang@kenetech.ac.kr*)

Solar-driven photoelectrochemical (PEC) water splitting represents a transformative approach to sustainable hydrogen (H_2) production, offering a direct pathway to convert sunlight into storable chemical energy. Among emerging clean energy technologies, PEC systems stand out for their potential to displace fossil fuels by utilizing earths most abundant resources sunlight and water. However, the widespread deployment of this technology hinges on the development of photoelectrodes that simultaneously achieve high catalytic activity, long-term stability, and cost-effectiveness. The conventional semiconductor photoelectrodes (e.g., Si, GaAs, metal oxides, III-V compounds) have demonstrated promising PEC performance, yet their practical application is severely limited by rapid photo-corrosion and chemical degradation. Among these, crystalline silicon has emerged as a leading candidate for photocathodes, combining unparalleled advantages of (i) earth abundance and low cost, (ii) broad spectral absorption (UV to near-IR) enabled by its ideal bandgap (1.12 eV), (iii) a conduction band edge position thermodynamically favorable for hydrogen evolution,

P에환목-177

Tailored Alkyl-Sulfonated Nanocrystalline Titania for Solar-Driven CO_2 Conversion to Liquid Fuels

Sanjeev Gupta, Poonchi Sivasankaran Ramesh, Amol Uttam Pawar, Young Soo Kang*
Carbon Resources Conversion Research Center, Korean Institute of Energy Technology (KENTECH), 200 Hyeoksin-ro, Naju 58330, Republic of Korea
(yskang@kentech.ac.kr*)

The photocatalytic reduction of CO_2 into liquid fuels offers a promising pathway toward sustainable energy, yet achieving high efficiency and selectivity remains a persistent challenge due to the complexity of multi-electron and multi-proton transfer processes.[1] Here, we introduce a novel approach by engineering sulfonated nanocrystalline-porous titania catalysts, incorporating alkyl-functionalized $-SO_3H$ groups to enhance charge transport, catalytic activity, and product selectivity. Unlike conventional sulfonation methods[2,3], our strategy employs alkylating sultones with tunable carbon chain lengths (C_3 –C_5), a key innovation that allows for precise control over hydrophilicity, proton availability, and electronic interactions. Early investigations reveal that optimizing the alkyl chain length significantly influences proton-coupled electron transfer (PCET), thereby improving the efficiency of sequential charge transfer pathways. The combined effects of alkyl sulfonation functionalization and intrinsic surface defects create a synergistic mechanism, where the sulfonic acid groups enhance proton mobility while oxygen vacancies and structural defects act as electron shuttles, facilitating charge separation and

P에환목-178

Structural Stabilization via Ca/Ti Co-Doping in O3-$NaCrO_2$ for Long-Life Sodium-Ion Cathodes

박재현*
한양대
(run0722@naver.com*)

Due to depletion of lithium resources, sodium ion batteries have emgerged as a alternative cathode materials for energy storage systems (ESSs). The realization of practical sodium ion battery (SIB) technology requires cathode materials with high operating voltage and high reversible capacity. In this study, we designed O3 type $Na_{0.9}Ca_{0.035}Cr_{0.97}Ti_{0.03}O_2$ via Ca and Ti co-substitution in O3 type $NaCrO_2$. Alkaline Ca^{2+} ions are successfully incorporated into NaO_6 octahedron of $Na_{0.9}Ca_{0.035}Cr_{0.97}Ti_{0.03}O_2$, where in the substitution mechanism involves the replacement of two Na^+ ions per one Ca^{2+} ion. The co-substitution strategy enhanced the structural stability of O3 – $Na_{0.9}Ca_{0.035}Cr_{0.97}Ti_{0.03}O_2$, through synergetic effect of stronger Ti – O bond and immobile Ca^{2+} ions in Na site, which stabilizes cell structures. This structural modification suppresses the irreversible phase transition and facilitate fast Na^+ ion kinetics. Within 1.5 – 3.8V voltage window, O3 – $Na_{0.9}Ca_{0.035}Cr_{0.97}Ti_{0.03}O_2$ delivers the high initial Coulombic efficiency of 95% and retains the 90% of its initial capacity after 1000 cycles at high rate of 10C. In situ X-ray diffraction confirms the reversible structure evolution during charge-discharge process. In addition, the cathode demonstrates practical applicability in a pouch-

P에환목-179

헤마타이트 광양극 기반 비보조 태양광 연료 생산 및 바이오매스 고부가가치화

김사랑, 오동락, 장지욱*
울산과학기술원
(jiwjang@unist.ac.kr*)

Solar-driven fuel production via photoelectrochemical water splitting offers a sustainable route for solar-to-chemical energy conversion without CO_2 emissions. Hematite is a promising photoanode due to its abundance, stability in aqueous media, and suitable band gap for solar light harvesting. However, sluggish surface kinetics and unfavorable interfaces require a high overpotential for water oxidation, hindering bias-free operation. Here, we demonstrate unassisted solar-driven fuel production using hematite photoanodes by coupling H_2O_2 generation via oxygen reduction with glycerol oxidation for biomass conversion, a thermodynamically favorable reaction requiring lower potential than the oxygen evolution reaction. This approach achieves Faradaic efficiencies of 96.89% for glycerol oxidation and 100% for H_2O_2 production, with over 25 hours of stability.

P에환목-180

Tuning the selectivity for C1 products: methanol and formate, at ultra-low overpotential in electrocatalytic CO2 reduction

Jaiswal Aniruddha, Nam Le, Duc-Viet Nguyen, 허승현*
울산대
(shhur@ulsan.ac.kr*)

In order to achieve carbon neutrality and close the carbon cycle, research studies focus on the carbon capture, utilisation, and storage (CCUS) strategy. In this effort, the electroreduction of CO_2 into value-added carbon products, especially alcohols, is an effective approach. Both methanol and ethanol are high-value chemicals in the chemical industry. It requires 6 electron transfers for the CO_2 to methanol conversion, and also has sluggish kinetics. The literature study shows that the electrosynthesis of value-added carbon products, especially methanol, requires high potential as well as a cost barrier of the metal centre in addition to a specialised set-up in some cases. However, taking advantage of the surface energy of the metal surface, CO generation is optimized over the surface, and it can be further converted into high-value C products. In the proposed work, taking a cue from a theoretical study, we synthesized the Sn/CuO-based nanostructure, optimized for Sn mol % over the CuO, and studied the liquid product in both 0.1 M $KHCO_3$ and 1-Butyl-3-methylimidazolium Tetrafluoroborate media. The qualitative and quantitative analysis of reduction products suggested the selectivity for methanol at low potential, while at high potential, formate ($HCOO^-$) generation is preferred. The obtained samples were detailed study for its morphological and elemental

P에환목-181

Efficient e-SAF Production via PEC CO_2 Reduction Using Mo-Ni Co-Doped N-ACC/PVP/Nafion Cathode and $BiVO_4$ -NiOOH Photoanode with Cage and Confinement Effects

NAIMA NIAZ, 강영수[1]*
Korea Institute of Energy Technology; [1]한국에너지공과대
(yskang@kentech.ac.kr*)

Addressing climate change demands innovative approaches to convert carbon dioxide (CO_2) into sustainable synthetic hydrocarbon fuels for transportation. Electro-sustainable aviation fuels (e-SAF), produced from CO_2 and renewable hydrogen instead of fossil fuels, hold significant promise. Despite progress over the past two decades, achieving efficient fuel production at low temperature and pressure remains challenging. This work presents a novel catalyst system combining structural features such as cage confinement, porosity, hydrophobicity, and defect engineering to enhance performance. A $BiVO_4$ -NiOOH photoanode was utilized to improve photoinduced charge separation, generating abundant electrons and protons via effective electron-hole pair separation coupled with water oxidation. The dark cathode consists of Mo-Ni co-doped nitrogen-doped activated carbon cloth (N-ACC) functionalized with polyvinylpyrrolidone (PVP) and Nafion layers. This design modulates the electronic environment to facilitate multi-electron and proton transfer, while promoting CO_2 adsorption and activation at the cathode surface. Nafion further supports efficient proton transport in contrast to electron flow, enhancing overall catalytic activity. Photoelectrochemical studies, including linear

P에환목-182

Non-isoconversional kinetic evaluation of Polypropylene and Polystyrene degradation over USY zeolites with varying acidity

Aqsa Khalid, Dipali P. Upare, ChulWee Lee[1], 강영수[1]*
Korea Institute of Energy Technology; [1]한국에너지공과대
(yskang@kentech.ac.kr*)

Plastic waste, particularly polyolefins like polypropylene (PP) and polystyrene (PS), poses a major environmental concern due to its widespread use and resistance to degradation. This study investigates catalytic degradation of PP and PS using USY zeolite catalysts with Si/Al ratios of 2.5, 15, 30, and 40. Thermogravimetric Analysis (TGA) under nitrogen at heating rates of 5-20 ℃/min was used to examine degradation behavior. Results showed that degradation temperature and activation energy (Ea) were influenced by catalyst composition, with the lowest Ea for Si/Al = 2.5. The Flynn-Wall-Ozawa and Kissinger methods revealed variations in Ea but confirmed that USY zeolite reduced Ea compared to non-catalytic degradation, highlighting its role in lowering the energy barrier.

P에환목-183

고성능 질산염-암모니아 환원용 질소 도핑 탄소 기반 Cu-Fe 이중 원자 촉매

허재현, 맹준범, 곽민국, 김원배*
포항공과대
(kimwb@postech.ac.kr*)

The electrochemical nitrate reduction reaction (NO_3RR) is a highly promising strategy for simultaneous sustainable ammonia synthesis and nitrate remediation. While single-atom catalysts (SACs) have recently gained significant attention, they possess inherent disadvantages for this complex conversion, as their single active sites struggle to efficiently catalyze the entire multi-step pathway to ammonia, resulting in poor selectivity. To address these limitations, we designed a synergistic copper-iron dual-atom catalyst (Cu-Fe DAC/NC) by anchoring atomically dispersed Cu and Fe sites on a nitrogen-doped carbon support. This bifunctional architecture delivered exceptional performance, achieving an impressive Faradaic efficiency of 94.3% for ammonia and a superior production rate of 6.0 mg cm^{-2} h^{-1} at a low potential of -0.53 V (vs. RHE). This activity significantly outperforms its single-atom counterparts while showing excellent long-term stability. The key to this success is a unique cooperative catalysis mechanism, validated by experiments and density functional theory (DFT) calculations. Our findings reveal a tandem pathway where the catalyst's two metal sites perform distinct, complementary roles. The Cu sites are primarily responsible for activating NO_3^- to the NO_2^- intermediate. This intermediate is then efficiently shuttled to adjacent Fe sites, which

P에환목-184

구리 배위 구조 조절을 통한 전자 구조 제어와 선택적 바이오매스 전기산화 포름산 합성

김태훈, 장대희[1], 김원배[1]*
포항공과대; [1]포항공과대
(kimwb@postech.ac.kr*)

Electrooxidation of biomass-derived glycerol offers a sustainable route for simultaneous clean hydrogen generation and the conversion of low-value feedstocks into value-added chemicals. Achieving both high selectivity and conversion efficiency demands catalysts capable of controlling multiple reaction steps at the atomic level. In this work, we develop an atomic coordination engineering strategy to enhance the performance of non-precious single-atom catalysts for glycerol oxidation. Atomically dispersed Co, Ni, and Cu sites were anchored on nitrogen/sulfur co-doped carbon via a chelation-assisted atomic trapping method. Electrochemical screening revealed that Cu-based catalysts achieved the highest activity and formic acid selectivity. To further optimize Cu active sites, the coordination environment was tuned from $Cu-N_3$ S_1 to $Cu-N_2$ S_2 through high-temperature pyrolysis at 900 ℃. This modification increased sulfur coordination, defect density, and electron donation to Cu centers, as confirmed by XPS, XANES, and EXAFS analyses. The sulfur-rich configuration enhanced the adsorption and transformation of oxygenated intermediates, facilitating C-C bond cleavage while suppressing competing side reactions. Density functional theory (DFT) calculations supported these findings, showing more favorable glycerol adsorption energy (−0.99 eV) and stronger overlap between Cu $3d_{x^2-y^2}$ and O 2p

P에환목-185

가축분뇨 혐기소화에 미치는 물리적 전처리의 영향

김종곤*, 이동준, 김혜빈, 이동현
농촌진흥청 국립축산과학원
(kjk9207@korea.kr*)

본 연구는 가축분뇨 혐기소화의 물리적 전처리 효과를 Biochemical Methane Potential(BMP) 시험으로 평가하였다. 전처리 조건은 초음파(170 kHz, 60분)와 기계적 파쇄(1분, 20분)였다. 모든 전처리구에서 무처리구 대비 메탄 수율이 향상되었으며, 초음파 60분은 파쇄 1분과 유사한 경향을 보였다. 파쇄 20분은 10일 이후 메탄 생산 속도를 가속시켰다. 결과적으로 물리적 전처리는 메탄 수율 개선과 반응 특성 변화에 기여함을 확인하였다. 본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(RS-2024-00406149)

P에환목-186

π-Bridge-Modulated Intramolecular Charge Transfer in Nonfullerene Acceptors for Efficient Organic Photodiodes Operating Beyond 1200 nm

이맹강, 이재원*
충남대
(jaewonlee@cnu.ac.kr*)

We design novel nonfullerene acceptors (NFAs) that enable the realization of high-specific-detectivity organic photodiodes (OPDs) operating effectively at wavelengths beyond 1200 nm in the near-infrared (NIR) region. Previous studies on NIR OPDs have rarely addressed the influence of π-bridge engineering in NFAs on optoelectronic performance. To address this gap, we systematically investigated the effects of π-bridge substitution in NFAs, focusing on how enhanced intramolecular charge transfer (ICT) influences energy level modulation and molecular aggregation behavior. By synthesizing three NFAs with different π-bridge structures, we successfully tuned the optical bandgap from 1.12 eV to 1.05 eV, thereby achieving extended absorption into the longer-wavelength region. Furthermore, by suppressing excessive molecular aggregation, we enhanced exciton dissociation and reduced nonradiative recombination. These optimizations culminated in the realization of a highly efficient NIR OPD with a specific detectivity of 3.43 × 1011 Jones and a −3 dB cutoff frequency of 58.6 kHz at 1050 nm under a low operating bias of −2 V. Finally, we successfully applied the high-performance NIR OPD in both photoplethysmography (PPG) and optical wireless communication sensor prototypes, highlighting its strong potential for integration into

P에환목-187

도축폐기물로 부터 아미노산 제조 연구

고장면[1,2]*
[1]한밭대; [2]주)바이오에이엠
(jmko@hanbat.ac.kr*)

국내외적으로 도축시 발생하는 축산 폐기물이 매년 크게 증가하여 새로운 환경문제로 대두 되고 있어 친환경적으로 매우 시급히 해결해야 하는 문제이며, 돼지의 경우 비식용 부산물이 45,159 톤이 발생하고 있는 실정이다. 이를 처리하기 위한 환경비용이 매년 크게 증가하고 있다. 본 연구에서는 소각 또는 매몰, 해양투기 되는 폐자원을 원료로 하여 복합아미노산을 제조하는 연구 결과를 발표하고자 합니다. 도축폐기물은 강알카리수용액에서 100% 가수 분해되어 다양한 종류의 복합 아미노산으로 분해됨을 확인하였다. 본 발표에서 이에 대한 상세한 연구결과가 발표될 예정이다.

P에환목-188

저급 유지 기반 촉매 수첨 공정에서 반응시간에 따른 생성물 조성변화에 관한 연구

장현성, 장정희, 이재홍, 이지은, 윤여진, 한기보*
고등기술연구원
(gbhan@iae.re.kr*)

국내 바이오연료 혼합의무비율(RFS)은 2030년까지 현행 4%에서 8%로 확대될 예정이며, 이러한 정책 목표 달성을 위해 HVO(Hydrotreated Vegetable Oil) 제조 기술 개발이 필수적이다. HVO는 동식물성 유지를 원료로 촉매 수첨 공정을 통해 파라핀계 탄화수소로 전환한 후 추가 공정을 거쳐 제조된다. 촉매 수첨 공정은 원료의 산소 작용기와 불포화 결합을 제거하여 파라핀계 탄화수소 화합물을 제조하는 과정이다. 이 때, 공정 운전 조건과 시간은 생성물의 조성에 직접적인 영향을 미치는 핵심 인자이다. 본 연구에서는 저급 유지 기반 촉매 수첨 공정을 수행하였으며, 공정 운전 조건과 시간에 따른 생성물의 조성 변화를 관찰하였다.

P에환목-190

파라핀계 수송연료 제조를 위한 수첨 촉매전환공정 생성물의 분리/정제 공정의 특성 조사

장정희, 이지은, 장현성, 이재홍, 윤여진, 한기보*
고등기술연구원
(gbhan@iae.re.kr*)

항공 및 육상 수송부문에서의 탄소중립(Net Zero) 달성을 위한 노력이 지속되고 있다. 특히 국제민간항공기구(ICAO)가 제시한 지속가능항공유(SAF, Sustainable Aviation Fuel) 사용 확대 목표에 따라, 파라핀계 기반 SAF와 HEFA(Hydroprocessed Esters and Fatty Acids) 공정으로부터 생산 가능한 지속가능 디젤(Renewable Diesel)의 개발은 수송부문 탈탄소화를 위한 핵심 기술로 부상하고 있다.수송연료는 엔진 특성과 기존 인프라 적용을 위해 다양한 규격이 제시되고 있으며, 이에 부합하기 위해서는 특정 연료 성분을 정밀하게 분리/정제하는 공정에 대한 특성 조사가 필요하다.본 연구에서는 대표적인 바이오 기반 연료 생산 경로인 HEFA 공정을 대상으로, 수첨(hydrotreating) 및 이성화/분해 촉매전환공정을 통해 생성된 파라핀계 탄소중립 수송연료의 분리·정제 특성을 조사하였다.

P에환목-191

효율적인 알칼라인 수전해를 위한 대면적 확장형 Ni-P 기반 다공성 전극

최병찬[1,2], 김형찬[2*], 구진호[1,2], 박주성[2], 배상현[2]
[1]부산대; [2]한국생산기술연구원
(chancpu@kitech.re.kr*)

Water electrolysis offers a promising strategy for storing intermittent renewable energy in the form of hydrogen fuel. In particular, electrocatalytic water splitting in alkaline media has garnered considerable attention. Despite its potential, the practical application of this technology remains limited by high cost and insufficient efficiency. A major challenge lies in reducing the overpotential at both the anode and cathode to improve overall electrolysis efficiency. The development of efficient electrocatalysts with high surface area, excellent conductivity, and long-term stability is therefore critical for accelerating both the hydrogen evolution reaction (HER) and oxygen evolution reaction (OER). Currently, noble metal-based catalysts such as IrO_2 , RuO_2 , and Pt exhibit superior performance but are limited in large-scale applications due to their scarcity and high cost. Consequently, there is an urgent need to develop cost-effective, non-precious metal catalysts with high catalytic activity and durability. Among the various alternatives, transition metal phosphides (TMPs) have emerged as promising bifunctional electrocatalysts for both HER and OER in alkaline environments. Recent efforts have focused on developing integrated porous electrodes using substrates such as nickel foam, nickel wire mesh, and stainless steel felt. These materials offer high porosity, enhanced electrolyte transport, and increased electrochemically

P에환목-192

수첨업그레이딩 반응 조건이 파라핀계 탄화수소 조성에 미치는 영향

이지은, 장정희, 장현성, 윤여진, 이재홍, 한기보*
고등기술연구원
(gbhan@iae.re.kr*)

바이오항공유는 항공 연료로서 요구되는 물성 규격을 충족하기 위해 특정 탄소수 분포와 조성을 가진 파라핀계 탄화수소로 존재해야 한다. 수첨업그레이딩은 이러한 파라핀계 탄화수소를 생산하기 위한 공정으로 수첨 크래킹과 이성질화 반응이 동반되며, 수첨업그레이딩을 통해 비교적 긴 사슬을 가진 노말파라핀은 짧은 사슬의 탄화수소와 이소파라핀으로 전환될 수 있다. 이 과정에서 반응조건은 생성된 파라핀계 탄화수소 혼합물의 탄소수 분포와 조성에 영향을 미친다. 따라서 반응조건은 목표하는 파라핀계 탄화수소 혼합물을 확보하기 위한 중요한 인자이다. 본 연구에서는 수첨업그레이딩을 통해 노말파라핀을 이소파라핀이 포함된 파라핀계 탄화수소 혼합물로 전환하였으며, 반응조건을 변화하여 생성물 획득하였다. 생성된 혼합물의 조성 분석하여 각 반응 조건이 생성물 탄소수 분포와 조성에 미치는 영향을 확인하였다.

P에환목-193

부분 무질서 망간계 양극 소재의 충방전 시 나타나는 구조 변화에 대한 이해

김호준, 박상욱, 서동화*
한국과학기술원
(dseo@kaist.ac.kr*)

Mn-based cathode materials have gained significant attention due to their abundance, and favorable cost-performance balance. Spinel $LiMn_2O_4$ and disordered rocksalt (DRX) cathodes offer complementary advantages, while partially disordered spinel-like structures have emerged as promising candidates combining the rate capability of spinels with the energy density of DRX. However, their performance is strongly governed by structural changes during cycling, which remain insufficiently understood. Here, we investigate $Li_xMn_2O_4$ compositions with varying initial spinel-to-DRX phase ratios to elucidate structural evolution during cycling. Despite differences in initial states, all compositions converge toward a specific phase ratio upon repeated cycling. These findings highlight cycling-induced evolution as key to designing high-performance Mn-based cathodes.

P에환목-194

전도성 막전극 기반 중금속 이온 제거 기술 개발: 리튬 이온배터리 재활용 폐수 내 Ni^{2+}의 전기화학적 제거

박주성, 강석태[1], 배상현, 최병찬, 구진호, 김형찬*
한국생산기술연구원; [1]한국과학기술원
(chancpu@kitech.re.kr*)

In this study, we investigate an electrochemical removal process using novel hollow-fiber membrane-type electrodes (HMEs). Here, Ni^{2+} ions in LIB recycling wastewater selected as model case of heavy metal ion containing wastewater. The HMEs were fabricated from diverse materials such as carbon nanotubes (CHME), nickel (NiHME), and titanium (TiHME). Each HMEs were tested in an electrode flow-through cell which has designed to enhance electrode-electrolyte contact by forcing influent to pass through the HMEs.As result, NiHME showed remarkable Ni^{2+} removal efficiency due to its mass transfer characteristics and hydrogen evolution (HER) activity. To be specific, NiHME increased the effluent pH from 6.4 to 11.9 at -1.0 V vs. NHE and 22.2 μm/s of flow velocity, achieving 99.999% Ni^{2+} removal efficiency.

P에환목-195

PEM 수전해에서 효율·내구성 향상과 귀금속 사용 저감을 위한 다공성 수송 전극(PTE) 최적화

박윤진[1,2], 박현서[1,2]*
[1]한국과학기술연구원; [2]University of Science and Technology
(hspark@kist.re.kr*)

Proton Exchange Membrane Water Electrolysis (PEMWE) is a key technology for green hydrogen production, but the scarcity and high cost of iridium—the essential catalyst—are limiting factors. This study systematically analyzes catalyst-coated porous transport electrodes (PTEs), in which the iridium layer is formed by electrodeposition, to reduce precious-metal usage. The PTE microstructure promotes water transport to the catalyst layer, enables removal of evolved oxygen, ensures electronic conductivity, and serves as a catalyst support. We investigate how the distribution, thickness, and continuity of the catalyst layer on PTEs prepared on different porous transport layer (PTL) supports affect performance, and comparatively evaluate electrochemical activity across PTLs. Based on these findings, we propose an optimal PTE design that minimizes precious-metal loading while achieving high performance and durability.

P에환목-196

Isatin-based poly biphenyl-terphenyl 공중합체를 통한 음이온 교환막 수전해의 성능 강화

맹현준*
인천대
(aodguswns@inu.ac.kr*)

본 연구에서는 수산화 이온을 전도할 수 있는 측쇄형 양이온 전도기 도입이 가능하고 높은 분자량을 확보할 수 있는 Isatin을 활용하여, 아릴계 모노머인 Biphenyl과 p-Terphenyl을 포함하는 Poly(Biphenyl-Terphenyl-Isatin)과 공중합체를 합성하여 이를 새로운 음이온 교환막 소재로 개발하였다. 얻어진 음이온 막은 poly(Biphenyl-Isatin)의 낮은 기계적 특성과 poly(terphenyl-Isatin)의 낮은 함수율을 보완하였으며, 좋은 미세상분리 특성을 나타내었다. 또한, 이자틴의 측쇄에 피페리듐 양이온 전도기의 도입을 통해 높은 알칼리 안정도와 이온 전도도를 확보하였다. 측쇄형 poly(biphenyl-terphenyl-isatin)기반의 막은 50 MPa 이상의 인장 강도를 갖는 뛰어난 기계적 물성과 130 mS/cm 이상의 수산화 이온 전도도를 보이는 것을 확인하였다. 또한, 80℃의 2 M KOH 수용액에서 720시간 후에도 88% 이상의 높은 이온 전도도를 유지하는 것을 확인하였다.

P에환목-197

Hyperbranched Quaternized Phosphonium 기반 고분자를 이용한 이온 상호작용 강화형 고성능 음이온 교환막 개발

이우석[1], 전수민[1], 김태현[1,2]*
[1]인천대; [2]인천대 기초과학연구소
(tkim@inu.ac.kr*)

본 연구에서는 triphenylphosphonium을 분지형 유닛으로 사용하여 triphenylphsophonium-based hyperbranched poly(p-terphenyl N-methyl piperidinium) 고분자 기반의 새로운 음이온 교환막 소재를 개발하였다. 분지형 구조 중심의 phosphonium에 추가적인 이온 전도기를 도입하였다. 전도기가 도입된 분지형 구조와 OH^-의 상호작용으로 인해 기존 선형 고분자에 비해 높은 치수 안정성과 물흡수율을 나타냈으며, 뛰어난 이온 전도도 특성을 나타나도록 하였다. 이를 통해 80 ℃, 5M KOH 조건 하 1080 시간 이후에도 최대 75% 이상의 높은 이온전도도를 유지하며 분지형 구조의 함량이 증가할수록 높은 알칼리 안정도를 갖는 것을 확인하였다. AEMWE 단일 셀 성능 또한 2.0 V에서 6.9 A cm-2 로 매우 우수한 수전해 성능을 갖는 것을 확인하였다.

P에환목-198

Design and formulation of PbSe-based thermoelectric inks for localized thermal management in electronic devices

김민서, 김서하, 손재성*
포항공과대
(sonjs@postech.ac.kr*)

The rapid miniaturization and high integration of electronics create severe local-heat issues. Hotspots in compact, high-power devices accelerate degradation and reduce reliability, so precise thermal control is essential. In this work, we present thermoelectric materials' inks for Direct Ink Writing (DIW). Using n-type PbSe, we tune carrier concentration while balancing Seebeck coefficient and thermal conductivity. Uniform PbSe powders were produced by high-energy ball milling with optimized parameters. High-viscosity inks were made by dispersing PbSe in glycerol; Te doping, volume fraction adjustments improved stability and reduced clogging. The optimized ink, sintered at 1023 K, reached >70% theoretical density. Cu doping during milling further enhanced electrical conductivity and carrier transport. DIW offers a customizable route for hotspot cooling in advanced electronics.

P에환목-199

Ink-Based 3D Printing of Cd-Doped $AgSbTe_2$ for Thermoelectric Generators: Toward Room-Temperature zT via 0–6 mol% Composition Mapping

함윤하, 김건국, 손재성[1]*
포항공과대; [1]포항공과대
(sonjs@postech.ac.kr*)

$AgSbTe_2$ is chosen as the p-type leg for thermoelectric generators given low lattice thermal conductivity and strong room-temperature performance. Targeting 300–500 K, we develop an ink-based 3D-printing route for Cd-doped $AgSbTe_2$ using glycerol high-solids inks at 200–220 wt%, with ink rheology tuned for filament continuity and staged drying and sintering to limit porosity and stabilize phases. We mapped 0–6 mol% Cd against densification, microstructure, and transport, and used XRD to track secondary phases. Emerging trends indicate a high-Cd window where carrier tuning, flattening, and phonon scattering cooperate, pointing to higher RT zT at modest ΔT values. This work provides practical composition–process frameworks and insights into Cd-mediated phonon–electron decoupling, enabling faster geometry/material co-optimization and printable, generator-ready legs.

P에환목-200

Enhanced Power Factor in Na-Doped PbTe Thermoelectrics via Ni-Sn Paste Bonding with Cu Electrodes

조민우, 이정수, 손재성*
포항공과대
(sonjs@postech.ac.kr*)

PbTe-based thermoelectric materials have long been of great interest due to their excellent performance. Among them, Na-doped PbTe exhibits both high electrical conductivity and low thermal conductivity, making it a promising candidate for efficient energy conversion. Despite this, studies on the role of bonding materials in module fabrication remain limited. In this work, Ni-Sn paste was employed to bond PbTe with copper electrodes, leading to an unusually high power factor not previously reported in PbTe systems. This study focuses on systematically analyzing the underlying mechanism, with particular attention to microstructural evolution and interfacial interactions at the Ni-Sn bonding interface. The findings are expected to provide important insights into optimizing bonding strategies for next-generation thermoelectric modules.

P에환목-201

Enhancing the desulfurization performance of industrial scale circulating fluidized bed flue gas desulfurization process using turbulent ring

Shuo Zhang*, Weiyi Fan[1], Xiangqian Du[1], Lunbo Duan
Southeast University; [1]MCC Huatian Engineering and Technology Corporation
(zs0711@seu.edu.cn*)

Semidry flue gas desulfurization (FGD) is a widely applied technology for industrial flue gas treatment, particularly in coal-fired power plants and waste incineration facilities. In this study, a CFD-DEM coupled pressure-swirl-atomizer model was employed to validate the semidry FGD process in an industrial-scale CFB-FGD system. The simulation results showed good agreement with experimental data in terms of atomized droplet diameter, pressure drop, temperature, and desulfurization efficiency. The introduction of a turbulence ring within the absorber enhanced desulfurization efficiency while serving as a vortex stabilizer to mitigate wall abrasion. Furthermore, the quantitative effects of different Ca/S ratios on desulfurization efficiency were investigated under high-sulfur (3500 mg/m^3) and low-sulfur (1000 mg/m^3) conditions. By fitting the results with an S-shaped growth curve, an empirical equation was developed to predict desulfurization efficiency, providing accurate empirical modeling and numerical simulation guidance for determining sorbent dosage in industrial-scale CFB-FGD semidry processes.

O열역목-1

나트륨이온배터리용 고출력·고안정성 코팅재 가상 탐색

김수환*
국립창원대
(shkim0831@changwon.ac.kr*)

Sodium-ion batteries (SIBs) are emerging as a cost-effective and resource-abundant alternative to lithium-ion batteries (LIBs) for large-scale energy storage applications. However, the commercialization of SIBs is hindered by the low energy density and limited cycle stability of cathode materials. While coating technologies have been explored to enhance cathode performance, conventional experimental approaches to identify optimal coating compositions are constrained by lengthy exploration timelines, often spanning years. This study introduces a high-throughput computational framework to accelerate the discovery of high-performance, stable coating materials for SIB cathodes. Leveraging the Materials Project (150,000 structures) and GNoME (2.2 million structures) databases, we screen sodium-containing candidate structures, excluding hazardous or costly elements. Electrochemical stability is evaluated with a stability window of 3-4.5 V, corresponding to the operational voltage range of SIB cathodes, while sodium-ion migration barriers are computed using machine learning potential (MLP)-based molecular dynamics (MD) simulations. Comprehensive property evaluations, including elastic moduli, charge-discharge voltage profiles, and interfacial reactivity, are conducted to identify optimal coating candidates. Furthermore, a cellular automaton approach is employed to optimize precursor composition ratios, minimizing

O열역목-2

네오펜틸글리콜 + 물 + 2-에틸헥산올의 상 거동: 결정화 디자인을 위한 SLE와 LLE 측정

류범찬, 강정원*, 정시연
고려대
(jwkang@korea.ac.kr*)

This study focuses on purifying neopentyl glycol (NPG) from a ternary system of NPG, 2-ethylhexanol (2EH), and water. It includes comprehensive measurements of solid-liquid equilibrium (SLE) and liquid-liquid equilibrium (LLE) at two chosen temperatures: 293.15 K and 313.15 K. The experimental data were analyzed using two activity coefficient models: the NRTL and the UNIQUAC model. Additionally, phase behavior predictions were made using the UNIFAC model. Using the NRTL model, a crystallization-based purification process with a recycle stream was conceptualized and evaluated through process simulation. The proposed process consistently achieved a NPG purity level of approximately 96 mol% while maintaining stable operation without undesirable phase separations.

O열역목-3

Influence of C_3H_8 on dissociation and guest exchange behavior of sII (CH_4 + C_3H_8) hydrates under varying pressure and temperature conditions

이종혁, 이루미, 목정훈[1], 최원중[2], 서용원*
UNIST; [1]경기대; [2]창원국립대
(ywseo@unist.ac.kr*)

Multiple approaches, including depressurization, heat injection, and guest replacement, have been investigated for natural gas hydrate (NGH) production and CO_2 sequestration. While most studies focused on structure I (sI) CH_4 hydrates, structure II (sII) hydrates in shallow deposits remain less well understood. In NGHs, a C_3H_8-rich hydrate shell can hinder sII hydrate dissociation through a self-preservation-like effect and, during CO_2 replacement, C_3H_8 displacement promotes structural transformation to sI hydrates. This study examined the specific role of C_3H_8 in the dissociation and guest exchange behavior of sII (CH_4 + C_3H_8) hydrates under various temperature and pressure conditions. Variation in vapor and hydrate compositions were monitored using gas chromatography, and structural changes were confirmed via powder X-ray diffraction and in-situ Raman spectroscopy. At 274.2 K, sII hydrates dissociated below 0.3 MPa, whereas at 280.2 K, dissociation occurred just below the equilibrium pressure of the (CH_4 + C_3H_8) hydrates; no self-preservation-like effect was observed across the tested temperature range. During CO_2 replacement, a stable C_3H_8-rich shell at low temperatures reduced replacement efficiency, whereas at higher

O열역목-4

분자동역학 시뮬레이션을 통한 가교 Epoxy composite의 기계적/열적 물성 비교 연구

김희성, 정소담*
동의대
(sohdam@deu.ac.kr*)

Epoxy composites are essential for various applications due to their excellent mechanical and thermal properties. For this reason, epoxy and amine-based hardeners have different properties depending on the crosslinking process that forms the network structure. In addition, as epoxy is widely applied in aerospace fields as an electronic and high-performance material, epoxy with enhanced properties than existing ones is required. Therefore, research has been conducted to improve mechanical properties by adding fillers such as silica and alumina for insufficient properties of epoxy. Despite extensive research on the topic, researches on the effect of remnants generated during the epoxy composite synthesis process on material properties has yet to be established. Therefore, we focused on the DGEBA remnant materials with the addition of amine-based hardeners by using the molecular dynamics (MD) simulation. First, we constructed two systems: one containing DGEBA synthesis (from BPA and ECH) followed by crosslinking, and the other which described crosslinking process from DGEBA directly. Accordingly, the effect of polymer remnants in the crosslinking process was systematically analyzed. Then, we compared the properties of each system using two types of amine-based hardeners, 4,4-DDM (4,4'-diaminodiphenyl methane) and 4,4'-DDS (4,4'-diaminodiphenyl sulphone), respectively. The crosslinking process was carried out

O열역목-5

Molecular-Level Design of tBP Free Hole Transport Layer for Stable and Efficient Perovskite Solar Cells

이동규, 이태경*
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

The thermal instability and de-doping of conventional tBP-containing hole transport layer (HTL) remain significant obstacles to the long-term stability of perovskite solar cells (PSCs). In this study, we present a comprehensive strategy for the design of a tBP-free HTL that achieves both high efficiency and long-term durability. The introduction of ethylene carbonate, which possesses an electronegative carbonyl group, enabled the formation of stable solvation complexes with Li^+ ions, thereby enhancing both the solubility of lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide and the p-doping efficiency even without tBP. Moreover, this elevated the glass transition temperature, thereby improving thermal stability of the HTL. Our findings provide molecular-level insights that establish a foundation for the rational development of high-performance tBP-free HTL.

O열역목-6

Methane Enrichment from Hydrogen-Natural Gas Blends via Tryptophan Assisted Semi-Unstirred Hydrate Formation

양우영, 강연진, 박영준*
광주과학기술원
(young@gist.ac.kr*)

As global concern over climate change increases, hydrogen energy (H_2) is gaining attention as an alternative energy carrier. However, transporting pure hydrogen requires dedicated infrastructure. As an alternative, hydrogen-natural gas blends (HNGB) can utilize existing natural gas pipelines. Since HNGB is transported under high pressure (~70 bar), gas hydrate is a promising option for simultaneous separation and storage. However, the industrial application of gas hydrate demand energy-intensive agitation required for nucleation. To solve this problem, we propose a semi-unstirred system to reduce energy demand—a hybrid system that reduce nucleation stochasticity and enhance hydrate formation rate. Thermodynamic promoter (THF, DIOX, Dioxane) and a kinetic additive (L-Tryptophan) were employed to achieve high-purity CH_4 via one-step formation. Thus, the results demonstrate a promising, energy-efficient approach for CH_4 enrichment from HNGB.

O열역목-7

Computational Study on Design of Charged Polymer Binders for Enhanced Stability of Silicon-Based Anodes in Lithium-Ion Batteries

손준수, 이태경*
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

Silicon (Si) anodes are promising materials for lithium-ion batteries (LIBs). However, their substantial volume changes during cycling cause electrode degradation and lead to battery failure. Therefore, the design of binders with strong adhesion is crucial. In this study, we performed molecular simulations to investigate the effects of binder combinations comprising positively charged functional groups (guanidine, G; amine, A) and negatively charged functional groups (carboxylate, C; sulfonate, S). The electrostatic potential mapping revealed that G and C possess higher charge magnitudes than A and S, respectively. Moreover, the analysis of binding energy confirmed that the G-C binder forms strongest interactions among all combinations (G-S, A-C, and A-S). Molecular simulations for design of binders are expected to offer valuable insights for enhancing stability of Si anodes in LIBs.

O열역목-8

Computational Study on Stabilization Mechanism of Polyacrylonitrile with Acidic Comonomer

오승학, 권성현, 이은혜[1], 김현웅[1], 곽상규[2]*
UNIST; [1]국방과학연구소; [2]고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

Polyacrylonitrile (PAN)-based carbon fibers possess excellent properties such as low weight, high thermal resistance, and high strength, making them widely used in automotive, aerospace, and other industries. However, strong dipole-dipole interactions between nitrile groups in PAN result in a high glass transition temperature (Tg), which limits the improvement of molecular orientation during the fiber drawing process and retards stabilization reactions. Incorporating vinyl comonomers can partially weakens these interactions, thereby lowering Tg, facilitating drawing, and promoting stabilization. Especially, introducing vinyl comonomers with acidic functional groups enhances thermal oxidation reactivity and shortens the stabilization process and induces simultaneous improvements in material properties and productivity. Currently, density functional theory (DFT)-based studies covering the entire cyclization and dehydrogenation processes remain scarce, particularly for PAN systems containing vinyl comonomers. Thus, PAN copolymer models with acidic comonomers were constructed, and DFT calculations were employed to elucidate the stabilization pathways in depth. The results provide molecular-level insights and theoretical guidance for the design of high-performance PAN-based carbon fibers.

O열역목-9

Theoretical Insights into Molecularly Functionalized Separator for Stabilizing Both Electrodes in Lithium Metal Batteries

이지윤, 조유빈, 이태경*
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

The integration of lithium metal anodes with NCM811 cathodes is a promising energy storage technology. However, interfacial instability in both electrodes remains a key challenge. PF_5 generated from the decomposition of $LiPF_6$ undergoes hydrolysis in the presence of trace moisture, forming hydrofluoric acid (HF). HF induces cathode degradation and promotes transition metal (TM) dissolution. The dissolved TMs migrate to the anode, accelerating degradation of both electrodes and electrolyte. In this study, we introduce a molecularly functionalized separator (MFS) with fluorinated graphene oxide incorporating functional groups to simultaneously stabilize both electrodes. Density functional theory calculations reveal molecular-level mechanisms by which the MFS facilitates enhanced LiF formation and cathode stabilization through PF_5 stabilization, TM chelation, and HF scavenging.

O열역목-10

다양한 가교 밀도를 가진 Poly(β-amino esters) (PBAE) 네트워크의 점탄성 거동 이해

이동욱, 정소담*
동의대
(sohdam@deu.ac.kr*)

Poly(β-amino esters) (PBAE) show excellent performance in applications such as films, batteries, and adhesives. However, conventional thermosetting materials suffer from irreversible performance loss upon damage. Covalent adaptable networks (CANs), which enable self-healing via dynamic bond exchange reactions, have emerged as promising alternatives. As one of the representative CANs, PBAE holds great potential as a self-healing material. Optimizing molecular structure, weight, and crosslink density is essential to improving adhesion. In this study, we used non-equilibrium molecular dynamics (NEMD) simulations to investigate the structural and dynamic characteristics of PBAE with different molecular weights. By analyzing viscosity, adhesion, and stress relaxation, we compared their viscoelastic and self-healing behavior. We expect to demonstrate the potential of PBAE as high-performance, self-healing polymers capable of replacing thermosetting materials.

O열역목-11

Unraveling Thermal Stability Mechanisms in Organic Solar Cells via Molecular Simulations

손현수, 이태경*
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

Non-fullerene acceptor (NFA)-based organic solar cells (OSCs) are efficient but still suffer from thermal degradation, particularly burn-in from active layer structural changes. This study uses molecular simulations to examine the effect of pre-annealing on thermal stability. Molecular dynamics simulations show that pre-annealing induces denser packing in the PBDB-T-2Cl:ITIC-4F blend and lowers free volume. Radial distribution function analysis reveals reduced distances between acceptor sites, and density functional theory calculations confirm these configurations are thermodynamically stable. This reorganization is expected to limit electrode penetration and trap formation, improving device stability under heat. The findings provide molecular-level insight into the stabilization mechanism and suggest a strategy to enhance the thermal durability of NFA-based OSCs.

O열역금-1

친환경 리튬 배터리 양극 제조를 위한 코스모트로픽 수계 용액의 분자 동역학 연구

김세빈, 김원영[1], 김중휘[1], 이상영[1], 이원보*
서울대; [1]연세대
(wblee@snu.ac.kr*)

As climate change intensifies, environmentally friendly technologies like carbon neutrality are gaining increasing attention. In the manufacturing of NCM (Nickel-Cobalt-Manganese) cathodes, N-methyl-2-pyrrolidone (NMP) is commonly used as a solvent; however, its toxicity and environmental impact pose significant challenges. To address this, water solvents have been proposed as safer and more sustainable alternatives. Despite water's advantages of low cost and eco-friendliness, it reacts chemically with NCM cathode active materials, causing structural degradation and performance loss. To overcome this limitation, salts were added to aqueous solutions to modulate the interactions between water molecules and ions, thereby reducing water's reactivity. Four Li salts containing different anions—bis(trifluoromethanesulfonyl)imide (TFSI), acetate (OAc), triflate (OTf), and sulfate (SO_4)—were prepared at a 1 M concentration, and molecular dynamics (MD) simulations were conducted to investigate their interactions with water. The results revealed that more kosmotropic anions exhibited higher surface electron densities and stronger interactions with surrounding water molecules. To verify whether kosmotropic anions suppress reactivity between water and NCM active materials, the structural and dynamical properties, including number density distribution of the aqueous solutions on the NCM surface. were

O열역금-2

LLM 기반 Multi-Agent 시스템을 이용한 MOF 시뮬레이션 자동화

배태언, 이재웅, 김지한*
한국과학기술원
(jihankim@kaist.ac.kr*)

The increasing complexity of computational materials science has made high-throughput simulations indispensable yet often inaccessible to researchers lacking specialized expertise. In this work, we present an autonomous agent system based on Large Language Models (LLMs) designed to automatically interpret natural language and execute molecular simulations tailored to Metal-Organic Frameworks (MOFs). This tool receives the user's query, autonomously constructs the necessary workflow, and performs simulations commonly used in MOF research. Furthermore, it implements self-debugging to handle errors that arise during the process, thereby enabling an end-to-end simulation system driven by multiple LLM agents. By embedding the agent within a broader closed-loop automation paradigm, our approach lays the groundwork for extending self-driving lab capabilities into the computational domain.

O열역금-3

이산화탄소 환원 반응 중 구리 단원자 촉매의 재구성 현상 규명

정현동, 백서인[1]*
서강대; [1]고려대
(seoin0226@gmail.com*)

Cu-N-C single-atom catalysts are known to undergo structural reconstruction during electrochemical CO2 reduction reaction (CO2RR), forming Cu nanoparticles (Cu NPs). Although several computational studies have proposed possible mechanisms for this transformation, further investigation is still needed. Here, we use the constant-potential ab-initio molecular dynamics (CP-AIMD) simulations with the slow-growth approach in the presence of explicit water molecules to elucidate the mechanism of Cu-N-C reconstruction. We find that Cu sites remain stable under pristine conditions but becomes unstable and undergo dissolution in the presence of N-H terminations and adsorbed CO2RR intermediates, particularly CO*. Furthermore, the dissolved Cu ions spontaneously form clusters in solution and deposit on the surface, forming Cu NPs/Cu-N-C.

O열역금-4

Adsorption Characteristics of Zinc Ions on the $SrTiO_3$-Coated Zn Anode Surface for Aqueous Zinc Ion Batteries

최민환, 안용남*
가천대
(yahn@gachon.ac.kr*)

Aqueous zinc ion batteries (AZIBs) are being recognized as the next generation energy storage systems. However, side reactions, such as hydrogen evolution and dendrite growth, lead to non-reversible Zn ion deposition and unstable electrochemical performance, and thus prevent practical applications of AZIBs. A highly polar perovskite $SrTiO_3$ (STO) layer coated on Zn metal anode is expected to facilitate migration and suppress the random dendrite growth in the mild aqueous electrolytes. This study focuses adsorption properties of Zn ions on the STO coating layer – electrolyte interface compared to the bare Zn metal anode – electrolyte interface. By utilizing ab initio molecular dynamics (AIMD) simulations, the solvation and desolvation mechanisms of Zn ions near the interface are analyzed at the atomic level. To demonstrate the comprehensive effects of solvation characteristics on adsorption properties, the potential of mean forces for the Zn ion adsorption process on both STO and bare Zn surfaces are analyzed. Collectively, this study highlights the influence of STO coating on the Zn ion desolvation pathway and its surface-dependent adsorption characteristics.

O열역금-5

고분자 침투를 고려한 금속-유기 골격 기반 혼합 매질막의 설계 전략

김준혁, 김지한*
한국과학기술원
(jihankim@kaist.ac.kr*)

During the fabrication of mixed matrix membranes (MMMs), polymer infiltration into the pores of metal-organic frameworks (MOFs) can significantly alter the internal pore environment. Yet, this effect has not been thoroughly incorporated into existing membrane design approaches. In this work, we present a design strategy that explicitly accounts for infiltration, using molecular dynamics simulations as the foundation. We investigate how flexible polyvinylamine (PVAm) chains interact with five representative MOFs and perform structural analyses after infiltration. The results reveal that pore limiting diameters (PLDs) change depending on the framework structure, affecting both molecular accessibility and gas transport pathways. Diffusion simulations further confirm that these structural modifications influence separation performance. To better replicate practical operating conditions, we developed explicit MOF–polymer interface models, examining infiltration patterns and interfacial interactions. These models show that PVAm chains tend to penetrate MOF pores, with framework-specific anchoring mechanisms emerging. Overall, our study demonstrates that polymer infiltration can produce synergistic structural effects that improve molecular sieving capabilities, offering valuable guidance for the rational design of high-performance MMMs.

O열역금-6

거대 언어모델 기반 다중 에이전트를 활용한 금속-유기 구조체 데이터베이스의 수정 및 확장

김홍희, 김지한*
KAIST
(jihankim@kaist.ac.kr*)

Reliable structural databases are crucial for computational materials discovery. Many Metal-Organic Frameworks (MOFs) databases contain simulation-unsuitable entries due to atomic disorder, missing atoms, or incorrect components. We present an automated correction framework using an LLM-driven multi-agent system that extracts and interprets crystallographic and chemical data from publications and databases, resolves complex disorder, and reconstructs valid structures. Applied to the CSD MOF subset, it corrected >80% of errors and produced a curated set of 115,000 computation-ready experimental MOFs. This approach enables reliable screening, machine learning training, and generation of hypothetical MOFs, demonstrating LLMs' potential for complex data curation.

O열역금-7

사이클로펜테인 하이드레이트 기반 반도체 폐수 정화 기술

이재철, 이원형[1], 이재우[2], 안윤호*
숭실대; [1]캘리포니아 대 로스앤젤레스; [2]한국과학기술원
(yhahn@ssu.ac.kr*)

클러스레이트 하이드레이트는 물 분자의 수소 결합으로 형성된 격자 구조 내에 객체 분자를 포집할 수 있는 포접화합물이다. 폐수에서 하이드레이트를 형성하는 과정에서, 폐수 속 녹아 있는 이온은 격자 구조 내부에 포집되지 않고 격자 구조 외부로 배제된다. 이러한 선택적 포집 특성을 활용하여, 본 연구에서는 사이클로펜테인(Cyclopentane, CP) 하이드레이트를 활용하여 반도체 폐수 속 수산화테트라메틸암모늄 (Tetramethylammonium Hydroxide, TMAH)을 제거하고자 하였다. 계면활성제와 하이드레이트 응집방지제로 안정화된 CP-in-water 에멀젼을 통해 하이드레이트의 형성 속도를 촉진시키고, 형성된 하이드레이트의 구조 분석을 통해 TMAH가 하이드레이트 격자 외부로 배제되었음을 확인하였다. 최종적으로 하이드레이트 해리를 통해 회수한 정제수의 회수율과 제거 효율을 측정함으로써, 에멀젼 시스템의 성능을 평가하고 향후 다양한 산업 폐수 처리 분야에 적용 가능성을 확인하였다.

O열역금-8

인공지능을 활용한 탄소광물화 기반 탄산칼슘 다형 제어 및 예측: 열역학적 고찰

김진, 문석윤[1], 김동재*
순천향대; [1]서울과학기술대
(dkim@sch.ac.kr*)

탄소중립을 위해 산업에서 배출되는 이산화탄소의 포집·활용·저장(CCUS) 기술의 중요성이 높아지고 있다. 본 연구는 탄소광물화를 적용하여 $CaCl_2$와 K_2CO_3의 반응으로 탄산칼슘을 합성하였으며, 변수(농도, 온도, pH, 교반속도, 시간)를 조절해 $CaCO_3$ 다형체(Aragonite, Calcite, Vaterite)의 분율을 제어하였다. XRD을 측정하여 Rietveld refinement 정량 분석한 뒤 데이터를 머신러닝(MLP, SVM, RF)에 적용하여 최적 모델을 선정, 조건별 우세 결정상 예측 모델을 구축하였다. 예측된 결정상은 열역학적 안정성과 정합성을 보였으며, 이를 열역학 관점에서 해석하였다. 본 연구는 탄소중립 실현과 폐기물 처리 비용 절감에 기여할 수 있는 기반 지식을 제공한다.본 연구는 BK21 FOUR(Fostering Outstanding Universities for Research, 번호: 5199991614564)의 지원을 받았으며, 대한민국 정부(산업통상자원부, MOTIE) 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 산업혁신인재성장(HRD) 프로그램(번호: RS-2025-02263458)의 지원을 받아 수행되었습니다.

O열역금-9

Chemical Looping Combustion에서 산소 운반체 NiO 반응성에 대한 근본적 이해

손채린, 김민규*
영남대
(mk_kim@ynu.ac.kr*)

Chemical looping combustion is a promising route for efficient fossil fuel conversion with in situ CO2 capture. Low temperatures lead to incomplete oxidation(CO, H2), whereas high temperatures promote complete oxidation(CO2, H2O). The redox properties of oxygen carriers, typically transition metal oxides, are critical to reaction rates. Here, density functional theory was employed to investigate NiO, the most widely used oxygen carrier, focusing on oxygen vacancies. Similar reaction pathways were observed across configurations, but first layer vacancies markedly reduced the energy gap via enhanced electron transfer, as evidenced by density of states peaks near the Fermi level. Energy barrier analysis revealed that second layer vacancies facilitate oxygen migration to the first layer, while the high energy required for vacancy healing suggests this step is rate determining.

O열역금-10

RhO_2 (110) 표면에서의 에탄의 고부가가치 화합물 선택적 산화

김도현, 이성준[1], 김민규*
영남대; [1]광주과학기술연구원
(mk_kim@ynu.ac.kr*)

Selective conversion of small alkanes into value-added chemicals remains challenging due to their strong tendency for complete oxidation. Overcoming this limitation requires catalysts that can activate C–H bonds while suppressing deep oxidation pathways. In this study, density functional theory (DFT) calculations combined with temperature-programmed reaction spectroscopy (TPRS) simulations were conducted to examine ethane oxidation on the RhO_2 (110) surface. The results indicate that the moderate reactivity of RhO_2 (110) promotes ethylene formation via a reformation-based desorption pathway, thereby enhancing selectivity toward C_2H_4. Comparative analysis with highly active IrO_2 suggests that similar desorption mechanisms may operate on other reactive transition metal oxide surfaces, though the extent of overoxidation varies with surface reactivity. These findings provide insights into catalytic strategies that leverage reverse reactions to boost C_2H_4 yields from C_2H_6 oxidation, and highlight the broader applicability of this approach to active oxide catalysts for selective alkane conversion.

O열역금-11

An Integrated Graph Attention and Deep Neural Network Framework for Predictive Modeling of CH_4 Hydrate Phase Equilibria and Rational Promoter Discovery

옥유성, 이서연, 박영준*
광주과학기술원
(young@gist.ac.kr*)

Thermodynamic promoters for CH_4 hydrate applications, which are organic molecules capable of stabilizing hydrate system, can shift the equilibrium conditions to more practical regimes. However, identifying effective candidates remains an empirical process, as existing models are unable to predict the performance of new promoters or to capture the non linear influence arising from each promoter's distinct physiochemical property. This study introduces a deep learning framework that combines graph attention networks to predict the phase equilibrium of CH_4 hydrates in the presence of thermodynamic promoters. By learning directly from molecular structures, the model generalizes to previously unseen compounds beyond the reach of conventional theory or simulation, and validation on unseen compounds confirms its accuracy and extrapolation capability.

P열역금-1

심층신경망 (DNN) 및 시뮬레이션을 활용으로 효율적인 수소 포집을 위한 금속-유기 골격체 (MOF) 디자인

김재승, 금화연, 김지한*
한국과학기술원
(jihankim@kaist.ac.kr*)

Efficient separation of H_2 /CH_4 mixtures is vital for the economic and effective use of hydrogen in various industries. Metal-organic frameworks(MOFs), known for their high surface areas, tunable pore sizes, and chemical functionalities, offer significant promise. This study uses computational methods to design MOFs with high H_2 selectivity. Models were trained to predict selectivity for over 25 million MOFs using a genetic algorithm guided by Grand Canonical Monte Carlo(GCMC) simulation data. Results validated by GCMC identified superior MOFs. Structural characteristics, especially pore size, critically influence selectivity. The TensorFlow model demonstrated better accuracy and less overfitting than the PyTorch model. Although the second GA cycle had increased prediction errors due to data imbalance, the iterative GA enriched the density of high-performing MOFs. The findings propose new selective MOFs, aiding efficient gas separation and accelerating future MOF synthesis research.

P열역금-2

Solvation, Diffusion, and Orientation Characteristics of Quaternary Ammonium Cations in Organic Electrolytes and Their Interactions with Graphite Electrodes for Supercapacitors

서지우, 안용남*
가천대
(yahn@gachon.ac.kr*)

Quaternary ammonium cations are widely used in organic electrolytes for high-performance supercapacitors due to their high electrochemical stability and low production costs. The behavior of these cations within the electrolyte significantly influences crucial supercapacitor performance parameters such as capacitance and resistance.This study utilizes molecular dynamics simulations to investigate the solvation characteristics, diffusion properties, and orientation behavior of four different quaternary ammonium cations. The effects of cation size, charge distribution, and solvent interactions on structural and dynamic characteristics are elucidated at the atomic-level.Furthermore, the interactions between the electrolyte and the graphite electrode are examined to understand how cation behavior is influenced at the electrode surface. These insights are expected to guide the design of advanced electrolytes that enhance supercapacitor performance.

P열역금-3

Development of a Neural Network Potential for anode-electrolyte interfaces in aqueous zinc ion batteries

한예진, 안용남*
가천대
(yahn@gachon.ac.kr*)

A fundamental understanding of adsorption and diffusion phenomena at the anode-electrolyte interface in aqueous zinc-ion batteries (AZIBs) is essential for the development of more advanced AZIBs. While molecular dynamics (MD) simulation is one of the best methods to investigate physical and chemical reactions at the interfaces, traditional potential models typically have low accuracy in describing the complex interactions inherent to such interfaces. In this regard, this study focuses on the development of a neural network potential (NNP) for anode-electrolyte interfaces in AZIBs. A NNP trained on density functional theory (DFT) data is applied to MD-scale simulations to model interfacial phenomena. By employing the developed NNP, we aim to combine the computational efficiency of MD with the accuracy of DFT, enabling the reproduction of key interfacial properties—such as Zn ion adsorption behavior and atomic-scale interactions at the interface—within MD-accessible systems.

P열역금-4

Effect of Al_2 O_3 on contact-induced damage in Silicate Glasses

김덕룡, 안용남*
가천대
(yahn@gachon.ac.kr*)

Although glass is an essential material widely used in various fields such as energy and environmental industries, the brittleness of glass materials limits their applications where resistance to mechanical load is critical. Since most glass failures begin with surface defects such as small scratches or indentations, improving the management of the surface defects is crucial for enhancing the durability of glass materials. In this study, the effect of Al2O3 on the formation of surface defects in silicate glasses is investigated using molecular dynamics (MD) simulations. A series of aluminosilicate glass substrates with varying Al2O3 concentrations are prepared, and nanoindentation simulations are performed to observe the development of surface defects during mechanical loading. The surface deformation process is analyzed by distinguishing between elastic and plastic responses, and the influence of Al2O3 content on each regime is quantitatively examined.

P열역금-5

Simultaneous Lithium Enrichment and Desalination Using R152a Hydrate Formation: Experimental and Computational Approaches

장현, 문성주, 김성우, 목정훈[1], 고우진[2], 서용원*
울산과학기술원; [1]경기대; [2]HD한국조선해양
(ywseo@unist.ac.kr*)

The rapid growth of the secondary-battery market has intensified the need for efficient recovery and concentration of lithium ions. Conventional brine-pond evaporation requires months to raise Li^+ concentration to 1–5 wt %. However, it depends on climate conditions, vulnerable to interference from co-existing ions, entails significant water loss, and is slow. Hydrate-based desalination (HBD) is a promising alternative. In HBD, gas hydrates form an ice-like crystalline lattice that excludes salts. In this study, HBD's potential for lithium enrichment and freshwater production was investigated by measuring phase equilibria and gas uptake of R152a + LiCl hydrates at 1, 3, and 5 wt % LiCl. The Hu–Lee–Sum model was employed to predict Li^+ enrichment induced by hydrate formation. The growth behavior of R152a + LiCl hydrates was monitored via in-situ Raman spectroscopy, and molecular-dynamics simulations were conducted to elucidate the ion-exclusion mechanism. The results demonstrate that this process enables both lithium recovery and desalination, offering a sustainable and efficient strategy for the management of lithium-bearing brines.

P열역금-7

Designing PtM Catalysts for Superior Methylcyclohexane Dehydrogenation (M = Ni, Co, Fe, and Zn)

Monica Malik, 강성구*
울산대
(sgkang@ulsan.ac.kr*)

Liquid-organic hydrogen carriers demand catalysts that pair high activity with minimal precious-metal content. Building on our earlier finding that ordered Pt_3 Ni(111) improves methylcyclohexane (MCH) dehydrogenation while replacing 25% of Pt, we push the substitution to 50% and map the complete six-step MCH to toluene dehydrogenation by first-principles calculations across equiatomic PtM(111) (M = Ni, Co, Fe, Zn). PtNi(111) emerges as the optimum composition, maintaining a compact kinetic span of 0.74–1.03eV: early C–H activations cluster near ~1.0eV, whereas late dehydrogenations proceed <0.9eV. PtCo(111) shows composition-sensitive behavior, and PtFe(111)/PtZn(111) are less favorable. To further improve the catalytic performance, we modified the systems with single-atom promoters and dopants separately. On PtNi(111), Li/K promoters afford negligible additional benefit, in contrast to the dopants(Cu/Sn/Ir/Rh) at surface Pt or Ni sites, which reshuffle the energy landscape, often driving more exothermic late steps and nearly all lower barriers with only modest changes to the RDS. Thus, PtNi offers a cost-efficient LOHC dehydrogenation and an atomic-scale route to independently tune kinetics and thermodynamics via targeted surface doping.

P열역금-8

기판 의존적 젖음 투명성 효과가 단일층 TMDC의 습기 안정성에 미치는 영향에 대한 다중 스케일 계산 연구

김예원, 김세호, 최선연[1], 김현호[1], 서범준[2], 이원보*
서울대; [1]국립금오공과대; [2]서울과학기술대
(wblee@snu.ac.kr*)

Monolayer transition metal dichalcogenides (TMDCs) are promising for next-generation electronics but are vulnerable to moisture-induced degradation. We exploit wetting transparency to suppress H_2O adsorption by tuning substrate surface energy from hydrophilic SiO_2 to hydrophobic octadecyltrichlorosilane (ODTS)-treated SiO_2. Molecular dynamics and density functional theory show greatly reduced water adsorption energy on hydrophobic substrates. Experiments with CVD-grown $MoSe_2$ confirm that ODTS substrates inhibit oxidation, preserve photoluminescence, and maintain field-effect transistor performance under RH > 90% and up to 500 K for 49 days. This substrate engineering also improves acid/base resistance, offering a simple, scalable route to enhance TMDC device stability.

P열역금-9

Temperature-Dependent Guest Exchange Behavior in sII ($CH_4 + C_3H_8$) Hydrate – CO_2 Replacement

이루미, 이종혁, 목정훈[1], 최원중[2], 서용원*
울산과학기술원; [1]경기대; [2]창원대
(ywseo@unist.ac.kr*)

The CH_4–CO_2 replacement method is an attractive approach of recovering gas from natural gas hydrates, as it enables guest molecules exchange while preserving the hydrate lattice. Replacement experiments involving sII ($CH_4 + C_3H_8$) hydrates and CO_2 are typically conducted at 274 K, corresponding to sea-bottom temperatures where pure C_3H_8 hydrate is thermodynamically stable. Previous studies have also shown that ($CH_4 + C_3H_8$) hydrates can sometimes remain metastable even under thermodynamically unstable conditions. In this study, CO_2 was injected into sII ($CH_4 + C_3H_8$) hydrates at higher temperature (277, 280, and 283 K) to investigate the temperature-dependence of the guest exchange process. Gas chromatography (GC) and powder X-ray diffraction (PXRD) analyses were used to evaluate the replacement efficiency and cage-specific guest occupancy. The results showed that high-pressure conditions consistently yielded high replacement efficiency. Under low-pressure conditions, low temperatures within the C_3H_8 hydrate stability region resulted in low efficiency, whereas temperature above this region produced high efficiency. These findings provide empirical guidance for selecting CO_2 injection

P열역금-10

Solubility Behavior of Two and Three Components for the P(MMA-co-PFO) in Supercritical Solven

변현수*, 윤순도
전남대 화공생명공학과
(hsbyun@jnu.ac.kr*)

Experimental cloud-point data at temperatures to 459 K and pressures up to 211.9 MPa are reported for binary and ternary mixtures of P(MMA-co-PFO) in supercritical CO_2, CH_2F_2, CHF_3 and $CHClF_2$. Experiments are performed in order to phase behavior measurement of binary system for the P(MMA-co-PFO) [mole ratio = 25:1, (1.0, 2.0, 3.0 and 4.0) wt% AIBN] + supercritical solvents (CH_2F_2, CHF_3 and $CHClF_2$) mixtures at temperature range from 334 K to 459 K and pressure up to 211.9 MPa. It appears that the P(MMA-co-PFO) + CH_2F_2 mixtures show the upper critical solution temperature (UCST) type with negative slope, while the P(MMA-co-PFO) + CHF_3 and P(MMA-co-PFO) + $CHClF_2$ mixtures show lower critical solution temperature (LCST) type curve with positive slope. Cloud-point curves for the P(MMA-co-PFO) [mole ratio = 20:1 (M_w=79,700 g·mol^{-1}), 25:1 (M_w=78,400 g·mol^{-1}) and 30:1 (M_w=48,300 g·mol^{-1}), 1.0 wt% AIBN] + supercritical (CH_2F_2, CHF_3 and $CHClF_2$) mixtures show a negative slope for the P(MMA-co-PFO) + CH_2F_2, and a positive slope for the P(MMA-co-PFO) + CHF_3 and P(MMA-co-PFO) + $CHClF_2$ mixtures at temperature to 434 K and pressure up to 211.9 MPa. Also, the impact of MMA (or TMOS, $CHClF_2$) on phase behavior for the P(MMA-co-PFO) (mole

P열역금-11

Anomalous Water Penetration in Al^{3+} Dissolution

김민우, 김승태, 현창봉[1], 유지웅[1], 최시영[2], 이원보*
서울대; [1]고등과학원; [2]한국과학기술원
(wblee@snu.ac.kr*)

The physicochemical characterization of trivalent ions is limited due to a lack of accurate force fields. Using the Deep Potential Molecular Dynamics (DeepMD) framework, we investigate aqueous $AlCl_3$ and reveal that, upon the dissolution of Al^{3+}, water molecules beyond the second solvation shell actively contribute to the solvation process. This involves an initial scissoring motion of coordinating water, followed by a synchronized motion of water in the second solvation shell mediated by hydrogen bonding. As a result, water molecules from beyond the second shell penetrate inward and coordinate directly with Al^{3+}. Our findings provide novel microscopic insights into the solvation dynamics of trivalent ions.

P열역금-12

Computational Study of Bond Weakening and Radical Stabilization in Topochemically Synthesized Recyclable Polymers with Elongated C-C Bonds

전병준, 서범준*
서울과학기술대
(bseo@seoultech.ac.kr*)

Designing recyclable polymers with controllable depolymerization behavior remains a key challenge in sustainable materials science. In this study, we employ density functional theory (DFT) calculations to elucidate the depolymerization energetics of topochemically synthesized polymers containing elongated C-C bonds.Our computational analysis of PolyBIT, PolyME, and PolyQDM demonstrates a clear correlation between C-C bond elongation and bond dissociation energy (BDE), with elongated bonds exhibiting markedly lower BDEs compared to those in conventional polymers. Furthermore, calculated radical stabilization energies (RSE) indicate that the resulting radical states are thermodynamically stable. These findings are consistent with spin population analysis and align with experimentally measured depolymerization temperatures, underscoring the critical role of electronic effects in governing polymer reversibility.

P열역금-14

MOF 기반 다차원 구조 복합 소재의 안정성 및 이산화탄소 포집 특성 평가

황정기, 김동재*
순천향대
(dkim@sch.ac.kr*)

급격한 기후변화와 지구온난화는 대기 중 CO_2 농도 증가에 기인해, 이를 완화하기 위한 CO_2 포집 연구가 활발하다. 금속-유기 골격체(MOF)는 고도의 다공성과 넓은 비표면적으로 기체의 흡착·분리에 유망한 소재이다. 그러나 MOF 분말은 기계·화학적 안정성이 낮아 산업적 응용에 제약이 있다. 본 연구에선 산업 응용 가능성을 높이기 위해, MOF 계열의 HKUST-1과 acrylated polysiloxane 기반 복합 소재를 제조하여 MOF의 흡착 특성을 유지함과 동시에 기계적 특성이 향상된 다차원 구조를 개발하고, CO_2 흡착 성능과 안정성을 비교하였다. 동일한 MOF 질량 조건에서, 다차원 구조의 복합 소재는 HKUST-1 분말에 비해 흡착 성능이 다소 저하됐으나, cyclability는 우수한 것으로 판단된다. 본 연구는 MOF 기반 복합 소재를 통해 기계·화학적 특성의 조절 가능성을 실험적으로 입증했으며, 여러 구조(2차원, 3차원)에 적용하여 CO_2 포집 연구 범위를 확대할 수 있을 것으로 기대된다.

P열역금-15

Understanding CO_2 Hydrogenation Pathways to Methanol on Cu(111) via DFT and Microkinetics

송유나, 이성준[1], 김민규*
영남대; [1]광주과학기술원
(mk_kim@ynu.ac.kr*)

CO_2 hydrogenation to methanol offers a sustainable route for carbon utilization. Here, density functional theory (DFT) and microkinetic simulations were combined to elucidate reaction pathways on Cu(111). Three mechanisms—formate, carboxyl, and formyl—were examined for thermodynamic and kinetic feasibility, with CHO and OH intermediates considered as alternative hydrogen sources. DFT suggested comparable favorability for carboxyl and formyl routes, while CHO-assisted hydrogenation lowered barriers in the formate pathway. Microkinetic modeling identified the formate pathway as dominant under steady-state conditions and methanol desorption as the key selectivity-controlling step. Guided by this, catalyst screening revealed that indium doping reduces methanol desorption energy without impairing favorable energetics. Experiments with core-shell Cu@SiO_2 and CuIn@SiO_2 confirmed that indium enhances methanol selectivity (up to 92.7%) by suppressing CO formation, validating computational predictions. This integrated approach provides mechanistic insight and design guidelines for selective CO_2 -to-methanol conversion over Cu-based catalysts.

P열역금-16

황 제거 및 COS 분해를 위한 저가 재료로서의 레드 머드

김가영, 김민규*, 이성준[1]
영남대; [1]지스트
(mk_kim@ynu.ac.kr*)

The increasing reliance on fossil fuels has fueled industrial progress but simultaneously exacerbated global warming and climate change through rising CO_2 emissions. To mitigate these impacts, reducing greenhouse gas output and developing alternative energy sources—such as hydrogen—are becoming urgent priorities. Hydrogen offers significant economic and environmental benefits, producing no CO_2 during use and delivering high energy content. Among its production methods, “blue hydrogen” derived from natural gas or coal with integrated carbon capture and storage (CCS) stands out. Yet, in coal gasification processes, the syngas contains impurities that must be removed to protect downstream equipment and ensure fuel cell efficiency. In this study, red mud was investigated as an economical sorbent for sulfur removal, specifically targeting COS(g) in desulfurization applications. Both theoretical analysis and experimental testing were conducted, revealing that red mud facilitates the decomposition of COS(g) into CO(g). This catalytic activity arises from the synergistic interaction between Fe_2 O_3 —the dominant constituent—and other mineral components present in red mud. The results highlight red mud’s promise as a cost-effective sulfur adsorbent and an active catalyst for COS decomposition.

P열역금-17

Force Field Optimization Using Hildebrand Solubility Parameters and Dielectric Constants within a Free Energy of Mixing Framework

서원빈, 박정호, 윤태준*
서울대
(tyoon124@snu.ac.kr*)

While classical molecular dynamics (MD) simulations work well for pure substances, they often fail to predict mixture properties such as solubility. This is notable in water models; for instance, TIP4P/2005 significantly underestimates the dielectric constant versus experiments.We propose a method to optimize force field parameters consistent with a given water model. Solubilities of binary water mixtures were computed using two-phase molecular dynamics (2PMD) while scaling partial charges and Lennard-Jones parameters. Optimization used correlations between the Hildebrand solubility parameter and dielectric constant from a free energy of mixing framework.The optimized parameters improved solubility predictions in 2PMD over the original force field, providing a transferable framework for accurate modeling of both pure and mixed, aqueous and non-aqueous systems.

P열역금-18

액체수소를 위한 지그재그형 및 직선형 인쇄기판형 열교환기의 열·유압 성능 비교 연구

서준교, 신현용*
서울과학기술대
(hyshin@seoultech.ac.kr*)

액체수소는 에너지 저장 및 운송에서 중요한 역할을 하며, 재생 가능 에너지의 보조원으로 주목받고 있다. 수소 연료전지 자동차 및 산업 프로세스에서의 활용이 증가하고 있으며, 탄소 중립화를 위한 중요한 수단으로 인식된다. 그러나 보급 및 안정적인 공급 체계를 구축하는 부분에서는 여전히 과제로 남아있다. 액화된 수소를 안정적으로 처리하기 위하여 세부 장치로 기화기의 사용이 필요하며, 적절한 공정설계를 위하여 기화기에서의 수소의 거시적 거동의 시뮬레이션은 필수적이다. 본 연구에는 인쇄기판형 열교환기의 채널 형상이 열 유압 성능에 미치는 영향을 분석하였다. 특히, 지그재그형과 직선형 채널 구조를 대상으로 성능 비교를 수행하였다. 각 형상에 대해 열전달량, 압력강하 등을 산출하여 열전달 성능과 유동 저항 특성을 평가하였다. 이러한 연구는 채널 형상 최적화 및 설계 시 열 유압 성능 간의 상충 관계를 고려하는 데 유용한 기초 자료로 활용될 수 있다.

P열역금-19

Molecular Simulations of Framework Flexibility for Understanding Methane Adsorption in Porous Aromatic Frameworks

첸유[1], 이택기[1], 정용철[1,2*]
[1]부산대; [2]응용화학공학부
(drygchung@gmail.com*)

Porous materials are promising candidates for gas storage due to their high surface areas and tunable structures. In this study, we introduce a newly designed carbon-based porous aromatic framework, C-PAF-E, featuring extended linkers to enhance flexibility. Experimental measurements show high methane uptake under high pressure compared to conventional PAFs. To investigate the structural behavior, computational models of C-PAF-E were generated with various topologies and fully relaxed using molecular dynamics (MD) simulations. Grand canonical Monte Carlo (GCMC) simulations were performed on 600 computational models with smaller pores below 30 Å to determine nitrogen adsorption isotherms, which were then fitted to experimental N_2 isotherms to estimate the composition of different structural models in the actual material. Further MD simulations, with and without adsorbates, revealed that the extended linkers induce structural swelling, increasing accessible pore volume and improving adsorption capacity. These findings suggest that framework flexibility can play an important role in methane storage and provide a basis for further material optimization.

P열역금-20

철강 슬래그를 활용한 저농도 바나듐 회수 가능성 평가 및 이산화탄소 동시 저장

채원석, 문석윤*
서울과학기술대
(smoon@seoultech.ac.kr*)

철강 슬래그는 제철 공정의 부산물로, 유용 금속을 다량 함유하고 있어 자원 회수의 원료로 주목받고 있다. 최근 배터리 산업의 기술 발전으로 바나듐이 새로운 원료로 부상함에 따라, 안정적 확보를 위한 회수 기술 개발이 요구된다. 기존의 바나듐 회수 연구는 Roasting-Leaching기반의 침출·회수 공정으로 진행되어 왔다. 그러나 이러한 연구는 대체로 50,000 ppm 이상의 고농도 바나듐이 함유된 철강 슬래그를 대상으로 수행되었고, 10,000 ppm 미만의 저농도 바나듐 슬래그를 대상으로 한 침출·회수 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 저농도 바나듐 슬래그를 대상으로 Roasting-Water leaching 적용 가능성을 검토하고, 이를 바탕으로 저농도 바나듐 슬래그에 적합한 회수 공정을 제시하였다. 또한, 칼슘이 풍부한 철강 슬래그에 CO2를 주입하여 탄산칼슘 형태로 CO2를 저장하였다.

P열역금-21

Computational Design and Multiscale Modeling of Bimetallic MIL-100 for Hydrogen Storage

이택기, 첸유, 윤성현, 정용철*
부산대
(drygchung@gmail.com*)

Metal-organic frameworks are assembled into a crystalline material by combining metal nodes and organic ligands as building blocks, and have been investigated in the literature as promising hydrogen storage materials due to its high surface area and its chemical tunability to introduce preferential adsorption sites for H_2. In this study, we designed bimetallic trimesic metal nodes in MIL-100 structure by combining tetravalent Ti^{4+} and divalent $Mg^{2+}/Ni^{2+}/Co^{2+}$ metals. This leads to increased number of open metal sites (OMSs) that can provide preferential adsorption sites for H_2 molecules. Force field parameters were developed from the data obtained from MP2 calculations to accurately treat the interaction between H_2 and OMS and subsequently used in grand canonical Monte Carlo (GCMC) simulations to assess the volumetric and gravimetric H_2 capacity of bimetallic MIL-100. Our results show 25% improvements in H_2 deliverable capacity from bimetallic MIL-100 compared to monometallic MIL-100.

P열역금-22

Mechanistic Study of Photo-acid and Photo-decomposable Quencher Neutralization in EUV Lithography

정재한, 이승민[1], 권성현[1], 곽상규*
고려대; [1]UNIST
(skkwak@korea.ac.kr*)

For the precision of photoresist patterns in the extreme ultraviolet (EUV) lithography, it is critical to understand the role of photo-decomposable quencher (PDQ), which is known to neutralize diffused photoacids in unexposed regions. However, the mechanism of this neutralization reaction remains scarce. This study elucidates the neutralization mechanism between photoacids of our interest and a PDQ using density functional theory (DFT) calculations. Our results showed that a significant difference was observed in the activation energy depending on photoacid types, while all neutralization reactions were exothermic. When using photoacid type 1, the diffused photoacid was more effectively suppressed in unexposed regions compared to using type 2. We propose that the modulation of the reaction rate is essential and the photoacid structure is a majorly effective factor.

P열역금-23

Toward Prediction of Synthesizability for Li-ion Battery Additives using ML-based or rule-based Descriptors

강주환, Debora Christiane Lepanda Komanda[1], 곽상규[1]*
고려대; [1]고려대 공과대학
(skkwak@korea.ac.kr*)

Electrolyte additives help overcome Lithium-ion battery (LIB) limitations, but experimental screening for good candidates is costly and time-consuming. Computational screening is faster and cheaper but can yield non-synthesizable compounds, making synthesizability assessment essential. In this work, We evaluated four methods—ML-based SCscore, SYBA, RAscore, and likeness-based SAscore—and combined their metrics into a new descriptor-driven process for more accurate LIB additive screening. Easy-to-synthesize (ES) candidates were taken from the LIBE database and literature (SA, VC, FEC, PS) and confirmed via PubChem; hard-to-synthesize (HS) ones were generated using Nonpher. We found that SCscore and SYBA showed better accuracy of data with decent separation of ES and HS, with SCscore accurately identifying 99.05% ES candidates as ES and SYBA identifying 100% of the HS candidates as HS.

P열역금-26

액화수소를 위한 볼 체크 밸브 피스톤 펌프의 수치 해석적 연구

김주호, 정다연, 신헌용*
서울과학기술대
(hyshin@seoultech.ac.kr*)

수소 에너지 활용 확대에 따라서 극저온 액화수소를 안정적으로 이송할 수 있는 펌프 기술의 중요성이 강조되고 있다. 본 연구는 볼 밸브와 피스톤 메커니즘이 결합된 극저온 액화 수소 펌프 시스템에 대하여 해석을 진행하였다. ANSYS Fluent 및 Six DOF 기능을 활용하여 피스톤의 왕복운동과 볼 밸브의 자율 움직임을 구현하고, UDF(User-Defined Function)를 통해 시간에 따른 피스톤 운동을 제어하였다. 특히 볼 밸브와 실린더 간의 간격을 제어하며 밀폐(sealing) 성능이 시스템 압력 유지에 미치는 영향을 분석하였고, 볼 밸브의 움직임에 의해 피스톤이 압축 및 팽창이 되는 과정 속에서의 압력 변화에 대하여 연구하였다. 이와 같은 수치 해석 결과는 향후 극저온 수소 이송용 펌프 설계의 안정성과 신뢰성 확보를 위한 기준 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

P열역금-27

Generalizable Machine-Learned Potential for Predicting Hydrogen Uptake in Metal-Organic Frameworks

Thong Siah, 정용철*
부산대
(drygchung@gmail.com*)

Metal-Organic Frameworks (MOFs) have emerged as promising candidates for hydrogen (H_2) storage due to their high surface areas, tunable pore structures, and chemical versatility. To study their hydrogen storage performance using molecular simulations, density functional theory (DFT) and ab initio molecular dynamics (AIMD) provide highly accurate predictions but are computationally demanding, whereas classical force field-based methods are less costly but may lack the accuracy required for reliable screening. In this work, we develop a generalizable machine-learned potential (MLP) trained on a diverse set of MOFs previously reported to have high hydrogen uptake. The dataset is built from hydrogen-loaded configurations generated via random insertions and refined with rigid-guest DFT optimizations to obtain intermolecular energies and forces. An equivariant neural network is trained to capture host-guest and guest-guest interactions across varied pore sizes, topologies, and chemical environments. This approach is expected to maintain DFT-level accuracy while significantly reducing computation time, enabling efficient prediction of hydrogen adsorption across a wide range of MOFs for material discovery and optimization.

P열역금-28

A Structure-Informed Model for Predicting Ionic Conductivity in Solid-State Battery Electrolytes

김해원, 이택기, 정용철*
부산대
(drygchung@gmail.com*)

Electrolytes provide a pathway for the movement of charge. In certain, solid state batteries have demonstrated faster recharge rates and a broader operational window compared to those with liquid electrolytes. Existing prediction models are predominantly composition based and therefore fail to capture structural features. Even structure based GNN models often underperform due to the limited size of available datasets and their inability to account for the partial occupancy characteristics of ions.To address these limitations, we generated new structures and validated it. Furthermore, we introduce a novel approach that leverages structural properties to fine tune a model, thereby improving the accuracy of ionic conductivity predictions.

P열역금-29

Derivatization of polyhydric alcohols for HPLC-UV analysis

이봉섭*
강원대
(bslee0425@kangwon.ac.kr*)

Recently, demand for highly functional compounds, such as polyhydric alcohols, has been increasing in various industries, including pharmaceuticals, food, and cosmetics. While polyhydric alcohols are widely used, their hydrophilic nature poses challenges, such as cutoff values, during HPLC-UV analysis, making direct quantitative analysis impossible. To address this issue, we modified derivatization and confirmed the derivatization mechanism using 1H NMR, GC-MS, FT-IR, and SEM. The octanol-water partition coefficient (Kow) of polyhydric alcohols was determined using HPLC-UV analysis, utilizing derivatization.

P열역금-30

Computational Study on Interfacial Stabilization in Layered Nanomaterials via Hydration Treatment

이성원, 이태경*, 이동규
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

The interfacial stability of layered nanomaterials is crucial for their performance and reliability, particularly in electrochemical applications. Despite this, strategies to enhance interfacial stability are still not fully understood. To address this, we investigated a hydration-based exfoliation strategy for MXenes that avoided conventional intercalants and used water-driven interactions. We employed density functional theory calculations to explore how hydration affected the structural and interfacial behavior of MXenes. Our results showed that hydration promoted interfacial stability through the formation of hydrogen bonds. It also suppressed the thermodynamic favorability of surface degradation, which contributed to improved oxidation resistance. Our findings offer molecular-level insights into the design of scalable and sustainable processing strategies for layered nanomaterials.

P열역금-31

Structural and Dynamical Behavior of Pentaglycerine across the Barocaloric Phase Transition: A Molecular Dynamics Study

최혜림, 윤지호*
국립한국해양대
(jhyoon@hnu.ac.kr*)

Barocaloric (BC) materials exhibit pressure-driven solid-solid phase transitions with significant thermal effects, making them strong candidates for next-generation solid-state cooling. Among them, pentaglycerine (PG) has attracted attention due to its large entropy change during phase transition, indicating excellent potential as a solid refrigerant. In this study, molecular dynamics (MD) simulations will be employed to investigate the BC effect and evaluate the thermodynamic behavior of PG under varying pressures. The aim is to explore molecular-level changes across the transition, providing insight into entropy variation and structural dynamics that govern the BC response. This study will contribute to a deeper understanding of PG's BC characteristics and support its potential for cooling applications, ultimately advancing the development of BC materials and the design of efficient solid-state refrigerants.

P열역금-32

올-페로브스카이트 탠덤 태양전지에서 알킬 다이암모늄 리간드의 영향에 대한 전산 연구

최준혁, 이태경*
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

All-perovskite tandem solar cells can surpass single-junction efficiency limits, yet interfacial nonradiative recombination remains a major challenge. In this study, we applied dual-surface modification to vertically inhomogeneous perovskite films using diammonium (DA) ligands. With two terminal NH_3^+ groups, DA ligands can simultaneously occupy and passivate two A-site vacancies, and the linear configuration yields a larger passivation region than the cross configuration. Compared with cross passivation, linear passivation is thermodynamically favored for butane-1,4-diammonium in high-bandgap perovskites and for propane-1,3-diammonium in low-bandgap perovskites, leading to higher efficiency via preferential passivation of linear FAI vacancies. Our results will provide molecular-level guidelines for interface engineering toward higher-efficiency all-perovskite tandem solar cells.

P열역금-33

Molecular Dynamics Investigation of Ionomer Materials for Advanced PEMFC Applications

강진석, 함형철*, 유주현
인하대
(ham.hyungchul@inha.ac.kr*)

As climate change intensifies with frequent extreme weather, hydrogen energy is emerging as a clean alternative without greenhouse gas or toxic emissions. Among hydrogen conversion technologies, PEMFC offers high efficiency and low-temperature operation. However, large-scale PEMFC for power generation faces performance and durability issues under high voltage. This study addresses these challenges via molecular dynamics simulations of the catalyst layer (CL), focusing on ionomers that contact catalysts and affect interfacial stability. Conventional perfluorosulfonic acid (PFSA) ionomers have environmental concerns, high cost, and low gas permeability. Hydrocarbon-based ionomers are proposed as alternatives, with performance evaluated through oxygen transport properties and water channel formation. The findings aim to guide sustainable ionomer design for next-generation PEMFC.

P열역금-34

불소화 가스 분리를 위한 제올라이트 주형 탄소의 전산 스크리닝

윤현정, 박준혁, 이용진*
인하대
(yongjin.lee@inha.ac.kr*)

Fluorinated gases, which are widely used in the semiconductor and electronics industries, need to be recovered due to their high global warming potential. Zeolite-templated carbon (ZTC) is considered an attractive porous solid adsorbent for capturing these gases. In this presentation, we present our computational screening study of ZTC for the separation of SF_6/N_2 and CF_4/N_2 gas mixtures. Adsorption isotherms and gas selectivities were calculated using the Grand Canonical Monte Carlo (GCMC) simulations. Based on the results, high-performing ZTCs were identified, and their pore characteristics were analyzed to understand how structural attributes influence adsorption behavior. These findings provide insight into the design of porous materials optimized for capturing fluorinated gases and improving their adsorption performance.

P열역금-35

금속-유기 골격체에서 제논의 규칙적 상 유도

김승우, 김지한*
한국과학기술원
(jihankim@kaist.ac.kr*)

Xenon (Xe) is a rare noble gas with high economic value due to its diverse applications in semiconductors, lasers, and pharmaceuticals. Furthermore, its environmentally friendly separation is of increasing importance for sustainable resource utilization. In this study, we aim to induce an ordered phase of Xe within metal-organic frameworks (MOFs) to achieve high-density packing for efficient separation. Given that solid-phase Xe adopts a face-centered cubic (FCC) packing, we target MOFs possessing pore geometries conducive to such arrangement. To identify and design optimal pore structures, we employ a diffusion model using the signed distance function (SDF) as a continuous and precise 3D representation of MOF geometries. The training dataset consists of MOF structures generated via PORMAKE, allowing systematic exploration of topology–pore–adsorbate relationships. By combining geometric precision from the SDF representation with the generative capability of the diffusion model, our approach seeks to discover MOFs that promote Xe ordering, thereby enhancing separation efficiency. The results of this work are expected to contribute not only to environmentally benign Xe capture but also to the development of advanced materials for high-value industrial applications.

P열역금-36

Advancing Crystal Structure Validation through Interpretable Large Language Model-Based Error Detection

Zhao Pengyu*
부산대
(py.zhaosisi@gmail.com*)

The rapid computational screening of hypothetical crystal structures demands accurate and interpretable validation techniques to assess their correctness and synthesizability. Our previous work employed a positive-unlabeled crystal graph convolutional neural network (PU-CGCNN) to classify computation-ready structures with high accuracy. Building on this foundation, we now propose a novel approach that leverages large language models (LLMs) trained on human-readable textual descriptions of crystal structures. The planned LLM-based framework is designed to predict the correctness of a given structure and, when a structure is deemed incorrect, provide detailed, human-understandable explanations. By applying positive-unlabeled learning on text-embedding representations, we aim to enhance prediction performance and enable the detection of subtle structural and chemical errors that may be overlooked by rule-based or graph-based classifiers, including PU-CGCNN. Furthermore, the LLM can extract potential physical and chemical heuristics underlying synthesizability, offering actionable hypotheses to guide the optimization of hypothetical materials. If successful, this interpretable and flexible LLM-based methodology could complement existing PU-CGCNN workflows and accelerate the discovery and design of novel materials.

P열역금-37

Density Functional Theory Investigation of Nickel Clusters on Perovskite Oxides for Enhanced Poisoning Resistance in PCFC Anodes

Thi Bich Tram Bui, K. S. S. V. Prasad Reddy, 강성구*
울산대
(sgkang@ulsan.ac.kr*)

Nickel-based anodes in proton-conducting fuel cells (PCFCs) are highly susceptible to poisoning by carbon monoxide (CO) and hydrogen sulfide (H_2S), leading to severe performance loss. Perovskite oxides have emerged as promising Ni supports due to their structural stability, tunable electronic properties, and resistance to coke and sulfur poisoning. The CO and H_2S adsorption behavior of Ni clusters on four perovskite oxides was explored using first-principles calculations. Adsorption energetics and electron transfer analyses were performed to clarify interactions between the poisoning molecules and Ni clusters on perovskite surfaces. The insights gained provide guidance for designing anodes with enhanced CO and H_2S tolerance, improving PCFC durability and efficiency for future applications.

P열역금-38

Computational Study on Design of PAA Binder by Lithium Precursors for Improving Stability of Silicon Anodes

김규리, 손준수, 이태경*
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

Silicon (Si) anodes experience severe volume expansion during cycling, causing electrode detachment. To enhance adhesion, poly(acrylic acid) (PAA) binders with COOH groups are utilized, forming strong hydrogen bonds with Si anodes. However, intra-hydrogen bonding between COOH groups induces PAA aggregation, reducing interfacial contact and degrading battery performance. In this study, molecular dynamics simulations were performed to examine PAA structural behavior with anions of lithium precursors and its interactions with Li^+. The radius of gyration analysis showed that the LiOH-PAA system has high flexibility. Moreover, the radial distribution function analysis revealed strong Li^+-COO^- coordination in the LiOH-PAA system, indicating its role in pre-lithiation in Si anodes. These results inform the design of anion-specific polymer binders for improved Si anode performance.

P열역금-39

CO_2 하이드레이트 해양저장을 위한 화학적·물리적 코팅 기법 비교 연구

이지성, 정시윤, 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

Hydrate-based CO_2 storage offers high volumetric density and potential stability under deep-sea conditions, but dissociation in marine environments can lead to leakage. This study investigates two coating strategies to enhance stability: chemical coating with cyclopentane (CP) forming a hydrate shell, and physical coating with epoxy, silicone, and other polymers forming an external barrier. Using silica gel as a hydrate support, dissociation experiments under simulated deep-sea temperature and pressure conditions were conducted. Dissociation kinetics analysis reveals the comparative effectiveness of chemical and physical coatings, providing insights into coating-based stabilization for practical offshore CO_2 storage applications.

P열역금-40

Enhancement of CO_2 storage kinetics via partial production of natural gas hydrate

이하영, 이진우, 최원중*
국립창원대
(wjchoi@changwon.ac.kr*)

To mitigate the climate crisis induced by global warming, various carbon capture and storage technologies have been developed. Among these, subsea storage using natural gas hydrate (NGH) reservoirs has gained attention as a method to store CO_2 in solid hydrates for long-term sequestration. However, CO_2 injection into pore spaces after complete NGH production causes induction time delays and gaseous CO_2 leakage, reducing conversion efficiency. In this study, CO_2 was injected after partial NGH production to utilize the memory effect of water formed by hydrate dissociation. Under CH_4-CO_2 mixed gas conditions, hydrate reformation was induced, experimentally verifying the potential to enhance CO_2 storage. Gas hydrate formation and gas uptake were evaluated with varying memory effect presence, residual CH_4 pressures (1, 10 and 20 bar), and NGH production ratios (0, 25 and 50%). Results showed that the memory effect led to the fastest CO_2 storage rate, and lower residual CH_4 pressure increased CO_2 partial pressure, accelerating hydrate formation. This promoting effect persisted as NGH production ratios increased. Reduced CH_4 occupancy in the hydrate structure further increased CO_2 storage capacity. This study demonstrated the mechanism by which partial NGH dissociation promotes solid-

P열역금-41

Rheological and thermodynamic characteristics of CO2+N2 hydrate slurry for CO2 separation and storage process

이진우, 이하영, 최원중*
국립창원대
(wjchoi@changwon.ac.kr*)

This study explores a gas hydrate-based CO_2 capture process for capturing CO_2 from combustion flue gases and utilizing it as ballast water for vessels. Approximately 2.8% of global CO_2 emissions originate from ships. Ballast water moves within the ship to maintain balance. To maintain fluidity during CO_2 capture, mineral oil (MO) and an anti-agglomerant (AA) are used as additives. The effects of varying MO and AA on fluidity are evaluated through kinetic analysis. The fluidity of the multiphase slurry is analyzed by observing viscosity changes with different water, MO, and AA contents using an endoscopic camera. CO_2 selectivity and separation efficiency are monitored in real time. The experimental results show that increasing MO enhances fluidity, and increasing AA improves fluidity and CO_2 capture capacity. This study deepens the understanding of behavior in hydrate slurry systems containing MO and AA additives and contributes to the development of environmentally ballast water.

P열역금-42

연소 전 CO_2 포집을 위한 해수 기반 염분 환경 하이드레이트 CO_2 분리 성능 향상

김소은, 옥다경, 최원중*
창원대
(wjchoi@changwon.ac.kr*)

Gas hydrate-based separation, which stores CO_2 in hydrates, is a promising strategy for sustainable energy and CO_2 mitigation. This study examined CO_2 separation from a CO_2 (40%) + H_2 (60%) mixture under seawater-simulated conditions containing 3.5 wt% NaCl. Tetrahydrofuran (THF) at 0, 1.0, and 5.56 mol% served as a thermodynamic promoter, enhancing hydrate formation and limiting toxicity. Phase equilibrium measurements evaluated hydrate stability, and gas uptake analyses assessed CO_2 storage.The memory effect on induction time during hydrate reformation was also evaluated. Results showed that small THF dosages enhanced hydrate stability, while the memory effect shortened induction time, accelerating hydrate growth. These findings indicate that thermodynamic promoters can enhance CO_2 separation efficiency in marine environments, providing insights for deep-sea CO_2 storage.

P열역금-43

대규모 CO_2 해양 저장을 위한 sII 하이드레이트 코팅 기반 CO_2 하이드레이트 보존 기술 개발

정시윤, 이지성, 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

Accelerating CO_2 emissions highlight the urgency of effective carbon storage. Clathrate hydrates, crystalline solids that encapsulate gas molecules within water cages, offer high storage density. While CO_2 storage in marine sediments has been studied, sediment properties limit large-scale application. Direct storage of CO_2 hydrate on the seabed provides vast capacity but suffers from dissociation due to seawater exposure. To address this, we propose a coating method in which structure-I CO_2 hydrate are encapsulated by a structure-II cyclopentane hydrate layer, preventing direct contact with seawater. Coating performance was evaluated by varying process parameters such as coating time (30 min–72 h) and temperature (271.2–276.7 K). Long-term stability of the CP-coated CO_2 hydrate was further confirmed by ex-situ Raman spectroscopy and powder X-ray diffraction.

P열역금-44

다상 유동 조건에서 수화물 분산에 대한 소수성 실리카 나노입자와 Span 80의 결합 효과

손수현, 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

In offshore oil and gas pipelines, the coexistence of high pressures, low temperatures, and free water often promotes the formation of gas hydrates. Without adequate control, such hydrates can induce critical flow assurance problems, including partial or complete pipeline blockages. In this study, the combined use of Span 80, a conventional anti-agglomerant, and hydrophobic silica nanoparticles was examined as a strategy to improve hydrate dispersion and mobility under multiphase flow conditions. Hydrate generation experiments were carried out in a rock-flow cell with synthetic natural gas and water–mineral oil emulsions. The hydrate internal structures were observed by optical imaging, and a flow risk index was evaluated. To clarify the mechanism of the enhanced anti-agglomeration effect, microscopic characterization, dynamic light scattering (DLS), and rheological analyses were performed. Hydrate inhibition efficiency was further assessed based on water-to-hydrate conversion and gas consumption. The outcomes highlight the potential of nanoparticle-assisted AA systems for more reliable flow assurance in subsea energy production.

P열역금-45

Thermodynamic and kinetic study of HFC-125 + CO_2 mixed hydrate for high-efficiency fire extinguishing applications

신예봄, 이종환, 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

Clathrate hydrates are crystalline inclusion compounds in which hydrogen-bonded water frameworks encage guest gas molecules. When fire extinguishing gases are stored as hydrate guests, they provide an eco-friendly suppression method by simultaneously cooling and displacing oxygen. HFC-125 is considered a promising fire suppressant due to its low extinguishing concentration and negligible ozone depletion potential (ODP). However, in structure II (sII) hydrates, HFC-125 can only occupy the large cages, leaving the small cages vacant and thereby limiting storage efficiency. In this study, thermodynamic phase equilibrium measurements and kinetic experiments were performed on HFC-125 + CO_2 mixed gas hydrates to investigate guest distribution and hydrate stability. The kinetic results revealed that CO_2 molecules preferentially occupy the small cages of the sII lattice, complementing the large-cage occupancy of HFC-125. Dissociation enthalpies were determined using the Clausius-Clapeyron approach, while powder X-ray diffraction (PXRD) confirmed the preservation of the sII structure with enhanced cage occupancy. These findings demonstrate that mixed HFC-125 + CO_2 hydrates combine structural stability, improved gas storage efficiency, and environmental compatibility, supporting their potential as high-performance fire extinguishing agents.

P열역금-46

Magnetic imidazolium-based ionic liquids as reusable kinetic promoters for gas hydrate formation

이종환, 조연수, 강효, 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

The impact of ionic liquids (ILs) on methane hydrate formation is strongly influenced by the nature of their cations and anions. In this study, we synthesized a series of imidazolium-based ILs with different cationic alkyl chain lengths ([C4MIM]+, [C8MIM]+, and [C12MIM]+) and paired them with either [Cl]− or [FeCl4]− anions to systematically assess their role in hydrate formation. Among the tested systems, [C12MIM][FeCl4] exhibited the most pronounced promoting effect, significantly accelerating both nucleation and growth. Notably, the initial growth rate within the first hour was approximately six times higher than that observed in the additive-free system. Optical observations combined with contact angle measurements revealed that ILs containing the [C12MIM]+ cation display surfactant-like behavior. Furthermore, in situ Raman spectroscopy demonstrated that the hydrogen-bonding network of water is disrupted in the presence of [Cl]− but reinforced by [FeCl4]−, thereby enabling favorable water structuring for hydrate formation. Importantly, [CnMIM][FeCl4] could be efficiently recovered through phase separation upon heating above its lower critical solution temperature (LCST), and the recovered ILs were verified using FT-NMR and UV-Vis spectroscopy. These findings suggest that recoverable imidazolium-based ILs provide an effective

O유동목-1

Green hydrogen from molten metal based thermochemical water splitting cycle

MUZAFAR ABBAS, Gayatri Ingale, 김현태, Khalid Tasmia, Amin Aira, 박근용, Nguyen Van Quyn, 강종규, Ajaysing S Nimbalkar, 김휘동, 이은도*
Korea Institute of Industrial Technology
(uendol@kitech.re.kr*)

Thermochemical water splitting cycles are an effective method for producing green hydrogen while lowering CO_2 emissions. This study demonstrates the use of surplus steam from a coal-fired power plant boiler in a novel two-step cycle employing molten tin (Sn) in a molten metal bubble column reactor. Water splitting was carried out at 700-1000 ℃ using steam preheated to 500-600 ℃. After hydrolysis, the SnO_2 formed was regenerated with a reducing agent and reused for subsequent cycles. Reaction parameters, including bed height, steam flow rate, and nozzle configuration, were systematically varied to maximize hydrogen yield. This study indicate that steam normally wasted during boiler shutdown can be converted into valuable hydrogen, offering an efficient approach to waste steam management and contributing to substantial emission reductions.

O유동목-2

청록수소 생산을 위한 유동층 반응기의 촉매 자동투입 장치 예비실험 결과

류호정*, 황병욱, 김대욱, 고강석, 김우현
한국에너지기술연구원
(hjryu@kier.re.kr*)

메탄 직접분해반응을 이용한 수소 생산기술(청록수소 생산기술)은 주반응에서 이산화탄소가 발생하지 않으므로 온실가스 배출을 최소화한 저탄소 수소 생산기술로 분류 가능하고 생성된 탄소의 고부가가치화를 통해 수소생산단가를 절감하고 공정의 경제성 제고가 가능한 기술이다. 메탄의 직접분해반응에 의해 탄소와 수소가 동시에 생성되므로 천연가스와 같은 화석연료로부터 CCS 없이 저탄소 수소 생산이 가능하며 니켈, 철 등의 전이금속 촉매를 사용하는 경우 600-800 ℃ 범위에서 반응이 가능하다. 본 연구진에서는 고온, 고압 유동층 반응기를 이용하여 메탄으로부터 수소 및 탄소를 생산하는 시스템의 연속운전을 실증한 바 있으며, 수소생산량, 청록수소 순도, 탄소소재 생산량, 수소 생성량 대비 촉매 소모량, 운전 중 온실가스 배출량 등의 최적화를 위한 연구를 진행중이다. 유동층 반응기에서 메탄의 분해반응에 필요한 촉매를 주기적으로 공급함에 따라 CH4 전환율이 주기적으로 요동을 일으키는 현상을 나타내었으며, 이를 최소화하기 위해 솔레노이드 밸브를 활용한 촉매 자동투입장치를 고안하였고, 상온, 상압 조건에서 안정적인 투입이 가능한지에 대한 예비실험을 수행하였다. 촉매 투입량은 솔레노이드 밸브의 개방시간에 따라 직선적으로 증가하였으나 장기 운전 후 재실험에서는 동일한 조건에서 촉매 투입량이 절반 정도로 감소하는 현상을 나타내었다. 이는 촉매 입자가 솔레노이드 밸브를 여러 번 통과하면서 입자 마모에 의해 큰 입자 주변에 아주 작은 입자들이 부착되면서 고체간의 마찰력이 증가하여 입자의 하강을 방해하기 때문으로 사

O유동목-3

Non-catalytic and catalytic methane pyrolysis in a pilot-scale molten-metal bubble column reactor using level-set volume-of-fluid computational fluid dynamics

Ngo Ich Son[1,2], 임영일[1]*, 양준호[1], 이은도[3]
[1]한경국립대; [2]Industrial University of Ho Chi Minh City; [3]KITECH
(limyi@hknu.ac.kr*)

Non-oxidative methane pyrolysis in large scale molten-metal bubble column reactors (MMBCRs) for hydrogen production involves complex non-catalytic and catalytic reaction dynamics, challenging to quantify due to low opacity and extreme operating conditions. This study employs a coupled level-set volume-of-fluid (LS-VOF) computational fluid dynamics (CFD) model to simulate a 0.16 m diameter, 0.5 m height MMBCR filled with molten tin at 1000 ^{o}C, with a methane inlet flow rate of 4 L/min (25 ^{o}C and 1 atm). Gas-phase species transport integrates non-catalytic and catalytic reactions, with bubble interfacial area determined via the piecewise linear interface calculation (PLIC) method. Multiphase turbulence is modeled using large-eddy simulation (LES) with the WALE sub-grid scale model. Key reactor performance parameters—pressure drop, bubble rising velocity, gas holdup, bubble size distribution, and bubbles interfacial area—are analyzed, accounting for reactor geometry and reaction kinetics. Findings indicate that the high activation energy of molten tin limits catalytic methane pyrolysis, contributing only 32% to total methane conversion. This work elucidates the interplay between hydrodynamics, bubble dynamics,

O유동목-4

Development of Emerging Technologies on Reactors with Dynamic Beds: A Focus on Designed Particles

Zhenkun Sun*, Lunbo Duan, Lin Li
Southeast University
(zhenkun_sun@seu.edu.cn*)

Dynamic-bed reactors, such as fluidized beds and moving beds, are gaining renewed attention as versatile platforms for energy conversion and environmental processes. By maintaining particles in continuous motion, these systems offer superior heat and mass transfer, uniform reaction conditions, and especially operational flexibility, making them particularly effective for carbon capture, low-carbon combustion, and the removal of pollutants from flue gases in heavy industrial production.This presentation will present recent progress in applying dynamic-bed technologies to enhance process efficiency and particle regeneration ability. Special emphasis will be placed on the design and selection of functional particles, serving as bed materials, catalysts, or thermal storage media, to optimize reaction kinetics, combustion efficiency, and pollutant removal. Particle engineering strategies will be discussed alongside their impacts on mechanical strength, wear resistance and durability.

O유동목-5

Chemical looping combustion and gasification in fluidized beds: materials and processes

Dongfang Li*, Shaosheng Fang, Chunsheng Hu, Aoyang Zhang, Yulian Huang
Kunming University of Science and Technology (KUST)
(dongfang@kust.edu.cn*)

Chemical looping is widely used in solid fuel combustion and gasification, providing promising technical route for effective conversion and carbon capture simultaneously. During chemical looping combustion (CLC), the ash inside the fuel plays a significant role in the performance of oxygen carriers, and the effects could be both ways. Understanding the impacts of the ash on the performance of OCs and the underlying mechanisms are vital for long-term operation and process optimization of chemical looping systems. For chemical looping gasification (CLG), the sorption-enhanced process can provide a high yield of hydrogen while achieving carbon capture, realizing low-cost hydrogen production with negative carbon emission. However, sintering of sorbent hinders the cyclic stability of the process; moreover, the energy balance requires the involvement of oxygen carriers, resulting in high energy penalty and lower hydrogen yield.Regarding the ash chemistry during CLC, this study presents a quantitative investigation on the impacts of the ash on the physical-chemical characteristics of the OCs and mechanisms of ash-OC interaction; additionally, the microstructure evolution of OCs is demonstrated, and the mechanisms of agglomeration are proposed.For the material and process development of CLG, economical sorbents with superior catalytic performance and cyclic stability are designed, and a novel

O유동목-6

메탄올 합성을 위한 이중유동층 바이오매스 가스화기의 운전 최적화

이정우*, 유기현[1], 류태우, 이은도[2], 문지홍[3], 이상훈[4]
연세대 공학연구원; [1]연세대 기계공학과; [2]한국생산기술연구원; [3]한국에너지기술연구원; [4]한국에너지기술평가원
(jwlee93@yonsei.ac.kr*)

바이오 메탄올은 지속가능한 바이오매스를 원료로 하여 제조되며 기존 화석연료 유래 메탄올 대비 전과정 온실가스 배출량이 대폭 감소해 탄소중립 측면에서 매우 우수한 대안으로 평가받고 있다. 본 연구에서는 바이오매스로부터 메탄올 합성에 필요한 최적의 가스 조성을 얻기 위해 이중 유동층 가스화 기술의 최적화에 중점을 두었다. 가스화기는 0.2MWth 급 이중 유동층 시스템이 활용되었으며 가스화 매체로 과열스팀이 사용되었다. 가스화기 운전결과, 합성가스 조성은 다른 운전변수들에 비해 가스화 온도의 영향이 큰 것으로 나타났으며 특히, 본 시스템의 최적 운전점은 보조열원비가 약 35%일 때 냉가스 효율이 55%로 나타났다. 메탄올 합성에 적합한 H2/CO가 2 이상의 합성가스를 생산하기 위해서는 가스화기를 780℃ 이상으로 유지해야 하고 연소기의 보조열원비는 50% 내외였으며 냉가스 효율이 43%로 최적 운전점에서는 다소 벗어나게 됨을 알 수 있었다.

O유동목-7

Effect of High Entropy Alloys in Multicatalytic Environments

Ajaysing Sunilrao Nimbalkar[1], Aira Amin[1,2], Gaytri Udaysinh Ingale[1,2], Tasmia Khalid[1,2], 박근용[1,3], Muzafar Abbas[1], Nguyen Van Quynh[1], 박중현[1], 강종규[1], 김휘동[1], 이은도[1]*
[1]Korea Institute of Industrial Technology; [2]University of Science and Technology; [3]인하대
(uendol@kitech.re.kr*)

High-entropy alloys (HEAs), composed of five or more principal elements in near-equiatomic ratios, are an adaptable class of catalysts with superior performance in diverse reactions. Their core effects—high configurational entropy, lattice distortion, sluggish diffusion, and cocktail effect—provide thermal stability, tunable electronic structures, and resistance to sintering or coking. This work reviews HEA synthesis, structural tuning, and applications in furfural hydrogenolysis, photocatalytic water splitting, molten-metal-assisted methane pyrolysis, and dry methane reforming. Comparative analysis shows HEAs deliver high activity, selectivity, and durability across thermal, photochemical, and molten environments, highlighting their potential as a universal catalyst platform for sustainable chemical transformations.

O유동금-1

Fluorine Recovery from Semiconductor F-gases via molten Tin and Hydrogen Reduction

NGUYEN VAN QUYNH, Khalid Tasmia Khalid Tasmia, Amin Aira, 박근용, 고유진, 장예지, 박중현, 김현태, 이유진, 김남훈, Gayatri Ingale, NIMBALKAR AJAYSING SUNILRAO, 강종규, ABBS MUZAFAR, 김휘동, 이은도*
한국생산기술연구원
(uendol@kitech.re.kr*)

Fluorinated gases (F-gases) such as sulfur hexafluoride (SF_6), widely used in the semiconductor industry, have extremely high global warming potentials and pose significant challenges for abatement and resource recovery. This study investigates a molten tin (Sn)-hydrogen (H_2) process for decomposing SF_6 and recovering fluorine in the form of hydrogen fluoride (HF), an important industrial feedstock. Lab-scale experiments were performed in a molten metal bubble column reactor at temperatures between 350 °C and 800 °C, with the total gas flow through the molten tin layer fixed at 0.6 L min^{-1}, a molten tin layer height of 500 mm, an SF6 flow rate of 0.1 L min^{-1}, and H_2 flow rates varied from 0 to 0.5 L min^{-1}. HF generation was monitored using FTIR. No measurable HF was detected below 700 °C, indicating limited H_2 activation. At 800 °C, however, the introduction of H_2 substantially increased HF production, confirming effective fluorine recovery under high-temperature conditions. A possible reaction pathway is proposed, involving SF_6 thermal decomposition (~600 °C), fluorine capture by molten Sn to form tin fluorides (SnF_2/SnF_4), and hydrogen reduction

O유동금-2

다공판 배플을 갖는 액체 금속 태양열 흡열기의 기체 가열 특성

손하은, 김수영, 김성원*
국립한국교통대
(kswcfb@ut.ac.kr*)

탄소 무배출 친환경 수소생산 기술 개발이 진행되는 가운데, 메탄 직접 열분해는 이산화탄소를 배출하지 않는 청록 수소 기술로 주목받고 있다. 최근 탄소 배출의 추가적인 저감을 위해 열분해 반응의 열원으로서 태양에너지를 이용하는 액체금속 태양열 흡열기 이용 연구가 이루어지고 있다. 액체 금속 태양열 흡열기에서 기포 크기 제어는 기액 접촉 효율 향상을 통해 액체 열매체로부터 기체로의 열전달을 높이기 위한 핵심적인 설계인자이다. 본 연구에서는 태양열 흡열기 cold model(50mm I.D. x 0.5m high)에서 서로 다른 조건의 opening ratio와 간격을 갖는 perforated baffle을 설치하여 기포 특성 연구가 수행되었다. 0.13의 배플 개구비와 60mm의 배플 간 간격에서 기체체류량은 최대값을 나타냈다. 최대값의 기체체류량을 갖는 설계를 반영한 배플들을 갖는 태양열 흡열기는 배플 미설치 흡열기 대비, 기체 체류량과 기체흡열량이 증가하여, 작은 기포 생성이 열전달 성능을 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

O유동금-3

기포유동층 내 폐플라스틱의 수력학적 특성에 대한 전산해석 연구

박경영, 최항석*, 최명규, 홍성완
연세대
(hs.choi@yonsei.ac.kr*)

플라스틱은 가볍고 내구성이 뛰어나며 가공이 용이하여 다양한 산업 및 일상생활 전반에서 폭넓게 사용되고 있다. 그러나 이러한 장점은 사용 후 폐기 시 환경에 장기간 잔존한다는 단점으로 이어진다. 대부분의 플라스틱은 생분해가 거의 불가능하며, 매립 시 수백 년간 자연 환경에 잔존해 토양 및 수질 오염을 유발한다. 또한, 단순 소각 방식은 에너지 회수 효율이 낮을 뿐만 아니라 다이옥신, 퓨란 등 유해 대기오염물질을 배출하여 환경·인체 건강에 악영향을 미친다. 기포유동층 반응기는 내부 고체와 투입 시료 간의 우수한 혼합 및 열전달 특성으로 급속 열분해에 적합한 장점을 가진다. 그러나 실제 운전 조건에서는 입자 크기, 밀도, 형상 등의 차이에 따라 입자 간 상호작용과 거동이 달라지며, 이로 인해 혼합 불균질성과 입자 분리(segregation) 현상이 발생할 수 있다. 이러한 현상은 반응기 내 온도 분포의 불균일성과 체류 시간 편차를 유발하여 열분해 반응의 균일성과 생성물 품질을 저하시킨다. 따라서 반응기 내부의 입자 혼합 및 분리 경향을 정량적으로 분석하는 것은 설계 및 운전 조건의 최적화, 반응 균일성 확보, 그리고 수율 향상에 필수적이다. 본 연구에서는 기체-고체 다상유동 해석을 위해 오일러리안-오일러리안(Eulerian-Eulerian) 모델을 적용하여, 기포유동층 내에서 대표적인 열분해 대상 플라스틱인 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리스티렌(PS) 및 혼합 폐플라스틱(mixed plastics)의 혼합 및 분리 과정을 전산유체역학(CFD) 시뮬레이션으로 분석하였다. 연구 결과는 폐플라스틱 열분해 반응기의 설계 개선과 운전 조건 최적화를 위한 [illegible]

O유동금-4

산화주석(SnO) 촉매와 주석(Sn) 기반 용융금속 반응기(MMBCR)를 이용한 NOx 제거 효율 분석

박중현[1,2], 김남훈[1], 서명원[2], 이은도[1], 김휘동[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]서울시립대
(hdkim86@kitech.re.kr*)

질소산화물(NOx)은 환경과 인체에 위해를 주는 주요 대기오염물질로, 저감 기술 개발이 필수적이다. 현재 널리 사용되는 선택적 촉매 환원법(SCR)은 저온에서도 높은 효율을 보이지만 환원제 사용, 촉매 중독, 높은 운전비용 등에서 보완이 필요하다. 본 연구에서는 환원제 없이도 운전이 가능하고 고온·부식 환경에서도 안정적인 주석 기반 용융금속 버블컬럼반응기(MMBCR)를 적용하였다. MMBCR에서 층높이와 가스 유량 변화가 NO, NO_2 , N_2 O 제거 효율에 미치는 영향을 분석하고, 체류시간 변화와의 상관성을 평가하였다. 또한 고정층 반응기에서 산화주석(SnO_2)과 일산화주석(SnO)을 이용한 NOx 제거 실험을 수행하였으며, 이를 통해 MMBCR에서의 반응 메커니즘을 확인하였다. 본 연구는 운전 조건 최적화와 산화주석 기반 촉매 메커니즘 규명을 통해 MMBCR 설계 및 스케일업에 기여할 것으로 기대된다.

O유동금-5

유동층 기반 Moisture Swing Adsorption의 저농도 CO_2 포집 운전 연구

최종민, 김동재*
순천향대
(dkim@sch.ac.kr*)

Net zero 달성을 위해 저에너지 CO_2 포집 기술의 필요성이 제시되고 있다. 본 연구는 수분 변화를 활용하는 Moisture Swing Adsorption (MAS)과 유동층 공정을 결합하여, 상온-상압의 연속운전에서 이온교환수지 (IRA-900)를 사용하고, PO_4^{3-}, CO_3^{2-}, $BO2^-$의 음이온으로 전처리하여 저에너지 CO_2 포집 성능을 체계적으로 평가하였다.유동층과 고정층에서 세 음이온 모두 이산화탄소 흡착량은 유사했으나, 고정층 대비 유동층에서 흡착 속도가 약 2.5배 향상되었다. 동일 유속에서 비유동화는 유동층 대비 약 2배 높은 압력강하가 발생됨을 확인했다. 본 연구는 목표 (용량-속도-내구성)에 따른 대규모 DAC 시스템으로의 스케일업 가능성을 제시한다. 본 연구는 BK21 FOUR(Fostering Outstanding Universities for Research, 과제번호: 5199991614564)의 지원을 받았으며, 또한 대한민국 정부(산업통상자원부, MOTIE) 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 산업혁신인재성장(HRD) 프로그램(과제번호: RS-2025-02263458)의 지원을 받아 수행되었습니다.

O유동금-6

One-dimensional reactor model with energy balance for clean hydrogen production via non-oxidative polypropylene pyrolysis using molten-metal catalyst

Bang Thanh Le, Ngo Ich Son[1], 임영일[1]*, 이영재[2], 이은도[2]
한경국립대; [1]Hankyong National University; [2]KITECH
(limyi@hknu.ac.kr*)

Polypropylene (PP) waste poses a serious environmental challenge, requiring efficient valorization. A one-dimensional reactor model for multi-stage molten-metal-based reactors was developed to maximize clean H_2 production from non-oxidative PP pyrolysis. Stage 1 models PP decomposition to H_2, light hydrocarbons (HCs), and solid carbon (C). Stages 2-3 convert HCs into H_2 and C via catalytic and non-catalytic cracking in molten metal. The model integrates mass and energy balances, reaction kinetics, hydrodynamics, and heat transfer. Validation against two-stage reactor data over a wide temperature range confirmed accuracy. Effects of reactor design parameters such as pressures, temperatures, gas holdup, and reactor sizes, on hydrogen yield in MMBCR were analyzed.

O유동금-7

Investigation of methane pyrolysis with metal beads for scalable turquoise hydrogen production

Ingale Gayatri Udaysinh, 이준형[1], Khalid Tasmia[2], Muzafar Abbas[2], 박근용[2], 이은도[2]*
University of Science and Technology, KITECH; [1]인하대;
[2]Korea Institute of Industrial Technology
(uendol@kitech.re.kr*)

Hydrogen is a clean energy carrier whose environmental impact depends on production methods. Turquoise hydrogen, produced by methane pyrolysis, avoids carbon dioxide emissions by breaking C–H bonds in an endothermic reaction, where catalysts lower activation energy. This study examines SUJ2 steel beads as catalysts in a 1 m tube reactor at atmospheric pressure. Using 5 mm beads, methane conversion reached 99 % at 1000 °C and 0.1 LPM but fell to 20 % at 1 LPM. A mix of 5 mm and 3 mm beads achieved 100 % conversion at 0.1 LPM and 24 % at 1 LPM, with reduced bed porosity improving efficiency. Regenerated beads maintained 99 % conversion at 0.8 LPM. SUJ2 beads showed superior stability, recyclability, and scalability, making them a cost-effective option for large-scale methane pyrolysis with solid carbon storage.

O유동금-8

100 kW_{th} 암모니아 전소 버너를 이용한 NO_x 배출 특성에 대한 실험적 연구

황성환[1,2], 이재욱[1], 변창희[1], 심우현[1,2], 양원[1], 권오채[3], 채태영[1]*
[1]한국생산기술연구원; [2]성균관대; [3]성균관대
(hitae0@kitech.re.kr*)

암모니아는 연소 시 이산화탄소를 배출하지 않아 차세대 무탄소 연료로 각광받고 있다. 그러나 낮은 연소 속도와 높은 NOx 배출 특성으로 인해 연료로서의 이용하기에 기술적 어려움이 따른다. 본 연구에서는 100 kWth급 암모니아 버너를 활용하여 산화제 유동 특성에 따른 암모니아 연소 특성을 평가하였다. 실험 방법은 1차 및 2차 산화제 비율, 산화제 swirl 강도, 그리고 영역별 당량비를 변화시켜 NOx 발생 및 연소로 내부온도분포에 미치는 영향을 분석하였다. 실험 결과, 유량 및 swirl 강도에 따라 형성된 산화제 유동이 암모니아의 주연소 영역 형성 위치에 큰 영향을 미치고 형성된 주연소 영역이 연료 희박 (Fuel-lean) 조건일 경우 NOx 발생량이 증가하는 경향을 보였다. 또한, 버너 영역 당량비가 NO 발생량에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 보조 연료 없이 안정적인 암모니아 전소가 가능함을 실험적으로 입증하였으며, 이는 향후 암모니아 연료 기반 연소기 설계의 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

O유동금-9

0.1 MWth 순환유동층에서 석탄-암모니아 혼소 중 N2O 저감 연구

임호태[1,2], 박성진[1], 조성호[1], 김성주[3], 민성구[1], 윤상준[1], 라호원[1], 윤성민[1], 조현빈[1], 류창국[2], 문태영[1]*
[1]한국에너지기술연구원; [2]성균관대; [3]한국생산기술연구원
(mty1980@kier.re.kr*)

세계 최초로 2027년까지 2기의 순환유동층 보일러를 대상으로 암모니아 20% 혼소 실증이 예정되어 석탄-암모니아 혼소 기술에 대한 연구가 진행 중이다. 기존 석탄 화력 발전에 암모니아를 혼소할 경우 fuel-N의 증가로 인해 NOx 배출이 증가하게 되며 특히 순환유동층은 낮은 조업 온도(800-950 oC)로 인해 N2O 배출 또한 증가하게 된다. 이로 인해 암모니아 혼소에 따라 배출되는 CO2가 감소하더라도, N2O에 의해 배출되는 총 온실가스(GHGs)는 증가할 수 있다. 따라서 암모니아 혼소 시 발생하는 CO2 및 N2O를 동시에 저감할 수 있는 기술의 확보가 필수적이다. 이에, 본 연구에서는 0.1 MWth급 순환유동층 연소시스템에서 20% 이상 석탄-암모니아 혼소 운전 중 Air-staging 및 Fuel-staging 적용, 그리고 Limestone 투입에 따른 연소기 내부의 온도 및 압력 분포와 배출 가스 내 오염물질(CO, NO, N2O), GHGs 배출 특성을 분석하였다. 사사: 본 연구는 산업통상자원부 에너지자원기술개발사업(혁신법)의 일환(No.RS-2023-00253089)으로 수행되었습니다.

O유동금-10

유동층 기반 암모니아 직접 환원철(DRI) 특성 및 배출 가스 분석

민성구[1,2], 박성진[1], 김성주[1], 임호태[1], 라호원[1], 윤성민[1], 조현빈[1], 서명원[2], 문태영[1]*
[1]한국에너지기술연구원; [2]서울시립대
(mty1980@kier.re.kr*)

철강산업의 탄소중립을 위한 일환으로 전로강 생산 방식에서 철스크랩 기반의 전기로 및 수소환원제철로의 전환을 추진하고 있다. 수소환원제철은 수소를 환원제로 사용해 직접 환원철(DRI)을 만들고 이를 전기로에 녹여 쇳물을 생산하는 기술로, 기존의 고로 공정과 달리 이산화탄소를 배출하지 않는다. 하지만, 환원제인 수소는 저장과 운송에 어려움이 있어 수소 캐리어로서 암모니아가 주목받고 있다. 해외에서 수입되는 암모니아를 환원제로 직접 사용할 경우, 별도의 크래킹 공정을 생략할 수 있어 에너지 효율성과 경제성이 동시에 향상될 수 있다. 이에 본 연구에서는 랩 규모 기포 유동층 반응기를 이용하여 다양한 운전 변수들에 대한 암모니아 직접 환원철의 특성(환원율, 환원철 내 불순물) 및 배출가스 분석을 고찰하였다.

P유동금-1

초경량 저밀도 입자의 유동화 특성

손하은, 김수영, 김성원*
국립한국교통대
(kswcfb@ut.ac.kr*)

최근 유동층 활용 영역은 전형적인 Geldart A-D 범위의 입자 적용을 벗어나, 초경량 저밀도를 갖는 비 전통적인 입자의 개발 및 반응기 적용을 통해 응용 범위를 확대하고 있다. 그러나, 기존 입자별 유동 특성 영역 정의 및 유동성 예측 상관식의 입자물성 적용 범위는 매우 제한적이어서, 이에 대한 추가적인 연구가 요구된다. 본 연구에서는 탄소나노튜브 성형 입자 (1mm) 및 폴리스티렌 (1.0mm), 폴리우레탄 폼 입자(0.30mm) 등 저밀도를 갖는 입자를 대상으로 아크릴 cold bed 반응기 (내경 50mm, 높이 1m)에서 최소유동화 및 최소기포 속도를 측정하고, 기존 Geldart A 또는 B 입자의 유동화 특성과 비교하였다. 실험 대상 저밀도 입자의 기체속도에 따른 압력거동 변화는 Geldart B와 유사하였으나, 탄성을 갖는 폼 입자 경우, 입자 재정렬에 의한 압력 상승이 매우 높았다. 최소유동화 속도는 5개의 대표적 모델 예측값과 큰 차이를 나타냈으며, 본 연구에서는 예측도를 향상시킨 새로운 상관식을 제안하였다.주) 본 연구는 2025년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

P유동금-2

가압 유동층 반응기에서의 디메틸 에터의 카보닐화에 의한 메틸 아세테이트 전환의 전산입자유체역학 시뮬레이션

전종인, 김준영*, 남지영[1]
가톨릭대; [1]성균관대균관대
(june0112@catholic.ac.kr*)

Ferrierite-based catalysts used for DME carbonylation exhibit high selectivity toward MA under elevated temperature and pressure. However, catalyst deactivation due to coking during operation remains a critical challenge. A fluidized-bed reactor offers an effective solution to this issue by suppressing hot spots and enabling continuous catalyst regeneration. In this study, Computational Particle Fluid Dynamics (CPFD) simulations were conducted to investigate the pressurized DME-to-MA reaction in a fluidized-bed reactor, and the simulation results were validated against experimental observations. The findings confirm the validity and predictive reliability of the three-dimensional numerical model developed using the CPFD approach, demonstrating its potential as a powerful tool for simulating and predicting chemical reactions such as DME-to-MA conversion.

P유동금-3

분철광석 유동층의 TDH에 대한 기체 물성 영향

이민지, 김수영, 손하은, 김성원*
한국교통대
(kswcfb@ut.ac.kr*)

최근 철강 산업은 탄소 배출 저감을 위한 다양한 노력 중 하나로서 수소 유동환원로 개발에 집중하고 있다. 유동층 반응기 내 입자 비산 특성은 프리보드 영역 설계의 핵심 요소이며, TDH는 프리보드 내 입자 속도 및 농도가 일정해지는 높이로 정의되어 사이클론 설치 위치 등 주요 설계 인자로 활용된다. 지금까지 입자 비산에 대한 다양한 연구가 진행되었으나, 수소 유동환원로 프리보드를 구성하는 저밀도 기체에서 입도 분포가 넓고 부착 미분을 포함한 철광석의 TDH 연구는 거의 없는 실정이다.유동층 cold model(0.05m-I.D.X5.0m-high)에서 기체 밀도(0.164~1.182kg/m^3)와 기체 속도(0.60~2.02m/s) 변화에 따른 철광석 입자(d_p=~2800μm, ρ_a=2750kg/m^3)의 축방향 고체 체류량 분포를 측정하고, 이를 기반으로 TDH를 결정하였다. ρ_g 및 U_g가 증가할수록 기체 항력 증가로 인해 TDH가 증가하였다. F_{45}가 높고 d_p가 작을수록 U_t가 감소하여 TDH가 더욱 증가하였다. 이러한 경향을 반영하여 철광석 입자의 TDH 예측 모델을 제안하였다.

P유동금-4

젖산을 이용한 바이오매스 바닥재의 회분 제거 연구

정의명, 박리나, 안태휘, 윤성민[1], 라호원[1], 서준원[2], 서명원*
서울시립대; [1]한국에너지기술연구원; [2]주식회사 지환
(mwseo82@uos.ac.kr*)

현재 바이오매스 발전소에서 생성되는 바닥재는 산업 폐기물로 취급되어 대부분 매립 혹은 폐기되고 있으며, 이에 따른 환경·경제적 손실이 상당한 실정이다. 또한 본래 무연탄 연소를 위하여 설계된 발전소를 개조하여 바이오매스 전소 보일러로 사용함에 따라 바이오매스 바닥재는 높은 미연탄소분 함량을 가진다. 따라서 연료로서의 활용가능성은 높은 편이나, 황과 염소를 포함한 회분 함량이 높아 향후 연료로서의 사용에 제약이 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 산 세척을 통하여 바이오매스 바닥재에서 회분을 제거하였다. 공정의 환경 부하 및 공정비용 저감을 위하여 자연환경에서 빠르게 분해되는 젖산을 이용하였으며, 세척 온도, 세척액 pH 등의 다양한 조건에서 염산과의 세척 성능 비교를 통하여 젖산을 이용한 산 세척 공정의 성능을 평가하였다. 공업분석을 통하여 세척 전후 바이오매스 바닥재 시료의 고정탄소 및 회분 함량을 비교하였으며, 세척 온도 상승 및 세척액 pH 감소에 따라 세척 성능이 향상됨을 확인하였다. 또한 젖산을 이용한 세척이 염산을 사용하였을 경우보다 우수하거나 유사한 세척 성능을 보였다. 해당 연구 결과는 향후 바이오매스 바닥재의 연료 재활용을 위한 기초 자료로 활용할 예정이다.사사: 본 연구는 한국연구재단의 지원을 받아 수행한 과제입니다 (No.202504222003).

P유동금-5

유동층 반응기에서 메탄 분해 반응으로 생성된 탄소나노튜브(CNT)의 비산 유도 : 촉매 지지체의 충돌 효과

박혜원[1,2], 이수홍[1*], 이동현[2]
[1]한국화학연구원; [2]성균관대
(shlee2@krict.re.kr*)

Thermocatalytic methane decomposition is a promising route to CO_2 free hydrogen. However, the co-production of solid carbon—predominantly carbon nanotubes (CNTs)—leads to in-reactor accumulation, catalyst deactivation, and catalyst-carbon agglomeration that degrades fluidization quality, thereby hindering long-term continuous operation. Here, we investigate how catalyst supports modulate collision-induced detachment of CNTs inside a fluidized-bed reactor by varying the properties of alumina bead supports. Catalysts were synthesized via solution combustion synthesis (SCS) and characterized by inductively coupled plasma (ICP) analysis, mercury intrusion porosimetry (MIP), and N_2 physisorption (BET). Methane-decomposition performance was evaluated in a lab-scale fluidized-bed reactor using gas chromatography (GC) of the effluent. The extent of CNT separation from catalyst surfaces was quantified post-reaction by gravimetrically measuring the CNT mass collected at different reactor locations within the fluidized bed, enabling correlation between support attributes and collision-driven detachment efficiency.

P유동금-6

머신 러닝과 Transformer 모델을 이용한 폐플라스틱 열분해유 가스화 공정 효율 및 가스 조성 예측

안태휘, 정혜민[1], 이병원[1], 이영훈[1], 박영권, 이상철[1], 서명원*
서울시립대; [1]고려대
(mwseo82@uos.ac.kr*)

기존의 가스화 예측 모델은 정확성, 복잡성, 계산 비용 측면에서 한계를 지닌다. 본 연구에서는 폐플라스틱 열분해유 가스화 공정에서 생산된 가스 조성(H2, CO, CH4, CO2)과 효율 지표(탄소전환율, 냉가스효율)를 예측하기 위해 다중 출력(multi-output) 머신 러닝 모델들을 적용하고 비교하였다. 노즐 압력을 포함한 경우와 제외한 경우의 두 가지 입력 변수를 사용해 영향을 비교하였으며, 모든 모델 중 Extra Trees, Voting Ensemble, Feature Tokenizer Transformer가 대부분의 출력 값에서 R2 > 0.9를 달성했다. 인공신경망(Neural network)은 가스 조성 예측에서 불안정한 분산을 보였으나, 머신 러닝과 Transformer 모델은 더 일관된 성능을 나타냈다. SHAP 분석 결과, 효율 지표에는 steam/fuel ratio가, 가스 조성에는 O2/fuel ratio가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. Transformer 모델은 가스화 분야에서 거의 사용되지 않았지만, 기존 방법과 비슷하거나 더 높은 성능을 보여 데이터 기반 대안으로서 고려될 수 있을 것이다.

P유동금-7

Simulation of Gas-Solid Flow in Pressurized CaL-CLC with Multiphase CFD for CO_2 Capture

박혜진, Wong Min Jin Karen, 이시훈*
전북대
(donald@jbnu.ac.kr*)

Pressurized CaL-CLC systems for carbon neutral resources enable inherent CO_2 capture. In this study, Eulerian-Lagrange CPFD simulation based on MP-PIC was used to predict gas-solid behavior in dual fluidized beds. Operating parameters including gas velocity, initial bed weight, pressure, and temperature were varied to analyze fluidization characteristics. Time-averaged solid circulation rate (Gs), a key factor for system design and operation, was calculated from steady-state flux-plane integrals and compared with empirical correlations. The parameter range covered reactor temperature changes at constant flow rate and superficial velocity changes at fixed temperature. Circulation stability was evaluated, identifying operating regimes that sustain stable recirculation and coherent gas-solid flow patterns under pressure, confirming scale up potential for CO2 capture.

P유동금-8

Simulation-Based Quantification of CaO Circulation in Ca-Looping CO2 Capture

박예찬, Jester Ling Lih Jie, 박혜진, 이시훈*
전북대
(donald@jbnu.ac.kr*)

The capture of carbon dioxide (CO_2) by the carbonation-calcination process is achieved through high-temperature reactions involving calcium oxide (CaO). The optimization for sorbent circulation and make-up is essential for efficiency operation. This study develops a simulation model to determine the required CaO supply under varying conditions for such optimization. The process utilizes a dual fluidized bed reactor composed of a carbonator and calciner. The model automatically calculates CaO circulation rate (F_R) and fresh make-up rate (F_0) based on conversion rate (X_{ave}), temperature, and gas composition variations. The developed model enables rapid, accurate sorbent demand prediction and can integrate with computational fluid dynamics (CFD) for process simulations, supporting CaO-based CO_2 capture optimization and with potential extension to carbon-negative hydrogen production.

P유동금-9

마그네슘 밀링 공정을 통한 폐배터리 양극활물질 내 유가금속(Ni, Co, Mn) 회수 연구

심지빈, 이찬영, 이태원, 안태휘, 정의명, 서명원*
서울시립대
(mwseo82@uos.ac.kr*)

전 세계적인 환경 문제 심화와 전기차 산업의 급성장으로 리튬이온배터리(LIB) 수요가 급격히 증가하며, Li·Ni·Co·Mn 등 핵심 금속 자원의 공급 부족이 심각해지고 있다. 이에 따라 사용 후 배터리의 양극활물질에서 이러한 금속을 효과적으로 회수하는 기술 개발이 필수적이다. 그러나 기존 황산 기반 습식 공정은 고온·장시간 환원 반응으로 인해 에너지 소비와 비용 부담이 커 상용화에 제약이 있다. 따라서, 본 연구에서는 NiO, CoO, MnO를 대상으로 외부 열원 없이 기계화학적 환원을 유도하는 에너지 효율적 마그네슘 밀링 공정을 적용하여 금속을 선택적으로 회수하는 방안을 제안한다. 또한, 단일 전이금속 산화물에서의 회수 가능성을 평가하였으며, 향후 폐배터리 양극재 혼합물에 확대 적용해 회수 효율과 산업적 활용 가능성을 검토할 계획이다.

P유동금-10

스마트팜 방울토마토 부산물 유래 바이오차의 물리·화학적 특성과 토양 개량 잠재성 평가

장나희, 정의명, 박리나, 안태휘, 오예은, 심지빈, 김윤석, 서명원*
서울시립대
(mwseo82@uos.ac.kr*)

스마트팜 재배 과정에서 방울토마토 수확 후 발생하는 잎·줄기 부산물은 대부분 폐기·소각되어 다시 활용될 기회를 잃는다. 그러나 이러한 농업부산물은 유용한 탄소와 무기성분을 함유하고 있어 적절한 처리와 활용을 통해 가치 있는 자원으로 전환할 수 있다. 본 연구에서는 적색광과 청색광 위주의 LED 조건에서 2개월간 원예용 상토로 재배한 방울토마토 부산물을 사용했다. 재배 기간 동안 수분은 주 2회 공급했다. 수확 후 부산물은 105℃에서 무게 변화가 없을 때까지 건조한 뒤, 수평형 반응기를 이용해 목표 온도에서 1시간 열분해했다. 생산된 바이오좌는 탄소 전량, BET 비표면적, 공업분석(휘발분·회분)을 측정하여 토양개량 효과와 안정성을 평가했다. 본 연구는 방울토마토 부산물의 자원순환 활용 가능성을 검토하는 기초자료를 제공하며, 스마트팜 농업부산물의 처리와 탄소중립 달성 전략 수립에 기여할 수 있다.

P유동금-11

분류층 가스화기를 이용한 바이오 오일 및 폐플라스틱 열분해유 가스화 특성 비교

오예은, 안태휘, 이찬영, 서명원*
서울시립대
(mwseo82@uos.ac.kr*)

바이오 오일과 폐플라스틱의 열분해유는 순환 경제 전략에서 주목받으나, 높은 오염 물질로 인해 직접 화학적 재활용에는 한계가 있다. 가스화는 불순물 제거와 함께 H_2, CO와 같은 합성가스를 생산하며, 분류층 가스화는 효율과 대용량 처리에서 효과적이다. 본 연구는 실험실 규모(1kg/h)의 분류층 가스화기를 사용하여 두 오일의 가스화 특성을 비교 분석하였다. 원소 분석 결과, 폐플라스틱 열분해유는 탄소와 수소 함량이 높았으며, 바이오 오일은 산소 함량이 더 높게 나타났다.실험은 온도 600-900℃, ER 0.29-0.64, S/C ratio 0.35-0.61의 범위에서 수행되었으며, 생성 가스는 NDIR과 GC-FID를 사용하여 분석하였다. 그 결과 바이오 오일은 더 높은 탄소 전환율과 냉가스 효율을 보인 반면, 폐플라스틱 열분해유는 H_2+CO 비율과 H_2/CO 값이 더 높게 나타났다. 또한 반응 온도는 수성 가스 전환 반응의 역반응과 탄화수소 분해를 통해 생성 가스 조성에 큰 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 원료와 목표 가스 조성에 따른 공정 최적화 기준을 제공한다.

P유동금-12

머신러닝을 활용한 기포유동층 수력학적 특성 예측 모델 개발

김대현, 홍성완, 박경영, 최명규, 최항석*
연세대
(hs.choi@yonsei.ac.kr*)

본 연구에서는 기포유동층의 수력학적 특성 중 하나인 고체 체적분율(Solid Volume Fraction)을 머신러닝(ML) 및 딥러닝(DL) 기법을 활용하여 예측하였다. 데이터 기반 예측을 위해 결정트리(Decision Tree), 랜덤 포레스트(Random Forest), 심층신경망(Deep Neural Network) 등을 적용하고, 각 모델의 예측 성능을 비교·평가하였다. 본 연구결과, 계산 비용을 절감하면서도 높은 예측 정확도를 확보할 수 있었으며, 이를 통해 데이터 기반 유동층 해석의 새로운 접근법을 제시하였다. 또한, 향후 추가 데이터 확보와 알고리즘 고도화를 거친다면, 본 방법론은 반응기 설계 및 운전 조건 최적화에도 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

P유동금-13

우분 고체연료 유동층 가스화 특성 및 효율 분석

정용균[1,2], 박성진[1], 윤상준[1], 문지홍[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]연세대
(mjh@kier.re.kr*)

국내 축산산업의 발전으로 가축분뇨의 발생은 매년 증가하는 추세지만 기존의 처리법인 소각과 매립 등의 방식으로는 환경오염과 매립지 확보 등의 문제에 부딪히며 친환경적이고 효율적인 처리 기술이 요구되고 있다. 가스화는 이러한 문제점을 해결하고 다양한 원료를 활용하여 그린 수소를 생산할 수 있다는 점에서 주목받고 있다. 따라서 본 연구는 기포유동층 반응기를 사용하였고 가축분뇨 중 탄소 함량이 높은 유기성 폐자원인 우분을 고체연료로 사용해 다양한 운전 조건 속에서 유동층 가스화 실험을 진행하였다. 이후 생성된 합성가스를 분석하여 최적의 운전조건을 찾고 우분 고체연료의 가스화 특성과 효율을 고찰하고자 한다.

P유동금-14

바이오매스 가스화와 이산화탄소 포집 통합 기술을 위한 순환유동층 반응기 수력학

하재언, 김문영, 남형석*
경북대
(namhs219@knu.ac.kr*)

This study presents the preliminary development of a circulating fluidized bed (CFB) system that integrates biomass gasification with CO_2 capture for low-carbon hydrogen production. Hydrodynamic analysis with an acrylic cold model confirmed stable particle circulation and loop seal performance, with slugging occurring at riser velocities below ~236 cm/s. The $CaCO_3$ decarbonation reaction showed an activation energy of ~200 kJ/mol, completing within ~1 second at 900 ℃ compared to ~770 seconds at 600 ℃. Dual-functional materials (Ni catalysts with CaO sorbents) exhibited stable catalytic activity and CO_2 uptake, indicating that coupling CFB hydrodynamics with DFM performance can enhance hydrogen yield and carbon efficiency.

P유동금-15

기체-고체 유동층에서 나노 튜브 형태에 따른 CNT 응집체의 수력학적 특성

김수영, 손하은, 방지현, 김성원*
한국교통대
(kswcfb@ut.ac.kr*)

탄소나노튜브(CNT)는 우수한 물리적, 열적 및 전기적 특성을 가진 물질로서, 최근 배터리 전극 첨가제 및 열전달 유체 등 다양한 분야에서 광범위하게 적용되고 있다. 유동층 내에서 CNT 입자는 나노튜브간 van der Waals 힘과 입자 간 물리적 얽힘에 의해 응집체가 형성되는데, 특히, 입자 간 물리적 얽힘 정도는 합성된 CNT의 나노튜브 형태에 따라 달라진다. CNT 응집체 형성은 반응기 설계, 모델링 및 운전 최적화에 큰 영향을 주므로, 다양한 나노튜브 형상을 가진 CNT의 수력학적 거동 연구가 필요하다.본 연구에서는 직경이 서로 다른 cold model 유동층 반응기(0.05 m-ID × 1.0 m-high 및 0.15 m-ID × 2.5 m-high)를 이용하여 다양한 형태의 다중벽 탄소나노튜브(MWCNT)에 대한 최소 유동화 속도(U_{mf})와 수력학적 거동을 조사하였다. 각 CNT 응집체의 U_{mf}를 측정하였으며, 반응기 직경 변화가 CNT 응집체의 유동화 거동에 미치는 영향을 확인하였다. CNT 응집체의 물리적 특성에 기반하여, U_{mf}를 예측할 수 있는 상관식을 제안하였다.

P유동금-16

석탄화력발전소의 암모니아 혼소 적용을 위한 1-D 보일러 모델 개발 및 성능 분석

Pei Ying[1,2], 김성일[1], 채태영[1], 양원[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]고려대
(yangwon@kitech.re.kr*)

전 세계 에너지 관련 CO_2 배출의 약 44%는 석탄에서 발생하며, 이 중 67%가 석탄화력발전소에서 배출된다. 이에 따라 수명이 많이 남은 USC급 석탄화력발전소의 탄소배출 저감이 국가 온실가스 배출 감축을 위한 수단으로 우선적으로 요구된다. 암모니아는 탄소를 포함하지 않는 연료로서, 수소에 비해 압축, 액화가 용이하고 저장, 운송이 안전하다. 따라서, 암모니아 혼소를 통해 석탄화력에서의 온실가스 배출 저감 기술의 필요성이 증대되고 있고, 일본, 중국, 한국 등에서 활발하게 기술개발이 진행되고 있다. 본 연구에서는 1000MW USC 미분탄화력발전소의 보일러를 대상으로, 석탄-암모니아 혼소를 모사할 수 있는 1차원 보일러 모델을 구축하였다. 분석은 연소로 및 주요 대류부를 중심으로 수행하였으며, 석탄 전소부터 암모니아 전소까지 LHV 기준 10% 단위로 혼소율을 변화시켜 배가스 온도, 열전달량, 보일러 효율 등의 변화를 정량적으로 평가하였다.

P유동금-17

A Reliable Methodology for Determining Intrinsic Kinetics of Catalytic Methane Decomposition

Pham Anh Dung[1,2], 이홍진[3], 고강석[1]*, 김우현[1], 김대욱[1], 전상구[1], 류호정[1], 노남선[1], 황병욱[1]
[1]KIER; [2]UST; [3]Chungnam National University
(ksgo78@kier.re.kr*)

The intrinsic kinetics of CMD are essential for evaluating catalyst performance and designing reactors for H_2 production and high-value carbon materials such as CNTs. This study proposes a method to determine CMD kinetics by combining thermogravimetric analysis (TGA) with CFD simulations. The CFD approach identifies conditions under which the reaction rate becomes independent of flow rate and calculates precise partial pressures at the catalyst surface, thereby avoiding errors associated with outlet gas analysis. In addition, optimized catalyst loading suppresses the alteration of reaction behavior due to H_2 accumulation, enabling the determination of intrinsic rates. Finally, comparison with experimental results from a 3-inch FBR confirms that the kinetic expressions derived from TGA can be effectively applied to predict reactor performance.

O이동금-1

형상 인코딩 하이드로젤 마이크로입자와 음향영동 기반 정렬을 통합한 고처리량·고감도 다중 면역분석 플랫폼

신동민, 최준희, 김지우, 정민주, 이상욱[1], 김민정[2], 봉기완*
고려대; [1]피씨엘(주); [2]용인세브란스병원
(bong98@korea.ac.kr*)

Shape-encoded hydrogel microparticles (SHMPs) offer high sensitivity and multiplexing in immunoassays, but traditionally require labor-intensive imaging. Alternatives like sheath-flow or micropore-based methods show reduced sensitivity and throughput, respectively. In this study, we developed a multiplex immunoassay platform integrated with SHMPs and acoustofluidic focusing. Due to the low acoustic contrast of hydrogels, we optimized flow rate, amplitude, and frequency to enhance acoustic radiation force and enable precise SHMP alignment in a microchannel. Our system achieved reliable code recognition with a high throughput of ~300 particles/sec without the need for sheath fluids and enhanced sensitivity with a limit of detection of 120.2 fg/mL increasing dwell time under Low flow rates. We identified significant differences in the cytokine levels from clinical samples.This study was supported by the NAVER Digital Bio Innovation Research Fund, funded by NAVER Corporation (3720242030).

O이동금-2

리튬이온 배터리 전극 제조를 위한 슬롯 코팅에서의 와류 배제 공정: 다이구조 및 유변학적 설계 전략

오상호[1], 남재욱[1,2*]
[1]서울대; [2]화학공정신기술연구소
(jaewooknam@snu.ac.kr*)

Slot coating is widely employed in lithium-ion battery electrode manufacturing to achieve precise, uniform films; however, discrete defects linked to vortex formation can compromise coating quality. While downstream vortices have been extensively studied, feed-slot vortices remain less understood despite their potential to degrade uniformity through particle segregation, gas entrapment, and aggregation. This study numerically investigates feed-slot vortex generation and suppression using a two-dimensional finite element model with Newtonian and shear-thinning (Carreau) fluids under industrially relevant operating conditions. A new classification criterion based on separation points along the die wall enables robust identification and quantification of feed-slot vortices. The results reveal that vortex size decreases with lower gap-to-thickness ratio and higher gap-to-height ratio, with gap-to-height ratio exerting a stronger influence. Enhanced shear-thinning behavior significantly suppresses feed-slot vortices by weakening adverse pressure gradients and drag forces at the feed-slot outlet. Combining the vortex state map with the conventional coating window demonstrates that vortex-free operation requires stricter conditions, typically near the weeping limit. These findings provide mechanistic insight into feed-slot vortex formation and offer practical strategies—through geometric design and rheological tuning—to expand stable,

O이동금-3

Plant-derived amphiphiles induce membrane remodeling into ultra-small and stable liposomes

민성배[1], 피봉수[1,2], 한영규[2], 송채연[2], 최시영[1*]
[1]한국과학기술원; [2]아모레퍼시픽 기술연구원
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Achieving both nanoscale size and high stability in liposomes remains a persistent challenge, as the high curvature of small vesicles often compromises membrane integrity. Here, we describe an approach that utilizes plant-derived amphiphilic molecules to produce liposomes of approximately 20 nm diameter that retain remarkable stability. Plant-derived amphiphiles facilitate ultra-small liposome formation while also contributing to bilayer cohesion through underlying molecular factors, enabling the membranes to resist a external stresses. By leveraging plant-derived amphiphiles to reprogram lipid self-assembly, this work advances the understanding of curvature-stability relationships and provides a framework for designing programmable nanocarriers, particularly for drug delivery.

O이동금-4

병솔형 고분자 첨가제의 가지 밀도 조절을 통한 선형 PLA의 유변학적 특성 제어

주진혁, 최기홍, 김민찬[1], 방준하*
고려대; [1]부산대
(joona@korea.ac.kr*)

Bottlebrush polymers, with their densely grafted side chains, suppress chain entanglement and exhibit unique rheological behavior distinct from linear polymers. However, due to synthetic limitations, their large-scale application is restricted, making it important to explore their role as functional additives. In this study, PLA-based BBPs with varying grafting ratios were synthesized and blended with linear PLA to investigate the effect of grafting ratio on rheological properties. As the grafting ratio increased up to 50%, the complex viscosity decreased; beyond 50%, it increased. In extensional rheology, the extensional viscosity exhibited an increasing trend with grafting ratio. These results suggest that the grafting ratio of BBPs serves as a key parameter in tuning both shear and extensional flow behavior in linear PLA systems. This study highlights the potential of BBPs as effective rheology modifiers and performance-enhancing additives in PLA-based materials.

O이동금-5

Rheological and microstructural changes of PEMFC catalyst ink induced by atmospheric exposure during storage

박상률, 안경현*
서울대
(ahnnet@snu.ac.kr*)

This study examines how atmospheric exposure during storage affects the rheological and microstructural properties of proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) catalyst inks. While previous research has mainly focused on solvent oxidation, the present work highlights the roles of catalyst particles and ionomers under controlled exposure conditions during storage. Catalyst inks were prepared using Pt/C particles, a perfluorinated sulfonic acid ionomer (Nafion), and a water/1-propanol solvent mixture, and then stored either in sealed containers or exposed to air. Rheological analyses—including oscillation tests, simple flow measurements, and large-amplitude oscillatory shear-sequence of physical processes (LAOS-SPP)—revealed that air-exposed inks exhibited reduced network strength, shear stress, and viscosity, along with the disappearance of multi-yielding behavior. Cryogenic scanning electron microscopy (Cryo-SEM) imaging showed enhanced particle dispersion and a more homogeneous microstructure after atmospheric exposure. Further controlled exposure experiments using a PVDF membrane demonstrated that the observed structural transformations result from the combined effects of Pt/C particles, the ionomer, and air ingress. These findings provide new insight into storage-induced structural evolution in PEMFC catalyst inks, with

O이동금-6

리싸이클 플라스틱 가공품질 사전평가를 위한 유변학적 품질분류 방법: RheoStatistics(R)

김명호[1,2*]
[1]MKE co.; [2]국립서울대
(mkim@mkepolymer.com*)

사용한지 120년 밖에 안된 합성 고분자인 플라스틱은 인류의 생활을 풍족하고 여유롭게 하는 기초 소재이다. 자동차, 전기전자, 생활용품, 포장재 등의 사용은 인류의 생활 모든 면에 편의를 가져왔다. 그러나 우수한 내구성은 폐기되었을 때 환경 부담으로 사용된 원료를 재활용하는 노력이 지속되고 있다. 플라스틱 폐기물의 회수 및 재활용에 관한 지침을 위해 제정중인 ISO CD15270-1에서는 플라스틱 폐기물의 감축과 재활용을 위해 분리와 분류, 기계적 재활용, 화학적 재활용 등 5개 방법에 대해 구체적인 방안을 제시하고 있으나, 중요한 기계적 재활용의 품질분류 방법에는 생산공정에 가장 영향을 많이 미치는 유변물성에 대해 구체적으로 정의하지 않고 있다. 본 연구는 재활용 플라스틱의 가공성을 결정하는 핵심인 유변물성을 정의함에 있어 국제표준화를 진행하고 있는 새로운 측정방법인 RheoStatistics(R) 방법에 대해 방법과 이론을 소개하고자 한다.

O이동금-7

The role of Polyvinylpyrrolidone in LMFP eletrode slurry microstructure

현철헌[1], 남재욱[1,2*]
[1]서울대; [2]서울대 화학공정신기술연구소
(jaewooknam@snu.ac.kr*)

Lithium manganese iron phosphate (LMFP) is a manganese-doped variant of lithium iron phosphate (LFP) with low electronic conductivity and high specific surface area, causing particle agglomeration and limiting high-solid-content slurry preparation. While additives such as polyvinylpyrrolidone (PVP) have improved LFP dispersion, the effects of PVP molecular weight and concentration on LMFP slurry microstructure remain unclear. This study examines their influence on rheology, dispersion mechanism, electrode adhesion, and electrochemical performance, identifying optimal PVP conditions for well-dispersed, mechanically robust LMFP electrodes.

O이동금-8

Effect of Dispersant Content on the Time-Dependent Dispersion and Rheology of Electrode Slurries

김주리, 박준동*
숙명여자대
(jdpark@sookmyung.ac.kr*)

This study investigates the effect of dispersant content on time-dependent dispersion and rheology of electrode slurries, using a model slurry with $LiFePO_4$ (LFP) and $LiMn_{0.6}Fe_{0.4}PO_4$ (LMFP) as active materials and polyvinylpyrrolidone (PVP) as a dispersant in N-Methyl-2-pyrrolidone (NMP). Over time, rheological properties decreased, and reduction in maximum cluster size was observed via optical microscope and grind gauge analysis, indicating improved dispersion due to evolving interparticle interactions. With low dispersant, PVP that bridges particles adsorbs onto a single particle. At sufficient PVP, irregularly adsorbed chains rearrange into loop/tail conformations, increasing adsorbed layer thickness. Further addition restricts free chain diffusion in confined space. Time is required to reach adsorption equilibrium, and dispersion improvement becomes less pronounced at higher PVP.

O이동금-9

볼 밀링 공전 변수 변화에 따른 리튬 이온 배터리 음극 슬러리의 유변물성 및 전기 화학 성능 상관관계 규명

김기민, 김동재*
순천향대
(dkim@sch.ac.kr*)

본 연구는 음극 슬러리의 대용량 제조와 공정 단순화에 강점을 가진 볼 밀링 공정 변수 변화가유변물성과 전기화학적 성능에 미치는영향을 규명하였다. 그래파이트, 카본블랙, CMC를 볼 밀링시간과 속도를 제어하여 혼합한 뒤, Flow curve와 Frequency sweep test로 유변물성 (Storage modulus,Viscosity)을 평가하였다. 제작된 전극은 EIS와 Rate Capability 평가를 통해 전기화학 성능 (Chargetransfer resistance, Specific capacity)을 분석하였다. 특정 조건에서 유변물성 안정성과 전기화학성능이 동시에 향상되었으며, 이는 입자 분산 균일도와 슬러리 네트워크 형성에 기인한다. 이러한 결과는 전극 제조 공정의 스케일업, 효율 향상 및 고속 충·전 특성이 요구되는 고성능 리튬이온 전지 개발에 기여할 것이다.

O이동금-10

Data-Driven Psychorheology: Application to Yogurt Sensory Texture Analysis

오소정, 김성렬[1], 박준동*
숙명여자대; [1]국립금오공과대
(jdpark@sookmyung.ac.kr*)

Psychorheology, a subfield of psychophysics, leverages rheological properties to quantify human sensory perceptions. This study proposes a sensory prediction model for Greek yogurt, known for its nutritional benefits and distinctive texture. A total of 105 greek yogurt samples were prepared. Sensory attributes, including thickness, stickiness, swallowing, and preference were evaluated via panel tests. 15 rheological parameters, representing flow conditions during eating stages, categorized into scooping, first bite, repeated shear and swallowing, were selected. Using a Random Forest Regressor, predictive models for each texture attribute were developed, achieving RMSE (Root Mean Square Error) values below 6 on a 100-point scale. Feature importance and permutation importance analyses identified key rheological parameters influencing each sensory attribute.

O이동금-11

싸이올-에폭시 클릭 반응을 활용한 에스터교환 반응 기반 Covalent Adaptable Network 합성

이유섭, 김소희[1], 엄태준[1], 방준하*
고려대; [1]국립금오공과대
(joona@korea.ac.kr*)

Vitrimers, characterized by their covalent adaptable network (CAN) structures, are a class of polymer networks that combine mechanical robustness of thermosets with reprocessability of thermoplastics. Vitrimers maintain their crosslinked structures but allow dynamic bond exchange under external stimuli, granting functionalities such as recyclability, self-healing, and stress relaxation. In this work, we introduce a strategy for CAN formation that eliminates the need for additional crosslinkers by employing linear polymers synthesized via a thiol-epoxy 'click' reaction. Upon thermal activation, transesterification reactions enable reversible bond exchange, driving the formation of a dynamic network structure. Rheological analyses confirmed dynamic behavior and showed excellent reprocessability, retaining their mechanical and rheological properties after recycling. Moreover, the mechanical characteristics of the vitrimer networks could be adjusted by monomer selection.

O이동금-12

새로운 고분자계 고체전해질을 통한 리튬이온의 이동

이주성*
유펙스
(js.lee@upex.kr*)

리튬이차전지가 단기간의 수요정체가 발생하고 있으나, 미래의 에너지 저장장치로써의 가치는 의심의 여지가 없다. 다만 내연기관 자동차 대비 가격적이나 기술적으로 부족한 부분을 어떻게 보완해 가느냐가 남은 숙제이다. 특히 고용량, 저저항 특성을 추구하는 설계 방향에서는 안전성에 대한 기술 보완이 절실히 필요하며, 이를 위한 대안으로써 고체전해질 기술을 차용하는 방법이 제시되고 있다. 실제로 상업적으로 사용되는 일반 분리막 위에 고체전해질 소재를 코팅하는 방식으로 분리막/전해질 복합체가 심도있게 제안되고 있으며, 이러한 복합막을 적용한 전지를 반고체전지라 칭하여 각 전지 제조사마다 다양한 시도를 진행하고 있다. 하지만 고체전해질 소재는 일반적으로 액체전해질 대비 낮은 이온전달속도를 보여 급속 충전 등 저항 관련 지표에 대한 개선이 필요하다. 본 발표에서는 현재 사용되는 상업적으로 활용되고 있는 고분자계 전해질계 소재를 재검토함과 동시에 향후 필요한 저저항 설계 방향을 제시하고자 한다.

P이동금-1

항오염 포스포릴콜린 기반 코드화 하이드로젤 마이크로입자를 이용한 고감도 검출

노윤호, 서지애, 김현웅, 문석준, 신동민, 서지훈, 봉기완*
고려대
(bong98@korea.ac.kr*)

Polyethylene glycol (PEG) hydrogel microparticle (HMP) used in multiplex immunoassays exhibit limitations in oxidative stability and antifouling performance, hindering clinical translation. In this study, we engineered poly(2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine) (PMPC) HMPs with zwitterionic antifouling properties. PMPC-HMPs demonstrated a 37.5% reduction in nonspecific protein adsorption compared to PEG, resulting in a 28% enhancement in sensitivity. The multiplex assay was validated by the simultaneous detection of pre-eclampsia biomarkers (PlGF, CG beta), and the antifouling capability was confirmed in platelet-rich plasma, where PMPC-HMPs exhibited a 70% improvement in fouling resistance over PEG. This work presents PMPC-HMPs as a high-performance diagnostic platform with robust sensitivity, multiplexing efficiency, and clinical applicability.This study was supported by the NAVER Digital Bio Innovation Research Fund, funded by NAVER Corporation (3720242030).

P이동금-2

Skin- and Eco-Friendly Pickering Emulsion-Based Functional Powders Embedded with Fully Amorphous Ceramides Using Co-Spray Drying Technology

박서연, 박혜윤, 명주연, 이준협*
숭실대
(junhyuplee@ssu.ac.kr*)

Ceramide is a key moisturizing agent that forms a skin barrier in the stratum corneum; however, its high crystallinity limits its use owing to its poor solubility. Conventional methods require large amounts of solvents or emulsifiers and fail to prevent crystallization. Here, a ceramide-loaded O/W Pickering emulsion was developed using cellulose nanofibers (CNF). Sodium dilauramidoglutamide lysine (DLGL) and mannosylerythritol lipids (MEL) were added to disrupt ceramide self-assembly. The emulsion was spray-dried into a powder to enhance its stability. The ceramide remained amorphous in the powder, and the emulsion structure was maintained upon redispersion with suppressed crystallization. The released ceramide exhibited anti-wrinkle efficacy. This eco- and skin-friendly powder provides a platform for stable, high-load ceramide delivery for various applications.

P이동금-3

Low-dielectric hybrid PSSQ films for flexible thin-film encapsulation and improved signal transmission

이승아, 신규진, 박건한, 이준협*
숭실대
(junhyuplee@ssu.ac.kr*)

Quantum dot light-emitting diodes (QLEDs) offer high color purity, tunable emission wavelengths, and high brightness but are susceptible to moisture and oxygen, necessitating advances in thin-film encapsulation (TFE) technology. Electromagnetic interference (EMI) and signal-to-noise ratio (SNR) degradation still occur between adjacent capacitive touchscreens and high-speed displays. In this study, ladder-like and cage-like polysilsesquioxane (PSSQ) materials were blended to increase their free volume and achieve a low dielectric constant. The hybrid PSSQ film provided excellent flexibility and, as a flexible TFE, effectively suppressed signal interference and extended the QLED lifespan. We expect these results to help overcome the current limitations and enable the application of low-dielectric optical coatings in displays and various high-frequency electronic and optical devices.

P이동금-5

저비용 교체형 유연 불소수지 튜브 기반 미세유체 혼합 장치 개발

이슬기, 홍지우*
숭실대
(jiwoohong@ssu.ac.kr*)

최근 3D 프린팅 기술의 발전은 복잡한 미세구조 제작과 신속한 시제품화를 가능하게 하여 미세유체기술을 발전시켰다. 그러나 고정밀 구현에는 고가 장비가 필요하고, 상용 레진의 내화학성이 제한되며, 세척·재사용이 복잡하다는 한계가 있다. 본 연구는 이를 해결하기 위해 상용 유연 불소수지 튜브를 채널로 활용하고, 이를 고정·안내하는 3D 프린팅 모듈형 가이드 프레임을 제작하여 저비용·교체형 미세유체 혼합 장치를 구현하였다. 곡선형 튜브 구조를 적용한 뒤, 내경, 곡률을 변경하며 주입 유속에 따른 혼합 효율을 실험과 수치 해석으로 평가하였다. 또한 단면적이 변화하는 핀치드 구역을 도입해 혼돈형 대류에 따른 혼합 성능 향상을 확인하였다. 다양한 화학 용매에 대한 내화학성 시험 결과, 본 장치는 생화학 합성, 의약품 제조 등 높은 내화학성이 요구되는 분야에 적용 가능함을 입증하였다.본 연구는 산업통상자원부 디지털 전환 기반 의약품 지능형공정혁신 기술개발사업(RS-2023-00230931)의 지원을 받아 수행되었다.

P이동금-6

Electrochemical Evaluation of the Dispersion State in Anode Slurries with Varying Binder Content

강주성, 안찬혁, 안경현*
서울대
(ahnnet@snu.ac.kr*)

The dispersion state of anode slurry is a critical factor of battery manufacturing. Characterized by particle size distribution and conductive network connectivity, it governs coating uniformity and cycle stability. Rheological assessments are conventionally employed, yet offer limited quantitative microstructural analysis.We employed electrochemical impedance spectroscopy (EIS) to assess the dispersion state. Graphite- or silicon-based slurries were prepared with varied carboxymethyl cellulose (CMC) binder content. Impedance spectra were analyzed using peak frequency analysis to elucidate the relationship between binder content and dispersion state. EIS enabled the identification of electrochemical attributes of the dispersion state, including impedance-derived microstructural parameters, unattainable through mechanical measurements alone.

P이동금-7

Continuous Synthesis of Nucleic Acid Encapsulated Lipid Nanoparticles via Flash Nanoprecipitation

박예은, 방영은, 임종민*
순천향대
(jmlim@sch.ac.kr*)

코로나19 팬데믹 이후에도 글로벌 백신 시장은 지속적으로 성장하며, 백신 개발을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 mRNA 및 DNA 기반 핵산 백신은 빠른 개발 가능성과 강력한 면역 자극 능력으로 주목받고 있다. 이러한 백신의 효과적인 전달과 안정성을 위해서는 적절한 운반체가 필수적이며, 지질 나노입자는 전달 효율을 향상시킬 수 있는 유망한 후보로 평가된다. 기존 지질 나노입자 제조법은 회분식 공정 방식으로 연속 생산이 어려울 뿐만 아니라, 물리·화학적 특성의 정밀 제어 및 재현성 확보에도 한계가 있었다. 이를 개선하고자 경제성을 높이면서 백신 개발 및 생산의 신속성과 안정성을 동시에 강화할 수 있는 Flash Nanoprecipitation을 기반으로 하는 다양한 미세유체 플랫폼이 개발되고 있다. 본 연구에서는 연속 생산이 가능한 미세유체 플랫폼을 이용해 mRNA 및 DNA를 적재한 지질 나노입자를 제조하여 크기 분포 및 캡슐화 효율을 비교 평가하였다. 또한, 구조적 특성을 확인하기 위한 추가 분석도 수행하였다.

P이동금-8

Computational Modelling of Diffusion in Entropy-Defined Porous Media

이재승, 정인영, 강태우, 권석준*
성균관대
(sjoonkwon0531@gmail.com*)

Diffusion in porous media is a fundamental physical phenomenon with wide-ranging engineering applications. In gas-phase transport, molecular and Knudsen diffusion affect transport dynamics, and accurate prediction of the effective diffusion coefficient from their effects is crucial. In previous studies, the effective diffusion coefficient was expressed as a simple parallel resistance model. It was developed to incorporate tortuosity and porosity. Recent studies consider the fractal dimension or Hurst exponent additionally. In this study, we introduce Local Shannon Entropy defined as a quantitative descriptor of the structural complexity. The resulting expression for the effective diffusion coefficient incorporates two diffusion coefficients, porosity, tortuosity and local Shannon entropy. This approach is expected to enhance predictive accuracy for diffusion in complex porous systems."

P이동금-9

Monte Carlo simulation을 통한 나노와이어 네트워크의 미세구조 및 전기전도성 분석

김영훈, 김동재*
순천향대
(dkim@sch.ac.kr*)

최근 금속 나노와이어와 CNT를 이용해 디스플레이용 투명 전도성 필름의 성능을 높이는 연구가 지속되고 있다. 필름 내부의 미세구조는 나노·마이크로 크기의 전도성 막대로 구성된 네트워크이며, 전기적 성능은 이러한 구조에 의해 결정된다. 따라서 미세구조에 대한 전도성을 측정하고 최적화하기 위한 해석적 연구가 필요하다. 본 연구는 전도성 막대로 이루어진 네트워크를 Monte Carlo simulation으로 확보하고, 이에 대한 전기적 특성을 미세구조의 관점에서 분석하였다. 네트워크의 정량적 해석을 위해 Multi-Nodal Representation으로 내부 및 접촉저항을 모델링 하고, incidence matrix로 구조를 표현한 후 Kirchhoff 법칙과 block matrix를 적용하여 각 요소의 전류와 포텐셜을 수치적으로 산출하였다. 이를 통해 2차원 네트워크의 미세구조에 대한 전기전도성 분석과 구조 시각화 및 정량 정보 추출이 가능할 것으로 기대된다.

P이동금-10

확장 가능한 미세유체 병렬에서의 균일한 마이크로버블 생성: 이상 유동에서 유체역학적 저항의 영향

안승희, 정헌호[1]*
전남대 여수캠퍼스; [1]전남대
(jeonghh29@jnu.ac.kr*)

The parallelization of monodisperse microbubble generators in microfluidic devices offers a promising approach to significantly enhance production rates. Unlike liquids, gases exhibit distinct characteristics—low viscosity and density, high interfacial tension with liquids, and high compressibility—which complicate the parallel generation of uniform bubbles due to coupling effects between generators and hydrodynamic feedback from the collection channels. In microfluidic systems, gas and liquid are introduced as single-phase flows into the bubble-generation channels. After bubble formation, however, two-phase flow resistance dominates in the collection channels. Here, we investigate the uniformity of bubbles produced in eight parallel flow-focusing generators, considering two-phase flow conditions. We experimentally examine the influence of gas pressure, capillary number, and viscosity ratio. Our results demonstrate that achieving uniform fluid distribution for monodisperse bubble generation requires accounting for additional two-phase hydrodynamic resistance, which depends on both the average capillary number and the viscosity ratio. This work addresses a critical gap in understanding two-phase flow resistance and provides design guidelines for the scalable production of uniform bubbles.

P이동금-11

Role of rubbing and rheology in skin penetration of cosmetics formulation

유채연, 박준동*, 이서윤[1], 오희묵[1], 이지현[1], 장지희[1], 이준배[1]
숙명여자대; [1]코스맥스 기반기술연구팀
(jdpark@sookmyung.ac.kr*)

Rubbing is a common method to apply cosmetics, causing normal pressure and convective mass transfer through the stratum corneum. Skin penetration enhancement from rubbing results from formulation deformation and flow, influenced by its rheological properties. While rubbing is known to promote convective transfer, studies linking formulation rheology and skin penetration remain limited. This study investigates how rheological properties of cosmetic formulations affect rubbing-induced penetration of niacinamide, an active ingredient. Permeability of various formulations was measured using a custom-designed device, and absorption was quantified by UV spectroscopy. Machine learning analyzed correlations between rheological properties and penetration. Results highlight the role of rubbing and key rheological parameters, aiding the development of more effective cosmetic products.

P이동금-12

Development of a Portable Electrophoresis of Charged Droplet Platform with Advanced Control for Droplet 3D Cell Culture

이선준, 임도진*
부경대
(dj-im@pknu.ac.kr*)

디지털 미세유체 기술(Digital Microfluidics, DMF)의 하위 기법 중 하나인 액적 접촉 충전 현상(Electrophoresis of Charged Droplet, ECD)은 액적의 정밀 제어에 유용하지만, 기존 시스템은 부피가 크고 복잡한 장비를 필요로 하여 휴대성과 상용화에 한계가 있다. 본 연구에서는 ECD의 소형·휴대형 장치 구현을 위해 전용 칩과 제어 알고리즘을 개발하였다. 칩 제작은 레진 기반 3D 프린팅을 이용해 경량화와 제작 용이성을 확보하였으며, 제안한 새로운 제어 로직은 복잡한 신호 발생 장치 없이도 다중 액적의 동시 제어를 가능하게 하여 시스템의 단순화와 확장성을 달성하였다. 본 연구는 ECD 기반 휴대형 미세유체 플랫폼의 구현 가능성을 제시하며, 현장진단(POCT) 및 실험실 자동화 분야에서의 응용 잠재력을 갖는다.

P이동금-13

3D Numerical Simulation of an Injection Atomization System for High-Efficiency Precursor Delivery in Semiconductor Processes

박성윤, 김주원, 문형준, 임연호*
전북대
(yeonhoim@jbnu.ac.kr*)

Atomizing systems are essential for precisely controlling precursor delivery systems in next-generation processes such as conventional CVD/PECVD, and ALD. Especially, the effective design technology of the atomizing system's orifice is important for precise precursor delivery. In this study, the CFD module of the COMSOL Multiphysics software was used for finding the design factors. The simulation results showed that the velocity increased as it passed through the nozzle, reaching supersonic speeds, which led to a micro sized liquid particle. The simulation results could be verified through comparison of experiment data. Furthermore, several precursors were simulated to observe changes in particle diameter depending on density, viscosity, and surface tension in this system. It was demonstrated that our computational modeling can provide useful insights for future atomizer design.

P이동금-14

표면 개질 실리콘과의 이온 결합을 활용한 비얽힘 병솔형 고분자 바인더 기반 실리콘 계 음극

장순호, 조성재, 방준하*
고려대
(joona@korea.ac.kr*)

Silicon anodes offer high capacity (~4200 mAh g^{-1}) but suffer from severe volume changes during cycling, leading to structural failure and unstable SEI layers. We developed a binder based on ionic interactions between amine-functionalized silicon and unentangled bottlebrush poly(acrylic acid) (BBP-PAA). BBP-PAA, synthesized via ATRP and ROMP of poly(tert-butyl acrylate) macromonomers followed by deprotection, exposes dense carboxylic acid groups while its unentangled backbone enhances processability. Amine groups were introduced by silanization with (3-aminopropyl)trimethoxysilane, verified by FT-IR and TGA. Electrochemical tests showed improved capacity retention and stability due to the combined effects of high processability and strong NH_3^+–COO^- ionic bonding, which enhance adhesion and self-healing.

O입자금-1

Fabrication of Polyurethane Composites with Acid-Treated MWCNTs for Smart Applications

이재헌, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

This study presents an optimized spin coating approach for fabricating shape memory polyurethane (PU) composites embedded with multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) for smart material applications. The MWCNTs were functionalized via acid treatment to improve dispersion, while the PU surface was modified using O_2 plasma to enhance interfacial compatibility. These surface treatments enabled the formation of uniform, well-integrated composite films. The resulting materials showed improved photothermal and electrothermal responses, as well as strain-sensing ability. These combined properties suggest strong potential for use in wearable electronics, soft actuators, and other smart materials that require flexibility and responsiveness. “This research was supported by Post-plastic Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE)”

O입자금-2

Solar-Responsive Shape Memory Polyurethane via Photothermal Effect

김민서, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

Shape memory polymers (SMPs) are materials that can change their shape in response to external stimuli. Among them, thermally responsive shape memory polyurethanes (SMPUs) have been widely applied in various fields such as biomedical devices, drug delivery systems, and flexible electronics. However, conventional thermally activated SMPUs require external energy input to trigger shape recovery and often face limitations in achieving localized actuation. In this study, iron particles were incorporated into the polymer matrix to induce photothermal effects using solar energy, enabling shape recovery without direct thermal input. Furthermore, by utilizing the cold crystallization behavior of the material, a two-stage shape memory performance was achieved. ("This research was supported by Post-plastic Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE)")

O입자금-3

Reabsorption-Driven Charge Carrier Generation for Enhanced Hydrogen Production in Photocatalytic Systems

강은수, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

In semiconductor photocatalysts, photons excite electrons from the valence band to the conduction band, generating electron-hole pairs. Electron-hole pairs generated tend to recombine, releasing energy. Recombination reduces available electrons and holes for hydrogen production, making recombination suppression central to photocatalysis research. This study proposes that energy from light-emitting recombination in a photocatalyst composite can be reused by other materials to create new electron transitions. The exciton recombination energy can act as photons with sufficient energy to induce electron transitions in other materials. Consequently, an increase in such recombination events is considered to positively influence the photocatalytic hydrogen production performance. “This research was supported by Post-plastic Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE)”

O입자금-4

Photoelectrochemical Hydrogen Production Based on $BiVO_4$

이승익, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

This study aims to improve photoelectrochemical hydrogen production by utilizing metal oxide (e.g., $BiVO_4$) and metal sulfide (e.g., CdS) based systems. Elemental doping and heterojunction formation will be employed to enhance charge separation and reduce recombination. Photoelectrodes will be coupled with catalysts to boost hydrogen evolution efficiency and stability. Electrochemical analyses such as LSV and EIS will be conducted to investigate charge transfer characteristics, and the amount of hydrogen produced will be quantitatively measured to evaluate overall performance. This research was supported by Post-plastic Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE).

O입자금-5

Cation vacancy promoted metal sulfide based heterostructure for efficient photocatalytic hydrogen production

한서준, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

Zinc sulfide (ZnS) has been widely researched because it is abundant in the Earth's crust and has low toxicity. However, since ZnS has a wide bandgap, it can only absorb ultraviolet (UV) light, so it is necessary to make it absorb visible light for efficient hydrogen production using sunlight. To solve this problem, many methods such as doping, forming junctions with other materials, making composite structures, and controlling defects have been studied to improve activity under visible light. In this study, self-defective ZnS was made using an excess amount of sulfur precursor. Then, Cu^{+} ions were introduced through a cation exchange with Cu^{2+} and a hydrothermal reaction, which also formed a junction with Cu_xS. This helped to separate electrons and holes more effectively, leading to improved hydrogen production performance. ("This research was supported by Post-plastic Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE)")

O입자금-6

Interfacial Modulation in Hybrid Photoanode for Enhanced PEC Performance

허동규, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

A hybrid photoanode was developed by sequentially assembling semiconducting and conductive layers with complementary functionalities to enhance PEC performance. The p-n junction formed between the p-type absorber and the n-type overlayer promoted efficient charge separation and carrier transport driven by the built-in electric field. To further improve interfacial charge dynamics, the incorporation of PEDOT:PSS not only improved interfacial conductivity but also stabilized the surface energetics under illumination, facilitating hole extraction and suppressing surface recombination. As a result, the photoanode exhibited significantly enhanced photocurrent density and operational stability under simulated solar conditions. "This research was supported by Post-plastic Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute(KEITI) funded by the Ministry of Environment(MOE)"

O입자금-7

High-Entropy Prussian Blue Analogue with Superior Cycling Stability for Selective Lithium-Ion Recovery via Capacitive Deionization

김대웅, 전상민*
POSTECH
(jeons@postech.ac.kr*)

We developed a novel capacitive deionization system for selective lithium-ion recovery based on a high-entropy Prussian blue analogue (Fe-CN-HE) incorporating five different transition-metal ions. The random distribution of these ions enhances configurational entropy, which disperses redox strain and suppresses lattice distortion during lithium-ion intercalation. Vacancy-rich channels further promote Li^{+} transport, enabling stable and reversible operation. The Fe-CN-HE achieved a high specific capacitance of $495 Fg^{-1}$ and retained 90.7% of its initial capacitance after 100 cycles. In mixed-salt recovery tests containing Li^{+} and Ni^{2+}, the system exhibited a salt adsorption capacity of $54.8 mgg^{-1}$ and a Li^{+}/Ni^{2+} selectivity coefficient of 21.9. These results highlight the effectiveness of entropy-engineered frameworks for durable and high-performance lithium recovery applications.

O입자금-8

High-Power Moisture-Induced Electricity Generation via Li^{+}/Al^{3+} Intercalation in NaV_3O_8 Nanobelts

백혜림, 김대웅, 송민재, 전상민*
POSTECH
(jeons@postech.ac.kr*)

We developed a high-performance moisture-induced power generator (MPG) by integrating three key components: a LiCl-containing hydrogel, a perforated aluminum sheet, and NaV_3O_8 (NVO) nanobelts. The hydrogel maintains a stable moisture gradient and provides Li^{+} ions, while the aluminum sheet supplies Al^{3+} ions without producing counter-ions, preserving the potential difference. The NVO nanobelts undergo Faradaic reduction via intercalation of Li^{+} and Al^{3+}, preventing reverse ion migration and enabling sustained current generation. Their nanobelt morphology allows entanglement with carbon black, forming a conductive, binder-free layer. This design achieved an open-circuit voltage of 1.64 V, a short-circuit current of 10.44 mA/cm^2, and a peak power density of 2.13 mW/cm^2 at 200 Ω under 90% relative humidity—representing the highest reported MPG performance to date, with notable improvements in both efficiency and long-term stability.

O입자금-9

Capillary Mode Transitions in Micro-Disc Assembly at Fluidic Interfaces

박성완*, 최정우, Albert Tianxiang Liu
미시간 대
(sungwan@umich.edu*)

Capillarity-induced self-assembly at fluidic interfaces is a powerful strategy for fabricating large-scale, complex materials. Microscale particles with high horizontal-to-vertical aspect ratios have recently drawn attention as building blocks for controlled two-dimensional self-assembly thanks to the well-defined interfacial deformations they induce. Nevertheless, the underlying dynamics governing lateral capillary interactions at these scales remain incompletely understood. Here, we integrate experimental and theoretical approaches to elucidate the interplay among gravitational forces, wetting, and contact line undulations that give rise to curvature-mediated interparticle potentials. We focus on the transition between two capillarity regimes—monopolar and quadrupolar—using sub-millimeter, disc-shaped micro-particles at fluidic interfaces. By systematically reducing the lateral dimensions of the micro-discs, we probe the limits of the Bond number (Bo) in predicting this transition. Our results reveal that Bo alone is insufficient, as it omits key material parameters such as particle density and surface topography. We identify and experimentally validate a coupled set of parameters that, below a critical threshold, reliably predict the emergence of quadrupolar capillarity, driven by topography-induced meniscus undulations in the absence of gravitational deformation. This study provides the first direct experimental demonstration of the

O입자금-10

자가 p-도핑을 이용한 Sn-Pb 혼합 하이브리드 페로브스카이트 기반 광대역 광센서의 광전 성능 향상

공수현, 송슬기[1]*
충남대; [1]충남대
(sksong@cnu.ac.kr*)

Broadband photodetectors (PDs) covering the visible and near-infrared (NIR) regions are essential for imaging, remote sensing, military surveillance, and environmental monitoring. Conventional PDs based on Si or III-V semiconductors offer high performance but suffer from complex fabrication, limited spectral range, brittleness, and heavy weight, restricting their use in wearable and flexible electronics. Here, we present a Sn-Pb mixed hybrid perovskite with a narrow bandgap as the active layer, enabling extended NIR photoresponse. Controlled external air exposure induces oxidation from Sn^{2+} to Sn^{4+}, achieving self p-doping and increasing charge carrier density. This leads to enhanced device performance, as confirmed by external quantum efficiency (EQE), responsivity, and photocurrent measurements. Mott-Schottky analysis quantified doping concentration changes, providing direct evidence of the self p-doping mechanism. Our approach enables simple, effective tuning of perovskite film properties without complex chemical doping, paving the way for next-generation flexible and wearable broadband PDs with fast response and wide spectral coverage.

O입자금-11

고강도 펄스광 공정을 이용한 TiO_2 /MXene 복합 광촉매 제조 및 유기오염물 제거

이희진, 임창용*, 김태욱
경북대
(cy.yim1@gmail.com*)

In this study, $Ti_3C_2T_x$ MXene was synthesized by etching with a hydrofluoric acid (HF) solution (5-50 wt%), and a TiO_2 /MXene composite was prepared via an intense pulsed light (IPL) process. Conventional nano-sized TiO_2 photocatalysts consist of very small particles, which complicates their recovery after photodegradation. In contrast, the MXene-based composite features a layered structure and a large surface area, enhancing organic pollutant adsorption performance and allowing relatively easy recovery after photodegradation. The structural changes of the synthesized MXene were characterized using XRD, SEM, BET analysis. With increasing HF concentration, the MXene interlayer spacing expanded and the accordion-like morphology became more pronounced. In methylene blue (MB) adsorption experiments, the adsorption capacity increased as the interlayer spacing increased. The composite, in which TiO_2 nanoparticles were uniformly anchored on the MXene surface via the IPL process, exhibited remarkable and stable photocatalytic activity in MB photodegradation tests.

O입자금-12

플래시라이트 공정을 이용한 Co_3O_4 장식 다공성 탄소 나노섬유 제작 및 슈퍼커패시터 전극 응용

이재호, 김태욱, 임창용*
경북대
(cy.yim1@gmail.com*)

High-performance supercapacitors rely on the electrode surface area, electrical conductivity, durability, and pseudocapacitance. Here, we fabricate porous carbon nanofibers by systematically tuning the molecular weight (Mw = 40,000; 360,000; 1,300,000) and blend ratio of poly(vinylpyrrolidone) (PVP) with polyacrylonitrile (PAN), followed by an electrospinning-hydrothermal extraction-carbonization sequence. Selective removal of PVP during the hydrothermal step generated pores on/within the fibers and increased the specific surface area; the surface-area differences were quantitatively compared as a function of PVP Mw and composition. The carbonized mats were then dip-coated with cobalt nitrate and exposed to intense pulsed light (IPL), whose photothermal effect converted the precursor to Co_3O_4 on the fiber surface within milliseconds, imparting additional pseudocapacitance while preserving the fibrous architecture. Owing to its low thermal budget and short processing time, this approach enables rapid, large-area fabrication of metal-oxide/carbon composite electrodes, providing a practical route toward next-generation supercapacitor electrodes.

O입자금-13

Passivation Layer for Improved Efficiency and Stability in Perovskite Solar Cells

Tran Thi Ha Giang, 송슬기*
충남대
(sksong@cnu.ac.kr*)

Organic-inorganic lead halide perovskite solar cells (PSCs) have achieved remarkable progress in power conversion efficiency (PCE) over the past decade. However, their performance remains constrained by trap-assisted recombination originating from surface and grain boundary defects such as under-coordinated Pb^{2+}, halide vacuum, and organic cation vacuum. These defects generate deep trap states, increasing non-radiative recombination and reducing open-circuit voltage (V_{OC}) and fill factor (FF). Additionally, the inherently low hydrophobicity of 3D perovskite surfaces makes them susceptible to moisture-induced degradation. In this work, we employ a surface passivation strategy that forms a thin quasi-2D perovskite coating with structural compatibility to the 3D lattice. This interfacial layer effectively seals surface defects, suppresses non-radiative pathways, and enhances moisture resistance due to the hydrophobic nature of the organic cations. Characterization confirms reduced defect density and improved interface quality, resulting in enhanced V_{OC}, FF, and operational stability. These findings highlight that interfacial passivation using suitable organic-inorganic hybrid layers offers a simple yet effective route toward high-efficiency, stable inverted PSCs.

O입자금-14

Rapid Room-Temperature Synthesis of Red/NIR-Emissive Polymer Dots with 80% Quantum Yield

서세정, 권우성*
숙명여자대
(wkwon@sookmyung.ac.kr*)

Red-to-near-infrared (NIR) emissive polymer dots (PDs) are promising for imaging, sensing, and optoelectronics, but their synthesis often needs harsh conditions or lacks clarity. We report a fast, room-temperature synthesis of red/NIR dua-emissive PDs (RPDs) via oxidative coupling of 1,3-dihydroxynaphthalene in isopropanol, catalyzed by iron nitrate and nitric acid. RPDs emit at ~610 and 750 nm from molecular fluorophores and π-π stacked excimers, with quantum yield over 80%. Mass spectrometry and femtosecond absorption spectroscopy reveal ultrafast intersystem crossing and excimer formation. Incorporated into polymer matrices, RPDs enable red/NIR LEDs, showing strong potential. This study offers a mild, efficient route to long-wavelength PDs and insight into their formation and emission.

P입자금-1

Selenide-Modified ZnO/CdS ternary Photocatalysts for Efficient Hydrogen Production

이세희, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

Photocatalytic hydrogen production represents a direct route towards carbon neutral energy generation. Enhancing photocatalyst performance demands both broad visible-light harvesting and rapid separation of photogenerated electron-hole pairs. Although ZnO/CdS heterojunctions provide favourable band alignment, their performance is limited by the 520 nm absorption edge of CdS and the instability of surface sulphide sites. In this study, we mitigate both drawbacks by post-synthetically exchanging surface S^{2-} with Se^{2-}, constructing a ZnO/CdS/CdSe ternary architecture without high-temperature treatment. This Se-rich shell broadens visible-light absorption, induces a band-gap gradient for efficient charge separation, and passivates sulfur vacancies. Accordingly, this ternary platform, has been upgraded with CdSe heterojunction, exhibits significantly enhanced hydrogen production activity by accelerating interfacial charge transfer, and suppressing photocorrosion.

P입자금-2

CuO 촉매를 활용한 바닐린의 산화 반응 및 바닐산 합성

이홍섭, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

Lignin is one of the three primary components of lignocellulosic biomass, accounting for around 20% of the Earth's total biomass. Among the various monomers derived from lignin, vanillin-based compounds such as vanillin, vanillic acid, and acetovanillone have gained attention as eco-friendly platform chemicals due to their low toxicity and reduced environmental impact. Vanillic acid stands out for its high value and wide applications in food, fragrance, chemical, and pharmaceutical industries. It can be synthesized through the selective oxidation of vanillin or acetovanillone, typically using metal catalysts. Copper-based catalysts have been widely studied for this purpose, as copper can alternate its oxidation states and generate reactive oxygen species that promote oxidation. In this study, we investigate the copper-catalyzed oxidation of vanillin and acetovanillone into vanillic acid, aiming to determine the optimal reaction conditions for maximizing yield.

P입자금-3

Zebra-patterned solar steam generation for enhanced desalination performance and simultaneous electricity generation

이보문, 전상민*
POSTECH
(jeons@postech.ac.kr*)

We developed a zebra-skin-inspired 3D photothermal evaporator that simultaneously desalinates water and harvests solar electricity. A polypyrrole-coated cellulose membrane was laser-slit and folded into a zig-zag lattice, thereby multiplying the liquid-air interface, broadening optical absorption, and promoting temperature-induced convection that enhances vapor removal. Systematic tuning of the solid-to-blank ratio identified an optimal 8:2 pattern, which increased vapor flux by 5% with airflow integration. Under 1 sun illumination, the device achieved an evaporation rate of 1.30kgm^{-2} h^{-1}, an open-circuit voltage of 2.05V, and a short-circuit current of 22.5mA. Furthermore, the gravity-fed siphon pathway expelled crystallized salt during dark periods, sustaining performance in 3.5wt% NaCl solution. The low-cost, scalable design offers a compact solution for freshwater and power supply in off-grid or resource-limited environments.

P입자금-4

고감도 검출 및 SERS 기반 활성 기판 제작을 위한 은-금 중공 나노 플레이트 합성

김소연, 이상화[1]*
가천대 일반대학원; [1]가천대
(lswha@gachon.ac.kr*)

SERS is a powerful analytical technology for the detection of the super-sensitivity of molecules, and is used in various fields such as biomedicine, chemistry, and materials science. By amplifying the Raman signal by utilizing precious metal nanoparticles such as Ag and Au, a single molecule can be detected even in small amounts. In this work, Ag, Au are used to synthesize triangular hollow nanoplates. It can create more hot spots than conventional spherical silver nanoparticles and has high stability. Silver nanoparticles were synthesized into triangular plates using PVP, and Au was added to enhance stability and Raman activity. Using these particles, a SERS active substrate was fabricated, resulting in a biosensor capable of sensitive detection for neurotransmitters. The synthesized nanoplates and substrates are characterized by equipment such as SEM, TEM and micro Raman spectroscopy.

P입자금-5

석영 표면의 O_2 플라즈마 처리가 Mn 산화물의 이종 핵 형성에 미치는 영향

김동근, 정해성*
국립창원대
(haesung.jung@changwon.ac.kr*)

Manganese (Mn) oxides often form coatings on mineral surfaces, particularly via heterogeneous nucleation on quartz. Although amorphous Mn oxides are highly reactive and geochemically influential, the mechanisms by which substrate surface properties control their heterogeneous nucleation remain poorly understood under complex environmental conditions. Here, we identified three nucleation modes: branch-like, island-by-island attachment, and forest-like dendritic growth, which were governed by surface hydroxylation and reduced crystallinity. The results showed that variations in surface energy significantly controlled the nucleation and growth of Mn oxide. This work deepens our understanding of the heterogeneous nucleation of Mn oxides and suggests new directions for the design of functional oxide materials.

P입자금-6

SEI Structures Dependent Li-Morphology Characterized by Cryo-TEM

배우진[1], 전용군[2], 박정원[1,3*]
[1]서울대; [2]육군사관학교 물리화학과; [3]서울대 화학공정신기술연구소
(jungwonpark@snu.ac.kr*)

Lithium metal batteries (LMBs) offer high energy capacity, making them promising for next-generation energy storage. However, commercialization is limited by dendrite formation, causing instability, and dead lithium metal, reducing energy density. Both issues originate from the solid-electrolyte interphase (SEI) formed by reactions between lithium metal and electrolyte or salt. Observing SEI is challenging due to its instability under electron beams, but cryogenic transmission electron microscopy (cryo-TEM) enables detailed analysis. While prior studies have examined SEI, further work is needed for comprehensive understanding. Here, we qualitatively analyze SEI using cryo-TEM and develop a procedure for quantitative assessment of crystal composition and crystallinity. SEI on different lithium morphologies is compared, revealing distinct characteristics. Finally, we propose a mechanism linking lithium deposition kinetics to SEI thickness and composition.

P입자금-7

시트르산-Fe^{3+}-도파민 킬레이트 착물을 통한 고감도 도파민 검출을 위한 플라즈모닉 광섬유 탐침

김민정, 이상화*
가천대
(lswha@gachon.ac.kr*)

Dopamine is a key biomarker for neurodegenerative diseases. One-dimensional optical fiber sensors allow remote, real-time detection but suffer from low signal reflection (~10%), limiting sensitivity to the nanomolar range. To overcome this, we developed a novel fiber-optic sensing platform by integrating gold-silver core-shell nanostars onto flattened fiber facets, forming highly active SERS substrates. These enhance detection through synergistic electromagnetic and chemical effects, particularly via Fe^{3+}-dopamine chelate complexation. By optimizing plasmonic nanostructures, ferric ion concentration, and using stepwise Fe^{3+} addition, we achieved sub-nanomolar detection limits, exceeding previous fiber-based sensors. This system shows strong potential for biomedical monitoring of dopamine-related disorders.

P입자금-8

레시틴/$MgCl_2$ /스쿠알란 겔의 제조, 구조적 특성 분석 및 물리화학적 거동: 고기능성 화장품 응용

이요한, 이희영*
국립금오공과대
(lhysshr@kumoh.ac.kr*)

Lecithin forms reverse spherical micelles in organic solvents. Upon the addition of salts, these micelles transition into reverse cylindrical micelles, which become entangled and immobilize the solvent, leading to gel formation. In this study, a lecithin-$MgCl_2$·6H_2O gel was prepared in squalane, and various functional additives such as peptides, amino acids, and vitamins were introduced to evaluate their effects on the gel structure and their potential applications in advanced cosmetic formulations. Rheological properties, molecular interactions, shape and size of the self-assembled structures in the gels were analyzed using a rheometer, Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), and Small-angle X-ray scattering (SAXS). The findings provide deep insights and guidelines to constructing the biomedical friendly gel for advanced cosmetic applications.

P입자금-9

유기용매 특성과 리간드 조성이 양친매성 금 나노입자의 계면 흡착 거동에 미치는 영향

이창민, 이희영*
국립금오공과대
(lhysshr@kumoh.ac.kr*)

Amphiphilic gold nanoparticles (AuNPs), functionalized with both hydrophilic and hydrophobic ligands, adsorb at the oil-water interface (OWI). The adsorption behavior of these AuNPs varies depending on the input ratio of the ligands used during synthesis, as well as the type of oil-water interface. In this study, we investigate how this ratio influences the adsorption of amphiphilic AuNPs at two different OWI: cyclohexane-water and toluene-water. Our findings show that the adsorption process follows the Langmuir isotherm model across all samples, enabling the estimation of the equilibrium constant (K) and the maximum adsorption concentration (C_{max}). The C_{max} of AuNPs is higher at the toluene-water interface than at the cyclohexane-water interface, likely due to the presence of the aromatic ring in the toluene structure. Furthermore, this interfacial adsorption is confirmed by UV-vis spectroscopy, SAXS, TEM analysis, and optical microscopy. These findings provide valuable insights and guidelines for the development of targeted drug delivery systems.

P입자금-10

Surface-enhanced raman scattering optical fiber sensor for sensitive and selective detection of γ-aminobutyric acid using substrate AuNPs@4-MTBA@GO

TRAN HOANG KHAI, Sangwha Lee[1]*
가천대; [1]Gachon University
(lswha@gachon.ac.kr*)

GABA, a key inhibitory neurotransmitter in animals, is crucial to the central nervous system and can be dysregulated in neurodegenerative and psychiatric disorders like Alzheimer's and Parkinson's. Traditional methods, including HPLC, CE, MS, and fluorescence, are sensitive but require substantial preparation and long reaction times. GABA is difficult to detect due to its low Raman activity and molecular weight. Our SERS-based optical fiber sensor uses AuNPs@4-MTBA@GO to detect GABA sensitively and selectively, even in neurotransmitter combinations. Fiber-optic SERS is compact and flexible and can monitor biological applications in real time, despite its lower partial Raman scattering sensitivity than traditional SERS.

P입자금-11

무게 중심 및 구조적 변형에 따른 액상 투과전자현미경 내 나노입자의 운동 추적

김민재, 박정원*
서울대
(jungwonpark@snu.ac.kr*)

This study analyzed the effects of mass distribution and structural modulation of nano particles on Brownian rotation using liquid-phase transmission electron microscopy(TEM). Comparative rotational dynamics investigations were conducted on synthesized 20nm Pd cube, Pd concave cube and Au@Pd core-shell nano particles in liquid phase. Real-time observation of Brownian rotation for each particle was performed through LP-TEM imaging, followed by mean squared displacement(MSD) analysis and rotational diffusion coefficient calculations. This research demonstrates that rotational dynamics can be controlled through morphological engineering of nano particles, which is expected to contribute to improving the accuracy of LP-TEM based 3D structural reconstruction techniques.

P입자금-12

고속 스캔 속도에서 안정성이 향상된 동결 건조 세로 정렬 맥신 필름의 슈퍼커패시터 응용

이동호, 김태욱, 임창용*
경북대
(cy.yim1@gmail.com*)

$Ti_3C_2T_x$ MXene, a two-dimensional material with high electrical conductivity, excellent mechanical stability, and large specific capacitance, has emerged as a promising candidate for next-generation energy storage devices. However, conventional fabrication methods, such as doctor blade coating, typically produce horizontally stacked film structures that restrict ion accessibility and extend ion transport pathways, thereby limiting high-rate electrochemical performance. In this study, we report a vertically aligned $Ti_3C_2T_x$ MXene electrode with an internal porous architecture, fabricated through a rapid liquid nitrogen-assisted freeze-drying process. This unique structure facilitates efficient ion transport and enables enhanced electrochemical performance under high-rate operation. At a scan rate of 100 mV s^{-1}, the freeze-dried MXene electrode achieved a specific capacitance of 184.2 F g^{-1}, significantly surpassing that of the conventionally prepared electrode (80.5 F g^{-1}). Furthermore, at a current density of 10 A g^{-1}, the freeze-dried electrode delivered 185.4 F g^{-1}, reflecting a 68% improvement over the conventional method (110.3 F g^{-1}). These findings demonstrate the effectiveness of the freeze-drying approach, offering a simple and scalable strategy for the development of high-performance $Ti_3C_2T_x$ MXene-based supercapacitors.

P입자금-13

초고속 Intensive Pulsed Light 공정을 이용한 V_2O_5 기반 VO_2 합성과 선택적 B→M 상전이

김다원, 임창용, 김태욱*
경북대
(taewook@knu.ac.kr*)

In the synthesis of VO_2 from V_2O_5, the advantages of Intensive pulse operation enables alow-damage, low-thermal-budget process in which particle size can be tailoredthrough prec transitiontemperatures. This facilitates selective B→M transitions ju
2023-
00266205) funded By the Ministry of Trade, Industry & Energy(MO

P입자금-14

기능기 그래프팅을 통한 α-Fe2O3 나노입자의 분산성 향상 및 표면 전하 특성 분석

박재우, 박나림, 이두환*
서울시립대
(dolee@uos.ac.kr*)

금속산화물 나노입자는 우수한 전기화학적 안정성과 조절 가능한 물성으로 인해 에너지 저장 장치, 특히 반고체 흐름전지의 전극 활물질로 주목받고 있다. 그러나 높은 비표면적과 표면에너지로 인해 심각한 입자 응집이 발생하여 전해질 내 분산 안정성이 저하되고, 이는 전지 성능 저하로 이어진다. 본 연구에서는 표면 전하 조절을 위한 기능기 그래프팅을 적용하여 이러한 한계를 극복하였다. Silane coupling과 산화 기반 단계적 치환 반응을 통해 음전하 유도성 기능기를 도입하여 전해질 내 정전기적 반발력을 높이고 응집을 억제하였으며, XPS, SEM, DLS 분석을 통해 표면 구조와 분산도 변화를 검증하였다. 본 연구는 표면전하 조절을 통한 금속산화물 나노입자의 분산성 향상과 반고체 흐름전지 성능 최적화 가능성을 제시하며, 향후 다양한 금속산화물과 기능기 조합에 기반한 표면공학적 응용 확장을 기대한다.

P입자금-15

브라운 단층촬영을 통한 원자 단위 백금 나노결정 성장 과정 관찰

이윤서*
서울대
(spiritruby@snu.ac.kr*)

In the synthesis of colloidal nanoparticles, initial nucleation stage is a critical process that ultimately determines the structure and properties of the nanoparticles. However, observation of the growth process using only two-dimensional images limits quantitative understanding, as subtle atomic-scale changes are difficult to detect. In this study, we reconstructed time-resolved 3D atomic models of platinum nanoparticles during growth and analyzed their structural evolution. High-resolution time-series TEM images of individual nanoparticles undergoing Brownian motion and rotation in a graphene liquid cell were acquired using a direct electron detector, and sequential one-particle reconstruction yielded four-dimensional reconstructions. This work enables structural comparisons on each time-point to elucidate growth mechanisms and crystallinity evolution.

P입자금-16

촉매 및 항균 응용을 위한 대두 레시틴 기반 생체모사 금-구리 이중금속 나노입자

김주연, 이희영*
국립금오공과대
(lhysshr@kumoh.ac.kr*)

In this study, we developed and characterized soy lecithin (SL)-based gold-copper bimetallic nanoparticles (GCS NPs) with dual functionalities of catalysis and antibacterial activity. The zwitterionic nature of SL plays a crucial role in supporting both the oxidative catalytic performance and the antimicrobial efficacy of GCS NPs. Catalytically, the GCS NPs exhibit reactive behavior to various external stimuli, including pH, concentration, degradation time, and co-reactants (persulphates). The dynamic surface characteristics enable reversible assembly and fine-tuned modulation of catalytic activity, ultimately leading to the complete degradation of targeted organic contaminants, rhodamine B. Moreover, the GCS NPs demonstrate excellent antibacterial activity against E. coli and S. aureus even at low concentrations. These findings present a novel strategy for the design of multifunctional nanomaterials by integrating biomimetic surface chemistry with metal-bioligand hybrid structures, offering effective control over complex molecular and biological interactions.

P입자금-17

세라마이드가 함유된 투명하고 안정적인 레시틴 오가노젤의 합성 : 스쿠알란과 마그네슘 염을 이용한 새로운 접근법

노혜영, 이희영*
국립금오공과대
(lhysshr@kumoh.ac.kr*)

This study explores the incorporation of ceramide—a poorly water-soluble amphiphile—into a squalane-based lecithin organogel. Lecithin alone exhibits poor solubility in highly lipophilic solvents such as squalane. However, the addition of MgCl2·6H2O facilitates self-assembly by reducing electrostatic repulsion, enabling the formation of reverse spherical micelles and promoting a transition to cylindrical micelles, ultimately leading to gelation. Upon the addition of ceramide to the squalane-lecithin mixture, changes in lecithin packing behavior and enhanced micellar stability were observed; ceramide acted as a co-surfactant in this system. Subsequent addition of Mg2+ further promoted cylindrical micelle formation, allowing for the transparent and stable incorporation of ceramide into the gel network. Structural and physicochemical changes were characterized using FT-IR and rheological analysis. The results highlight the potential of salt-induced lecithin organogels as delivery platforms for active ingredients in cosmetics and pharmaceuticals.

P입자금-18

Ultrathin Overcoating Layer를 적용한 Zinc acrylate/Tin ethylhexanoate 기반 산화물 TFT의 구동 성능 향상에 관한 연구

신미소, 조성우, 정용진B*
국립한국교통대
(yjjeong@ut.ac.kr*)

ZnO 및 SnO_2 기반 박막트랜지스터(TFT)는 산화물의 특성에 따라 소자 성능에서의 장단점을 가진다. ZnO 박막은 안정적인 구동이 가능하다는 장점이 있으나, 상대적으로 낮은 On-current와 높은 Subthreshold Swing 값을 가진다. 반면, SnO_2 TFT는 높은 On-current를 제공하지만 산소 공공 제어가 어려워 소자의 안정성이 낮고 높은 Off-current로 인해 전력 소모가 커지는 문제가 있다. 본 연구에서는 이러한 단점을 상호 보완하고 장점을 결합하기 위해 ZnO/SnO_2 이중층 구조를 적용한 TFT를 제작하여 전기적 특성 변화를 비교하였다. 특히, 얇은 보완층을 도입하였을 때도 계면 전하 이동 특성이 향상되어 단층 구조에서 나타나는 한계를 효과적으로 완화할 수 있음을 확인하였다. 최적 조건의 Bi-Layer TFT는 기존 단층 구조 대비 향상된 스위칭 특성, 낮은 임계 전압 변화, 우수한 안정성을 나타냈다.

P입자금-19

수열합성을 통한 입자 크기 제어 및 나노·마이크로 구조 혼합을 통한 Cu2Se의 열전 성능 최적화

조성우, 정용진B*
국립한국교통대
(yjjeong@ut.ac.kr*)

Copper selenide는 고유한 구조적 특성과 조절 가능한 전자 밴드 구조 덕분에 유망한 열전소재로 부상하고 있다. 그러나 비교적 높은 열전도도가 그 실용화를 저해하고 있다. 본 연구에서는 나노 및 마이크로 크기의 Cu2Se를 포함하는 하이브리드 복합재료를 제조하여 열전도도와 열전 에너지 변환 특성을 조절하는 방법을 보고한다. 계면활성제인 CTAB을 사용한 수열합성법을 통해 균일한 크기 분포를 가진 나노 크기의 Cu2Se 입자를 성공적으로 합성하였다. 이러한 나노 입자를 마이크로 크기의 Cu2Se와 혼합함으로써 열전도도를 크게 감소시켰으며, 그 결과 열전 성능을 조절할 수 있었다. 본 연구 결과는 중온 범위에서 폐열 회수 및 에너지 변환 응용을 위한 고성능 열전소재 설계에 유망한 전략을 제공한다.

P입자금-20

양자점 기반 면역흡착 플랫폼을 이용한 면역글로불린 동형 다중 검출

황수경, 나현빈*, 최유성, 차혜성, 박채이, 류세희
명지대
(hyonbin@mju.ac.kr*)

면역글로불린(Immunoglobulin, Ig)은 항원과 특이적으로 결합하는 항체로, 다양한 질병의 바이오마커로 활용된다. Ig는 다섯 가지 주요 isotype으로 구분되며, 질병에 따라 체액 내 Ig isotype의 조성이 달라지므로 Ig의 isotype을 구분하여 분석하는 것은 질병 진단의 정확도에 주요한 영향을 미친다. 현재 효소나 형광염료를 이용한 면역흡착 분석법이 단백질의 다중 정량 분석에 널리 사용되고 있지만, 바이오마커 간의 교차 반응성과 비특이적 반응, 표지 물질의 불안정성으로 인해 신호 강도가 낮아지는 한계가 존재한다.따라서 본 연구에서는 생물학적 반응이 가능한 높은 안정성의 올리고머 기반 리간드로 양자점을 개질하여 다중 정량 분석이 가능한 FLISA 플랫폼을 개발하였다. 또한, 낮은 교차 반응성을 가지는 검출 항체를 적용하여 신호 강도를 향상시키는 데 초점을 맞추었다.

P입자금-21

니켈폼 기반 직접 성장한 니켈 셀레나이드 전극의 이중 기능 활성 및 염수 수전해 응용

이동현, 정용진B*
국립한국교통대
(yjjeong@ut.ac.kr*)

물 분해를 통한 수소 생산을 지속 가능하게 만들기 위해서는 고활성, 저비용의 전기촉매 개발이 필수적이다. 특히 담수 자원의 한계를 극복하기 위해 염수 환경에서 안정적이고 효율적인 수전해 촉매 개발이 더욱 중요해지고 있다. Pt, RuO2, IrO2 등 귀금속 촉매는 높은 비용과 자원 제한으로 상용화에 한계가 있어 전이금속 기반 촉매가 대안으로 주목받고 있다. 본 연구에서는 Ni foam 위에 Nickel Selenide를 직접 성장시켜 촉매와 기판 간 접촉 저항을 최소화하고 전기전도도를 향상시켰다. 수열합성법을 이용해 바인더 없이도 안정적인 구조를 유지하는 Self-Supported NiSe/NF 전극을 제작하였으며, HER과 OER 모두에서 활성을 가지는 Bifunctional 촉매로서 알칼리 및 염수 환경에서 우수한 수전해 성능을 보였다.

P입자금-22

YOLO 모델을 활용한 SEM 이미지 표면 입자 계수 정확도 향상에 관한 연구

하주환, 김태성*
성균관대
(tkim@skku.edu*)

Accurate detection and counting of particles in Scanning Electron Microscope (SEM) images is essential for material quality assurance in advanced manufacturing and materials science. Traditional particle analysis methods such as ImageJ rely on manual thresholding and segmentation, making them time-consuming and prone to user-dependent variability. These approaches struggle particularly with clustered particles, where overlapping boundaries lead to undercounting or over-segmentation. To address these limitations, we propose a machine learning-based approach utilizing the YOLO (You Only Look Once) object detection algorithm. A dedicated training dataset was constructed through manual labeling of individual particles in SEM images. To compensate for the limited number of labeled samples, data augmentation techniques—such as brightness adjustment, contrast enhancement, noise addition, and geometric transformations—were applied to improve model generalization and robustness. The labeling process took particular care in addressing particle clusters by including collective boundary annotations, allowing the model to learn how to resolve overlapped or agglomerated particles effectively. The trained detection model was deployed within a user-friendly graphical interface, offering automated particle detection, image navigation, and result visualization. This system supports batch

P입자금-23

W CMP 성능 향상을 위한 혼합 연마 슬러리의 예측 모델링: 입자 수 농도 접근법

백금지, 김태성[1]*
성균관대; [1]성균관대
(tkim@skku.edu*)

반도체 소자의 미세화 및 공정 레이어 증가에 따라 화학기계적 연마(CMP) 공정의 연마량 증가와 고도화된 평탄화 기술이 요구되고 있다. 최근 이러한 요구를 충족시키기 위해 다중 입자 크기 슬러리(MAS)의 활용이 주목받고 있다. 본 연구에서는 기존 질량 농도 기반 MAS 모델의 한계를 극복하기 위해 개수 농도와 실제 입자 크기 분포를 종합적으로 반영한 새로운 CMP 공정 예측 모델을 제안한다. MAS 내 입자 특성을 입자 크기 분포 함수로 모델링하고, 이를 바탕으로 총 접촉 면적과 패킹 밀도(packing density)의 이론적 계산 체계를 수립하였다. 텅스텐CMP 평가를 통해 모델의 실효성을 입증하였는데, 동일 총 입자 수 조건에서 MAS를 적용한 경우 단일 입자 슬러리 대비 최대 6.45배 향상된 제거율 및 54.14 % 개선된 웨이퍼 내 불균일성(WIWNU)을 확보하였다. 특히 제거율과 총 접촉 면적 간 높은 선형 상관성(R2=0.90)이 확인되어, 제안한 모델이 CMP 성능 예측에 대한 정량적 지표로써의 유용성을 입증하였다.

P입자금-24

프린트 토너 기반 플래시 유도 그래핀 (FIG) 패터닝 및 마이크로슈퍼캐패시터 전극 응용

안재빈, 임창용*
경북대
(cy.yim1@gmail.com*)

We propose a mask-free, ultrafast, energy-efficient method to synthesize graphene on a polyimide (PI) substrate directly. A pattern is first printed with commercial laser-printer toner, then briefly heated at low energy using intense pulsed light (IPL). The toner acts as a photothermal transducer, concentrating light into heat to locally pyrolyze and carbonize the underlying PI, converting only the printed regions into graphene. This forms micro-supercapacitor (MSC) electrodes with high pattern fidelity without masks or photolithography. Compared with serial-scan laser-induced graphene (LIG), the IPL-toner approach shortens processing time, improves energy efficiency, allows easy design edits via standard printing software, and scales readily to large areas.

P입자금-25

고진공 방사광 환경에서 구동 가능한 금속 실링 진공 게이트 밸브 소재 및 부품 개발

정용욱, 김은도[1], 정용진B*
국립한국교통대; [1](주)아스트로텍
(yjjeong@ut.ac.kr*)

방사광 가속기를 활용한 소재 분석을 위해 방사광 빔라인 장치는 초고진공 상태를 유지해야 하며, 가속기 운전 시 발생하는 고에너지 방사선에 안정해야 한다. 진공을 차단하고 보호하는 게이트 밸브는 일반적으로 초고진공도에서는 몸체의 실링은 메탈 가스켓을 사용하나 진공을 분리하는 실링 판은 O-ring(viton 등)을 사용한다. 그러나 O-ring(viton 등) 재질은 고에너지의 방사선에 장시간 노출되면 경화되어 진공 분리 기능이 저하된다. 따라서 방사선 환경에서도 진공을 안정적으로 유지하기 위해 금속으로 실링된 진공 게이트 밸브의 개발이 필요하다. 본 연구는 이러한 필요성에 따라 금속 실링 진공 게이트 밸브 제작을 위한 소재 및 부품 개발에 관한 내용을 소개한다.

P입자금-26

PDA@PDMS 코어-쉘 입자의 반가역적 열변색성 반응

허인웅, 윤보영, 신승수, 김종만[1], 박범준*
경희대; [1]한양대
(bjpark@khu.ac.kr*)

This study presents a single-particle thermochromic sensor based on PDA@PDMS core-shell structures fabricated via a co-flow microfluidic process. The sensor exhibits semi-reversible color change behavior under repeated heating and cooling cycles. Upon thermal stimulation, unpolymerized 10,12-pentacosadiynoic acid (PCDA) monomers within the PDA core migrate to the core surface or into the PDMS shell, producing distinct color transitions in both regions. The thermochromic response is influenced by factors such as PDMS thermal expansion, PCDA diffusion and reorganization, polymer matrix flexibility, and heating rate. Compared with bare PDA particles and PDA/PDMS composites, the PDA@PDMS core-shell design provides enhanced stability and reproducibility of color change over multiple thermal cycles. This thermochromic core-shell platform offers strong potential as a real-time, reusable, and high-precision temperature sensing system for applications in smart materials, thermal indicators, and environmental monitoring.

P입자금-27

촉매 전구체 마이크로캡슐 기반 제어된 CNT 성장 기술을 활용한 나노하이브리드 필터 개발

김선민*, 송혁재, 이재혁
한국전자기술연구원
(ksunmin@keti.re.kr*)

With growing interest in air quality, the market for HEPA and ULPA filters continues to grow. Although those high-performance filters offer excellent particle removal performance, they have some drawbacks such as high pressure drop, single-use limitations, and waste proliferation. To address these issues, CNTs have been introduced for glass fiber-based filter media, but precise process control and scalable fabrication remain challenging. This study presents a liposome-based approach for site-selective catalyst delivery. Liposomes encapsulating aqueous Fe/Co salts were synthesized via reverse-phase evaporation using chloroform and diethyl ether, and applied to glass substrate. By adjusting liposome concentration, the average spacing and density of CNT growth sites were controlled. SEM and Prussian blue staining were used to analyze the correlation between catalyst location and CNT growth.

P입자금-28

Electrospinning-Based Fabrication of WO_3 -Pd Nanofibers for Scalable Hydrogen Gasochromic sensor

강민수, 민대홍, 안소희, 양우석*
한국전자기술연구원
(wsyang@keti.re.kr*)

Hydrogen gas is an eco-friendly fuel that can replace fossil fuels, making it a critical resource for sustainable development and environmental preservation. To utilize hydrogen as a fuel, it must be stored and transported, which poses the risk of leaks, particularly because hydrogen is colorless, odorless, and explosive at concentrations above 4%. Reliable leak monitoring technology is therefore essential. Colorimetric strategies capable of detecting hydrogen gas without additional electrical connections or power supply have attracted considerable attention; however, existing approaches rely on fabrication processes with limitations in particle yield and scalability, restricting their practical applicability. In this study, we employ an electrospinning technique to develop a hydrogen sensor that is highly sensitive, durable, and amenable to large-area fabrication. Specifically, we prepared high-surface-area tungsten trioxide (WO_3) nanofibers via electrospinning and heat treatment, and functionalized them with palladium (Pd) nanoparticles as catalysts to enhance sensitivity to hydrogen. The resulting WO_3 -Pd nanofiber sensor exhibited a pronounced colorimetric response to hydrogen and demonstrated high sensitivity. This work was supported by the Korea Government Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) (P2410013137)

P입자금-29

The effect for ball characteristics on grinding kir

최희규*, 오란치멕 쿨란, 이도경
창원대
(hkchoi99@changwon.ac.kr*)

This study aims to determine the grinding kinetics of two functions for calcite and iron powders using a planetary ball mill under the same experimental conditions, and to analyze the influence of ball characteristics through DEM simulation. The particle size distributions of the calcite and iron powders were measured using a particle size analyzer (PSA), and the grinding kinetics of the two functions were calculated based on these distributions using the Tanaka equation. Under identical experimental conditions, when grinding calcite and iron powders with the same initial particle size, the final powder size varied depending on the ball characteristics, rotation speed, and raw material properties.

P입자금-30

질산염의 암페어로메트릭 검출을 위한 계면활성제 매개 Cu-Ag 나노구조물의 연필 흑연 전극 전착

Bommireddy Naveen, 이상화*
가천대
(lswha@gachon.ac.kr*)

We report a cost-effective, highly sensitive amperometric sensor for nitrate detection using Cu-Ag bimetallic nanostructures prepared via surfactant-assisted electrodeposition. Copper was electrodeposited with SDS, CTAB, or TX-100 as soft templates, yielding dendrites, rods, or grains, respectively, then modified with silver via galvanic replacement. SDS-derived dendritic Cu showed the best performance after Ag integration, highlighting morphology's role in catalysis. The sensor achieved a 0.13μM detection limit and 3.39μA/μM/cm² sensitivity. Practical applicability was demonstrated using beetroot juice as a real sample, where the nitrate concentration determined (1.28 mM) was in close agreement with the standard chromatography results. The rapid fabrication and detection make it promising for industrial and environmental monitoring.

P입자금-31

CrystalloDisc: 지능형 단백질 결정 선별을 위한 자가 구동·고처리량 엔진

목탄, Hiep Van Nguyen, 판민부, 서태석*
경희대
(seots@khu.ac.kr*)

This work presents Multi-ProD, a centrifugal lab-on-a-disc platform for high-throughput protein crystallization screening using multi-gradient control. The device contains 36 microreactors allowing independent variation of protein concentration, precipitant type, and precipitant concentration. A custom 3D-printed cartridge with four spiral, siphon-based channels enables rapid, automated metering of microliter-scale volumes and precise delivery into microreactors within five minutes under programmed rotational profiles. Screening with NaCl, KBr, $Mg(CH_3COO)_2{\cdot}4H_2O$, $MnCl_2$, and $CaCl_2$ demonstrated the system's capacity for systematic comparison of crystallization conditions. Among these, $CaCl_2$ yielded the largest crystals with shorter induction times, highlighting Multi-ProD's effectiveness in accelerating condition optimization for protein crystallography.

P입자금-32

High-performing gadolinium-doped ceria interlayer for thin film solid oxide fuel cell via sputtering process parameter control

장성도, 박소현, 손보민, 정현교, 장희연, 서승환, 이선이, 서관용*
UNIST
(kseo@unist.ac.kr*)

This study examines how sputtering deposition parameters — target-substrate distance (TSD) and chamber pressure — affect the microstructure, crystallinity, and performance of gadolinia-doped ceria (GDC) interlayers in thin-film solid oxide fuel cells (SOFCs). GDC interlayers are deposited under varying TSDs (13.3 – 18.5cm) and chamber pressures (10 – 50mTorr). Microscopy images reveal that grain size decreases with increasing TSD up to 16.7cm but increases at 18.5cm due to gas-phase nucleation. Increasing chamber pressure from 10mTorr to 30mTorr reduces grain size; however, a further increase to 50mTorr leads to larger grains due to gas-phase nucleation. An X-ray diffraction (XRD) analysis is carried out to reveal a crystal structure. Electrochemical testing indicates that the cell with an optimized GDC interlayer achieves the highest peak power density of 1.76W/cm² at 500℃ — a 200% improvement over the baseline. These results demonstrate that optimizing sputtering parameters can significantly enhance SOFC performance at lower operating temperatures.

P입자금-33

Enhancing Perovskite Solar Cell Performance via MeO-4PACz SAM Interface Engineering

박서현, 송슬기*
충남대
(sksong@cnu.ac.kr*)

Perovskite solar cells combine tunable optoelectronic properties with compatibility for low-temperature fabrication, making them promising for scalable photovoltaic technologies. However, device performance is often hindered by imperfect energy level alignment and interfacial defects, which promote non-radiative recombination. In inverted architectures, self-assembled monolayers such as MeO-4PACz serve as ultrathin, highly ordered interfacial layers that can modulate surface potential, adjust the work function through molecular dipoles, and passivate defect states. Here, we optimize SAM concentration to control layer thickness, achieving significant enhancements in open-circuit voltage, fill factor, and operational stability. These results highlight SAM-based interface engineering as a scalable and effective strategy for realizing high-performance, durable inverted PSCs.

P입자금-34

FBRM을 이용한 유화 과정 중 액적 진화의 In Situ 특성 분석

오인환, 박범준*
경희대
(bjpark@khu.ac.kr*)

This study investigates droplet evolution during emulsification using Focused Beam Reflectance Measurement (FBRM), which enables real-time, in situ monitoring of droplet size and distribution without sampling. Surfactant-stabilized and Pickering emulsions will be prepared using surfactants and solid particles, respectively. Emulsification will occur in a stirred vessel containing oil and water phases, forming either oil-in-water (O/W) or water-in-oil (W/O) systems depending on composition. Cellulose particles modified with organosilanes will be used to examine how surface properties affect droplet behavior. FBRM data reveal distinct droplet evolution patterns depending on the type of emulsion and stabilizer characteristics. This work aims to deepen the understanding of particle-stabilized emulsions and support the development of tailored emulsification strategies.

P입자금-35

인듐 화합물로 표면 개질된 ITO를 이용한 페로브스카이트 태양전지 성능 향상

이영혜, 송슬기*
충남대
(sksong@cnu.ac.kr*)

Surface treatment of indium tin oxide (ITO) with indium compounds was employed to optimize the energy alignment at the hole transport layer (HTL)/ITO interface in p-i-n structured perovskite solar cells. The intrinsic work function (WF) disparity between HTL and ITO can impede efficient hole extraction; chemical modification with indium compounds increased the surface density of In-O and In-OH species, thereby elevating the WF. Systematic concentration optimization of the indium treatment promoted the formation of abundant In-O species on the ITO surface, which enhanced hole transport capability, increased open-circuit voltage, and ultimately improved device performance.

P입자금-36

Thermoresponsive TaOx-Hydrogel Platforms for In Situ Protection of Genitourinary Tissues in Prostate Radiotherapy

박소예, 권우성*
숙명여자대
(wkwon@sookmyung.ac.kr*)

Tantalum oxide (TaOx) nanoparticles (NPs) are high-Z materials with strong radiation attenuation and good biocompatibility. In prostate cancer radiotherapy, the bladder and urethra are highly susceptible to unintended irradiation due to their proximity, causing hematuria, inflammation, and pain. We synthesized uniform TaOx NPs via a sol-gel method and embedded them in a hyaluronic acid-based thermoresponsive hydrogel. The composite forms a stable gel under physiological conditions with evenly dispersed NPs. Upon injection, it adheres to the bladder wall and undergoes temperature-triggered in situ gelation, creating a localized barrier that selectively absorbs stray radiation. Unlike current rectal-protective approaches, this method directly shields genitourinary tissues. Ongoing in vitro and in vivo studies are assessing its radioprotective performance and biocompatibility. TaOx-hydrogel composites show strong potential to reduce side effects in prostate and gynecological cancer radiotherapy.

P입자금-37

Surface-Originated Emission in Carbon Dots via Solid-State Carbonization of Diaminonaphthalene: From Mechanistic Insights to Metal Ion Sensing

박현진, 권우성*
숙명여자대
(wkwon@sookmyung.ac.kr*)

Carbon dots (CDs) offer tunable optical properties, low toxicity, and biocompatibility, but their structural heterogeneity often limits precise control over emission. Here, we present the solid-state carbonization of 2,6-diaminonaphthalene (2,6-DAN) without additives, yielding CDs with well-developed polycyclic aromatic frameworks and uniform surface-originated emissive states, referred to as DAN-CDs. These CDs bear abundant –COOH, –OH, and residual $–NH_2$ groups, as verified by FTIR, NMR, and XPS analyses. They exhibit stable green emission centered at 492 nm with a full width at half maximum of 60 nm. pH-dependent studies with nitric acid and sodium hydroxide demonstrated that emission intensity is strongly modulated by protonation and deprotonation, underscoring the central role of surface states in governing fluorescence. These insights highlight a strategy to tailor CD optical properties through surface chemistry. Furthermore, the pronounced optical response of DAN-CDs to environmental changes enables sensitive detection of metal ions (Fe^{3+}, Cu^{2+}, Pb^{2+}, Sn^{2+}, Zn^{2+}), demonstrating their promise as sustainable fluorescent sensing platforms.

P입자금-38

자율 기계 의사결정 향상을 위한 뇌-AI 폐루프 시스템 기반 웨어러블 EEG 전자소자

전건욱, 김태일*, 신주환
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Human nonverbal communication tools are very ambiguous and difficult to transfer to machines or artificial intelligence (AI). If the AI understands the mental state behind a user's decision, it can learn more appropriate decisions even in unclear situations. We introduce the Brain-AI Closed-Loop System (BACLoS), a wireless interaction platform that enables human brain wave analysis and transfers results to AI to verify and enhance AI decision-making. We developed a wireless earbud-like electroencephalography (EEG) measurement device, combined with tattoo-like electrodes and connectors, which enables continuous recording of high-quality EEG signals, especially the error-related potential (ErrP). The sensor measures the ErrP signals, which reflects the human cognitive consequences of an unpredicted machine response. The AI corrects or reinforces decisions depending on the presence or absence of the ErrP signals, which is determined by deep learning classification of the received EEG data. We demonstrate the BACLoS for AI-based machines, including autonomous driving vehicles, maze solvers, and assistant interfaces.

P입자금-39

Mechanically Stable, and Reversible Integration of Microchips on Textile: Liquid Metal–based Anisotropic Conductive Adhesive

김경민, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Integrating surface-mounted devices (SMDs) onto textiles remains a key challenge in wearable electronics due to textile surface irregularities and heat sensitivity. Conventional methods like soldering or anisotropic conductive films (ACFs) often fail in such environments. We introduce a low-stress anisotropic conductive adhesive (LS-ACA) composed of eutectic gallium–indium (EGaIn) liquid metal particles (LMPs) embedded in a pressure-sensitive SIS matrix. LS-ACA offers excellent electrical conductivity, mechanical flexibility, and durability under bending, stretching, and crumpling. Finite element analysis shows it reduces interfacial stress concentrations compared to soldering, maintaining uniform stress even under 10% strain. It achieves ultra-low contact resistance (1.5 mΩ at >64wt% LMPs) and enables low-temperature bonding on diverse substrates. Moreover, LS-ACA supports over 10 reuse cycles without surface damage or performance loss. This scalable, reusable material offers a promising path for integrating electronics into fabrics, advancing sustainable and flexible wearable technologies.

P입자금-40

Solvent-Enhanced Liquid Metal Patterning and Selective Dewetting for 3D Multilayer Interconnects in Flexible Electronics

김지원, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

The rise of flexible electronics demands multilayered stretchable PCBs. This study presents a solvent-assisted liquid metal (LM) filling method for submicrometer channels (~400 nm) and vias to form 3D stretchable electrodes. Theoretical analysis shows osmotic pressure from Case II diffusion drives LM flow into channels. Design guidelines ensure LM interconnect stability without dewetting. A stretchable NFC device with 230 μm micro-LEDs on an LM PCB, without soldering, maintains performance under 50% strain via stable LM vias. A modular electronics framework using LM's cohesive nature allows module replacement.

O재료수-1

Cation Effect of Fe(BIS-TRIS) Complex as Active Material of Aqueous Flow Batteries

어진, 박성민, 권용재*
서울과학기술대
(kwony@seoultech.ac.kr*)

All-vanadium flow batteries offer high electrochemical reversibility and efficiency but are limited by the high cost of vanadium. As an alternative, a synthetic complex of iron and 2,2-bis(hydroxymethyl)-2,2′,2″-nitrilotriethanol (Fe(BIS-TRIS)) has been proposed as a stable and cost-effective anolyte. Since Fe(BIS-TRIS) can be synthesized with various counter cations, we investigated the optimal pairing among K^+, Na^+, and Li^+ by evaluating electrochemical properties. The Fe(BIS-TRIS) + K^+ electrolyte exhibited superior mass transfer and lower resistance, whereas single-cell operation was dominated by membrane resistance, yielding a performance order of $Na^+ > K^+ > Li^+$. Consequently, while K^+ offered the best electrochemical properties, the Fe(BIS-TRIS) + Na^+ achieved the highest performance in single-cell and was identified as the optimal choice.

O재료수-2

Multi-layered Artificial SEI Engineering for High-Rate Lithium Metal Anodes

김혜인, 장해성*
중앙대
(hjang4765@gmail.com*)

The formation of a stable solid electrolyte interphase (SEI) is essential for suppressing lithium dendrite growth and ensuring cycle stability in high-energy-density lithium metal batteries. In this study, we fabricated a Li@SnF_2 @SnO_2 @carbon fiber (CF) composite electrode by sequentially coating CF with SnO_2 and SnF_2, followed by lithium infusion, thereby designing a multilayer artificial SEI. During lithium infusion, Sn forms a Li-Sn alloy, creating a lithiophilic three-dimensional host structure that suppresses local current density. Meanwhile, a high-interface-energy LiF layer formed on the surface inhibits lithium dendrite growth, and the generation of Li_2 O enhances the Li^+ diffusion coefficient. Symmetric cell testing demonstrated that the LiF–Li_2 O-rich artificial SEI enabled a low overpotential of approximately 0.05 V and a long lifespan exceeding 1000 hours even at a high current density of 50 mA cm^{-2}. These results highlight the proposed composite electrode as an effective strategy for improving the stability of lithium metal batteries under high-current-density conditions.사사This research was supported by Tech. Challenge for Future Program Policing Program through the Korea Institutes of Police Technology(KIPoT) funded by the Korean National Police Agency*. (RS-2024-00468545)This work was financially supported by the Materials/Parts Technology Development Program (RS-2024-00456324) funded by the Ministry of

O재료수-3

촉매 종류에 따른 메탄 열분해 탄소의 결정성 평가 및 소듐이온전지 적용 가능성 연구

박영준, 위태규, 강우석, 이승연[1], 손일[1], 조창신, 강윤배*
포항공과대; [1]연세대
(ybkang@postech.ac.kr*)

온실가스 저감과 수소 생산은 지속가능한 사회 구현을 위해 필수적이다. 수소는 생산 방법에 따라 색상별로 분류가능하며, 특히 청록수소는 낮은 에너지 요구량과 이론상 CO_2 배출 0 달성이 가능하다는 점에서 매력적인 대안으로 주목받고 있다. 지금까지 수소생산을 위한 촉매개발에 집중해 왔으나, 부생 탄소의 활용은 비교적 미흡하게 다뤄져 왔다. 본 연구에서는 이를 보완하고자 액체 금속 촉매를 이용한 메탄 열분해로 생성되는 탄소를 평가하였다. 기포 반응기를 이용하여 다양한 액체 금속 촉매 및 온도 조건에서 실험 수행하였으며, 부생 탄소의 구조적 특성은 SEM, XRD, Raman분광법을 통해 분석되었다. 또한, 부생 탄소를 소듐이온전지 음극재로 적용하기 위한 전기화학적 특성 평가도 수행하였다. 부생 탄소는 다양한 응용 가능성을 지니며, 이를 통해 청록 수소 생산의 자원 효율성을 극대화하고 지속가능한 수소 경제 실현에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

O재료수-4

Spatially Engineered Heterogeneous Electrodes for Improving Reaction Homogeneity in Lithium-Sulfur Batteries

정민호, 문준혁*
고려대
(junhyukmoon@korea.ac.kr*)

High-energy density lithium-sulfur (Li-S) batteries require thick electrodes with high sulfur loadings, but such configurations inherently limit lithium-ion transport and generate steep concentration gradients. We first applied a spatially engineered heterogeneous architecture to the sulfur cathode, where a functional-material-coated carbon layer suppressed lithium polysulfide migration and mitigated shuttle-related losses. We then extended this concept to the lithium-metal anode, incorporating a functional layer that promoted uniform Li plating and stripping. By integrating this architecture into both electrodes, we propose a bifunctional design that balances reaction kinetics across the cell, delivering enhanced cycling stability and sulfur utilization under practically relevant conditions.

O재료수-5

Metal-Organic Framework-Modified Porous Structured Polymer-Based Separator for Advanced Li-S Batteries

안종복, 김수찬, 유필진*
성균관대
(pjyoo@skku.edu*)

In lithium-sulfur batteries, separators ensure efficient ion transport and suppress lithium polysulfide (LiPS) shuttling, a key cause of capacity loss and poor cycling stability. Here, a cobalt-imidazole complex-modified poly(ether ether ketone) inverse opal (ZIF-IO) separator is fabricated via template-sacrificial and in-situ growth methods to effectively inhibit LiPS migration. Abundant electroactive sites, including negatively charged imidazole groups, enhance Li^+ mobility, while Co^{2+} attract S_x^{2-}, promoting LiPS adsorption and decomposition. Synergistic Lewis acid-base interactions and physical confinement suppress LiPS diffusion and Li dendrite growth. For ZIF-IO, anti-self-discharge capability, enhanced cycling stability, and electrochemical robustness highlight strong potential for safer, high-performance LiSBs.

O재료수-6

아연-아이오딘 배터리를 위한 고율 특성과 고안정성을 갖는 메조다공성 티타늄 질화물/탄소 복합 양극재

임정현, 김성섭*
전북대
(seongseopkim@jbnu.ac.kr*)

To address the shuttle effect and limited conductivity in zinc-iodine ($Zn-I_2$) batteries, we report the design of an ordered mesoporous TiN/carbon (M-TiN/C) composite via an evaporation-induced self-assembly (EISA) approach. The synthesis involved pre-carbonization of Ti precursors to form TiO_2 frameworks followed by nitridation under NH_3 atmosphere, yielding structurally preserved mesoporous TiN/C. The ordered mesoporous architecture was confirmed by SEM, TEM, and N_2 adsorption-desorption isotherms, showing enhanced specific surface area (536 $m^2\ g^{-1}$) and a well-defined pore structure that facilitates electrolyte accessibility and ion diffusion.The I_3^- adsorption test and XPS analysis revealed that M-TiN/C not only physically confines polyiodide species within mesopores but also forms strong covalent interactions (e.g., I-O bonding) due to surface-oxidized TiN. This dual interaction effectively suppresses the shuttle effect. Electrochemical measurements demonstrated the superior performance of M-TiN/C, delivering a high discharge capacity of 285 mA h g^{-1} and maintaining 78.4% capacity retention over 1000 cycles at 2 A g^{-1} with 99.79% coulombic efficiency.Compared with M-C and M-TiO_2/C, M-TiN/C exhibited lower polarization, higher rate capability (stable

O재료수-7

Electrochemical Exfoliation of Carbon Paper Electrodes for Aqueous All-Iron Batteries

오유민, 신민규, 권용재*
서울과학기술대
(kwony@seoultech.ac.kr*)

The exploration of cost-effective and high-performance electrodes is essential for advancing aqueous flow battery (AFB) technology, particularly for the AFBs employing iron-organic complexes as active material for electrolytes. However, conventional carbon electrodes often suffer from low intrinsic electrochemical activity and poor wettability in aqueous electrolytes, which limit reaction kinetics and overall battery performance. In this study, an electrochemically exfoliated carbon paper (Exf-CP) electrode with a porous carbon nanosheet structure fabricated via a simple high-voltage treatment in a phosphate buffer is proposed as new electrode for AFBs. The Exf-CP exhibits significantly enhanced electrochemical activity and wettability owing to the introduction of abundant carbon defects and oxygen-containing functional groups. This electrode modification strategy can offer a low-cost and energy-efficient alternative to conventional approaches such as carbon nanotube incorporation or prolonged thermal treatment. This strategy also provides a practical and scalable recipe to achieve a better AFB performance, while the natural properties of electrode material are well preserved and the recipe can be very simply performed.

O재료수-8

수계 징크이온전지용 MnO_2 양극재의 구조 안정성 향상을 위한 코발트 보라이드 코팅 기반 표면 공학

김성관, 장해성*
중앙대
(hjang4765@gmail.com*)

Manganese dioxide (MnO_2) cathodes are considered promising materials for aqueous zinc-ion batteries due to their low cost and high theoretical capacity. However, their intrinsic low electrical conductivity, dissolution of Mn during contact with the electrolyte, and the associated Jahn-Teller distortion remain critical challenges. In this study, we present a room-temperature synthesis route to form a cobalt boride (Co-B) coating layer on nano-sized MnO_2 particles, enabling simultaneous enhancement of electrical conductivity and effective suppression of Mn dissolution. These improvements in structural and chemical stability demonstrate the potential to contribute to enhanced long-term cycling stability and reaction reversibility.This research was supported by Tech. Challenge for Future Program Policing Program through the Korea Institutes of Police Technology(KIPoT) funded by the Korean National Police Agency*. (RS-2024-00468545), and the Korea Institute for Advancement of Technology(KIAT) grant funded by the Korea Government(MOTIE) (RS-2025-02263458, HRD Program for Industrial Innovation)

O재료수-9

속도론적 제어를 통해 매크로 기공 연결성 조절이 가능한 계층적 다공성 소재의 단일 용기 합성 및 차세대 수계 아연-황 전지 양극으로의 응용

이승진, 김성섭[1]*
전북대; [1]전북대
(seongseopkim@jbnu.ac.kr*)

Hierarchically porous materials with micro-, meso-, and macropores combine the benefits of each pore size for catalysis and energy storage. However, conventional synthesis often needs templates and multi-step processes. In this study we present a one-pot method that creates materials with tunable macropore morphology and connectivity by controlling the evaporation rate. This approach produces either interconnected or isolated macropores without extra steps. Using this, we synthesized hierarchical N-doped porous carbon with a 3D interconnected macropore network as a cathode host for aqueous Zn-S batteries. Compared to mesoporous and isolated hierarchical hosts, the interconnected structure improves electrolyte wettability, specific capacity, and reduces voltage hysteresis.This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea Government (MIST) (RS-2023-00214588) and was supported by G-LAMP program of NRF grant funded by the Ministry of Education (RS-2024-00443714).

O재료수-10

N-도핑 렌즈모양 메조포러스 카본 캐소드를 활용한 수계 Zn-S 배터리의 성능 향상

정재훈, 김성섭*
전북대
(seongseopkim@jbnu.ac.kr*)

Aqueous zinc-sulfur (Zn-S) batteries offer high capacity, low cost, and excellent safety but face challenges from sluggish reaction kinetics and polysulfide dissolution. Here, we report lens-shaped nitrogen-doped mesoporous carbon (Lens-NMC) synthesized via evaporation-induced self-assembly (EISA) using a block copolymer template and carbon precursors. The well-developed mesopore structure provides high surface area and easy electrolyte accessibility, enabling rapid ion/electron transport and effective confinement of soluble polysulfides. When employed as a sulfur host, Lens-NMC exhibits superior performance compared with commercial and conventional mesoporous carbon hosts. Electrochemical analyses reveal enhanced charge-transfer kinetics and a suppressed shuttle effect. These results demonstrate that the particle size and mesopore structure of lens-shaped N-doped mesoporous carbon are critical for improving the capacity retention and cycling stability of aqueous Zn-S batteries.

O재료수-11

웨이퍼 스케일 대면적 전이금속 칼코겐화물의 특성 제어 합성을 통한 차세대 반도체 집적화

최현빈, 손시훈, 석현호[1], 김건욱, 김태성*
성균관대; [1]Massachusetts Institute of Technology
(tkim@skku.edu*)

In pursuit of next-generation integrated electronics, two-dimensional transition metal dichalcogenides (2D TMDs) have emerged as highly promising materials for device miniaturization and enhanced performance. Here, we report a unified chemical vapor deposition (CVD) strategy enabling the simultaneous synthesis of 2D TMD films with distinct functional properties, dictated by deliberate choice of seed materials. Specifically, transition metal oxide (MoO_x) and transition metal sulfide (MoS_x) layers are co-deposited onto sapphire substrates, driving the formation of MoS_2 films with tailored crystalline morphologies. These films are integrated as channel materials into field-effect transistor (FET) and memristor devices through a single transfer process, facilitating a 1T-1R architecture and enabling seamless electrical testing on a common platform.The approach exploits seed-dependent grain size modulation to spatially and functionally optimize device components. Detailed analysis reveals the crystallization dynamics underlying high-quality MoS_2 growth from MoO_x seeds. This work outlines an efficient, scalable methodology for monolithically co-fabricating logic and memory devices within a singular 2D material system, setting the stage for advanced integration beyond conventional silicon technologies.

O재료수-12

Ln^{3+}-doped Core-multi shell Nanocrystals for Anticounterfeiting and Sensing Applications

ADUSUMALLI VENKATA NANDA KISHOR BABU, Danial Aiman Bin Kamaruzaman, 유현중, 박용일*
전남대
(ypark@jnu.ac.kr*)

Core-shell and core-multishell nanocrystals (NCs) have emerged as advanced nanomaterials with exceptional optical properties and versatile applications in biology, materials chemistry, catalysis, display technologies, anticounterfeiting, and sensing. The evolution from simple core-shell to complex core-multishell architectures has introduced unique functionalities in lanthanide-based luminescent NCs, enabling multitiered security and high-performance sensing. In this study, we demonstrate a proof-of-concept lanthanide ion (Ln^{3+})-doped core-heptad-shell (CHS) NCs designed for triple-mode anticounterfeiting protection. The NCs were engineered with Yb/Tm in the core and Yb/Er in the fourth shell, producing distinct emissions under 980 nm and 800 nm excitations, respectively. Additional Ce/Tb or Ce/Eu doping between upconversion (UC) layers and in the $NaGdF_4$ second shell introduced complementary downshifting emissions. Structural and morphological analyses confirmed high crystallinity and uniformity, while photoluminescence studies elucidated the energy transfer pathways between sensitizers and activators. For practical demonstration, luminescent inks were prepared by dispersing CHS NCs in a carboxymethyl cellulose (CMC) polymer. Screen-printed anticounterfeiting patterns and QR codes exhibited three distinct colors under different excitations,

O재료수-13

고성능 메탄올 가스 센서를 위한 다중 도핑 SnO_2 분말의 고분자 보조 합성 연구

김어진[1,2], 양승민[1], 박경배[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]고려대
(gpark@kitech.re.kr*)

SnO_2 is an n-type, wide bandgap metal oxide semiconductor material with excellent electrical conductivity and thermal stability. Its properties can be tuned through doping, making it widely applicable in electronic devices and sensing devices. In this study, SnO_2 nanopowders doped with various concentrations and compositions of transition metal ions were synthesized via a Polymer-Assisted Synthesis (PAS) process. Metal-ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) complexes were formed and electrostatically bound to polyethylenimine (PEI) to yield [M-EDTA]-PEI, enabling uniform molecular-level dispersion of dopants. Heat treatment produced multi-element-doped SnO_2 nanopowders with controlled compositions. Adjusting PEI and EDTA amounts allowed tuning of the specific surface area, with noticeable enhancement. The powders will be applied to methanol gas sensors for performance evaluation. This study offers a strategy for high-performance gas sensor development.

O재료목-1

Orientation-Dependent Polarizability and Angle-Specific Design for Enhanced Negative Dispersion in H-Shape Molecules

권대현, 조유미[1], 이지훈[2], 곽상규*
고려대; [1]울산과학기술원; [2]전북대
(skkwak@korea.ac.kr*)

Control of refractive index in the visible region is essential for the design of high-performance optical films for OLED and LCD devices. Among various optical properties, the degree of negative dispersion plays a critical role in enabling quarter-wave plates (QWPs) for OLEDs and half-wave plates (HWPs) for LCDs. These plates consist of polarization films composed of molecules whose orientations directly influence refractive indices and optical performance, making accurate determination of their orientation angles critical. However, determining these angles, particularly in biaxial systems where optical properties vary with orientation, remains experimentally challenging. In this study, we aimed to identify the orientation of the H-shaped molecule, a representative biaxial molecule, and to evaluate how variations in molecular orientation affect negative dispersion by introducing polar and azimuthal angle parameters. Time-dependent density functional theory (TD-DFT) calculations using Gaussian 16 were performed to obtain polarizability tensors, which were converted to refractive indices via the Lorentz-Lorenz relation. This approach enabled a completely theoretical analysis of negative dispersion in biaxial molecules. The results showed that within a specific angular range, Re(λ)/Re(550 nm) displayed a dispersion profile similar to that

O재료목-2

Advanced interfacial engineering of defect-enriched ReS_2 nanoparticle-layer shielded in-situ grown NiS_2 nanosheet nanostructures for efficient overall water splitting

구달 찬단 찬드루, Anki Reddy Mule[1], Jun Ho Seok, Ji Soo Byun[2], Pil J. Yoo[2], Jung Kyu Kim[2], Sang Uck Lee[2], Jae Su Yu[3], 정찬화[2*]
성균관대; [1]성균관대; [2]성균관대; [3]경희대
(chchung@skku.edu*)

Human activities aimed at developing a more sustainable future are considered less detrimental to the environment and climate on Earth. The utilization of fossil fuels is the primary cause of harmful gas emissions through combustion, which subsequently leads to global warming and air pollution. Among the various alternative energy sources, the production of hydrogen gas as a substitute for fossil fuels offers the potential for a secure and clean energy future. Water splitting produces hydrogen gas without leaving any harmful gases listed as greenhouse gases. The use of a highly efficient catalyst to break down water molecules into hydrogen and oxygen gas will lead to improvements in the future. The high overpotential and slow kinetics of the two-half reactions during water splitting, such as the hydrogen evolution reaction (HER) and oxygen evolution reaction (OER), have necessitated the development of new efficient and porous crystalline electrocatalysts. Owing to the high cost and scarcity of noble metal-based materials, such as Pt and IrO_2/RuO_2, it has become necessary to investigate alternative electrocatalysts

O재료목-3

Oxygen Vacancy-Engineered PEALD TiO_{2-x} Layers for Synergistic Enhancement of Activity and Durability in PEMWE Electrodes

김성준, 주경재[1], 박건우[2], 안지환[1], 권용재*
서울과학기술대; [1]포항공과대; [2]Purdue University
(kwony@seoultech.ac.kr*)

Exploring highly active and durable oxygen evolution reaction (OER) electrodes is essential for improving the efficiency and longevity of proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE). In this study, plasma-enhanced atomic layer-deposited (PEALD) TiO_{2-x} was employed to form a dense TiO_{2-x}-TiO_2 interface where strong metal-oxide interactions occur, effectively suppressing Ir dissolution and detachment. The oxygen vacancy concentration (x) in TiO_x is precisely controlled using Ar plasma treatment, inducing strong metal-support interactions (SMSI) that enhance both catalytic activity and durability. The optimized electrode, comprising IrO_x on Ti coated with 2 min Ar plasma-treated TiO_{2-x} ($x = 0.19$) per PEALD cycle, achieves significant PEMWE single - cell performance improvement and maintains a low degradation rate of 0.1 mV h^{-1} over 200 h. This enhancement originates from the combination of strong metal-oxide interactions and oxygen vacancy engineering, which improves the electronic conductivity at the TiO_{2-x}/IrO_x interface and strengthens the interfacial bonding, thereby mitigating Ir loss. These findings highlight the oxygen vacancy-engineered PEALD TiO_{2-x} layers as an effective strategy for the synergistic enhancement of activity and

O재료목-4

코발트 산화물을 활용한 니켈-몰리브데넘 산화물 기반 고성능 알칼라인 수소 발생 반응 촉매

김경수, 변재호, 권다영[1], 아그니, 김호영[2], 이진우, 김우열[1], 이도창*
한국과학기술원; [1]한국에너지공과대학원; [2]한국과학기술연구원
(dclee@kaist.edu*)

Alkaline water electrolysis (AWE) enables green hydrogen production but is limited by the water-dissociation step of the hydrogen evolution reaction (HER) and hydrogen-bubble accumulation. Herein, a heterointerface-engineered Ni-NiO-CoO/MoO_{3-x} catalyst is developed, in which CoO functions as an interlayer between Ni and oxygen-deficient MoO_{3-x}. The interlayer tunes the adsorption-desorption energetics of HER intermediates and enhances surface hydrophilicity, promoting rapid bubble detachment and lowering ohmic losses. The catalyst exhibits overpotentials of 8 mV at 10 mA cm^{-2} and 57 mV at 100 mA cm^{-2}, together with a Tafel slope of 29 mV dec^{-1} in alkaline electrolyte. These results indicate that coupling transition-metal/oxide heterointerfaces with wettability engineering offers an effective pathway toward high-efficiency, scalable HER electrocatalysts for AWE.

O재료목-5

Enhanced Near-Infrared Modulation in Flexible All-Solid-State Electrochromic Devices via Polymer Electrolyte-Nanocomposite Electrode Interface Engineering

허성연*, 김성빈
서울과학기술대
(sungyeonh@seoultech.ac.kr*)

All-solid-state electrochromic devices provide greater mechanical robustness over liquid-electrolyte systems but often suffer from slow switching due to high electrode-electrolyte interfacial resistance. Here, unlike typical electrodes composed solely of electrochromic materials, we present a polymer-nanocrystal composite electrochromic layer composed of $WO_{2.72}$ nanorods and amphiphilic graft copolymers (PVC-g-POEM). Above 10 vol% loading, nanorods form a conductive percolation network for fast electron transport, while flexible polymer side chains facilitate Li^+ transport. This synergy reduces interfacial resistance by over 55%, enabling up to 35.8% near-infrared modulation and faster switching than pristine $WO_{2.72}$ films at equal contrast. The films retain >99% modulation after 500 bending cycles at a 3.2 mm radius without visible cracking. This low-temperature process marks an important milestone toward overcoming key limitations in all-solid-state flexible electrochromic devices.

O재료목-6

DRM 반응의 코크형성과 소결억제를 위한 동적용출과 이산화탄소활성 Yittria 도핑 NiCo 촉매 연구

아그니, 이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

Dry reforming of methane (DRM) offers a sustainable approach to converting greenhouse gas (CH_4 and CO_2) into syngas (H_2 and CO), but catalyst stability remains a major challenge. In this study, we report Yttrium-modified NiCo-$MgAl_2O_4$ (Y-NiCo) catalyst that demonstrates superior activity, stability, and coke resistance compared to its unmodified counterpart (NiCo). The Y-NiCo catalyst achieves higher conversion rates for both CH_4 and CO_2 over a temperature range of 650-800 °C, with remarkably low activation energies of 107.5 kJ/mol for CH_4 and 59.4 kJ/mol CO_2, among the lowest reported for DRM reactions. Experimental and computational studies reveal the synergistic interactions at Yttria-NiCo interface enhances CO_2 activation, increase surface oxygen availability, and suppress coking.

O재료목-7

정렬된 채널 구조의 셀룰로오스 에어로겔을 통한 정수 회수 및 염료 제거

곽영우, 주선정, 남창우*
전북대
(cun120@jbnu.ac.kr*)

Organic dyes are common industrial pollutants that resist natural degradation and accumulate in aquatic environments. Because of their persistence and environmental and health risks, demand for effective removal is rising. Conventional adsorption with activated carbon or ion-exchange resins removes dyes but generates concentrated waste requiring energy-intensive destruction, driving up costs and causing secondary pollution. We present a cellulose-based aerogel with aligned channels that embeds nanoparticles to couple solar-driven water distillation with photocatalytic dye degradation. The aligned channels sustain evaporation even in saline water, while TiO2 under solar irradiation decomposes and mineralizes dyes in the concentrated brine. This dual-function system recovers clean water and removes pollutants, providing a sustainable treatment for dye-contaminated water.

O재료목-8

Microwave-Assisted C-C Bond Cleavage of Lignin Using Mesoporous Copper Silicate

박윤태, 조은범*
서울과학기술대
(echo@seoultech.ac.kr*)

Lignin is a major pulp industry byproduct and its complex structure challenges industrial valorization. In this study, lignin is first precipitated from black liquor using nitric acid. The obtained lignin is then depolymerized with a mesoporous copper silicate catalyst under microwave irradiation. Conventional methods cleave only weaker C-O bonds but this approach successfully breaks robust C-C linkages. This enables a more complete conversion of the polymer into value-added chemicals. This research was supported by the Green Convergence Technology Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI), funded by the Ministry of Environment (MOE).

O재료목-9

칼슘 루핑 공정의 효율성 향상을 위한 폐기물 유래 이중 기능성 촉매 개발

안재원, 이시훈[1]*
전북대; [1]전북대
(donald@jbnu.ac.kr*)

The advancement of high-efficiency CO_2 capture and hydrogen production technologies is imperative to meet global carbon neutrality targets and mitigate climate change. Among these, Ca-looping (CaL)-based processes have emerged as a promising core technology for next-generation energy systems. In this study, a dual-functional catalyst was developed from calcium-based waste materials, enabling the simultaneous capture of CO_2 and production of hydrogen. The incorporation of transition metals into the CaO matrix endowed the catalyst with both CO_2 sorption capability and oxygen transport functionality. The morphological features and compositional distribution of the synthesized particles were characterized using SEM, XRD, XRF, and FT-IR, while their CO_2 adsorption capacity, basicity, and redox properties were evaluated via TGA, CO_2 -TPD, and H_2 -TPR. The results demonstrate the potential of the proposed catalyst as an integrated oxygen carrier-sorbent for CaL processes and provide insights for its future application in CaL reactors and optimization of material composition.

O재료금-1

비등방성 텅스텐 산화물 나노입자의 배열이 유연 전기변색 박막의 기계적 특성에 미치는 영향

정재연, 허성연*
서울과학기술대
(sungyeonh@seoultech.ac.kr*)

Improving the mechanical durability of nanocrystal thin films is challenging as conventional strategies require additional materials or complex fabrication while nanostructure control offers a simpler alternative. Here, we show that the durability of electrochromic thin films can be enhanced by adjusting the arrangement of anisotropic nanocrystals. Two types of films were prepared by tuning nanorod alignment: densely and randomly packed. Mechanical properties were characterized, followed by bending tests to assess crack formation and electrochromic stability. Randomly packed films exhibited higher crack resistance than aligned films. Even under repeated harsh bending, randomly packed films retained better performance, while both maintained functionality. Nanostructure control is a simple, effective route to robust, flexible electrochromic devices with potential for broader applications.

O재료금-2

Visible-Light-Driven Copper Oxide-Titania Composites in Polymer Matrices for Long-Lasting Antiviral Surfaces

이유진, 이강현, 신준협[1], 김세연, 서아브라함[2], 채수연, 임준하, 남인호[1], 김태용, 박수민*
한국기술교육대; [1]중앙대; [2]한국기술교육대
(smpark@koreatech.ac.kr*)

The development of robust antiviral surfaces is essential for mitigating indirect viral transmission in public and consumer environments. We prepared polymer composites in which copper oxide-titania (Cu_xO-TiO_2) nanoparticles, responsive to visible light, are integrated into silicone, polypropylene, and nanofiber air filters. Strategic localization of the photocatalysts near the polymer surface was achieved through surface segregation, enhancing light accessibility and mechanical stability. Structural analyses revealed that a low Cu-O coordination number (~3) within the Cu_xO phase facilitates efficient interfacial charge transfer under visible light, enabling continuous regeneration of active virucidal species. The composites achieved rapid inactivation of a model virus (4.28-log reduction in 30 min) and retained over 99% of their initial activity after three weeks under ambient conditions. This methodology is compatible with industrial polymer processing and demonstrates a scalable toward durable, self-sanitizing materials. Owing to their versatility and long-term stability, these composites can be readily deployed in high-contact surfaces, air filtration devices, and other applications where sustained antiviral protection is critical.

O재료금-3

금속-유기 골격체 기능화 복합재 기반 흡수 및 흡착 소재 기술 개발

최재령*
한국재료연구원
(jryung@kims.re.kr*)

금속-유기 골격체(Metal-Organic Framework, MOF)는 매우 높은 비표면적, 기공 구조 제어 및 다양한 기능성 작용기 도입이 가능하다는 점에서 흡수 및 흡착 소재로서 많은 주목을 받고 있다. 따라서 본 연구에서는 고주파 대역 전자파 흡수, 중금속 이온 및 유해가스 흡착 제거의 성능을 향상시키기 위하여 MOF 소재의 열처리를 통한 유도체 개발, 플라즈마 공정을 통한 MOF의 개질, 그리고 core-shell heterostructure 제조 등을 통해 다양한 복합소재를 제작하였다. 고주파 대역에서 전자기파 손실을 유도할 수 있는 계층형 기공 구조의 형성 및 중금속 이온 및 유해가스를 흡착할 수 있는 목표 정합형 구조/표면 개질을 통해 전반적인 성능과 효율을 향상시킬 수 있었다. 특히, MOF 구조 및 조성 설계와 더불어 표면 기능기 최적화를 병행함으로써, 특정 주파수에서의 흡수 성능 향상과 특정 중금속 또는 유해가스 흡착 성능을 높일 수 있는 선택도 또한 증가시킬 수 있었다. 이를 통해 MOF를 기반으로 한 복합소재가 다양한 유해환경에서 단일 소재만으로도 기능성 소재로서의 응용 가능성과 산업적 확장성을 동시에 확보할 수 있음을 확인하였다.

O재료금-4

플라즈마 처리 기반 결함 제어를 통한 MOF-801의 메탄 흡착 성능 향상

김주환, 최재령, 이희정*
한국재료연구원
(hj0889@kims.re.kr*)

메탄(CH_4)은 이산화탄소(CO_2)보다 약 28배 (GWP20) 이상 강력한 온실가스로, 지구 온난화 기여도가 높고 대기 중 농도가 빠르게 증가하고 있어 이를 저감하기 위한 기술 개발이 시급하다. 그러나 메탄은 비극성이고 분자량이 작아 대부분의 고체 흡착제에서 흡착이 어렵다는 한계가 존재한다. 이에 본 연구에서는 우수한 구조 안정성과 정밀한 기공 제어 특성을 지닌 Zr 기반 금속유기골격체(MOF)인 MOF-801을 활용하였다. 특히 상압 조건에서 N_2/O_2 혼합 플라즈마 처리를 통해 MOF 표면에 국소적인 결함(defect)을 형성하고, 이를 통해 메탄과의 상호작용을 강화함으로써 흡착 성능을 효과적으로 향상시켰다. 플라즈마 처리는 MOF의 결정 구조를 유지한 채 표면 결함만을 선택적으로 생성할 수 있어 기존의 용액 기반 후처리 방식보다 친환경적이고, 재현성과 공정 유연성이 우수하다. 본 연구는 메탄 흡착을 위한 MOF 기반 고체 흡착제의 성능 향상 방안으로서, 표면 결함 제어 기반 공정 활용 가능성을 제시한다.

O재료금-6

Investigation on carbonation conversion of calcium-based waste through carbonation/calcination towards CO_2 capture

Wong Min Jin Karen, Ha Eun Lee, Jester Lih Jie Ling,
Bhanupratap S. Solanki, See Hoon Lee*
전북대
(donald@jbnu.ac.kr*)

Investigation into the carbonation conversion of calcium-based waste (CBW, eggshell and seashell) was done based on the carbonation temperature, CO_2 concentration, and carbonation/calcination cyclic test. Characteristics observation of CBW was done with the optimal carbonation/calcination parameters. Carbonation conversion of CBW was directly corresponded to the carbonation temperature and CO_2 concentration. Consistent decline in the CBW conversion through the cyclic test showed progressive deactivation due to sintering. From the observation, CO_2 was adsorbed on the outer and inner surface of the CBW during carbonation. Eggshell and seashell majorly consisted of calcite and aragonite, respectively. Following the findings, two possible carbonation conversion mechanisms were suggested for eggshell and seashell.

O재료금-7

MXene 기반 소재의 에너지 및 촉매 응용을 위한 범용 급속 열충격 합성법

윤지수, 정희태*
한국과학기술원
(heetae@kaist.ac.kr*)

Rapid Joule heating (RJH) offers a powerful, universal platform for engineering MXene-based materials with enhanced functionality. In our initial work, RJH enabled solution-free synthesis of MXene/metal hybrid nanostructures—integrating diverse metallic species (Pt, Co, Cu, Ni, Fe, Pd, and alloys)—while suppressing oxidation and achieving uniform dispersion. Pt-MXene composites exhibited exceptional catalytic activity and stability toward the hydrogen evolution reaction. Building upon this methodology, our recent study applied RJH to functionalize $Ti_3C_2T_x$ MXene with Au nanoparticles and –F terminations, creating a dual-functional interface for lithium-metal battery anodes. This structure suppressed dendrite formation, promoted uniform lithium deposition, and extended cycle life to 600 cycles, significantly outperforming pristine or singly modified electrodes. Together, these studies demonstrate the versatility of RJH in both material synthesis and targeted property optimization, highlighting its potential for broad applications in energy storage, electrocatalysis, and beyond.

O재료금-8

풍부한 에지 사이트를 활용한 제올라이트 주형 탄소의 구조 다양성 및 열적 변형

지승혁, 최민기*
한국과학기술원
(mkchoi@kaist.ac.kr*)

Zeolite-templated carbons (ZTCs) are ordered microporous carbons synthesized by carbon deposition within zeolite micropores. Their atomic structures range from open-blade-type moieties with abundant hydrogen-terminated edge sites to closed-strut structures with reduced edge sites, depending on precursor size and densification temperature. Large precursors with low-temperature densification favor open-blade architectures, whereas small precursors with high-temperature densification yield more closed-strut features. Building on this, we examined the effect of edge-site abundance on thermal structural transformation. ZTCs rich in edge sites underwent pronounced dehydrogenation and C–C bond formation upon heating, leading to increased curvature, reduced micropore size, and enhanced ultramicroporosity, whereas ZTCs with fewer edge sites showed limited transformation. These findings demonstrate that both synthesis conditions and post-synthesis thermal treatment can be used to tailor the structure and physicochemical properties of ZTCs.

O재료금-10

분자 수준에서 규명한 공동 반용매의 페로브스카이트 전구체 삭호작용 제어를 통한 대면적 태양 전지 성능 향상 연구

박상욱, 손현수, 이태경*
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

Perovskite solar cells are promising for next-generation photovoltaics, but challenges remain in developing practical inks and scalable processes. This work investigates the thermodynamic and kinetic effects of co-antisolvents (toluene and chlorobenzene) on perovskite precursor interactions during slot-die coating, using density functional theory and molecular dynamics simulations. The findings reveal that co-antisolvents improve thermodynamically favorable binding energies, thereby reinforcing FA–PbI_3 interactions. Gibbs free energy analysis further substantiates the function of the antisolvent, showing that its repulsive interactions with the perovskite precursor reduce DMSO coordination. The devices reach a peak power conversion efficiency of 21.32%, providing molecular-level insights into solvent engineering for high-quality perovskite films with excellent stability and scalability.

O재료금-11

페로브스카이트 신틸레이터 필름 복합체의 제작과 3차원 X선 영상 재구성

김석호[1,2]*, 안동준[1]
[1]고려대; [2]University of Virginia
(seokho@korea.ac.kr*)

X-ray imaging is widely used for non-destructive visualization in medical, security, and industrial applications but is largely limited to 2D imaging. CT offers high-resolution 3D images but is restricted by bulky equipment, high radiation exposure, and high cost. We present a Generative Adversarial Network (GAN)-based method for segmentation and 3D reconstruction using three 2D X-ray images from different angles. A patch-type flexible scintillator, conforming uniformly to specimens, was fabricated by hybridizing dispersed cellulose with perovskite and produced radioluminescence under X-ray excitation. The conformal film-type scintillator showed robust performance under various conditions. A neural network pre-trained on human hand datasets achieved 3D reconstruction from 2D X-ray images, demonstrating potential to expand AI-assisted diagnostic applications in medical imaging.

O재료금-12

물에 의해 유도된 금속 할라이드 페로브스카이트 나노결정의 열화메커니즘 규명

마현종, 양지웅*
대구경북과학기술원
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

Metal halide perovskite nanocrystals (PeNCs) have attracted substantial attention for next-generation optoelectronic devices due to their exceptional optical properties. However, their susceptibility to moisture has restricted practical applications. Here, we directly visualize water-induced degradation of PeNCs using in situ liquid-phase TEM at atomic scale. The degradation is primarily driven by ion solvation, with facet-dependent dissolution rates governed by surface polarity. This process induces anisotropic etching, transforming nanocubes into nanospheres. Surface passivation with halide-ion-pair ligands delays shape transformation. Complementary in situ X-ray scattering analysis supports these observations. This study offers a comprehensive understanding of water-induced degradation mechanisms in PeNCs and guidance for synthetic strategies to enhance stability.

O재료금-13

Effect of Ion Substitution on the Chemical Bonding of Inorganic Framework in Tin-Based Perovskites

이청범, 김경학*
한양대
(chemekim@hanyang.ac.kr*)

Tin-based halide perovskites have emerged as promising alternatives to their Pb-based halide perovskites. However, their application is hindered by the low stability from facile Sn2+ oxidation. While many studies have investigated bandgap tuning in ABX3 perovskites through elemental substitution, the influence of such substitution on material stability remains insufficiently explored. In this work, we employ density functional theory (DFT) calculations to examine how substituting the A-site cation and X-site anion in MASnI3 and FASnI3 affects the chemical bonding within the inorganic framework. We further assess how these substitutions influence the lattice vibrations of the perovskite structure. Our findings reveal that introducing alternative ions can enhance the stability of Sn-based perovskites and provide practical guidelines for designing new, more stable perovskite materials.

O재료금-14

Quantum Dot-Based Color Conversion Layers with Intrinsic Stretchability and Patternability for Stretchable Displays in Robotic Skins and Wearable Electronics

김기욱, 김동룡[1], 최문기[1], 양지웅*
대구경북과학기술원; [1]울산과학기술원
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

Stretchable displays serve as crucial signal output interfaces in next-generation soft electronics, particularly in applications such as robotic skin and wearable devices. To enable full-color stretchable micro-LED displays, intrinsically-stretchable and patternable color conversion layers (CCLs) based on quantum dots (QDs) present a promising solution. However, achieving high optical performance and mechanical robustness without inducing backlight leakage during deformation remains a key challenge. In this work, we introduce a new material strategy for fabricating heavy-metal-free QD-based CCLs that are both intrinsically-stretchable and photopatternable, designed for use in robotic and wearable platforms. By employing a universal crosslinking method, we achieve uniform dispersion of high concentrations of QDs in an elastomeric polydimethylsiloxane (PDMS) matrix, without compromising their optical properties. The resulting CCLs exhibit strong color conversion efficiency with minimal backlight leakage even under uniaxial strain. Moreover, these QD CCLs support high-resolution patterning, making them suitable for next-generation high-resolution stretchable displays. Integration with micro-LED arrays is also demonstrated, validating their potential in functional systems such as haptic robotic

O재료금-15

Surface Ligand Engineering of CdSe Nanoplatelets for Enhanced Dispersion Stability in Composite Systems

전해진, 김다흰*
서울시립대
(dhkim23@uos.ac.kr*)

CdSe nanoplatelets (NPLs) are promising emitters for polymer and liquid-crystal composites but suffer dispersion instability from depletion attraction in multicomponent media, degrading optical performance. We introduce a simple surface-ligand approach to enhance dispersion stability by partial substitution of surface oleate with acetate to tune ligand density and nanoscale roughness. Depletion experiments reveal that acetate-functionalized nanoplatelets exhibit significantly improved dispersion stability, consistent with a mechanism in which increased surface roughness reduces excluded-volume overlap and thus the depletion potential. This treatment facilitates uniform, aggregation-resistant processing while preserving favorable photoluminescence characteristics, offering a practical route to high-efficiency NPL-based light-emitting composites.

O재료금-16

차세대 광전 변환 응용을 위한 표면 개질된 콜로이드 양자점

김동언*
고려대
(kdu918@korea.ac.kr*)

Colloidal quantum dots (CQDs) with tunable bandgaps, solution processability, and strong infrared absorption are promising for next-generation photovoltaics. Yet, incomplete conductive inking often limits ink stability and device efficiency. We address this by combining facet-specific passivation with removal of insulating long-chain ligands, yielding high-quality CQD inks with improved stability. CQD solids fabricated from these inks exhibit fewer trap states and higher carrier mobility, enabling over 40% higher power conversion efficiency than controls. This study demonstrates that facet-specific passivation effectively suppresses traps and reduces voltage losses. Our dual surface-tailoring approach offers a viable route to integrate CQDs into advanced solar technologies, including tandem photovoltaics and infrared optoelectronic devices.

O재료금-17

자극 반응형 광전자 응용을 위한 액정 반도체

한문종*
가천대
(doorbell1@gachon.ac.kr*)

Here, we present a reconfigurable molecular orientation modulation of a liquid crystalline organic semiconductor (LC OSC) for the optoelectronic applications such as field-effect transistors (FETs) and Physical unclonable functions (PUFs). For this, MeOPh-BTBT-C8 with a fluidic nematic (N) LC phase essential for orientation tuning with a large area and 2FPh-BTBT-C8 without N phase were introduced. Both LC OSC exhibit highly ordered smectic E (SmE) phase for high charge transport. In case of N-based LC OSC, a facile flipping process of a sandwich cell filled with the LC OSC show uniaxial-planar degenerated alignment and crossed rubbing conditions respond to the given surface anchoring condition and temperature gradient. For LC OSC, which does not have N phase, a simple heating and cooling cycles made unpredictable and reproducible fingerprint textures. Optical analysis of the LC OSC patterns was carried out by polarized optical microscopy (POM), and the corresponding electrical characterization was also measured by OFETs realizing reconfigurability of PUFs. Our present platform shows a simple approach for both multidirectional and multifunctional optoelectronics based on the stimulus-response characteristics of LC materials.

O재료금-18

Electrically Controlled Broadband Oblique Helicoidal Cholesteric Liquid Crystals for Hyperspectral Imaging Applications

최영선, 김혜인, 오광석, 임준형, 김영기*
포항공과대
(ykkim@postech.ac.kr*)

Hyperspectral optical filters are essential for precise object identification in hyperspectral imaging. However, conventional designs such as linescan and Lyot filters suffer from mechanical tuning requirements and low transmittance due to polarizers. We present an electrically tunable broadband oblique helicoidal cholesteric liquid crystal (CH_{OH}) filter, formed by stacking two broadband CH_{OH} cells so that only wavelengths between their reflection bands are transmitted. The reflection wavelength of CH_{OH} is tuned by an applied electric field, eliminating mechanical adjustment and polarizing plates. Broadband CH_{OH} is realized via a z-directional electric field gradient induced by a circular indium tin oxide (ITO) pattern on glass. The symmetric structure cancels x-y field components, while the z-gradient produces a pitch gradient at the pattern center. This simple cell design enables a high-transmittance, electrically tunable hyperspectral filter, as demonstrated with support from the National Research Foundation of Korea (RS-2023-00212739, RS-2024-00411809, RS-2023-00302586).

O재료금-19

Microlithography of Hole Transport Layers for High-Resolution Organic Light-Emitting Diodes with Reduced Electrical Crosstalk

오하영, 권혁민, 김선권[1], 하보리나, 이승한[2], 이소연, 노승환[2], 하지연, 강문성[2], 조정호[1], 김도환*
한양대; [1]연세대; [2]서강대
(dhkim76@hanyang.ac.kr*)

Ultrahigh-density displays are essential for immersive devices, yet increased pixel resolution exacerbates electrical crosstalk arising from common hole-transporting layers (HTLs). Existing HTL pixelation strategies to address this suffer from resolution, pattern fidelity, and process yield. Thus, achieving high-density patternability without compromising HTL functionality is challenging. Here, we report a silicone-integrated small-molecule HTL (SI-HTL) that enables high-density patterning while retaining inherent HTL functions. By exploiting the silicon-etching nature of SI-HTL, we realized micro-pattern arrays with resolutions up to 10,062 ppi over 6-inch wafers with high fidelity. Optical and quantitative analyses reveal that SI-HTL pixelation effectively mitigates electrical crosstalk. Our material approach establishes a scalable route toward high-density display platforms.

P 재료금-1

안티몬 기반 Na-이온 전도성 보호 계면으로 구현한 고면적 용량의 덴드라이트 프리 장수명 나트륨 금속 음극

임주환*, 박은수, 안소연, 황인기, 이윤성, 메갈라
전남대
(nc0725@naver.com*)

소듐 금속은 이론 용량과 전기화학적 환원 전위 측면에서 우수하지만, 반복적인 도금/탈도금 과정에서 발생하는 덴드라이트 문제와 불안정한 계면으로 인해 상용화에 제약이 있다. 본 연구에서는 소듐 금속 표면에 안티몬 기반 전구체(Sb_2S_3)를 이용해 in-situ 화학반응으로 이온 전도성 artificial SEI를 형성함으로써, 계면 안정성과 고용량·고전류 환경에서의 성능을 대폭 향상시켰다. 생성된 Na_3SbS_4 기반 보호층은 얇고 조밀하며, 높은 이온 전도도와 기계적 강도를 바탕으로 높은 용량에서도 덴드라이트 없이 안정적인 도금/탈도금 특성을 보였다. 대칭 셀에서는 1100시간 이상의 장기 수명과 낮은 과전압(10 mV 이하)을 유지하였고, 고전압 NMF 양극과의 풀셀 구성에서도 높은 쿨롱 효율과 수명 특성을 나타냈다. 액체 전해질을 사용하는 환경에서도 안정한 SEI 구조를 자발적으로 형성하는 본 전략은 고에너지 밀도의 소듐 금속전지 개발에 실질적 기여를 할 수 있다.

P 재료금-2

극저온 제조를 통한 수직배향 Si-MXene 나노구조의 고성능 전지 음극 구현

윤지영, 김선주[1], 문서현[1], 임희대*
한양대; [1]한양대
(hdlim@hanyang.ac.kr*)

Silicon (Si) is regarded as a highly promising anode material for lithium-ion batteries due to its exceptional capacity, yet its commercial use remains hindered by drastic volume changes during cycling and inherently low electronic conductivity. Two-dimensional hosts such as graphene and MXene have been widely adopted to mitigate these challenges, serving both as mechanical buffers and conductive supports. Nonetheless, the natural tendency of such nanosheets to re-stack often restricts ion transport and reduces electrolyte accessibility. In this work, we introduce a cryogenic freeze-casting strategy to construct a vertically oriented Si-MXene electrode. Under steep temperature gradients, ice crystals grow directionally and guide the spatial alignment of the active materials, which is then preserved through sublimation during freeze-drying. This process yields a continuous, vertically open channel network that simultaneously enhances ionic pathways, maintains electronic conductivity through the MXene framework, and reinforces interfacial stability via robust chemical bonding. The resulting architecture provides efficient ion diffusion and mechanical resilience, thereby offering a viable design for high-performance next-generation Si-based anodes.

P 재료금-3

카르복실레이트 배위 이산화 티타늄 나노시트 촉매를 통한 과산화수소 생산 연구

윤건, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

과산화수소는 살균제, 수소 에너지 운반체, 폐수 처리용 시약 등 다양한 분야의 산업 전반에서 활용되는 산화체이다. 특히, 지속가능한 과산화수소(H_2O_2) 생산 공정은 기존 안트라퀴논법이 지닌 고온, 고압의 공정을 대체할 친환경 대안으로 주목받고 있다. 이산화 티타늄을 기반으로 한 촉매는 실제적 적용에 있어 내구성이 보장되고 고에너지 (001) 면을 노출한 아나타제 상의 나노시트는 높은 반응성을 가질 수 있는 잠재력을 지니지만, 여전히 자외선 의존성과 전하 재결합 문제로 광효율이 제한된다는 한계점이 존재한다. 본 연구에서는 기존 표면을 카르복실레이트 작용기가 배위된 형태로 치환하여 카르복실레이트 배위 이산화 티타늄 나노시트 촉매를 제작하였다. 촉매의 특성 분석을 통해 카르복실레이트 작용기가 도입되며 가시광 응답 범위가 확장되고 과산화수소 생산 효율을 향상시킴을 확인하였다.

P 재료금-4

표면 자연 산화막에 의한 액체금속 계면에너지의 비약적 감소

심재승, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Native oxides naturally form on the surface of many metals. In this study, Johnson-Kendall-Roberts (JKR) measurements with gallium-based liquid metal alloys show that these oxides can dramatically reduce the metal's interfacial tension—from 724 to just 10 mN m^{-1}. Similar to conventional surfactants, the oxide layer exhibits compositional asymmetry between its inner and outer interfaces. However, unlike typical surfactants, oxides are about ten times more effective at lowering tension and form spontaneously without the need for external additives. This surfactant-like asymmetry accounts for the strong adhesion of oxide-coated metals to other surfaces. The low interfacial energy between the liquid metal and the inside of the oxide layer helps stabilize non-spherical shapes. At sufficiently small macroscopic contact angles, the finite internal tension of the liquid can also drive fluid instabilities, enabling oxide separation to create oxide-encased bubbles or deposit ultra-thin oxide films (1–5 nm) on surfaces. Because many metals form native oxides, these findings have broad implications for understanding and exploiting the behavior of metals and their oxides.

P 재료금-5

X-ray 3D 이미징을 활용한 머신러닝 기반 NCM 양극재의 비파괴 입자 열화 분석

김현희[1], 이진호[1], 박정원[1,2*]
[1]서울대; [2]기초과학연구원
(jungwonpark@snu.ac.kr*)

Understanding microstructural degradation of lithium-ion battery cathodes is vital for improving performance, safety, and cycle life. We present a non-destructive framework combining high-resolution X-ray microscopy (XRM) with unsupervised machine learning to analyze particle-level degradation in Ni-Co-Mn (NCM) cathodes. The dual-stage XRM enables high-resolution 3D computed tomography via sample rotation, visualizing internal pores, cracks, and phase boundaries. Volumetric data are segmented using K-means clustering to distinguish particles, pores, and binder domains, followed by watershed segmentation for individual particle analysis. Particles with internal defects are flagged as degraded, and true geometries provide accurate tortuosity estimates, a key factor in ionic transport. This workflow supports both global and particle-level studies, offering insights into NCM structural evolution and a powerful diagnostic tool for battery development.

P 재료금-6

Self-Limiting 반응에도 불구하고 ALD 공정에서 Particle이 형성되는 원인에 대한 이론적 고찰

이지량, 권석준*
성균관대
(sjoonkwon0531@gmail.com*)

반도체 공정에서 원자층증착(Atomic Layer Deposition, ALD) 방법은 자가한계적(self-limiting) 반응 특성으로 인해 입자 형성을 억제하여 박막 증착의 정밀도를 높일 수 있음이 알려져 있다. 그러나 실제 공정에서는 HCDS(Hexachlorodisilane) 같은 전구체의 분해, 잔류, 가스상 반응 등에 의해 반복적인 입자 형성이 관찰되며, 이는 기존의 ALD 공정 파라미터 제어만으로는 해결하기 어렵다. 이번 연구에서는 ALD 공정 중, HCDS 전구체 분해가 어떻게 입자의 반복 형성에 영향을 미치는지 분석하기 위해, 전구체 분해 동역학 과정을 계산화학적 방법으로 연구하였다. 전구체의 주요 분해 경로, 생성 부산물의 반응성, 표면 흡착 및 탈착 에너지 장벽 등을 정량적으로 평가하고 실험치와 비교함으로써, 전구체 분해의 화학적 특성이 입자 형성에 직접적인 영향을 줄 수 있음을 규명하였다. 이를 통해 입자 형성 가능성을 낮출 수 있는 전구체 선택 및 공정 설계 가이드라인을 제시하고자 한다.

P 재료금-7

전이금속 합금을 통한 수전해 촉매의 성능 향상

오세훈, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

수전해를 통한 수소 생산은 친환경적이고 지속가능한 수소 에너지 확보를 위해 필수적이다. 최근 전이금속 기반 촉매가 귀금속 촉매를 대체할 수 있는 경제적이고 효율적인 대안으로 주목받고 있으며, 특히 코발트(Co)는 HER과 OER 반응 모두에서 우수한 촉매 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 Cu 도입과 간편하고 상온에서 대면적 합성이 가능한 무전해 도금법(electroless plating)을 이용하여 Co-Cu 합금 촉매를 합성하였다. 전기화학적 성능 평가 결과, Co 또는 Cu 단일 금속 촉매와 비교해 Co-Cu 합금 촉매는 수소발생반응(HER)과 산소발생반응(OER) 모두에서 성능 향상을 보였다. Co의 경우 10 mA cm^{-2}의 전류밀도에서 각각 167 mV (HER)와 342 mV (OER)의 과전압을 보였으나, Co-Cu는 같은 전류밀도에서 120 mV (HER)와 285 mV (OER)로 감소한 과전압을 보였다. 또한, 합금화를 통해 촉매의 전자구조(electronic structure) 변화가 발생하였고, 이에 따라 촉매의 전도도가 증가하는 것을 전기화학적 임피던스 분광법(EIS)을 통해 확인하였다.

P 재료금-8

Design of Cl-Doped Fe-NiMo Oxide for High-Performance Alkaline Seawater Electrolysis

Huyen Thi Dao, Hao Quoc Nguyen, 김진수*
경희대
(jkim21@khu.ac.kr*)

Rational reconstruction of oxygen evolution reaction (OER) pre-catalysts and the establishment of performance indices remain critical yet challenging for practical water electrolysis. While most OER studies in seawater focus on repelling Cl^- to mitigate its corrosive effects, this work targets enhancing catalytic activity under alkaline seawater conditions by designing a Cl-doped Fe-NiMo oxide composite on Ni foam via a hydrothermal and calcination method. The resulting electrocatalyst delivers low overpotentials of 286mV at 100mAcm^{-2} and 335mV at 500mAcm^{-2}, along with remarkable durability exceeding 150h at 100mAcm^{-2} in alkaline seawater. In situ characterization reveals that Cl^- and MoO_4^{2-} ions, generated during the reconstruction process, dynamically adsorb onto the catalyst surface, playing a dual role: preventing metal dissolution and maintaining access for reactive species. This dynamic anti-corrosion mechanism ensures long-term stability without impeding mass transport or catalytic activity.

P 재료금-9

암모니아 산화 반응용 단일원자 Pt 전기촉매 지지체 응용을 위한 다공성 텅스텐 질화물 촉매 개발

곽예지, 조삼연, 김성섭*
전북대
(seongseopkim@jbnu.ac.kr*)

A high-surface-area mesoporous WO_3 was prepared via nanocasting using a mesoporous silica KIT-6 hard template and subsequently converted into WN with enhanced electrical conductivity and thermo-chemical stability through high-temperature nitridation, aiming to improve catalytic performance. The uniform 8-10 nm pore network of KIT-6 was faithfully replicated into the WO_3 matrix, and nitrogen incorporation was employed to achieve semimetal-like electronic conductivity. For support preparation, phosphotungstic acid was dissolved in ethanol and introduced into KIT-6 via wet impregnation. After calcination at 550 ℃, silica was removed with 5 wt% HF solution to yield mesoporous WO_3 , which was then nitrided at 600-800 ℃ under an ammonia atmosphere. Characterization by BET, XRD, and TEM was conducted to evaluate structural retention and the effect of nitridation temperature on phase evolution and electrochemical performance. Future work includes optimization of nitridation parameters, detailed N/O vacancy analysis via XPS and TGA, and incorporation of 0.2-1 wt% atomically dispersed Pt for hydrogen evolution reaction tests. The developed mesoporous WN support offers tunable electronic properties, corrosion resistance, and high surface area, enabling reduced noble-metal usage and enhanced catalyst durability.

P 재료금-10

고전도성과 내구성을 갖춘 PEDOT:PSS 나노섬유 전극을 이용한 피부 순응형 전자소자

정주연, 신영광, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

PEDOT:PSS is a widely used conductive polymer in organic and bioelectronics, valued for its high electronic and ionic conductivity, solution processability, and biocompatibility. Here, we propose a new strategy to enhance the conductivity of PEDOT:PSS nanofibers and present a robust, breathable nanofiber-mat electrode with a large effective surface area. Informed by mechanical modeling, the electrode is engineered for skin conformability and mechanical stability, maintaining stable impedance during routine wear and thereby tackling long-term durability challenges. Owing to its high breathability, expanded surface area, and low interfacial impedance, it supports reliable continuous operation even under substantial, repeated skin deformation. The PEDOT:PSS nanofiber electrode reaches an electrical conductivity of ~200 S cm^{-1} and a volumetric capacitance of ~80 F cm^{-3}, making it well suited for organic electrochemical transistors (OECTs). Using this mat, we fabricated an OECT operating in depletion mode with a transconductance of 10 mS, highlighting its potential for continuous sweat-ion sensing. Overall, these results indicate that PEDOT-based nanofibers are promising, reliable components for non-invasive skin electronics, particularly sweat sensors and other wearable bioelectronic devices.

P 재료금-11

CMP Abrasive 사용을 위한 고분산성 입자 기초 기술 확보

유필진[1]*, 허원기[1,2]
[1]성균관대; [2]삼성전자
(pjyoo@skku.edu*)

기존 Zirconia 합성법 중 다수는 고분산성이라도 실제 수십 개 이상의 입자가 응집된 상태로 존재하여 Chemical Mechanical Polishing(CMP) 적용 시 scratch defect 발생이 우려된다. 이에 본 연구에서는 Milling 공정을 거치지 않고, 합성 단계부터 고분산성을 유지할 수 있는 새로운 Zirconia 합성법을 검토하였다. 전구체로는 $ZrOCl_2$ 를 사용하였으며, Citric acid를 첨가하여 Zr^4 + 이온과의 킬레이션을 통해 1차 분산을 유도하였다. 이후 pH 조절제를 통해 Citric acid의 탈양성자화를 촉진하여 전구체의 분산 안정성을 향상시켰다. pH 조절제는 Milling 없이 세척이 불가능하므로 Solution 내 상호작용 하지 않는 물질이 요구되었으며, 다종의 후보군을 평가한 결과 Zirconia와의 직접적인 킬레이션을 통해 분산성을 개선할 수 있는 Triethanolamine을 선정하였다. 최종적으로 DLS 분석을 통해 입도분포를 확인한 결과 단일 피크만이 관찰되어 합성 단계에서부터 안정적 고분산성을 확보했음을 확인하였다.

P 재료금-12

Enhanced electrochemical performance of Waste Silicon using Ammonium Fluoride for Lithium-ion batteries

방준호*
한국세라믹기술원
(qkd6738@kicet.re.kr*)

With the expansion of the ESS markets, demand for high-capacity anode materials is increasing, and silicon-based materials with a high capacity of 4200 mAh g-1 are attracting attention. However, irreversible capacity increase due to volume expansion and low stability are pointed out as limitations. In this study, the silica present in waste silicon, which is partially oxidized, was removed using ammonium fluoride. When silicon modified with ammonium fluoride was applied as the anode of a lithium-ion battery, the initial capacity and coulombic efficiency were improved compared to the raw waste silicon, and the initial performance was similar to that of silicon modified with hydrofluoric acid. Furthermore, the formation of nanopores was confirmed to improve the rate capability and cycle life by shortening the ion diffusion distance and buffering the volume change.

P 재료금-13

장기 광학 응용을 위한 구조적 내구성이 높은 생체이식형 반사체

이수형, 이금비*
경북대
(geumbee.lee@knu.ac.kr*)

질병 관리는 장기간에 걸쳐 지속적인 노력을 요구한다. 최근 질병의 진행 상황을 비침습적으로 모니터링 하기 위한 광 기반 접근 방식이 등장하고 있다. 그러나 기존 광학 센서는 산란 신호를 기반으로 체내에서 신호 감쇄와 정밀도 저하 등의 한계를 갖는다. 이에 본 연구는 반사 신호를 활용할 수 있도록 이식 가능하고, 생체 적합하며, 생분해가 가능하고, 구조를 오래 유지하는 고분자 조합 기반의 반사체를 제안한다. 빛으로 경화 가능한 고분자를 미세 프리즘 구조 위에 몰딩하여 제작한 반사체는 전방으로 빛을 반사하여 원래 경로로 되돌리고, 400–1000 nm 범위의 파장에서 96%의 반사 성능을 나타낸다. 특히, 분해 진행 중에도 30일 이상 프리즘 구조를 유지해 반사 성능을 지속할 수 있다. 해당 반사체는 생체 내외 환경에서 적용 가능하며, 반사체의 존재 유무에 따라 반사광 세기에 유의미한 차이를 보인다. 이러한 결과는 본 반사체가 특정 센서와 결합해 생물학적 정보를 비침습적으로 감지할 수 있는 모니터링 플랫폼으로 확장될 가능성을 보인다.

P 재료금-14

시한성 바이오전자소자를 위한 다기능 잉크

박소연, 강이현, 이금비*
경북대
(geumbee.lee@knu.ac.kr*)

시한성 바이오전자소자는 환경이나 생체 내에서 분해 가능하도록 설계한 소자로, 차세대 전자 기술이다. 이러한 소자의 핵심 구성 요소인 전극으로써 바이오잉크는 전기적 연결 뿐 아니라 생체적합성/생분해성 모두 만족해야 한다. 기존 바이오잉크는 전도성은 우수하지만 (약 6.4 kS/m), 낮은 유연성과 계면 접착력으로 인해 외력에 쉽게 박리되어 전기적 연결 기능을 상실하는 한계가 있다.본 연구는 전기전도성, 기계적 유연성, 생체적합성/생분해성, 접착력을 모두 갖춘 다기능 바이오잉크를 제안한다. 잉크는 생분해성 고분자인 폴리카프로락톤(PCL)과 가수분해성 텅스텐 나노입자(500 nm)를 혼합하여 제조한다. PCL은 기계적 유연성을, 텅스텐 나노입자는 퍼콜레이션 네트워크를 통해 전도성을 부여한다. 또한, 식물 유래 폴리페놀 화합물인 탄닌산을 첨가해 다양한 표면(마그네슘 포일, 몰리브덴 포일 등)에서 접착력을 향상시킨다. 탄닌산의 카테콜기($C_6H_6O_2$)는 다양한 유/무기 재료와의 상호작용을 통해 접착력에 기여한다. 본 잉크로 제작한 전자소자(예, 안테나, 구부림 센서 등)는 안정적으로 작동하며, 향후 자연 및 생체 환경에서의 활용 가능성을 보여준다.

P 재료금-15

생체적합 이식형 자기 진동 액추에이터

김승윤, 이금비*
경북대
(geumbee.lee@knu.ac.kr*)

외부 자극에 반응하는 소형 액추에이터는 제한된 공간 내에서 움직임 구현에 효과적이라는 특성 때문에 약물전달, 유연 전자소자, 센서 등에 활용할 수 있다. 액추에이터 제작 전략에는 전자기, 압전소자, 형상기억 합금 등이 있는데, 그 중에서도 고분자 매트릭스 내에 자성 입자를 섞는 전략은 원거리에 대해 무선으로 빠른 응답(0.8초 내)이 가능하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 생체적합 이식형 액추에이터를 보고한다. 액추에이터는 고분자에 연자성(ferrimagnetic) 물질을 첨가하여 제작한다. 두 재료 모두 생체적합성과 생분해성을 갖는 물질로, 체내 이식이 가능하도록 한다. 연자성 물질을 통해 외부 자기장에 반응하여 진동하는 디바이스를 통해 체내 진동을 구현한다. 이는 진단, 약물전달, 생체 조직 자극/재생 등 이식형 소형 진동자가 필요한 바이오메디컬 분야에 응용을 가능성을 넓힌다.

P 재료금-16

유연성 및 생체적합성을 갖는 오일 에멀전 기반 캡슐화

배가현, 이금비*
경북대
(geumbee.lee@knu.ac.kr*)

생체적합성 전자 소자는 차세대 의료기기 및 이식형 전자 소자로 주목받고 있다. 그러나 이식 소자의 조기 분해와 오작동을 방지하려면, 소자의 성능 안정성과 수분 및 생체액에 대한 방수성을 동시에 만족하는 캡슐화 소재와 기술 개발이 필수적이다. 대표적 방수 소재인 금속 산화물은 유연성이 부족하고, 고분자는 수분·산소 차단에 한계가 있다. 본 연구에서는 광경화성 오일 입자(900nm)를 설계하고, 이를 생분해성 유연 고분자 매트릭스 내부에 트랩(trap)하는 전략을 통해 우수한 방수성과 유연성을 동시에 갖춘 캡슐화 플랫폼을 제안한다. 자외선(365nm) 조사로 액체 오일 입자를 고체화한 후, 광경화성 고분자 매트릭스에 첨가하여 2차 경화를 통한 방수 필름을 제작한다. 이 과정을 통해 고분자 내부의 수분 이동 경로를 효과적으로 차단해 수분 침투 및 확산을 지연하고 캡슐화 필름의 방수성을 확보한다. 제안한 캡슐화 기술은 이식형 전자 소자의 장기 수명 확보와 성능 안정성 향상에 기여할 것으로 기대한다.

P 재료금-17

Facile Synthesis of Defect-Free ZnSeTe Quantum Dots via Shelling with Zinc Halide Precursors

한승민, 이강택*
연세대
(ktlee@yonsei.ac.kr*)

Quantum dots (QDs) have gained attention as next-generation display materials due to their size-dependent emission wavelengths and narrow bandwidths. ZnSeTe QDs are of particular interest for blue emission owing to their suitable bandgap. Zinc acetate and oleic acid are typically used to form zinc carboxylates as precursors for core synthesis and ZnSe or ZnS shell growth. However, carboxylic acids can undergo side reactions at high temperatures, generating water that causes oxidation and stacking faults, degrading QD optical properties. Although hydrofluoric acid (HF) is often used to suppress these defects, its high toxicity and reactivity hinder safe handling and scale-up. Here, we propose a simple synthesis strategy using zinc halide precursors to improve QD stability and optical performance without hazardous reagents.

P 재료금-18

임피던스 분석을 통한 맥신 기반 센서의 미세플라스틱 검출 및 농도 구분

박루빈, 이금비*
경북대
(geumbee.lee@knu.ac.kr*)

플라스틱 소비 증가로 인해 환경 중 미세플라스틱 축적이 심각한 문제로 대두되고 있다. 직경 1μm~5mm의 미세플라스틱은 환경오염뿐 아니라 식품 섭취를 통해 인체에 유입되어 다양한 질병을 유발할 수 있다. 기존 검출 기술은 다단계 공정, 높은 비용, 장시간 소요 등의 한계가 있으며, 실제 환경 시료에서의 정성 및 정량 분석이 어렵다. 이에 따라 간편하고 비용 효율적인 센서 개발이 요구된다. 본 연구는 미세플라스틱 검출 및 농도 분석이 가능한 친환경 센서를 제안한다. 센서는 인덕터(L)와 캐패시터(C)로 구성된 공진회로 기반이며, 공진 주파수는 L 및 C 값으로 조절한다. L는 금(100 nm), C는 2차원 적층 구조의 맥신(MXene, 800 nm)을 기판에 스프레이 코팅하여 제작한다. C에 미세플라스틱 주요 성분인 polystyrene (PS) 용액을 도포하면, PS 입자가 맥신 표면 및 층상 구조 내에 포집되어 전기화학적 임피던스 변화가 발생하고, 이는 C값 및 공진 주파수의 변화로 이어진다. 나아가 PS 농도에 따라 센서의 임피던스 값이 증가하여 미세플라스틱 농도의 정량 분석이 가능하다.

P 재료금-19

Dendrimer-Assisted Fabrication of Uniform Nanoparticle Monolayers

정재현, 이강택*
연세대
(ktlee@yonsei.ac.kr*)

Quantum dots (QDs) are investigated as key materials to advance display technology, owing to their excellent optical performance. Patterning processes are essential for integrating QDs into practical display applications. Inkjet printing is a promising next-generation technology that enables cost-effective, nanoparticle patterning. However, a significant challenge in inkjet printing QDs is the coffee-ring effect, which is a ring-shaped deposit of those particles at the droplet's edge. This phenomenon leading to non-uniform films and a drastic degradation in device performance. In this study, we demonstrate a successful approach to overcome this issue by introducing a dendrimer layer onto the substrate surface. This modification effectively suppresses the coffee-ring effect, enabling the stable and reliable fabrication of uniform QD patterns for display applications.

P 재료금-20

UV 하향변환 복합체 페로브스카이트 필름 기반의 전기적으로 파장 선택이 가능한 광검출기

이용건, 정건영, 김형훈[1]*
광주과학기술원; [1]전남대
(hyhkim1210@jnu.ac.kr*)

Selective spectral discrimination of ultraviolet (UV) light holds considerable promise in various fields, such as automobiles, defense, and environmental monitoring. Herein, a downconversion complex perovskite film is presented that absorbs UV light for re-emission in the blue (≈470 nm) and green (≈530 nm) spectral regions. The film exhibits high UV-to-visible conversion efficiency and distinct spectral selectivity, functioning as an effective wavelength-converting layer. This downconversion film was integrated with a photodiode based on an n-Si/PEDOT:PSS/FAPbBr$_2$Cl/PCBM architecture. By leveraging a leakage current intentionally induced by the high conductivity of the PEDOT:PSS layer, the integrated device demonstrates electrically switchable wavelength selectivity: a dominant green photocurrent under a ±1 V bias and a dominant blue photocurrent at 0 V. These findings present a novel method for realizing integrated photodetectors with both UV wavelength selectivity and electrical switchability, offering a promising approach for next-generation multi-spectral UV sensing platforms.

P 재료금-21

단방향 팽윤 하이드로젤 기반의 생체 이식/흡수 pH 센서

오동현, 이금비*
경북대
(geumbee.lee@knu.ac.kr*)

생체 내 pH 변화 감지 센서는 질병의 조기 진단, 수술 후 회복 모니터링, 국소 염증 또는 종양성 변화 감시에 필수적이다. 특히, 종양의 경우, 정상 조직의 pH보다 0.6-1.5 단위 낮은 산성 환경으로 변화하므로 정밀한 pH 모니터링을 요구한다. 그러나 기존 pH 센서는 pH 변화 시 히스테리시스(±0.012-0.03 pH)가 발생하고 분석에 시간 및 비용이 많이 들어 임상 적용에 한계가 있다. 본 연구는 단방향 팽윤 특성을 지닌 천연 다당류에 주목하여, pH 감응성과 기계적 강도가 우수한 하이드로젤과의 복합체를 기반으로 이식형 pH 센서를 제안한다. 본 센서는 pH 증가 시 팽윤하며, 단방향 팽윤 특성으로 pH 변화 신호를 1차원 변위로 직접 측정할 수 있다. 이는 측정값의 해석이 단순하고, 반복 측정 시 오차가 작아 센서의 정밀성이 높다. 이를 통해 본 센서는 생체 환경에서의 pH 변화를 정확하게 실시간으로 감지하며, 바이오 의학적 진단 및 치료 모니터링에 활용 가능성을 높일 것으로 기대한다

P 재료금-22

Controlled Dynamics of Active Matter in Liquid Crystal Confinement

김장민, 조은수, 최대섭, 백지혜, 김영기*
포항공과대
(ykkim@postech.ac.kr*)

Active matter refers to a system forms self-organized structures via energy consumption and particle interactions, exemplified by bacterial suspensions. The key difficulty emerges from controlling complex spatiotemporal dynamics due to hydrodynamic instabilities and nonlinear interactions. In this work, we examined how anisotropic fluid can regulate the dense bacterial behavior under the confinement. By encapsulating suspensions of bacteria within liquid crystal (LC), we observe enhanced spatial regularity in bacterial patterns compared to isotropic liquid. Moreover, we leverage phase transition in the host LC, which reorganizes the flow patterns of bacteria. Our results highlight how LC alignment can effectively modulate the collective behavior of bacteria. This work was supported by the NRF of Korea (RS-2023-00212739, RS-2023-00302586, RS-2024-00411809).

P 재료금-23

Lithiation-Potential-Matched Oxide Substrates for 3D Li_2S Deposition in Lithium-Sulfur Batteries

신나경, 문준혁*
고려대
(junhyukmoon@korea.ac.kr*)

Lithium-sulfur (Li-S) batteries offer a theoretical capacity of 1675 mAh g^{-1} and an energy density of 2600 Wh kg^{-1}, yet discharge-induced Li_2S passivation layer severely limits performance. While conventional strategies delay passivation without fundamentally preventing it, here, we employ metal-oxide substrates with lithiation potentials matched to the Li_2S window. During discharge, Li^+ intercalates into the oxide, leading to the formation of Li_2S as dispersed three-dimensional domains rather than as a contiguous two-dimensional surface film. This growth mode preserves ionic and electronic pathways, suppresses passivation, and enables higher sulfur utilization with stable cell performance. The strategy offers a sustainable electrode design for Li-S batteries, enabling resource-efficient and durable energy storage.

P 재료금-24

Effect of Metal Filler Ratio on the Thermal Conductivity of Deformable Liquid Metal Composites

김서윤[1,2], 김은지[1], 홍정빈[1,2], 소주희[1]*
[1]한국생산기술연구원; [2]한양대
(jso@kitech.re.kr*)

We developed a deformable liquid metal(LM)-polyvinyl alcohol(PVA) gel composite blending Cu and/or Ag metal fillers within a modified PVA matrix. Uniform dispersion and strong interfacial bonding were achieved by adjusting the Cu and Ag filler ratios to PVA, as confirmed by scanning electron microscopy(SEM) analysis. The thermal conductivity of LM-PVA with metal fillers was measured and compared with that of pure LM materials using thermal conductivity measurements(TCM). Thermal durability was evaluated by thermal cycling tests. The composite exhibited flexibility, and the optimal metal filler ratio providing a balanced combination of thermal and mechanical properties was identified.

P 재료금-25

Leakage Prevention in TPE-Liquid Metal Composites while Improving Thermal Conductivity via Metal Fillers

홍정빈[1,2], 김은지[1], 김서윤[1,2], 소주희[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]한양대
(jso@kitech.re.kr*)

Eutectic Gallium-Indium (EGaIn) composites with metal fillers provide high thermal conductivity and flexibility. However, liquid metal leakage remains a critical issue. This study presents composites by adding copper (Cu) and silver (Ag) particles in various ratios for thermal conductivity of EGaIn and integrating a thermoplastic elastomer (TPE) for leakage prevention and moldability. Thermal conductivity was measured using a Thermal Conductivity Meter (TCM), and leakage characteristics were evaluated by compression testing. The results demonstrated that composites with the optimal metal filler ratio maintain thermal conductivity while TPE incorporation prevents leakage, proving suitable for flexible electronics.

P 재료금-26

Performance Comparison of High Thermal Condu

김은지[1], 홍정빈[1,2], 김서윤[1,2], 소주희[1*]
[1]한국생산기술연구원; [2]한양대
(jso@kitech.re.kr*)

Thermal grease is widely used as a thermal interface material (T based TIMs have low conductivity, high volatility, and poor stabilit Indium (EGaIn) composites offer higher conductivity and reliability. filled EGaIn composites outperformed grease-based formulations, showing potential for advanced thermal mana

P 재료금-27

리튬-용매 결합 조절을 통한 리튬 매개 질소 환원 암모니아 생산 연구

윤혜주, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

리튬 매개 질소 환원 반응(Li-NRR)은 하버-보슈 법을 대체할 수 있는 유망한 전기화학적 그린 암모니아 생산 기술로 주목받고 있다. Li-NRR은 리튬의 강한 환원력을 이용하여 상온, 저압에서 높은 암모니아 생산량을 나타낼 수 있지만, 반응 과정에서 전해질 분해로 형성되는 고체 전해질 계면(SEI)이 반응물(N_2, H^+)의 이동을 제한하여 반응 선택성에 영향을 미친다. 특히, 용매는 리튬 용매화 구조를 결정짓는 핵심 인자로서, 리튬-용매 결합 조절을 통해 SEI를 제어하고 암모니아 생산 선택성을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는, 기본 용매인 테트라하이드로퓨란(THF)의 강한 용매화 능력을 억제할 수 있는 아세탈계 용매를 도입하여 리튬-용매 결합력을 약화시키고, SEI에 미치는 영향을 확인하였다. 또한, 다양한 전해질 조합에 따른 이온 전도도와 패러데이 효율, 안정성 등의 전기화학적 성능 변화를 관찰하였다.

P 재료금-28

FeNi-N-C bimetallic electrocatalyst with in-situ grown carbon nanotubes for efficient CO_2 electrochemical reduction

이소미, 구달 찬단 찬드루, 김상윤, 김수연, 정찬화*
성균관대
(chchung@skku.edu*)

In this study, to address the drawbacks of precious metal catalysts, FeNi-N-C was synthesized by the in-situ growth of carbon nanotubes (CNTs) and used as a catalyst for the CO_2 RR. By utilizing Fe and Ni, which are inexpensive and abundant in nature, an effective bimetallic electrocatalyst for the CO_2 RR was developed. By substituting Zn sites with Fe and Ni in a zeolitic imidazolate framework (ZIF)-8-based precursor, dual metal centers were formed within the nitrogen-doped carbon matrix. Concurrently with the synthesis, highly conductive CNTs grow in-situ, significantly enhancing the electrical conductivity of the catalyst and contributing to its electrochemical activity. Additionally, the CNT one-dimensional network facilitates CO removal and diffusion, improving mass transfer and stabilizing the electrode-electrolyte interface.

P 재료금-29

Localized laser treatment for amorphous phase in ternary transition metal chalcogenide, $CrPS_4$

장현서, 조수연*
이화여자대
(s.cho@ewha.ac.kr*)

Two-dimensional amorphous solids are anticipated to serve as next-generation electronic devices due to their distinguished mechanical and electronic properties surpassing conventional crystalline materials. However, precisely engineering the amorphous phase in nanoscale localized regions remains challenging. In this study localized laser treatment was applied to $CrPS_4$ exfoliated onto a SiO_2/Si wafer and its chemical properties were examined by Scanning Photoelectron Microscopy (SPEM) measurement. We investigated the laser-induced structural phase transition from crystalline to amorphous phase. Laser treatment was shown to be possible without additional coating and transfer process to prevent oxidation. Our study shows that the crystalline phase can transition to the amorphous phase depending on the laser heat treatment conditions.

P 재료금-30

백금 광증착 WO_x 나노 와이어 기반 고성능 전기화학적 암모니아 산화 촉매

임창현, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

암모니아를 통해 저전력으로 수소를 생산하기 위해선 전기화학적 암모니아 산화 반응이 필수적이다. 하지만 암모니아 산화 반응은 낮은 반응 활성 및 부반응, 질소종 피독으로 인한 낮은 촉매 안정성 등의 문제에 직면해 있다. 이에 본 연구에서는 산소가 결핍된 산화 텅스텐 나노 와이어 위에 백금을 광증착한 촉매를 통해 전기화학적 암모니아 산화 성능과 안정성을 향상시켰다. 기판-귀금속 일함수 차이를 이용하여 전자가 풍부한 백금을 WO_x 지지체 위에 증착하며, 강한 금속-지지체 상호작용을 유도하였다. ATR-SEIRAS 분석을 통해 G-M 매커니즘을 규명하고, NO_x 피크 감소를 확인하며 향상된 안정성을 지지하였다. 추가로 DFT 분석에서 NH와 OH의 강한 수소 결합을 통한 속도 결정 단계의 에너지 감소를 확인하였다. 이에 해당 촉매는 높은 암모니아 산화 전류밀도 및 안정성을 확보하였고, 셀 단위에서 저전력 수소 생산을 실현하였다.

P 재료금-31

콜린 기반 이온성 액체를 활용한 장기 안정성 유기 전기화학 트랜지스터

예영신, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

We incorporated a choline-based ionic liquid into OECTs to achieve both enhanced performance and long-term operational stability, enabling recording biological signals such as ECGs and EMGs for up to three months. Spectroscopic and electrochemical analysis were conducted to investigate the ionic interactions between the choline-based ionic liquid and PEDOT:PSS, with a particular focus on their influence on device operation. These ionic interactions lead to improved electrical performance, including a response time of 14 ms, surpassing that of state-of- the-art devices. In addition, demonstrations of three-dimensional OECT arrays and skin-conformal devices with stable performance highlight their substantial potential for applications in mapping biological signals from cells or tissues, as well as for integration with wireless systems to enable remote medical services.

P 재료금-32

수계 아연이온 전지의 안정성 향상을 위한 환원 그래핀 산화물/키토산 복합 보호층

김수연, 구달 찬단 찬드루, 이하린, 백승룡, 이소미, 정찬화*
성균관대
(chchung@skku.edu*)

Aqueous zinc-ion batteries are promising for next-generation energy storage due to their safety, cost-effectiveness, and high theoretical capacity. However, issues like hydrogen evolution reaction, dendrite growth, and corrosion at the Zn anode limit performance and lifespan. In this study, we synthesized a reduced graphene oxide/chitosan (rGO/Chitosan) composite using a carbon-based material with low lattice mismatch to Zn via a hydrothermal method. Chitosan reduced defects and enhances structural stability. Applied as a protective layer, this composite suppresses dendrite growth and corrosion. The rGO/Chitosan layer improves electrical conductivity, lowering Zn nucleation overpotential from 53 mV to 28 mV. Brunauer-Emmett-Teller and Barrett-Joyner-Halenda analysis shows high surface area and porosity, aiding rapid Zn^{2+} transport and uniform nucleation. This approach effectively boosts Zn anode stability and cycle life, advancing the commercialization of aqueous zinc-ion batteries.

P 재료금-33

Unveiling the Solvation Structure in Proton-Based Dual-Salt Electrolytes for Electrochromism

이주나, 나장한, 허성연*
서울과학기술대
(sungyeonh@seoultech.ac.kr*)

Proton (H^+)-based electrolytes have attracted significant attention in batteries and electrochromic applications due to their fast diffusion kinetics, attributed to the small size and low mass of protons. However, conventional proton-based systems typically use aqueous solvents, which face challenges such as water evaporation and electrolysis. Non-aqueous solvents—particularly propylene carbonate (PC), with its high boiling point and low freezing point—effectively address these issues and provide electrochemical stability under high potential operation. In 1996, Dini et al. introduced a novel electrolyte composed of PC as the solvent, tetrabutylammonium perchlorate (TBAP) as the supporting electrolyte, and trifluoroacetic acid (TFA) as a proton donor for electrochromic devices. However, this study did not discuss the physicochemical properties of the electrolyte system. In recent years, research on solvation structure—focused on understanding the chemical environment surrounding transporting ions—has grown rapidly, offering deep insight into electrolyte behavior. Here we revisit the previously introduced electrolyte and conduct a thorough investigation of the solvation structure and ion interactions within the system. We further demonstrate that this electrolyte enables high electrochromic performance, even at low concentrations.

P 재료금-34

수계 아연 이온 전지의 안정성 향상을 위한 인공 계면층: 순차적 표면 개질 접근법

임정은, 구달 찬단 찬드루, 이하린, 백승룡, 이가연, 정찬화*
성균관대
(chchung@skku.edu*)

Aqueous zinc-ion batteries (AZIBs) have emerged as promising next-generation energy-storage systems owing to their low cost, non-flammability, and high energy density. However, their practical application remains limited by the persistent challenges associated with Zn metal anodes, including dendrite growth, hydrogen evolution reactions (HER), corrosion, and accumulation of byproducts on the electrode surface. To address these issues, an artificial interphase composed of zinc fluoride (ZnF_2) and zinc hydroxysulfate (ZHS) was proposed and engineered via a sequential surface modification strategy. The ZnF_2 layer was electrochemically formed on the zinc surface by anodic oxidation, which facilitated Zn^{2+} desolvation and suppressed the HER, side reactions, and corrosion. Subsequently, $Mg(OH)_2$ was electrodeposited and converted into a porous ZHS layer by immersion in $ZnSO_4$ solution, facilitating uniform Zn^{2+} flux and stabilizing plating/stripping behavior through its hydrophilic and ion-conductive nature. This dual-functional interphase can effectively regulate interfacial ion dynamics and significantly improve the long-term electrochemical stability of AZIBs.

P 재료금-35

Self-assembly of DNA-Functionalized Nanoparticles via Molecular Dynamics Simulation

신지수, 이상민, 김영기*
포항공과대
(ykkim@postech.ac.kr*)

Self-assembly of nanoparticles functionalized with DNA has emerged as a powerful method for synthesizing colloidal crystals with precise control over crystal symmetry, lattice parameters, and even macroscopic morphology. DNA-mediated crystal structures depend on the inherent shape of the nanoparticle and the thickness of DNA surrounding the nanoparticles. In this work, we perform Hard Particle Monte Carlo (HPMC) simulations to evaluate the effect of the core shape. Subsequently, Molecular Dynamics (MD) simulations investigate the effect of DNA shells. This study highlights the impact of nanoparticle shape and the thickness of DNA on self-assembled structures, providing valuable insights into future research for energy optimization and structural characterization. This work was supported by the NRF (RS-2023-00212739, RS-2024-00411809, RS-2023-00302586).

P 재료금-36

$SnCl_2$ 첨가제 기반의 전해액을 활용한 하드카본 음극의 프리소디에이션 및 인공 계면층 동시 형성 직접 접촉 전략

최민철, 김용일*
가천대
(yikim@gachon.ac.kr*)

Hard carbon suffers from low initial Coulombic efficiency (ICE) due to irreversible Na^+ consumption during SEI formation and electrolyte decomposition in the initial cycles. Various presodiation methods have been investigated to address this limitation, among which direct contact with sodium metal is known as the most stable and well-established approach. However, the organic SEI layer formed in this process exhibits poor chemical and mechanical stability, leading to rapid capacity degradation during long-term cycling.In this study, we propose a novel hybrid presodiation strategy that combines the direct-contact method with an $SnCl_2$ additive to simultaneously overcome low ICE and unstable interfacial stability. This approach induces Na^+ insertion into hard carbon while promoting a spontaneous reaction between $SnCl_2$ and sodium metal to form an Nax Snx alloy layer and a Cl -based inorganic artificial interphase (artificial SEI) on the electrode surface, thereby blocking direct contact with the liquid electrolyte and suppressing the formation of an organic SEI layer. Furthermore, an electrolyte with $SnCl_2$ additive was introduced to more effectively preserve and protect the artificial interphase during cycling. These combined effects enhanced interfacial stability, resulting in reduced overpotential

P 재료금-37

아연 이온 배터리를 위한 TEMPO-산화 셀룰로오스와 글리세롤 기반 차세대 유기 하이드로겔 전해질

이가연, 이하린, 구달 찬단 찬드루, 백승룡, 임정은, 정찬화*
성균관대
(chchung@skku.edu*)

Zinc-ion batteries (ZIBs) are promising alternatives to lithium-ion batteries due to higher safety,lower cost, and environmentally friendly. However, their commercialization is hindered by zincdendrite growth, hydrogen evolution, and electrolyte instability. Here, we propose an organo-hydrogel electrolyte composed of carboxymethyl cellulose (CMC), polyvinyl alcohol (PVA), andglycerol. CMC enhances ion transport, PVA provides mechanical strength, and glycerol acts as aplasticizer, forming a flexible and stable gel. This electrolyte improves the zinc-ion transferencenumber (0.628), broadens the electrochemical stability window (ESW), and lowers corrosioncurrent density compared with liquid electrolytes, thereby protecting the electrode. Overall, theorgano-hydrogel offers a promising pathway for zinc-based energy storage technologies,enabling safer high-voltage operation and enhanced durability.

P 재료금-38

젖음성 변화에 의한 기체 감응성 액체-고체 마찰전기 발전기 연구

윤소연, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

본 연구는 액체-고체 마찰전기 발전기(Liquid-Solid Triboelectric Nanogenerator, L-S TENG)의 기체 감응성 성능 변화를 보고하였다. PVDF와 PDMS로 구조체를 제작하고, 그 위에 MMA-DEAEMA 기반의 CO_2 반응성 코폴리머를 코팅하여 제작한 기체 감응성 표면을 L-S TENG의 유전층으로 적용하였다. CO_2 퍼징을 통해 DEAEMA 작용기의 protonation을 유도하여 표면의 젖음성과 전기적 출력 변화를 관찰하였으며, 이후 N_2 퍼징을 통해 deprotonation을 시도하여 전기적 특성의 회복 가능성을 평가하였다. 코폴리머의 코팅 두께 및 조성 변화에 따른 젖음성, 표면화학, 및 출력 전압 특성을 비교 분석한 결과, 코팅 두께와 조성비가 protonation/ deprotonation 반응성 및 출력 특성 회복에 중요한 영향을 미침을 확인하였다. 본 연구는 기체 환경에 따라 물질의 표면 특성과 마찰전기 출력이 가역적으로 변하는 L-S TENG 개발에 새로운 방향을 제시한다.

P 재료금-39

Temperature-Dependent Phase Transition in WS_2 for Reinforcing Band-to-Band Tunneling and Photoreactive Random Access Memory Application

심현우, 김태성*
성균관대
(tkim@skku.edu*)

Negative differential resistance (NDR) devices have emerged as promising candidates for high-speed and energy-efficient data processing. In this study, we present a plasma-assisted sulfidation approach to synthesize multiphased WS_2 thin films containing distorted 1T (D-1T) and 2H phases. The semimetallic D-1T phase provides efficient band-to-band tunneling, while coexistence with the 2H phase forms a grooved conduction band structure that enhances tunneling probability. The optimized WS_2 /p-Si heterostructure, with 77.4% D-1T phase at 150 ℃, achieves a peak-to-valley current ratio (PVCR) of 13.8 under multiwavelength illumination and maintains stable photoreactive NDR operation for over 2700 cycles. Furthermore, optically tunable resistive bistability enables photoreactive random-access memory (RAM) with reliable endurance and retention. These findings demonstrate that plasma-assisted phase engineering provides a practical and scalable route for functionalizing 2D transition metal dichalcogenides, offering significant potential for next-generation optoelectronic and memory applications.

P 재료금-40

Porous Polyimide-Quantum Dot Composite Films for Advanced Infrared Stealth Applications

백승호, 이강택*
연세대
(ktlee@yonsei.ac.kr*)

The advancement of infrared (IR) stealth technology has become increasingly critical to counteract the growing threats posed by IR detection systems and precision-guided weapons. With the rapid evolution of IR detection capabilities, the development of stealth materials has diversified significantly. Quantum dots (QDs), as semiconductor nanocrystals with tunable bandgaps, can absorb a broad range of light and selectively emit within narrow spectral windows. This unique optical versatility offers promising opportunities to design lightweight, multifunctional, and adaptive IR stealth materials. In this study, we develop and analyze IR-absorbing QD-based composites, highlighting their potential as next-generation for advanced IR stealth applications.

P 재료금-41

CeO_2-Based CMP Strategy for EMC/Si/Cu : Maintaining EMC/Si Removal and Minimizing Cu Defects

정원종, 이강택*
연세대
(ktlee@yonsei.ac.kr*)

Chemical Mechanical Planarization (CMP) is critical for advanced semiconductor packaging involving epoxy mold compound (EMC), silicon (Si), and copper (Cu). However, differences in removal rates and Cu surface damage pose significant challenges. This study proposes a CeO_2 -based CMP slurry with a controlled Ce^{3+}/Ce^{4+} ratio to enhance EMC and Si removal while minimizing Cu scratching. This approach aims to achieve uniform planarization with low abrasive loading and reduced defects, advancing CMP technology for high-density electronic packaging.

P 재료금-42

전극 표면의 리튬 친화성 차이를 이용한 리튬-매개 질소 환원 반응 성능 확인

김종은, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

암모니아는 오늘날 화학 비료의 원료로써 식량 생산의 큰 축을 담당한다. 그러나 주요 암모니아 합성법인 하버-보슈 법은 에너지 집약적 공정으로 인해 문제가 되고 있다. 이를 대체하기 위해 연구되는 리튬-매개 질소 환원 반응(Li-NRR)은 최근 재현성과 선택도에 있어 큰 진전을 보이는 중이다. 본 연구는 Cu 전극 표면에 상대적으로 높은 리튬 친화성을 가진 금속 물질을 올려 Li-NRR에 적용했다. 이때 전극 표면에 올리는 물질은 3차원 나노 구조를 갖는 동시에 Cu와의 리튬 친화성 차이가 존재한다. 3차원 나노 구조는 전기화학적 활성 표면적의 확대로 보다 높은 전류 밀도에서 반응을 진행시킴으로써 반응 속도를 향상시킬 수 있다. 또한, 리튬 친화성 차이는 Li 핵 생성 과전압을 완화시키고 Li 수상돌기의 형성을 억제함으로써 균일한 Li 증착을 유도할 수 있다.

P 재료금-43

감마 알루미나 담체를 활용한 질화 몰리브데넘 기반 고성능 고재생성 화학 루핑 암모니아 합성 공정 질소 전달체 개발

배시우, 김현중, 김경수, 이재우, 이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

Ammonia is essential for fertilizers and carbon-neutral fuel. About 50% of global production relies on the Haber-Bosch process, which requires extreme pressure and temperature, consuming 1-2% of the world's energy. Chemical Looping Ammonia Synthesis (CLAS) offers a more efficient alternative by using metal nitrogen carriers in an oxidation/reduction cycle, operating at atmospheric pressure with high selectivity. Metal nitrides, known for their simple synthesis, stability, and selective nitrogen adsorption, are promising nitrogen carriers for CLAS. Among them, Mo_2N excels due to Mo's intrinsic ability to facilitate N_2 dissociation, enabling high ammonia production. However, optimizing Mo_2N requires a high surface area, efficient NH_x desorption, and low nitrogen fixation energy. This study aims to enhance CLAS efficiency by synthesizing Mo_2N/γ-Al_2O_3, using γ-Al_2O_3 as a support to improve ammonia yield and lattice nitrogen regeneration, optimizing the oxidation/reduction cycle.

P 재료금-44

구리의 화학적 기계적 연마에 대한 공정 온도와 화학 반응성의 영향

최동환, 김태성*
성균관대
(tkim@skku.edu*)

This study investigated the effect of slurry temperature on copper chemical mechanical polishing (Cu CMP) under alkaline conditions (pH 10.5) using H_2O_2, nano-SiO_2 abrasives (80-90 nm, 2 wt%), glycine, and BTA, with AEO and ADS surfactants for dispersion. Polishing of 3-inch Cu wafers was performed at 20℃, 40℃, and 60℃ (1 psi, 57/63 rpm, 5 cm^3/s). Split tests examined individual and combined additive effects. Electrochemical and surface analyses (SEM, XPS, work function) showed severe pitting at 20℃ in H_2O_2 +glycine due to local acidization, while 40℃ with BTA yielded optimal passivation and smoothness. The 40℃ slurry achieved 100.5% higher RR than 20℃, with RR/SER ratios of 9.49, 9.07, and 5.65 for 20℃, 40℃, and 60℃, respectively, highlighting temperature control as key to maximizing efficiency and minimizing dishing.

P 재료금-45

Scalable synthesis of spherical and tubular mesoporous phyllosilicates and its structural stability under hydrothermal and strong alkaline

이수민, 조은범*
서울과학기술대
(echo@seoultech.ac.kr*)

This study explored a fundamental, single-step method for mass-producing mesoporous nickel phyllosilicate. Using NaOH as the base catalyst to reduce ammonia toxicity, we confirmed that ammonia is essential for structure formation. By controlling the amount of ethanol, we successfully transformed spherical particles into tubular ones. The durability of various morphologies was evaluated under high-temperature hydrothermal, strong alkaline, and hydrogen reduction conditions. The results suggested that nickel phyllosilicate could be applied even in extreme environments. This research was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI) Green Convergence Technology Graduate School Project and the Ministry of Education.

P 재료금-46

2D 코발트 기반 촉매의 구조 제어를 통한 친환경 암모니아 합성 성능 개선

조혜인, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

암모니아는 비료 및 산업 원료로 활용될 뿐 아니라 수소 운반체로서의 잠재력이 크지만, 기존 합성법인 하버-보슈 공정은 높은 에너지 소모와 CO_2 배출 문제를 안고 있다. 본 연구에서는 전기화학적 질산염 환원 반응(Nitrate Reduction Reaction, NO_3 RR)을 이용한 친환경 암모니아 합성을 위해 2D 구조의 코발트 기반 촉매를 설계하였다. 기판의 표면에너지를 조절해 코발트 이온의 흡착과 핵생성을 촉진시켰고, 나노시트가 더 작고 조밀하게 형성되었다. 그 결과 활성 표면적, 전하 전달, 질산염 전환 속도 및 암모니아 선택성이 전반적으로 향상되었으며, 온화한 전위에서도 높은 효율과 재현성 있는 수율을 확보했다. 이 접근법은 촉매 성장 전구체와 기판 계면 에너지의 조절만으로 NO_3 RR 촉매 설계를 단순화하였으며, 다양한 반응 환경에 적용 가능한 범용적 전략임을 시사한다.

P 재료금-47

Structure-Property Relationships in Functional Epoxy Resins for Molded Underfill

이소정*, 김준기
한국생산기술연구원
(flthwha27@kitech.re.kr*)

Molded underfill (MUF) materials play a crucial role in enhancing interfacial reliability between chips and substrates in advanced semiconductor packaging. Their wetting behavior, curing kinetics, and penetration capability are strongly influenced by the resin composition and chemical structure. In this study, epoxy-based formulations were prepared, comprising a neat epoxy resin and epoxy resins incorporating amine or thiol functional groups. Wetting behavior was evaluated by contact angle measurements on glass substrates. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) was conducted exclusively for the synthesized functional resins to confirm their chemical structures. Differential scanning calorimetry (DSC) was used to determine curing onset temperature and reaction enthalpy, while penetration capability between parallel glass plates was measured to simulate gap filling. The comparative analysis revealed the structure-property relationships governing MUF processability and provided insights for designing formulations with improved reliability for semiconductor packaging applications.

P 재료금-48

Development of GelMA-ZIF-8 Composite Hydrogel for Targeted Drug Delivery System in Cervical Cancer Treatment

남혜린, 김종성*
가천대
(jongkim@gachon.ac.kr*)

Cervical cancer remains a major oncological challenge due to high recurrence rates and systemic toxicity from conventional chemotherapy. This study aims to engineer a pH-responsive gelatin methacryloyl (GelMA)-zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8) composite hydrogel for localized co-delivery of paclitaxel (PTX) and cisplatin (CIS). ZIF-8 nanoparticles, synthesized via room-temperature precipitation, will encapsulate PTX through adsorption and CIS via coordination binding, then be embedded within GelMA and photo-crosslinked into injectable hydrogels. Physicochemical properties will be characterized (SEM, FTIR, XRD, mechanics), and pH-triggered release profiles evaluated at physiological and tumor-mimicking acidic pH. Anticancer efficacy will be tested in HeLa monolayers and 3D spheroids using viability assays, penetration studies, and apoptosis analysis. Molecular profiling will assess HPV16 E6/E7 downregulation and p53/p21 restoration. This dual-drug platform is expected to enable sustained, tumor-specific release, enhance therapeutic efficacy, and reduce systemic toxicity, offering a minimally invasive chemotherapeutic strategy for cervical cancer and other solid tumors.

P 재료금-49

Li_2S 양극 기반 리튬-황 배터리 용 전해질 산화환원 매개체

정윤호, 김원배, 조창신*
포항공과대
(jochangshin@postech.ac.kr*)

Lithium-sulfur batteries (LSBs) possess a high theoretical energy density of 2600 Wh kg^{-1} due to the reversible conversion between sulfur and Li_2S via lithium polysulfides (LiPSs). However, challenges such as the polysulfide shuttle, poor conductivity of sulfur/Li_2S, and Li metal anode safety issues hinder commercialization. Using a Li_2S cathode avoids pre-lithiation but suffers from high overpotential, low utilization, and poor cycling. Redox mediators (RMs) are electroactive species that undergo electrochemical oxidation at the electrode, then chemically oxidize Li_2S, offering an additional charge-transfer pathway. In this study, an RM stable within 1.7-2.8 V was introduced into a standard LSB electrolyte, lowering the initial activation overpotential by 0.5 V and enabling nearly complete Li_2S utilization, thereby improving capacity without sacrificing cycling stability.

P 재료금-50

Selective electrochemical sensing of epinephrine by MWCNTs embedded with N doped MXene quantum dots-MoS2 quantum dots

shilpa thekoot, 김종성*
가천대
(jongkim@gachon.ac.kr*)

A selective electrochemical sensor was developed by integrating nitrogen-doped MXene QDs and MoS_2 QDs onto COOH-functionalized MWCNTs using APTES as a coupling agent on the GCE and SPE electrodes. The prepared NMxQDs-MoS_2 QDs-APTES-COOHMWCNT nanocomposite-modified electrodes were studied by cyclic voltammetry (CV) and differential pulse voltammetry (DPV) techniques for epinephrine sensing. The NMxQDs were synthesized using the hydrothermal approach by using ethylenediamine and citric acid along wit the MXene sheet. To the best of our knowledge, the novel NMxQDs-MoS_2 QDs-APTES-COOHMWCNT sensor was selectively detected epinephrine in both GCE and SPE electrodes with the linear concentration ranges of 400-100000 nM in the PBS buffer using CV techniques. In addition, nanocomposite showed high stability, reproducibility, and improved selectivity. The practicality of the sensor was also investigated for epinephrine sensing in real samples like human serum.

P 재료금-51

Tunable Photonic Structures from Cellulose Nanocrystals for Wavelength-Selective Reflection

조은수, 백지혜, 임준형, 최대섭, 김장민, 김영기*
포항공과대
(ykkim@postech.ac.kr*)

Cellulose nanocrystals (CNCs) are bio-derived materials that undergo chiral self-assembly, leading to Bragg reflection at wavelengths determined by the helical pitch P. However, a quantitative framework that link P to controllable design parameters has remained elusive. In this work, an Oseen-Frank model that incorporates Straley's chiral torque reduces pitch control into a single metric: the elasticity-to-torque ratio K_2/K_T. Guided by this metric, we programmed P across the full visible spectrum using three design strategies: (i) length fractionation, (ii) ionic-strength (HCl/NaCl) screening, and (iii) chiral-dopant addition. The model quantitatively predicts the reflection wavelengths of CNC films under systematic changes in polydispersity, ionic strength, and dopant concentration. This design framework enables eco-friendly production of wavelength-selective reflectors. Supported by the NRF (RS-2023-00212739, RS-2024-00411809, RS-2023-00302586).

P 재료금-52

Preparation of mesoporous metal-silica-carbon nanostructures under acidic conditions using pentablock copolymer templates

이강현, 조은범*
서울과학기술대
(echo@seoultech.ac.kr*)

Mesoporous carbon has been studied due to its conductivity and high surface area. Common carbon precusor dopamine is typically synthesized under slightly alkaline conditions (pH = 8.5). Studies have utilized these conditions to prepare Si-C composites, but these composites are primarily composed of hydrogen bonds between silica and dopamine. In this study, we utilized a silica precursor APTES to prepare covalently bonded Si-C nanostructures, enhancing structural stability. Furthermore, we used a nonionic pentablock copolymer, including PLGA, to form mesopores. The nonionic pentablock copolymer requires slightly acidic conditions for micelle formation, and we attempted to enhance stability by adding acidic conditions using a metal salt. The ultimate goal of this study was to fabricate stable porous metal-silica-carbon nanoparticles using a pentablock copolymer.

P재료금-53

엽록소 기능화를 통한 광산화극의 전하 동역학 및 광흡수 효율 최적화

서아브라함, 이강현, 이유진, 김세연, 채수연, 임준하, 박수민*
한국기술교육대
(smpark@koreatech.ac.kr*)

Natural pigments are promising for visible-light harvesting, but their exciton transport and photostability remain limiting factors. We present a biohybrid photoelectrode with chlorophyll immobilized on anodized TiO_2 nanotube arrays. Controlled deposition creates a trilayer via capillary infiltration and tunable optical thickness. Transient photocurrent analysis shows that moderate chlorophyll loading under optimal illumination maximizes charge generation. Spectral and time-resolved data reveal exciton quenching through energy delocalization and interfacial electron injection, while excess loading causes confinement, self-shading, and trap-assisted recombination. These results define a design space where light absorption, exciton mobility, and stability are co-optimized, guiding the integration of natural pigments into efficient photoelectrochemical systems.

P재료금-54

Polycyclic aromatic hydrocarbon-derived hydrophilic carbon dots as an excellent NIR-triggered phototherapeutic cancer agent

전채원, 김종성*
가천대
(jongkim@gachon.ac.kr*)

This study utilized perylene, a polycyclic aromatic hydrocarbon, as a carbon source and urea as a nitrogen source for the production of hydrophilic carbon dots (PN-CDs), which serve as an excellent photothermal agent. The strategic creation of yellowish-green emissive PN-CDs was executed through the nitration and carbonization of perylene using a hydrothermal approach. The PN-CDs demonstrated polychromatic emissions spanning 500-640 nm when stimulated by varied excitation wavelengths (340-590 nm). The peak emission occurred at 543 nm, equivalent to yellowish green, when excited at 468 nm. The synthesized PN-CDs exhibited exceptional photothermal properties when exposed to NIR light (808 nm), demonstrating a photothermal conversion efficiency of approximately 56.6%. The advanced NIR-radiation harvesting mechanism was employed to eradicate pathogenic bacteria, establishing it as a viable bactericidal contender in vitro. The effective antibacterial action may result from the hyperthermic impact combined with increased reactive oxygen species, leading to bacterial membrane rupture and subsequent cytoplasmic fluid leakage. This study proposes a potential alternative to image-guided phototherapeutic bactericidal agents. Furthermore, flowcytometry analysis has showed a good cellular uptake of PN-CDs in HeLa

P재료금-55

아연-황 전지의 양극 호스트로 활용하기 위한 다중 셸 중공 구형 TiO_2 나노입자의 간편한 합성

박정훈, 조삼연, 김성섭*
전북대
(seongseopkim@jbnu.ac.kr*)

The development of next-generation aqueous batteries requires high-performance cathode materials with high capacity, long cycle life, and structural stability. This study proposes a facile synthesis strategy for multi-shelled hollow spherical TiO_2 (MSHS-TiO_2) nanoparticles via an evaporation-induced self-assembly (EISA) method by mixing TiO_2 precursors, PEO-b-PS block copolymers, and polystyrene in tetrahydrofuran (THF). Simultaneous macro-phase separation and block copolymer self-assembly produce spherical nanoparticles with tunable shell number, thickness, and particle size. Subsequent heat treatment converts the structure into highly crystalline anatase-phase TiO_2 while preserving the multi-shelled hollow architecture. The anatase TiO_2 structure, featuring large surface area, mechanical stability, and inter-shell voids, is expected to alleviate sulfur volume expansion and enhance Zn^{2+} reaction kinetics, thereby improving electrochemical performance. Particle morphology and shell configuration will be optimized to establish structure-performance relationships. This simple and controllable synthesis method can also be extended to other metal oxides, offering strong potential as a platform for high-performance aqueous battery cathodes.[사사]- 그린암모니아, 지램프 사업-
This research was supported by the National Research Foundation

P재료금-56

EISA 기반 메조다공성 탄소 합성 및 전기화학 에너지 장치 응용 가능성

양우경, 조삼연, 김성섭*
전북대
(seongseopkim@jbnu.ac.kr*)

High-efficiency, durable electrochemical devices are vital for a sustainable future. Performance depends on electrode structure and stability, with nano/meso-scale pore control key to efficiency and lifetime. Two-dimensional hexagonal mesoporous carbon was synthesized via evaporation-induced self-assembly (EISA) as a high-performance support. Controlling polymer self-assembly and matrix interactions enabled precise tuning of pore size, morphology, and particle structure for uniform dispersion and stability. This scalable method is expected to enhance the efficiency and durability of next-generation devices. This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea Government (MIST) (RS-2023-00214588) and the G-LAMP program of NRF grant funded by the Ministry of Education (RS-2024-00443714).

P재료금-57

렌티큘러 구조 전극 설계를 통한 저항형 압력 센서의 감지 대역 조절

오수연, 김태일*
성균관대
(taeilkim@skku.edu*)

Resistive pressure sensors are widely used for their immunity to electromagnetic interference and simple fabrication, yet they often have limited detection ranges and inconsistent sensitivity across pressure regimes, requiring nonlinear compensation. We report a resistive sensor capable of measuring pressures up to 4 MPa with constant linearity, achieved by combining engineered electrode geometries with deformable lenticular polymer microstructures. Ultraviolet-curable polyurethane acrylates (PUA) with varied composition ratios were used to tune elastic modulus, with lower-modulus formulations yielding greater contact length variation under load. Electrode designs—straight-zigzag, parabolic, rectangular-block, nonconnected-straight, and straight-rectangular hybrid—enabled either quasi-linear or nonlinear responses, selective tuning of the sensing band, and on/off switching, all without additional computational processing. This approach offers a straightforward yet effective strategy for bandwidth-engineered pressure sensing.

P재료금-58

Evaluation of the CO2 adsorption of lignin-based nanoporous carbon using mixed block copolymer micelles

김정태, 박윤태, 조은범*
서울과학기술대
(echo@seoultech.ac.kr*)

Nanoporous carbons are suitable for use as catalysts, adsorbents, and energy storage materials due to their high specific surface area and controllable porosity. Lignin, an abundant natural biomass, is considered to be a valuable precursor for carbon materials. In this study, we successfully synthesized mesoporous carbon using a decomposed lignin precursor and an evaporation-induced self-assembly (EISA) method. This one-pot synthesis method simplifies the process and allows for the formation of a regular pore structure through the self-assembly of micelles during solvent evaporation. Tetronic 904 and F127 were used as templates for the porous structures of both single and mixed micelles. Furthermore, we investigated the effect of varying the equivalent weight of magnesium salts, commonly used for CO2 adsorption, on optimizing the adsorption capacity of the material.

P재료금-59

액정 고분자 이중층의 나노구조 제어를 통한 마찰전기 소자 성능 향상

남기성, 김선주, 신재만[1], 김민수*
국립순천대; [1]숭실대
(mspkim@scnu.ac.kr*)

The performance of a triboelectric nanogenerator is strongly influenced by the polymeric nanostructure and its associated dielectric polarization. We developed bilayer films of liquid‐crystal polymers (LCPs) with varying polarities on soft substrates to optimize nanoscale morphology and dielectric properties. The LCP bilayer delivered superior performance via two synergistic mechanisms: (i) increased molecular‐level contact area from well‐defined nanoscale domains and (ii) enhanced interfacial dielectric polarization from the bilayer configuration. Our results demonstrate that appropriate molecular design can simultaneously control polymer nanostructure and dielectric polarization, substantially boosting triboelectric output. This strategy offers important insights for creating high‐performance self‐powered sensors and flexible electronics.

P재료금-60

고성능 마찰전기 나노발전기를 위한 음전하성 마찰전기 소재로서의 불소 없는 유전체 고분자

김현민, 박지명, 김민수*
국립순천대
(mspkim@scnu.ac.kr*)

Fluoropolymers have been widely used as negative triboelectric materials in triboelectric nanogenerators (TENGs) but face tightening PFAS-related restrictions. Here, we demonstrate poly(vinyl chloride) (PVC)—a chlorine-based dielectric with strong electron-withdrawing substituents—as an effective negative triboelectric material for high-performance TENGs. By optimizing processing and film design, PVC delivered higher electrical output than poly(vinylidene fluoride) (PVDF). PVC composites incorporating functional additives achieved further gains following co-optimization of additive loading and film parameters. The performance enhancements are attributed to higher negative tribo-polarity of the chlorine-bearing backbone alongside increased interfacial polarization and trap-assisted charge retention in the composites. Consequently, our results highlight chlorine-based, PFAS-free dielectrics as promising candidates to replace fluoropolymer systems in triboelectric energy harvesting applications.

P 재료금-61

자극에 따라 형태가 변하는 바틀브러쉬 입자 제작

김선주[1,2], 백민준[3], 박진우[3], 안희성[1], 김민수[1], 신재만[3*]
[1]국립순천대; [2]숭실대학; [3]숭실대
(jshin@ssu.ac.kr*)

Responsive, structure-shifting polymer particles have received significant attention as smart materials. Here, we present particles capable of morphological transformation using a bottlebrush random copolymer with a dynamic polydisulfide backbone. Nanostructured colloids are obtained via confined self-assembly of bottlebrushes in emulsion droplets, driven by the microphase separation of incompatible polystyrene (PS) and polydimethylsiloxane (PDMS) side chains. The depolymerization of polydisulfide backbone converts nanostructured colloids into compartmentalized particles as macrophase separation of PS and PDMS blends occurs. Furthermore, polymerization-depolymerization cycles allow reversible morphological transformation between nanostructured and compartmentalized particles. Finally, the functional potential of such colloids is demonstrated by the incorporation of aggregation-induced emission luminogens (AIEgens), where the photoluminescence intensity strongly depends on the morphology due to the aggregated structure of AIEgens and their size.

P 재료금-62

Enhanced Metal Leaching from Spent Lithium-Ion Batteries via Ternary Deep Eutectic Solvents Containing Aromatic Organic Acids

이현국, 김재엽*
건국대
(jykim24@konkuk.ac.kr*)

The rapid expansion of the lithium-ion battery (LIB) industry has increased the demand for sustainable recycling and metal recovery technologies. choline chloride (ChCl)-citric acid (CA) deep eutectic solvents (DESs) exhibit low viscosity and remain liquid at room temperature, making them suitable for mild-condition processing, but their leaching efficiency is relatively limited. In this study, the aromatic organic acid gallic acid (GA) was incorporated into ChCl-CA to prepare a ternary DES, aiming to enhance its leaching capability without sacrificing its favorable liquid-state stability. The addition of GA strengthened metal-ligand interactions and improved the leaching of cathode materials, resulting in higher metal leaching performance compared to the binary ChCl-CA DES. This ternary system demonstrates the potential of aromatic acid incorporation as an effective strategy to optimize DES properties for high-efficiency, low-environmental-impact metal recovery from spent LIBs.

P 재료금-63

Voltage-Assisted SILAR Deposition of PbS Quantum Dots on TiO_2 electrode for Enhanced PEC Hydrogen Production

이인희, 김재엽*
건국대
(jykim24@konkuk.ac.kr*)

Photoelectrochemical (PEC) hydrogen production is a promising sustainable energy technology, but TiO_2 semiconductors have limited visible light absorption due to their wide band gap. In this study, TiO_2 electrodes were enhanced by depositing PbS quantum dots (QDs) using a voltage-assisted successive ionic layer adsorption and reaction (VA-SILAR) method. The application of an external electric field during VA-SILAR promoted deeper and more uniform QD deposition compared to conventional SILAR. The electrodes fabricated with VA-SILAR showed higher QD loading exhibited reduced charge recombination and enhanced stability. These improvements resulted in increased photocurrent density and photoconversion efficiency. Overall, the VA-SILAR technique provides an effective approach to improve PEC hydrogen production performance by optimizing QD sensitization and stability.

P 재료금-64

Quantitative framework for analyzing structural complexity in material targeting for physical unclonable functions

임성균, 강태우, 정인영, 권석준*
성균관대
(sjoonkwon0531@gmail.com*)

Physical Unclonable Functions (PUFs) are a promising hardware-based authentication technology based on the uncertainties stemming from variations in the manufacturing process. Although the randomness comes from the physical random sources, the majority of PUFs have focused on the random response rather than addressing and optimizing structural disorder. Herein, this study proposes an analytical framework to quantify the degree of structural randomness, employing information entropy, space-filling curves, and topological analysis. The proposed metrics are validated in systems with controlled orderness. This approach provides a quantitative understanding of the origin of randomness in materials for PUF, suggesting design strategies to enhance clone resistance and unpredictability.

P 재료금-65

마찰전기 소자의 고온 민감도를 위한 액정 폴리머-엔지니어링 이중층 구조

조영인, 남기성, 우채연[1], 김현동[1], 윤홍석[1], 김민수*
국립순천대; [1]한양대
(mspkim@scnu.ac.kr*)

Triboelectric nanogenerators (TENGs) converting contact electrification and electrostatic induction into electricity are increasingly applied in skin-interfaced, battery-free sensing, but achieving high temperature sensitivity remains challenging. We present a bilayer architecture with a liquid-crystalline polymer overlayer on a soft substrate. Electrical output, dielectric response, and surface-potential mapping indicate that orientational ordering near the glass-transition strengthens interfacial polarization and enhances negative tribo-polarity. Consequently, the bilayer shows higher output and larger temperature coefficients than the single-layer. These results demonstrate that controlling liquid-crystalline polymer orientation and interfacial polarization in bilayer structures improves temperature sensitivity in TENGs, enabling more capable battery-free sensors.

P 재료금-66

수계 Zn-S 배터리 성능 향상을 위한 친환경 바이오매스 유래 탄소 폼 양극 호스트 제조

장예진, 조삼연, 김성섭*
전북대
(seongseopkim@jbnu.ac.kr*)

Collagen-derived carbon foam was prepared through a scalable chemical blowing process, offering a sustainable and environmentally friendly route to produce porous electrode hosts for aqueous Zn-S batteries. The renewable protein-based precursor enables large-scale fabrication of lightweight, conductive foams with interconnected channels that are expected to promote rapid ion transport and efficient electron conduction. Two types of carbon foams were derived from the same zinc nitrate-containing precursor: a ZnO-containing carbon foam obtained directly after carbonization, and a bare porous carbon foam produced by subsequent acid treatment to remove ZnO. Sulfur loading via a melt-diffusion method is anticipated to demonstrate the influence of ZnO on sulfur immobilization, polysulfide suppression, and cycling stability. The presence of ZnO may provide additional chemical binding sites for active species, potentially reducing dissolution and enhancing rate capability, while the bare carbon foam offers maximum conductivity and active material accessibility. This study aims to provide mechanistic insight into the interplay between host composition and electrochemical behavior, contributing to the rational design of biomass-derived electrodes for high-performance, eco-friendly energy storage systems.*사사 : Seongseop-Kim, This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF)

P 재료금-67

Computational Modeling of electrical conduction in an organic-inorganic hybrid lattice-like nanostructure

여수연, 강태우, 정인영, 권석준*
성균관대
(sjoonkwon0531@gmail.com*)

Nanocrystal (NC) assembly films are crucial for electronic and photovoltaic devices. Electrical conductivity strongly depends on surface ligand length. Recent hetero-ligand approaches achieve both stability and high conductivity but exhibit unpredictable behavior due to the structural and energetic disorder. We analyzed charge transport using variable-range hopping (VRH) framework, modeling thermally activated hopping between NC sites with random resistor network model. At high temperatures, conductivity increases monotonically with short ligand fraction. At low temperatures, specific ligand ratios yield minimum conductivity. This crossover behavior results from interplay between geometric constraints on conduction paths and non-uniform resistance distribution. These findings provide theoretical basis for ligand engineering strategies to optimize charge transport in NC-based devices.

P 재료금-68

Insights into the Formation Mechanisms of CuInS2 Quantum Dots and Their Role in Enhancing Photoelectrochemical Hydrogen Production

김기욱, 이효철, 김화평, 인수일, 양지웅*
대구경북과학기술원
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

Elucidating the formation mechanisms of semiconductor nanocrystal quantum dots (QDs) is vital for optimizing their optoelectronic properties. While ternary I-III-VI QDs hold promise for solar energy applications, their synthetic complexity has limited mechanistic understanding. In this work, we investigate the formation pathways of CuInS2 QDs and uncover a direct relationship between synthetic pathways and photoelectrochemical hydrogen production performance. Two distinct synthetic routes are identified, governed by the Lewis acidity of the indium precursors. Precursors with weaker Lewis acidity, such as indium acetate-alkylamine complexes, favor the initial formation of CuxS intermediates, which gradually convert into CuInS2 QDs. In contrast, strongly Lewis acidic precursors, such as indium iodide-alkylamine complexes, promote direct CuInS2 nucleation via concurrent incorporation of all elements. QDs synthesized via this direct route display enhanced electronic quality, characterized by reduced electron trap densities, leading to superior photoelectrochemical hydrogen production with a photocurrent density. These findings emphasize the essential role of formation pathway control in engineering high-performance ternary QDs for solar fuel production.

P 재료금-69

필라[5]아렌 유도체가 도핑된 단일벽탄소나노튜브 기반의 고성능 황화 수소 센서

이재준, 이규원, 윤서현, 장현지, 김량하[1], 최건, 김영래, 이은지*
국립강릉원주대; [1]국립강릉원주대학
(ejlee@gwnu.ac.kr*)

Hydrogen sulfide (H_2S) is a highly toxic colorless gas generated in various industrial and environmental settings and can be fatal even at low concentrations, making its sensitive and selective detection essential. In this work, A pillar[5]arene-based sensor (L) with 4-azido-1,8-naphthalic was designed and synthesized for the selective detection of H_2S. The azide group in the sensor was reduced to an amine group in the presence of H_2S, exhibiting the most significant red shift and fluorescence turn-on. Furthermore, this sensor demonstrated the capability to detect H_2S not only in solution but also in the gas phase. Based on this, the ligand was integrated into a single-walled carbon nanotube (SWCNT) semiconductor to fabricate a sensor device for practical H_2S detection. The sensing performance was evaluated under nitrogen atmospheres with controlled humidity levels — 3% relative humidity (dry) and 45% relative humidity (humid). These results reveal that the developed sensor can serve as an effective tool for on-site H_2 S detection with outstanding selectivity and sensitivity.

P 재료금-70

탄산칼륨의 거친 표면 모델에 대한 제일원리 계산법을 통한 수분 결합에너지 계산

정우석[1]*, 고서빈[2,3], Asriadi Sakka[2,4], 김성은[2], 최수현[2], 유지호[2], 박찬영[2], 홍성국[2]
[1]한국에너지기술연구원; [2]에너지기술연구원; [3]고려대; [4]과학기술연합대학원대
(wjeong@kier.re.kr*)

Reversible hydration/dehydration reactions between potassium carbonate (K_2CO_3) and its sesquihydrate phase ($K_2CO_3{\cdot}1.5H_2O$) can be utilized for developing a promising thermochemical energy storage material. However, the slow hydration kinetics of K_2CO_3 hinder the commercialization of the material. In this context, Caesium doping is used to enhance the hydration/dehydration performance of K_2CO_3, but there are no detailed theoretical studies on this. This work automates the construction of various K_2CO_3 surface models as a first step toward the computational investigation of this phenomenon. These surface models exhibit uneven, complex surfaces, making it challenging to identify binding sites. To address this issue, we implemented a new algorithm to detect the binding sites based on a gas-probe accessible region and to screen duplicate sites by comparing their environments.

P 재료금-71

웨어러블 건강 센서용 초박형, 고성능, 무독성 Cu-In-Se 양자점 광검출기

안언형, Shi Li, 장재홍[1], 김대형[2], 최문기[1], 양지웅*
대구경북과학기술원; [1]울산과학기술원; [2]서울대
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

In this study, we present an ultrathin, self-powered photodetector (PD) based on environmentally friendly Cu-In-Se quantum dots (QDs), designed for wearable health monitoring. The device achieves high detectivity, a broad spectral range, despite using a thin QD layer (~40 nm). These metrics are comparable to conventional PDs using toxic Pb-based QDs, offering a safer and RoHS-compliant alternative. To enhance charge extraction and balance carrier transport, we introduce a hybrid hole transport layer combining poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate) and MoS_2 nanosheets, along with a ZnO electron transport layer. This architecture enables efficient charge separation and transport without external power, supporting fully self-powered operation. The resulting PDs exhibit excellent mechanical flexibility and stability, allowing conformal integration into skin-attachable photoplethysmography sensors. This work highlights a promising route toward next-generation wearable optoelectronics that are high-performance, noninvasive, and sustainable.

P 재료금-72

$(CdSe)_{13}$ 클러스터 기반의 고효율 수소 생산 광촉매 응용

이소연, 이예지[1], Hafiz Ghulam Abbas[2], Stefan Ringe[2], 장윤정[1], 양지웅*
대구경북과학기술원; [1]한양대; [2]고려대
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

$(CdSe)_{13}$ clusters, the smallest CdSe semiconductors, exhibit distinctive properties at the nanocrystal-molecule interface. However, their low stability has limited photocatalytic use. Herein, we investigate hydrogen evolution with $(CdSe)_{13}$ clusters. Self-assembly into suprastructures enhances stability, enabling water-splitting. Electrical characteristics improve via Co^{2+} doping, with bipyridine cocatalyst coordinating with dopants to create catalytic sites. The synergy between Co^{2+} and bipyridine enables Co^{2+}-doped $(CdSe)_{13}$ suprastructures to achieve much higher hydrogen evolution rates than counterparts. Computational modeling supports reduced hydrogen adsorption energy from the combined Co^{2+} doping and bipyridine. Our results demonstrate $(CdSe)_{13}$ clusters are promising photocatalysts for sustainable hydrogen production.

P 재료금-73

피부 부착형 디스플레이에서 고효율 순수 적색 발광 다이오드를 위한 표면 브롬화 CsPbI3 나노결정

안언형, 이경훈, 김윤호[1], 최문기[1], 양지웅*
대구경북과학기술원; [1]울산과학기술원
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

In this study, we introduce a facile surface bromination strategy to synthesize pure red-emitting $CsPbI_3$ perovskite nanocrystals (PeNCs). Treatment using 1-hydroxy-3-phenylpropan-2-aminium bromide introduces bromide anions selectively at the surface, inducing a controlled blue-shift in emission. Further passivation with tributylsulfonium iodide effectively suppresses surface trap states and improving charge carrier dynamics. Perovskite light-emitting diodes (PeLEDs) fabricated with the resulting PeNCs exhibit pure red electroluminescence at 660 nm and a high external quantum efficiency. Finally, ultrathin skin-attachable PeLEDs based on these PeNCs demonstrate stable operation under mechanical deformation. This work presents an effective synthetic route to spectrally stable red PeNCs and expands their potential for wearable optoelectronic applications.

P 재료금-74

다원소나노입자 이미징을 위한 그래핀 제어 기술

홍나현, 박정원[1]*
서울대; [1]서울대
(jungwonpark@snu.ac.kr*)

Graphene's high strength, conductivity, surface area, and transparency make it essential in electronics and energy devices [1-4]. In EM, its electron transparency and inertness minimize noise and enable high resolution, especially in cryo- and liquid-phase EM. Graphene liquid cells (GLCs) allow real-time 3D imaging of nanoparticles in liquid, capturing dynamics like etching or diffusion [5,6]. Yet controlling graphene morphology is challenging; Cu(111)/α-Al_2O_3 substrates reduce defects and form ridges for tailored functions. We synthesized ridged graphene via photolithography and CVD, preserving 3D features on TEM grids to control liquid and particle distribution. Using Cs-STEM and EELS, Eu-doped ZrO_2 can be analyzed under near-native conditions [7,8], deepening insight into dopant behavior for luminescent and structural tuning.

P 재료금-75

액체금속 기반 회로 가변형 이중층 스마트 섬유 회로

정찬호, 김태일*, Carmel Majidi[1]
성균관대; [1]Carnegie Mellon University
(taeilkim@skku.edu*)

Smart textiles are emerging as promising alternatives to printed circuit boards (PCBs) for flexible, lightweight, and stretchable electronics. However, most existing solutions lack sufficient electrical performance or are confined to single-sided designs, limiting their versatility. Here, we present a liquid metal/silver flake-based smart textile enabling double-sided circuit configurations without via holes, surpassing the capabilities of conventional PCBs. This approach allows selective insulation or interconnection between top and bottom circuits—even in overlapping regions—through pressure-induced sintering synergistic with the textile substrate. The system supports real-time customization, including circuit addition, removal, and replacement via simple cutting and stitching. Demonstrated applications include a replaceable-LED wristband, a reversible functional textile toy, and a customizable heating glove. This pressure-patterned, double-sided textile circuit opens new opportunities for multifunctional wearable electronics.

P 재료금-76

다중약물 내성을 가진 암 극복을 위한 공학적 올인원 나노캐리어 플랫폼 설계

이진실, 고예은, 박민욱, 이해우*
대구경북첨단의료산업진흥재단
(hwlee@kmedihub.re.kr*)

Overexpression of P-glycoprotein (P-gp) causes multidrug resistance (MDR) in cancer, reducing chemotherapy effectiveness. We developed an all-in-one nanocarrier (ANS) for co-delivery of doxorubicin (DOX), paclitaxel (PTX), and P-gp inhibitor tetrandrine (TET) to improve treatment of MDR cancer. The physically fabricated DOX/PTX/TET@ANS showed high drug loading, maintained morphology, and excellent stability after lyophilization and 4 weeks in physiological buffer. Compared to free drug or DOX/PTX@ANS, as in vitro evaluation, DOX/PTX/TET@ANS enhanced anticancer effects, with the pluronic shell aiding P-gp inhibition. As in vivo experiment, it significantly suppressed tumor growth without major toxicity. These results support ANS as a promising platform to overcome MDR.사사: 이 연구는 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구 지원에 의한 연구임 (과제번호:RS-2023-00230655)

P 재료금-77

이온 매개 표면 개질을 통한 수계 아연이온전지의 계면 안정화 전략

장주영, 조창신*
포항공과대
(jochangshin@postech.ac.kr*)

Zn metal has garnered significant attention as an anode material for aqueous Zn-ion batteries (AZIBs) due to its natural abundance, high theoretical gravimetric (820 mA h g^{-1}) and volumetric (5855 mA h cm^{-3}) capacities, and superior compatibility with aqueous electrolytes compared to other metallic anodes. These attributes position Zn-based systems as promising candidates for next-generation energy storage, offering a safer and more sustainable alternative to conventional lithium-ion batteries.However, the electrochemical reversibility of AZIBs is severely limited by parasitic reactions and interfacial instability of Zn anodes. Native non-uniform oxide layers formed during manufacturing cause heterogeneous dissolution during discharge initiation, leading to uneven Zn stripping/plating and poor reaction reversibility. The heterogeneous surface reactivity of Zn anodes intensifies competing HER, triggering localized acidification, corrosion, and ZHS byproduct formation, which increase interfacial resistance.In this study, a controlled interfacial modification approach was employed to form a uniform Cu nanoparticle layer on Zn, improving nucleation behavior and mitigating surface irregularities. This modification enhanced electrochemical stability, enabling long-term cycling with high coulombic efficiency and reduced byproduct formation.

P 재료금-78

광촉매 암모니아 생산을 위한 양자점-박테리아 바이오 하이브리드 구조체 구축

김귀민, 이일송, 이도창[1]*
한국과학기술원; [1]한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

Integrating inorganic semiconductor nanoparticles with living microorganisms advances sustainable photocatalysis. We developed a quantum dot/whole-cell hybrid using Azotobacter vinelandii to enhance biological nitrogen fixation, operating aerobically without nitrogenase purification. Under light, quantum dots harvest visible light, transferring electrons to nitrogenase directly or via metabolic intermediates, yielding 5-fold higher ammonia production than bacteria alone; aerobic conditions outperform pure N_2 via cellular metabolism-mediated electron flow. We also biosynthesized intracellular CdS nanoparticles by culturing cells in $CdCl_2$ and cysteine media, where endogenous enzymes convert cysteine to sulfide, nucleating CdS in the cytoplasm—these act as internal photosensitizers, boosting activity 5-fold higher while mitigating reactive oxygen stress and preserving viability.

P 재료금-79

양자점 발광 다이오드에서 향상된 정공 주입과 균형 잡힌 전하 수송을 위한 계면 에너지 구조 설계

추서연, 권용우, 한지수, 김형준, 임재훈*
성균관대
(j.lim@skku.edu*)

The emergence of inorganic-organic hybrid structures marked a major turning point in QLED development, enabling devices to reach or surpass theoretical maximum efficiency. In these architectures, organic materials facilitate hole injection, which is more critical than electron injection due to the larger potential difference between the QD and HTL than between the QD and ETL. However, HTL designs remain conventional, with limited structural variation, leading to charge accumulation at the QD/HTL interface that degrades efficiency and stability. Here, a TCTA/TAPC bilayer structure was employed to mitigate hole accumulation, achieving external quantum efficiency enhancement across colors. The improvement strongly depends on TCTA thickness, with notable effects when it is below 10 nm. These results provide useful guidelines for optimizing HTL structures in QLEDs and offer a promising strategy for next - generation high - performance displays.

P 재료금-80

Harnessing Plateau-Rayleigh Instability to Engineer Nanoscale Optoelectronic Junctions on a 2D Semiconductor

박성빈, 공유진, 원유찬, 신내철*
인하대
(nshin@inha.ac.kr*)

Controlling Plateau-Rayleigh (PR) instability at the nanoscale enables the fabrication of advanced high-order nanostructures, such as periodic heterostructures, which offer significant advantages including reduced interfacial defects and tunable band structures. In this study, we explore the synthesis of periodic GeS core-shell nanowires by PR instability. Using vapor-liquid-solid (VLS) growth, we demonstrate precise control over the shell diameter and pitch through modulation of the growth duration. Furthermore, we fabricated a mixed-dimensional heterostructure by integrating these GeS nanowires with two-dimensional WSe_2 monolayers. The periodically modulated GeS shells effectively tune the optoelectronic properties of WSe_2 while providing inherent self-passivation that protects the GeS core from surface defects. Nanowires with periodic shell structures and heterostructures with tunable structural and optoelectronic properties demonstrate strong potential for next-generation optoelectronic technologies, which are highly promising for optoelectronic devices and solar energy conversion applications.

P 재료금-81

높은 에너지 밀도의 소듐 이온 배터리를 위한 레진 기반 하드카본의 미세구조 제어

김민경, 조창신*
포항공과대
(jochangshin@postech.ac.kr*)

Hard carbon has emerged as a promising anode material for sodium-ion batteries; however, its commercialization is hindered by poor reproducibility. Biomass-derived hard carbon often shows performance variations due to inconsistent precursor composition. In contrast, resin-derived hard carbon allows precise microstructure tuning through controlled synthesis conditions. In this study, we synthesized high-energy-density hard carbon by inducing closed pore formation, which contributes to the plateau capacity below 0.1 V. This microstructural engineering strategy offers a pathway to high-performance sodium-ion battery anodes.This work was supported by Korea Institute for Advancement of Technology(KIAT) grant funded by the Korea Government(MOTIE) (RS-2024-00419413, HRD Program for Industrial Innovation)This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (RS-2024-00429941)

P 재료금-82

Design principles for photocatalysts enabling concurrent hydrogen production and valueable compound via cocatalyst

김륜나[1,2], 김귀민[2], 이도창[2], 김휘동[1]*
[1]한국생산기술연구원; [2]한국과학기술원
(hdkim86@kitech.re.kr*)

Hydrogen production has been extensively studied through various strategies, among which the use of hole scavengers to accelerate hole extraction and enhance hydrogen evolution reaction (HER) co-catalyst performance has attracted significant attention. However, for processes aiming to simultaneously produce hydrogen and valuable compounds, a deeper understanding of hole dynamics remains crucial, yet insufficiently explored. In this study, we investigated how the incorporation of catalysts for both the hydrogen evolution reaction (HER) and the corresponding oxidation half-reaction (OHR) influences diverse oxidative chemical reactions. By systematically evaluating the changes in reaction pathways and efficiency, we elucidated design principles for photocatalysts capable of efficiently driving hydrogen generation while selectively producing value-added products.

P 재료금-83

Realistic 3D topography simulation for next-generation plasma processes

김주원[1], 박성윤[1,2], 유혜성[1,3], 박재형[1,2], 임연호[1,3]*
[1]전북대; [2]반도체 화학공학부; [3]반도체화학공학부
(yeonhoim@jbnu.ac.kr*)

We present a realistic 3D process simulation that bridges the reactor scale to the nanoscale, with the aim of advancing the understanding of next-generation plasma processes. This approach is designed to capture the effects of the bulk plasma chemistries on the nanoscale process simulation. A brief overview is provided on the development of a bulk plasma and surface reaction database for both the conventional and novel plasma process gas chemistries. The approach demonstrates the ability to provide insights into realistic plasma chemistry addressing emerging challenges in next-generation plasma processes, including trimming processes, low temperature process, novel gases, and surface charging phenomena.

P 재료금-84

매직 사이즈 클러스터 기반의 대칭형 청색 발광 ZnSeTe 양자점

이연구, 이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

Zinc selenide (ZnSe) QDs, with their larger bandgap, but their emission typically lies in the near-UV range. Introducing tellurium into ZnSe to form ZnSeTe alloys enables a spectral red-shift, allowing emission within the visible blue region. Semiconductor magic-sized clusters (MSCs) are metastable nanocrystals with atomically precise compositions and discrete optical transitions. Their well-ordered atomic structures offer distinct advantages as chemically defined precursors for nanocrystal growth. In this study, ZnSeTe MSCs were synthesized under controlled conditions and characterized. These MSCs were then applied as alternative Te precursors for ZnSeTe QD fabrication. The resulting QDs showed optical performance comparable to those synthesized from conventional molecular precursors, confirming the effectiveness of MSCs as high-quality starting materials for nanocrystal synthesis.

P 재료금-85

화학적 부식 억제형 전해질 설계를 통한 무음극 리튬 금속 배터리의 캘린더 수명 향상

임지혜, 이정윤, 김진욱, 이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Poor lithium retention remains a critical obstacle to the long-term cycling of anode-free lithium metal batteries, despite their advantages in energy density and manufacturing simplicity. This study identifies chemical corrosion during rest periods as the dominant degradation pathway, responsible for a severe capacity retention drop from 47% to 32% over 100 cycles, while galvanic corrosion shows negligible influence. To mitigate this, the ether solvent 1,2-dimethoxyethane is substituted with 1,2-dimethoxypropane, whose weaker lithium-ion solvation suppresses direct lithium–electrolyte contact. This change promotes the growth of a Li_2 O-rich solid-electrolyte interphase and slightly reduces capacity retention loss from 51% to 49%. The results not only clarify the corrosion mechanisms limiting AFLMB performance but also highlight electrolyte design strategies that can extend their operational life.

P 재료금-86

리튬이온전지 직접 재활용에서 PVDF 바인더 제거를 위한 친환경 용매 경로: 에너지 및 환경적 비교 분석

정대혁, 이창민, 유경환, 김민수*
국립순천대
(mspkim@scnu.ac.kr*)

Poly(vinylidene fluoride) (PVDF) binders in lithium-ion battery recycling are often removed with hazardous solvents, raising safety and environmental concerns. This study evaluates alternative organic solvents for PVDF dissolution using three metrics: dissolution efficiency, regeneration energy, and environmental impact. PVDF films were tested under controlled conditions with various solvents, and performance data were combined with energy estimates and screening-level environmental indicators. Results show trade-offs between dissolution rate, recovery energy, and environmental burden. Several candidates matched dissolution while reducing energy use and impacts versus conventional media. These findings support solvent selection that balances performance and sustainability, enabling safer, lower-energy PVDF dissolution for polymer recovery in battery recycling.

P 재료금-87

리튬 금속 전지의 계면 안정성 향상을 위한 이미노 경화제 기반 비트리머 전해질

박승진, 김성곤*
동국대
(sungkonkim@dgu.ac.kr*)

In this work, vitrimer-based solid polymer electrolytes (V-SPEs) were fabricated through the polymerization of an imine-hydroxyl hardener with poly(ethylene glycol) diglycidyl ether (PEGDGE), introducing dynamic imine bonds into the polymer network. Electrochemical characterization revealed their suitability for lithium metal battery (LMB) applications. The optimized V-SPE, prepared with PEGDGE (Mn ≈ 2000 g mol^{-1}) and an EO/Li^+ ratio of 20, achieved an ionic conductivity of 2.88×10^{-4} S cm^{-1} at 60 °C and maintained a broad electrochemical stability window of approximately 5.4 V. The dynamic imine bonds enabled self-healing at room temperature without the need for external stimuli, improving electrode–electrolyte interfacial contact and lowering interfacial resistance by ~75% over 120 cycles. These bonds might also facilitate Li^+ transport, contributing to enhanced electrochemical properties and interface stability. Notably, the imine exchange reaction exhibited a low activation energy of 48 kJ mol^{-1}, enabling rapid stress relaxation and complete self-healing within 90 min at room temperature. The V-SPE maintained stable interfacial resistance for over 200 cycles and suppressed lithium dendrite formation, enabling a symmetric Li|V-SPE|Li cell to operate for 500 h at 0.1 mA cm^{-2}. A Li|V-SPE|$LiFePO_4$ full cell retained 73% of its initial capacity and nearly 99.8% coulombic efficiency after 100 cycles

P 재료금-88

고성능 섬유형 비대칭 슈퍼커패시터를 위한 탄화 불소화 폴리이미드·산화코발트 전극

나홍빈, 김성곤*
동국대
(sungkonkim@dgu.ac.kr*)

The pursuit of high-energy, flexible energy storage devices is essential for powering next-generation wearable electronics. In this work, we present a fiber-type asymmetric supercapacitor (f-ASC) that combines a wide operating voltage window, high volumetric capacitance, and excellent mechanical robustness. The device was constructed using carbonized fluorinated polyimide (c-fPI) as the negative electrode and cobalt oxide-decorated c-fPI (Co_3 O_4 @c-fPI) as the positive electrode. Thermal carbonization of fPI produced a microporous nanocarbon with a large specific surface area (1071 m^2 g^{-1}) and small graphitic domains, thereby facilitating efficient charge storage. Incorporation of Co_3 O_4 nanoparticles endowed the electrode with additional redox activity, further enhancing energy storage capability. The resulting f-ASC operates stably at 1.6 V, delivers a volumetric capacitance of 56 F cm^{-3}, and achieves an energy density of 10.0 mWh cm^{-3} at a power density of 1.16 W cm^{-3}, outperforming many previously reported fiber-shaped supercapacitors. It retains 95% of its capacitance over 8000 charge–discharge cycles and maintains its electrochemical performance under repeated bending deformation. First-principles calculations revealed that the carbon–metal oxide interface promotes charge redistribution, which improves electrical conductivity and stabilizes exposed Co sites. These results underscore the potential

P 재료금-89

자가 치유 기능을 가진 비트리머 기반 동적 이미드 결합 고분자 전해질을 적용한 고성능 리튬 메탈 배터리

이정민, 김성곤*
동국대
(sungkonkim@dgu.ac.kr*)

In this work, self-healing vitrimer-based solid polymer electrolytes (SPEs) incorporating dynamic imine bonds are developed for high-performance lithium metal batteries (LMBs). The optimal composition is determined by tuning the ethylene oxide (EO) to lithium ion ratio and varying the EO chain length. SPEs with longer EO segments exhibit improved ionic conductivity, reaching 3.25 × 10^{-4} S / cm at 60 ℃. Stress relaxation analysis reveals a gradual decrease in viscosity following Arrhenius behavior, with an activation energy of 52 kJ / mol, attributed to the dynamic bond exchange mechanism. The imine linkages also enable self-healing at ambient temperature. Furthermore, the interfacial resistance decreases steadily over 40 charge-discharge cycles, indicating enhanced electrode-electrolyte interfacial stability due to the exchangeable bonds. An LMB with the optimized SPE achieves an initial discharge capacity of 154.7 mAh / g, stable rate capability, and robust cycling stability for over 100 cycles at 60 ℃ and 0.1 C. These results highlight the potential of vitrimer-inspired SPEs as promising solid electrolytes for next-generation LMBs.

P 재료금-90

Design of Magnetically Recoverable g-C_3N_4 Composites with Extended Solar Absorption for Enhanced Photocatalytic Dye Degradation Performance

유현중, 김도형, 박용일*
전남대
(ypark@jnu.ac.kr*)

Developing photocatalysts that can utilize a broader solar spectrum, including the near-infrared (NIR) region, and that are readily recovered is essential for sustainable and scalable photocatalytic systems. In this study, we designed a magnetically recoverable graphitic carbon nitride (g-C_3N_4)-based photocatalyst with extended light absorption in NIR range. The photocatalyst was synthesized via a facile in-situ growth of g-C_3N_4 on magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles, followed by surface coupling with upconversion nanoparticles (UCNPs). The resulting hybrid composite was easily recoverable and exhibited significantly improved dye degradation performance, structural stability, and recyclability compared to pristine g-C_3N_4. Furthermore, the photoelectrochemical properties of the synthesized photocatalyst were systematically evaluated, demonstrating its potential applicability in photoelectrochemical solar-to-chemical energy conversion processes such as water splitting and CO_2 reduction.

P 재료금-91

탄닌산 기반 피리디닉 질소 도핑 흑연화 탄소의 합성 및 바나듐 레독스 흐름전지 전극 적용

박소잉, 박병건, 송병관, 이시연, 채민경, 김민주, 안희연, 전시은, 정용진A*
한국교통대
(ychung@ut.ac.kr*)

본 연구에서는 농업 부산물인 탄닌산(Tannic acid, TA)을 전구체로 사용하여, 친환경·저에너지 공정인 2단계 마이크로파 조사법으로 에지-우세 피리디닉 질소 구조를 갖는 흑연화 탄소(C-TA/TAEA)를 합성하였다. 합성 과정에서 트리스(2-아미노에틸)아민(Tris(2-aminoethyl)amine, TAEA)은 1단계에서 TA의 축합 반응을 촉진하는 촉매로 , 2단계에서 질소 도핑원으로 작용하였다. XRD, Raman, XPS 분석 결과, C-TA/TAEA는 낮은 결함도와 높은 sp^2 탄소 비율, 그리고 에지 부위에 우세한 피리디닉 질소 구조를 보였다. 이러한 구조는 전기전도도 향상과 높은 친수성을 나타내었다. 전기화학적 평가에서 C-TA/TAEA는 다른 TA 기반 탄소(C-TA, C-TA/EDA) 대비 더 높은 바나듐 이온 레독스 반응 촉매 활성과 낮은 전하 전달 저항을 나타냈다. 이를 상용 열처리 흑연 펠트에 도입한 VRFB 단전지 실험에서는 고전류밀도인 400 mA cm^{-2}에서 향상된 에너지 효율 및 방전 용량을 나타내었으며, 1000사이클 동안 90.80%의 방전용량 유지율을 보여주었다. 본 연구는 농업 부산물 활용과 저에너지 합성을 결합한 바나듐 레독스 흐름전지 전극 제조 전략을 제시하였다. 본 연구는 2025년도 한국교통대학교 U-LAB 지원으로 수행되었음.

P 재료금-92

VO_2 기반 다층 박막을 이용한 동적 가변 구조색 구현

최윤주, 우호영, 이다원, 김예린, 박기용, 최형윤, 백태종*
중앙대
(paiktae@cau.ac.kr*)

Monoclinic vanadium dioxide (VO_2(M)) is a thermochromic material for energy-saving smart windows, capable of modulating solar transmittance in response to external temperature. The simultaneous changes in optical and electrical properties induced by phase transition, can be potentially applicable in various applications including optical metamaterials, phase-change memory, and smart windows. However, the intrinsic brownish color of VO_2(M) thin films, resulting from their narrow optical bandgap, can be an obstacle in certain fields. VO_2 thin films enable tunable structural coloration via phase-transition-induced optical modulation. Additionally, we systematically reduced the phase transition temperature to room temperature with the W-doping enabling the exhibition of reflective interference colors that can be tuned by changing the temperature.

P 재료금-93

텅스텐 산화물 나노입자 박막의 산소 결핍 정도가 소듐 전해질에서의 광전기화학적 특성에 미치는 영향

배효인, 이한승, 허성연*
서울과학기술대
(sungyeonh@seoultech.ac.kr*)

Colloidally synthesized tungsten oxide nanocrystals contain intrinsic oxygen vacancies, whose level typically defines substoichiometric Magneli phases of WO_{3-x} with tunnel sites governing electrolyte ion insertion. In electrochromism, deposited films are usually annealed at ~400 °C to remove insulating ligands, a process that alters substoichiometry. While annealing temperature is known to affect oxygen vacancy levels, its role in electrochromic modulation is unclear. Here, WO_2 .$_{72}$ nanorod films are fabricated and thermally oxidized to tune oxidation states, enabling spectroelectrochemical analysis of sodium ion occupation in specific tunnel sites. The results show that annealing temperature governs substoichiometry and modulates the electrochromic response of tungsten oxide films in sodium electrolytes, offering electrochromic response optimization through controlled thermal treatment.

P 재료금-94

이차전지 음극 제조공정의 수분 제어 및 하프 코인 셀 성능 평가

임영원, 이평찬*
한국자동차연구원
(pclee@katech.re.kr*)

이차전지 전극 건조 공정은 성능·안전성·제조 효율에 큰 영향을 미친다. 잔류 용매나 수분은 전해질과 반응하여 셀의 용량 저하·수명 단축을 초래, 빠른 건조는 전극의 미세구조 균일도를 저하시켜 성능 저하를 초래한다.본 연구는 이차전지 음극재 성능·신뢰성 향상을 위해 하프 코인셀 제작 및 에너지 용량을 평가했다. 칼피셔 적정법으로 음극 건조 직후 수분이 크게 감소하였으나, 시간 경과 후 재흡수를 확인했다. 또한 전극과 집전체 간 접착 특성 평가로 박리강도 시험을 진행했다.위 시험을 통해 음극 건조 시 수분 함량 제어의 필요성과 기계적 접착 특성이 전지 초기 성능에 미치는 영향을 논의하였다.사사: 본 연구는 중소벤처기업부의 지원을 받아 수행된 연구입니다.(RS-2024-00416095)

P 재료금-95

Cobalt와 Nickel 중금속 이온 제거를 위한 금속-유기 골격체 기반 흡착제 개발

문성준[1,2], 이희정[1], 최재령[1]*
[1]한국재료연구원; [2]경남대
(jryung@kims.re.kr*)

Co와 Ni 중금속 이온은 음용수 및 생물농축으로 인체에 노출되며 흡수될 경우 신장 손상과 같은 급성 독성과 발암성 등의 문제를 유발하므로 Co와 Ni 중금속 이온의 제거가 필요하다. 본 연구는 중금속 흡착제로서 고비표면적을 가진 여러 종류의 금속-유기 골격체를 이용해 흡착 테스트를 진행하였고, ligand exchange와 O_2 plasma 처리를 이용한 표면 개질로 작용기를 제어하여 Co와 Ni 중금속 이온을 효과적으로 제거하였다. O_2 plasma 처리를 통해 제어한 금속-유기 골격체는 Co 중금속 이온은 105 mg/g, Ni 중금속 이온은 144 mg/g의 흡착용량을 달성하였다. 본 연구에서 제안한 흡착제는 산성 조건에서도 높은 제거 효율을 보이므로, 중금속 배출 산업의 폐수 처리 공정에 적용 가능하다. 또한 작용기 설계 전략을 통해 다른 중금속 제거에 확장 적용이 가능하여 중금속 오염 저감에 기여할 것으로 기대된다.

P 재료금-96

Hierarchically Ordered, Narrow-Bandgap $Bi_{13}S_{18}Br_2$ Nanorod Superstructures Synthesized via Template-Guided Topotactic Transformation

이다원, 백태종*
중앙대
(paiktae@cau.ac.kr*)

We report the template-guided topotactic transformation of hierarchically ordered $Bi_{13}S_{18}Br_2$ nanorod network superstructures. The reaction proceeded in two steps within a single batch: BiOBr templates were first synthesized from $BiBr_3$, then transformed into $Bi_{13}S_{18}Br_2$ nanoframes via delayed sulfur injection. The orthogonal nanorod arrangement originated from preferential growth along the crystallographic orientation of the templates, and morphology control enabled diverse structures such as nanoframes, woodpiles, and multipods. The resulting superstructures exhibited a 0.80 eV indirect bandgap and NIR absorption, and NIR photodetectors fabricated via solution processing showed responsivity under 980 nm illumination. This scalable, single-batch process offers a promising route for toxic-metal-free, NIR-responsive semiconductors in optoelectronic applications.

P 재료금-97

OLED 디스플레이의 광 추출 향상을 위한 고굴절률 광학 투명 점착제

양주은, 이세림, 박금환*
한국전자기술연구원
(khpark@keti.re.kr*)

The rapid expansion of next-generation flexible display markets, particularly foldable and rollable devices, has created a strong demand for adhesive materials with superior performance and functionality. OLED panels are composed of multilayer film structures bonded with adhesives, where each layer must simultaneously exhibit high optical transmittance, a high refractive index, and long-term reliability. However, during conventional manufacturing, the lamination of individual panel layers often leads to reduced optical clarity due to reflections from external light sources. To address this issue, optical clear adhesive (OCA) that minimize light loss and reflection while enhancing light extraction have attracted signifiThe rapid expansion of next-generation flexible display markets, particularly foldable and rollable devices, has created a strong demand for adhesive materials with superior performance and functionality. OLED panels are composed of multilayer film structures bonded with adhesives, where each layer must simultaneously exhibit high optical transmittance, a high refractive index, and long-term reliability. However, during conventional manufacturing, the lamination of individual panel layers often leads to reduced optical clarity due to reflections from external light sources. To address this issue, optical clear adhesive (OCA) that minimize light loss and reflection while enhancing light extraction have attracted significant

P 재료금-98

Surface-Dependent Passivation Effect on Photochemical Properties of 2D Colloidal CdS Nanosheets

Wang Nianfang, 이도창*
KAIST
(dclee@kaist.edu*)

The atomic configuration of planar surfaces critically governs the surface chemistry tunability and photochemical performance of 2D colloidal semiconductor nanocrystals (SNCs). Here, we systematically compare zinc blende (ZB) and wurtzite (WZ) CdS nanosheets (NSs) to elucidate how intrinsic lattice termination influences ligand passivation, charge carrier dynamics, and photocatalytic CO2 reduction reaction (CO_2RR) activity. Surface engineering with sulfide (S^{2-}) anions and mercaptopropionic acid (MPA) ligands was achieved via phase-transfer or sequential ligand-exchange strategies. ZB CdS NSs, with polar (100) planes terminated by two-coordinated Cd atoms, underwent complete termination switching, yielding large bathochromic shifts, enhanced hole delocalization, and pronounced surface-dependent photocatalytic behavior. S^{2-}-passivated ZB CdS NSs achieved CO yields of 13.46 mol g^{-1} in DMF/TEA reaction system after 6h reaction, ~41× higher than MPA-passivated counterparts, with excellent stability and nearly 99% CO selectivity. In contrast, WZ CdS NSs, with nonpolar corrugated (1$\bar{1}$20) planes terminated by Cd-S dimers, exhibited sparse passivation, smaller spectral shifts, weaker surface-dependence, and poor stability under identical conditions.

P 재료금-99

Synthesis of Antimony Sulfobromide Nanowire Bundles with Ambipolar Photoelectrochemical Photocurrent Switching Behavior

김예린, 우호영, 이다원, 최윤주, 박기용, 최형윤, 백태종*
중앙대
(paiktae@cau.ac.kr*)

We report the first colloidal synthesis of antimony sulfobromide (SbSBr) nanowire bundles (NBs) via a hot-injection method, yielding highly uniform and phase-pure structures. Reaction time control revealed a transformation from amorphous spherical nanoparticles to crystalline NBs. Optical bandgap and band-edge positions were determined with first-principles calculations. SbSBr NB-based photoelectrodes, fabricated by a solution process, showed ambipolar photoelectrochemical photocurrent switching under anodic/cathodic biases and simulated solar light, enabling a two-channel optoelectronic demultiplexer. This work demonstrates the potential of Sb-based chalcohalide NBs for optoelectronic and photoelectrochemical applications.

P 재료금-100

일차 및 이차 배위껍질 설계를 통한 단일원자 철 나노자임 활성 향상과 천연 효소 수준의 전환율 달성

최대은, 이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Single-atom nanozymes (SAzymes) represent a distinctive category of enzyme-mimicking catalysts, characterized by atomically dispersed active sites that confer outstanding catalytic activity. Advances in the field have shown that modifying the coordination environment around the central metal atom can substantially boost their catalytic performance. However, for peroxidase-like reactions, the turnover rates of SAzymes still fall considerably short of those observed in natural enzymes, which limits their broader utilization. Here, we introduce a dual-shell coordination engineering approach that simultaneously tailors both the primary and secondary coordination spheres to optimize the structural and functional attributes of SAzymes. The resulting catalyst delivered a turnover frequency of 52.7 s^{-1} and a catalytic efficiency of 6.97 × 10^5 M^{-1} s^{-1}, exceeding previously reported benchmarks. Computational analysis indicated that axial S-ligands enabled an alternative reaction pathway, while SO_2^- groups stabilized the transition state through hydrogen bonding, thereby lowering the activation barrier. In addition, the engineered SAzyme exhibited potent anti-tumor effects in both cell-based assays and animal models, highlighting its therapeutic promise. This work underscores the power of coordination environment modulation in advancing SAzyme functionality and provides strategic guidance for the

P 재료금-101

해수 배터리용 소듐 금속 음극에서 안정적인 SEI 형성을 위한 무 플루오린 전해질 설계

이상지, 김진욱, 김지오, 조창신[1], 이진우*
한국과학기술원; [1]포항공과대
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Fluorine-based electrolytes are commonly used for sodium metal anodes (SMAs) because they form NaF-rich solid-electrolyte interphase (SEI) layers that enhance interfacial stability. However, their high cost and HF generation limit practical use. Here, we introduce a fluorine-free, cost-effective 1 M $NaBH_4$/ether-based electrolyte, inspired by recent findings that sodium hydride (NaH) can serve as an effective SEI-forming species. TOF-SIMS analysis confirms NaH as a dominant SEI component during cycling, while chemical soaking experiments reveal spontaneous reconstruction of native sodium oxide into NaH and $NaBO_2$. Na||Na symmetric cells exhibit stable cycling for over 1200 hours at 1 mA cm^{-2} and 1 mA h cm^{-2}. Applied to seawater batteries, the $NaBH_4$-based electrolyte delivers 2.82 mW cm^{-2} power density and over 300 hours of stable cycling, surpassing NaOTf-based systems. This study demonstrates NaH as a viable SEI-forming component and provides a scalable, fluorine-free electrolyte strategy for high-performance SMAs and seawater batteries.

P 재료금-102

A Flexible Dual-Mode Chemosensory Synapse Based on Gas-Induced Ion Flux and Hole Generation for Recognition of Cumulative Gas Concentration

엘비스, 서재우, 최한빈, 최선진, 김도환*
한양대
(dhkim76@hanyang.ac.kr*)

Hazardous gases such as NO_2 can induce severe respiratory disorders upon prolonged exposure, even at low concentrations. Unlike conventional field-effect transistor (FET), organic electrochemical transistor (OECT)-based sensors enable low-voltage operation and excellent memory characteristics. However, their performance is often constrained by low sensitivity and slow response due to high doping thresholds and sluggish ion dynamics. Here, we introduce a dual-mode OECT-based chemosensory synaptic device that exhibits gas-induced ion flux and hole generation to enhance sensitivity and memory. This is achieved using an amine-functionalized semiconducting polymer gel, where NH_2 groups serve as artificial NO_2 receptors. The dual-mode design integrates FET and OECT mechanisms, enabling highly sensitive, low-power detection of cumulative low gas concentrations

P 재료금-103

자기조립 바인더 네트워크 기반 장수명·고성능 실리콘 음극

이지홍, 이슬기, 임진형, 최홍균, 윤수근*
공주대
(skyoon@kongju.ac.kr*)

Silicon (Si) is widely recognized as a promising anode material for next-generation lithium-ion batteries (LIBs) owing to its exceptionally high theoretical capacity (3,590 mAh g^{-1}) and natural abundance. However, its substantial volume change of about 300% during lithiation/delithiation induces severe mechanical stress, leading to particle pulverization, loss of electrical contact, and rapid capacity fading. Polymer binders are essential for preserving electrode integrity under such conditions, yet commonly used options such as PVDF, CMC, and SBR lack the combined mechanical flexibility and interfacial stability needed for Si anodes. While polyacrylic acid (PAA) provides strong adhesion through abundant -COOH groups, it can lose flexibility during cycling, and other candidates such as sodium alginate or high-performance engineering polymers often face limitations in processing or overall performance. To address these challenges, we designed a water-processable binder system combining TEMPO-oxidized cellulose nanofibers (TOCNF) with PAA. In this design, multivalent hydrogen bonding between -COOH and -OH groups forms a physically crosslinked network. TOCNF acts as a one-dimensional reinforcing scaffold, distributing stress and enhancing adhesion, while PAA contributes elasticity and strong bonding with the Si surface. This reversible, non-covalent architecture enables the electrode to withstand repeated volume

P 재료금-104

스트레스 모니터링을 위한 자가치유 레이저 유도 그래핀 기반의 인장 및 코르티솔 센서 패치

박미현, 하정숙*
고려대
(jeongsha@korea.ac.kr*)

스트레스는 다양한질병의 주요 원인으로, 장기간 모니터링이 필요하다. 스트레스호르몬인 코르티솔은 땀 속 농도 분석을 통해 만성·급성 스트레스 상태를 평가할 수 있다. 그러나 웨어러블 땀 센서는 유연 고분자 기반으로 제작되어 충격과 반복 변형에 취약하므로 자가치유 기능이 요구된다. 본 연구에서는 PI 필름 기반 laser-induced graphene(LIG)을자가치유 기판에 전이하여 인장 센서와 코르티솔 센서 전극으로 활용하였다. 또한, molecularly imprintedpolymer (MIP) 기반 코르티솔 센서, 인장 센서, 미세 유체 채널 및 생체 모방 접착제를 집적하여 맥박과 땀 속의 코르티솔을 동시에 감지 가능한 스트레스 센서 패치를 개발하였다. 자가치유 고분자 기반의 전체 소자는 65℃에서 6시간 가열하여 자가 치유가 가능하다. LIG는 10% 변형률에서 gauge factor 49.5, MIP 센서는 10 pM~10 μM 범위에서 −0.142의 민감도로 3회 치유 후에도 성능을 유지했다. 패치를 목에 부착하여하루 동안 시간에 따른 모니터링 결과, 시간 경과에 따라 맥박은 유지되고 코르티솔 농도는 감소했으나, 운동 후에는 맥박과 농도가 상승했다. 따라서 내구성을 갖춘 다양한땀 센서로 실제 적용 가능성이 높다.

P재료금-105

Single-Atom Nanozymes with Enhanced Selectivity via Out-of-Plane Ligand Coordination

박선혜, 이진우*, 최대은
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Peroxidase (POD)-like nanozymes are emerging as viable substitutes for natural enzymes. However, conventional POD-like nanozymes are often limited to acidic environments and affected by competing catalase (CAT)- and oxidase (OXD)-like reactions. We developed ruthenium single-atom nanozymes with out-of-plane chlorine ligands (RuNC_Cl) to achieve high POD-like activity while suppressing undesired pathways under near-neutral conditions. RuNC_Cl showed a specific activity of 147.1 U·mg^{-1} under near-neutral conditions, which was approximately 38 times greater than its CAT-like activity. This finding demonstrates the effectiveness of ligand-induced modulation of catalytic pathway. Incorporated into a paper-based microfluidic sensor, RuNC_Cl enabled direct biomarker detection, such as glucose, without cumbersome procedures. This work enhances the operational practicality of nanozymes for biosensing and illustrates how selective activity control can broaden their applicability across diverse biomedical fields.

P재료금-106

Enhanced Sintering Process for Li- and Mn-Rich Layered Cathodes

박도운, 조창신*
포항공과대
(jochangshin@postech.ac.kr*)

The rapid expansion of electric vehicle market has driven a sharp increase in demand for Li-ion batteries (LIBs). Li- and Mn-rich layered oxide cathode materials (LMRs) have emerged as a promising class of cathodes due to their high specific capacity achieved by anion redox, and relatively low cost. However, their synthesis typically requires prolonged high-temperature heat treatment to achieve the desired structure and homogeneity, resulting in significant energy consumption. In this study, a modified sintering protocol is applied to improve the efficiency of LMR synthesis process. Proposed strategy reduces overall thermal exposure without compromising electrochemical performance. This demonstrates the potential to produce LMR cathodes more sustainably, supporting the development of cost-effective and environmentally responsible LIB manufacturing.

P재료금-107

마이크로파 조사를 이용한 다공성 탄소 프레임워크 합성과 바나듐 레독스 흐름전지 전극 응용

박준서, 안희연, 전시은, 정용진A*
한국교통대
(ychung@ut.ac.kr*)

마이크로파 조사와 산성 후처리를 결합한 2단계 공정을 통해 그래핀 산화물(graphene oxide, GO) 표면에 메조기공 구조와 높은 결정질 특성을 갖춘 탄소 프레임워크(graphene oxide templated carbon framework, GOTCF)를 합성하였다. 형성된 니켈 산화물(NiO) 입자를 제거하는 과정에서 계층적 메조기공 구조가 형성되었으며, 비표면적은 GO 대비 약 15배 증가하였다. 또한 후처리 후에도 산소 비율이 유지되어 전극의 높은 친수성 및 이온 전달이 향상되었다. GOTCF로 전기화학 평가를 진행하였을 때, GO에 비해 전하 전달 저항이 50% 이상 감소하고, 30% 향상된 촉매 활성을 보여주었다. 제안된 촉매를 적용한 바나듐 레독스 흐름전지 평가 결과, 고전류밀도(400 mA cm^{-2}) 조건에서도 높은 에너지 효율과 용량을 유지하였으며, 500사이클 후 초기 용량의 약 89.3%를 유지하여 우수한 장기 안정성을 확인하였다. 이러한 결과는 GOTCF가 바나듐 레독스 흐름전지 전극 촉매로서 높은 성능과 내구성을 가지는 유망한 소재임을 확인하였다.본 과제(결과물)은 교육부와 충청북도 RISE 사업의 재원으로 지원을 받아 수행된 충청북도 RISE사업의 연구결과입니다.

P재료금-108

단량체 갈륨 전구체 도입을 통한 청색 발광 In1-xGaxP 양자점에서의 갈륨 함입 개선

김태완, 황진하, 이현준[1], 이도창*
한국과학기술원; [1]성균관대
(dclee@kaist.edu*)

Demand for eco-friendly, wide-color-gamut displays has spurred major advances in red/green InP QDs, yet the development of fine blue emitters remains difficult. In1-xGaxP alloys are promising due to the wide bandgap of GaP, but Ga uptake is hampered by the low reactivity of halide-derived, dimeric Ga precursors. In this work, we replace gallium halide with trimethylgallium which are converted into monomeric gallium carboxylates, enabling efficient Ga incorporation and narrowly dispersed In1-xGaxP cores. Using ZnCl2/oleylamine to initiate ZnS shell growth induces pure-blue emission and raises PLQY. The resulting In1-xGaxP/ZnS/ZnS QDs emit at 470 nm with 40 nm FWHM and 67% PLQY. The QLEDs where these blue QDs are integrated into the emissive layer show efficient charge injection and stable blue electroluminescence, highlighting their potential for application in future QD-based displays.

P재료금-109

Lithium metal battery with enhanced electrochemical performance

손희상*
광운대
(sonisang@gmail.com*)

A piezoelectric composite based protective layer has been applied on lithium metal anode to utilize the as-generated piezoelectric field during the charge/discharges. Such piezoelectric effect induces uniform and switchable electric polarization, leading to facilitated ion movement and rapid Li^+ transfer near the surface. The lithium anode treated with piezoelectric composite layer allows the uniform lithium deposition, accelerated Li^+ mobility and induced aligned ion movement during the charge/discharge. Lithium metal anode applied with our piezoelectric composite based protective layer exhibited remarkable electrochemical performance of a high coulombic efficiency at elongated cycles and stabilized plating/stripping behavior without notable dendrite formation in the half-cell test. In the full-cell test, our lithium anode displayed excellent capacity retention at elongated cycles.

P재료금-110

단일 광자 소스로서의 나노라드

황지희, 이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

Single-photon emitters (SPEs) are light sources engineered to emit only one photon per excitation pulse, essential for quantum cryptography and communication, where indistinguishable photons must be sequentially generated. Conventional quantum dots (QDs) often fail at cryogenic temperatures due to slow photoluminescence (PL) decay from dark exciton states. In contrast, CdSe nanorods can exhibit bright-dark exciton state inversion under two conditions: (i) when the diameter is below a threshold, enhancing quantum confinement and lowering light-hole levels; (ii) with increased aspect ratio, which reduces the energy of z-polarized bright excitons. These effects yield short radiative lifetimes at cryogenic temperatures, making nanorods more suitable as SPEs than QDs. However, their performance remains limited by blinking and low PL quantum yield (PLQY). We propose a novel nanorod structure to overcome these constraints and realize high-performance SPEs.

P재료금-111

자가치유(Self-healing) 및 자가발전(Self-powered) 이 가능한 에어로겔 기반 듀얼모드 센서

양아현, 하정숙*
고려대
(jeongsha@korea.ac.kr*)

최근 고령화와 만성질환 증가로 생체신호를 실시간 감지할 수 있는 피부 부착형 유연 센서의 수요가 높아지고 있다. 그러나 기존 센서는 신체 움직임 등 물리적 자극에 취약해 손상되기 쉽다. 또한 외부 전원 없이 동작 가능한 센서는 착용자의 이동과 관계없이 생체신호를 연속 측정할 수 있다. 이에 따라 손상 시 스스로 기능을 회복하는 자가치유 및 자가발전 기능의 센서 개발이 요구된다.본 연구에서는 물에 의한 자가치유와 자가발전을 동시에 구현한 에어로겔 기반 듀얼모드 웨어러블 센서를 개발하였다. 전도성 고분자인 PEDOT:PSS에 PVA와 Nafion을 복합화하여 수소결합 기반 자가치유 기능을 부여하였다. 또한 DMSO 증기 처리로 PEDOT과 PSS의 상분리를 유도하고, 단방향 동결법으로 수직 정렬된 기공 구조를 형성해 전도성과 기계적 안정성을 향상시켰다. 제작된 센서는 0-1 kPa에서 55 kPa^{-1} 압력 민감도, 70 ms 응답시간, 3000회 반복 압축 안정성을 보였으며, 0-30 ℃에서 18 μV K^{-1} 열전계수와 0.5 ℃ 해상도의 온도 감지가 가능하다. 이를 통해 피부 부착 시 열전 전압을 이용해 외부 전원 없이 온도·압력 동시 감지 및 맥박 등 생체신호 실시간 측정이 가능하다. 본 연구는 자가치유 및 자가발전 구동이 가능한 고성능 듀얼모드 센서를 제안함으로써 차세대 웨어러블 센서로의 높은 응용 가능성을 제시한다.

P재료금-112

High-Temperature Solid-State Synthesis of $Li_{1.2}Mn_{0.4}Ti_{0.4}O_2$ Cation-Disordered Rocksalt Cathode for Lithium-Ion Batteries

박현호, 조창신*
포항공과대
(jochangshin@postech.ac.kr*)

Cation-disordered rocksalt (DRX) is a promising high energy density cathode for lithium-ion batteries, in which lithium and transition metal (TM) cations are randomly distributed within a face-centered cubic (FCC) oxygen framework. Li-excess DRX contains a percolating network of “0-TM channels,” which are migration pathways of Li ions free of face-sharing TM cations and enable Li-ion transport, unlike the 1-TM channels present in conventional layered oxides. The formation of the DRX phase requires a high degree of cation disorder, which is typically induced and stabilized by high-temperature solid-state synthesis, resulting in a random cation arrangement within the FCC lattice. In this study, $Li_{1.2}Mn_{0.4}Ti_{0.4}O_2$ was synthesized via a conventional high-temperature solid-state method to illustrate the structural and electrochemical characteristics of a DRX cathode

P 재료금-113

마이크로파-KOH 후처리를 통한 고함량 수산기 기반 탄닌산 유래 흑연화 탄소의 합성과 고성능 슈퍼커패시터 응용

안희연, 전시은, 정용진A*
한국교통대
(ychung@ut.ac.kr*)

본 연구에서는 전구체인 탄닌산(Tannic acid, TA)을 이용하여 마이크로파 보조 저농도 수산화칼륨(Potassium hydroxide, KOH) 후처리를 통해 고함량의 수산기와 높은 흑연화 특성을 동시에 갖춘 다공성 탄소(Carbonized Tannic Acid-Hydroxyl functionalized carbon, CTA-OH)를 합성하였다. 제안된 후처리는 기존의 KOH 활성화와 달리 벌크 및 기공 구조를 보존하면서 표면에 풍부한 -OH 관능기를 도입하였다. CTA-OH는 BET 비표면적이 CTA 대비 약 15% 낮음에도 불구하고, -OH 관능기의 강한 K+ 흡착 능력과 우수한 친수성 덕분에 전극 표면 활용도가 증가하였다. 3전극 측정에서 CTA-OH는 1 A g-1에서 CTA 대비 약 2.3배 향상된 성능을 보였다. 대칭형 2전극 슈퍼커패시터에서도 CTA-OH는 모든 전류밀도에서 CTA 대비 높은 비정전용량을 나타냈다. 제안된 저농도 KOH-MW 후처리는 구조 유지와 관능기 도입이라는 두 가지 특징을 통해 5,000 사이클 후에도 99%의 우수한 용량 유지율을 확인하였다. 본 과제(결과물)은 교육부와 충청북도 RISE 사업의 재원으로 지원을 받아 수행된 충청북도 RISE사업의 연구결과입니다.

P 재료금-114

OER 메커니즘에 대한 이종 원자 도입 효과의 이해와 설계

전현우, 이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Research on ruthenium oxide (RuO_2) catalysts as alternatives to iridium-based catalysts for the acidic oxygen evolution reaction (OER) has largely focused on enhancing activity and stability through heteroatom incorporation. However, the effect of heteroatom incorporation levels on the underlying OER mechanism remains insufficiently explored. In this study, rutile manganese-ruthenium solid solution oxides ($Mn_xRu_{1-x}O_2$) with varying Mn/Ru ratios were synthesized to examine how Mn content influences catalytic performance and durability. Combined experimental and computational analyses reveal that increasing Mn content raises the oxidation state of Ru and induces a mechanistic transition from the adsorbate evolution mechanism (AEM) to the lattice oxygen mechanism (LOM). This transition is attributed to enhanced Ru-O bond covalency, which facilitates lattice oxygen participation in the OER. Among the series, $Mn_{0.2}Ru_{0.8}O_2$ exhibited the optimal Mn/Ru ratio, delivering stable operation in a proton exchange membrane water electrolyzer (PEMWE) for 100 hours and achieving a current density of 3.15 A cm^{-2} at 1.8 V_{cell}, surpassing the U.S. Department of Energy's 2026 activity target.

P 재료금-115

리튬 중계 질소 환원의 연구 동향과 향후 연구 전략

김민균, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

리튬-매개 질소 환원 반응(Lithium-mediated Nitrogen Reduction, Li-NRR)은 최근 재생에너지 기반 전기화학적 암모니아 생산에서 하버-보슈(Haber-Bosch) 공정을 대체할 수 있는 유망한 기술로 주목받고 있다. 해당 분야는 비교적 짧은 연구 역사로 인해 현재까지 발표된 논문 수가 100편 미만에 불과하며, 이에 따라 향후 후속 연구의 가능성이 매우 크다. 그러나 연구 기간이 짧은 만큼 시스템에 대한 근본적인 이해나 적용 아이디어의 폭은 오랜 기간 축적된 타 분야에 비해 제한적이다. 이러한 맥락에서, Li-NRR과 유사한 전기화학 시스템을 가지며 장기간에 걸쳐 방대한 연구 성과가 축적된 리튬 이온 배터리(Lithium-ion Battery, LiB) 분야를 참조하는 것은 합리적이고 전략적인 접근이 될 수 있다. 본 발표에서는 두 시스템 간의 물리·화학적 유사성과 차이점을 분석하고, Li-NRR 분야의 기존 연구 사례와 LiB 연구 결과를 비교하여 두 분야 간 아이디어의 상호 확장 가능성을 제시한다. 나아가 이러한 비교 분석이 Li-NRR 연구의 혁신적 발전에 어떻게 기여할 수 있는지, 그리고 해당 연구 전략이 향후 어떤 방식으로 적용될 수 있을지에 대한 전망을 논의하고자 한다.

P 재료금-116

Sustainable utilization of cellulose-rich corn husk for activated carbon in high-performance sodium-ion capacitors

이송렬, 김정근, 전영시, 박용일*
전남대
(ypark@jnu.ac.kr*)

Sodium-ion capacitors (SICs) are a promising next-generation energy storage system, offering high energy and power densities by utilizing sodium as a cost-effective alternative. One of the key challenges in developing SICs is identifying suitable active materials. While commercial activated carbon (AC) is predominantly used for capacitor-type cathodes, achieving higher energy densities in SICs requires the development of AC with significantly higher capacitance. In this work, we investigate the potential of AC derived from a composite of corn husk and graphene oxide (CHGO) as a capacitive-type cathode for SICs, taking advantage of the natural abundance of corn husk, its low production costs, and a straightforward preparation process. Corn husk-derived AC was prepared through chemical activation using KOH, and the graphene oxide content was optimized to improve conductivity and stability. The prepared CHGO was tested in an organic electrolyte, chosen for its compatibility with SICs, to evaluate its rate capability and cyclic stability, demonstrating superior electrochemical performance compared to commercial AC. The assembled SICs exhibited a high energy density of 101 Wh/kg and a high power density of 8.8 kW/kg. Additionally, they achieved outstanding capacity retention of 82% after 10,000 cycles. These findings underscore the potential of utilizing

P재료금-117

Anisotropic Strain-Induced Polarization Enhancement in Graded CdSe/CdZnS Nanorods

김영준, 김다흰*
서울시립대
(dhkim23@uos.ac.kr*)

Semiconductor core/shell nanorods (NRs) consist of a spherical core and a rod-shaped shell. CdSe/CdS NRs, representative of core/shell NRs, have been extensively studied due to their simple synthesis processes and precise particle size control. However, CdSe/CdS NRs exhibit limitations in the radiative recombination rate and the degree of polarization (DOP). Here, we study CdSe/CdZnS core/graded alloy shell NRs by introducing zinc (Zn). In CdSe/CdZnS NRs, zinc enhances polarization by increasing anisotropic strain in the core. Furthermore, it improves photoluminescence quantum yield (PLQY) by increasing electron-hole recombination. In this study, we analyze the effect of the graded alloy shell on anisotropic strain of CdSe core and optical properties by synthesizing CdSe/CdZnS core/graded alloy shell NRs.

P재료금-118

Enhancing dispersion stability of nanoplatelets via thickness control

이예은, 김다흰*
서울시립대
(dhkim23@uos.ac.kr*)

Semiconductor nanoplatelets are innovative light-emitting composites owing to excellent optical properties. However, with bulky molecules, depletion interactions between nanoplatelets often lead to dispersion instability, degrading the optical properties. Herein, we study the relationship between nanoplatelet thickness and dispersion stability, by controlling the shell thickness of CdSe/CdS core/shell nanoplatelets and varying depletant. The dispersion of semiconductor nanoplatelets is governed by the balance of interparticle interactions. For NPLs, the large surfaces result in face-to-face interactions dominating the overall interparticle potential. In contrast, as nanoplatelet thickness increases, the proportion of exposed edge area becomes significant. This shift alters the balance between attractive and repulsive components, leading to distinct dispersion behaviors.

P재료금-119

첨가제 보조 공침을 통한 미드-니켈 고전압 양극 소재 표면의 코팅

김예환, 조창신*
포항공과대
(jochangshin@postech.ac.kr*)

The expansion of the electric vehicle (EV) market has significantly increased the demand for secondary batteries. High-nickel cathode materials have been commercialized for high energy density but suffer from limited structural stability. Consequently, mid-nickel high-voltage cathodes have gained attention for their balanced performance, cost-effectiveness, and stability. However, they still experience oxygen evolution and surface degradation under high-voltage operation. Here, coating layer is employed as a surface-stabilizing layer to mitigate such degradation. An additive introduced during co-precipitation preferentially localizes on the precursor surface, promoting coating formation during calcination. This strategy enhances surface stability under high voltage, leading to improved electrochemical performance.

P재료금-120

차세대 X선 신틸레이터를 위한 $CsPbBr_3$@$FAPbBr_3$ 코어-쉘 페로브스카이트 개발

DANIAL AIMAN BIN KAMARUZAMAN, Venkata Nanda Kishor Babu Adusumalli, 박용일*
전남대
(ypark@jnu.ac.kr*)

X-ray scintillators convert high-energy X-rays into visible light for medical imaging, security and industrial inspection. Conventional scintillators suffer from low efficiency, slow decay and poor stability. Lead halide perovskites, especially $CsPbBr_3$, offer high photoluminescence quantum yield, narrow emission and tunable optics but degrade under moisture, oxygen and irradiation with losses from surface defects. This work develops $CsPbBr_3$@$FAPbBr_3$ core-shell nanocrystals, where the core provides strong emission and the shell enhances stability, passivates defects and maintains energy transfer. A modified hot-injection in a bromide-rich environment suppresses halide vacancies. TEM, XRD and PL confirm morphology, structure and optical performance. While X-ray tests are planned, results establish a basis for bright, stable, durable next-gen scintillators.

P 재료금-121

Modeling of transport mechanisms through the passivation layer during plasma oxide etching

김주원[1], 박성윤[1,2], 유혜성[1,2], 박재형[1,2], 임연호[1,2*]
[1]전북대; [2]반도체 화학공학부
(yeonhoim@jbnu.ac.kr*)

In the semiconductor industry, high aspect ratio (HAR) etching technology is becoming increasingly important to achieve high cell densities. Since etch front in HAR structure is often in a neutral-limited regime, we need to consider not only neutral transport into the features, but also through a steady-state passivation layer (SSPL). Here, we propose a universal surface reaction model that incorporates neutral and ion transport mechanisms through the SSPL in HAR plasma oxide etching. And their validity is supported by sensitivity analyses of key parameters against experimental data. Moreover, by integrating this model with a 3D ballistic transport model, we can offer valuable insights into previously unexplored aspects of the HAR etching process.

P 재료금-122

마이크로파 기반 KOH 활성화 흑연질 탄소의 합성과 바나듐 레독스 흐름전지 적용

전시은, 안희연, 정용진A*
한국교통대
(ychung@ut.ac.kr*)

본 연구에서는 인을 함유한 탄소재료의 전구체인 피트산을 이용하여 마이크로파 보조 합성을 통해 흑연질 탄소(P, O doped graphitic carbon, POGC)를 합성하고, 이에 마이크로파 보조 수산화칼륨 후처리를 통해 고함량의 수산기를 가지는 다공성 탄소(activated POGC, APOGC)를 합성하였다. 합성된 APOGC는 FT-IR, raman, 수분산 테스트를 통해 친수성의 특성을 확인하였다. 순환 전압전류법을 통해 바나듐 이온 레독스 반응을 평가하여, POGC 대비 약 2배 향상된 것을 확인하였다. 또한 APOGC로 바나듐 레독스 흐름전지(Vanadium redox flow battery, VRFB)를 구동하였을 때, 400mA cm-2에서 대조군보다 우수한 방전용량 및 에너지 효율을 나타내었으며, 1,000사이클 구동 시 초기 에너지 효율 대비 99.3%를 유지함을 확인하였다. 본 연구는 2단계 마이크로파 공정을 통해 고친수성·고다공성 탄소촉매를 저비용·단시간에 제조하고, 이를 VRFB 전극에 적용해 성능 향상을 달성할 수 있음을 제시한다.본 연구는 2025년 한국교통대학교 지원으로 수행되었음.

P 재료금-123

플렉서블 디스플레이를 위한 열적 안정성과 저비저항이 향상된 Al 기반 합금 멀티레이어 전극

이세림, 양주은*, 박금환
한국전자기술연구원
(jueun409@keti.re.kr*)

Flexible applied for smartphones, tablets, and wearable devices require electrodes that combine high electrical conductivity with mechanical durability under repeated bending and twisting. While conductive polymers offer advantages in flexibility and processability, their limited conductivity constrain their use in high-performance applications. Consequently, metal alloy electrodes with high elastic strain limits are emerging as promising alternatives. In this study, AlNiYCo (quaternary) and Al-10Y (binary) alloys films were fabricated in both single-layer and multilayer configurations. Their crystal structures were analyzed by using TEM and XRD, and their electrical properties were evaluated before and after heat treatment. XRD results revealed that AlNiYCo retained the Al(111) single phase up to 320℃, whereas Al-10Y underwent phase transformation at 260℃, indicating superior thermal stability for quaternary alloy. Electrically, single-layer AlNiYCo showed a slight decrease in resistivity after heat treatment, whereas Al-10Y exhibited generally higher values with greater variations. In multilayer structures, the number of layers had a limited effect, but increasing the Al fraction significantly reduced resistivity. Notably, a 7-layer structure with an Al thickness of 1600 Å achieved a resistivity below 5 μΩ·cm. These findings demonstrate that AlNiYCo-based multilayer electrodes combine high thermal stability with low resistivity, making them

P 재료금-124

Synthesis of nearly monodispersed calcium fluoride-lithium ytterbium fluoride heterodimer nanocrystals

박기용, 우호영, 이다원, 최윤주, 김예린, 최형윤, 백태종*
중앙대
(paiktae@cau.ac.kr*)

Lanthanide-based nanocrystals(NCs) have attracted significant attention for the applications in fields such as bioimaging and optoelectronics owing to their narrow emission bandwidth, long luminescence lifetime and low autofluorescence background. Herein, we report the synthesis of CaF_2-$LiYbF_4$ heterodimer(HD) NCs. Highly uniform CaF_2-$LiYbF_4$ HDNCs were synthesized via heat-up method. The formation of the CaF_2-$LiYbF_4$ HDNCs was elucidated by varying the reaction times. The heterostructure formation is particularly important as it combines the distinct properties of both materials, potentially leading to enhanced electronic and optical characteristics. The luminescence properties of HDNCs were also investigated by varying the concentrations and types of dopants. This study provides valuable insights into the synthesis and design of multifunctional heterostructure HDNCs.

P 재료금-125

Enhancing NiMo Electrocatalysts for AEMFCs via N-Doped Mesoporous Carbon Supports

김회준, 박진규, 이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Replacing Pt-based catalysts for the hydrogen oxidation reaction (HOR) is crucial for advancing the commercialization of anion exchange membrane fuel cells (AEMFCs). While PGM-free catalysts have been extensively studied, the role of the catalyst support has received far less systematic attention. In this work, we present a design strategy to enhance the activity of PGM-free catalysts by employing nitrogen-doped mesoporous carbon as a support. To demonstrate the support effect, we compared the electrochemical performance of NiMo alloys supported on N-doped mesoporous carbon foam (NiMo/N-MSUF-C), N-doped CMK-3 (NiMo/N-CMK-3), and undoped mesoporous carbon foam (NiMo/MSUF-C). The strong interaction between NiMo and nitrogen functionalities altered the alloy's electronic structure, optimizing H and OH^- binding energies. In addition, the large pore architecture facilitated OH^- transport within the catalytic layer, increasing the limiting current density. When applied as the anode in an AEMFC, NiMo/N-MSUF-C achieved an impressive peak power density of 152 mA cm^{-2}.

P 재료금-126

Synthesis of Non-toxic Element All-inorganic Cesium Calcium Chloride Perovskite Nanocrystals

최형윤, 박기용, 우호영, 이다원, 최윤주, 김예린, 백태종*
중앙대
(paiktae@cau.ac.kr*)

The ABX_3-type all-inorganic perovskite nanocrystals (NCs) have attracted widespread interest as next-generation optoelectronic materials due to their superior optical and electronic attributes. Lead-based perovskite NCs, in particular, deliver high PL intensity, narrow bandwidths, and halide-tunable emission spectra, making them ideal for light-emitting device applications. Yet, the toxicity associated with lead content presents notable environmental and human health challenges. In this study, we synthesize cubic-phase $CsCaCl_3$ perovskite NCs using a colloidal approach. The obtained NCs show excellent phase purity and uniformity in size and shape. Our results highlight the potential of $CsCaCl_3$ NCs as building blocks for advanced luminescent nanomaterials.

P 재료금-127

이온성 첨가제 도입을 통한 리튬 매개 질소 전기화학 환원 기반 암모니아 생산 향상

임채은, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

암모니아는 전통적으로 하버-보슈법을 통해 합성되는 대표적인 화합물로, 연간 약 2억 톤이 생산되며 인공 비료, 미세 화학물질 원료, 최근에는 수소 운반체 등 다양한 분야에 활용된다. 그러나 하버-보슈법은 고온·고압 조건을 필요로 하며, 이로 인한 이산화탄소 배출과 전 세계 에너지 소비량의 약 2%를 차지하는 높은 에너지 소모가 문제로 지적된다. 이러한 한계를 극복하기 위해 리튬 매개 질소 환원 반응이 대안으로 제시되고 있다. 이 공정은 리튬의 강한 환원력을 이용하여 질소 분자의 삼중결합을 분해하고 전기화학적으로 암모니아를 합성하는 친환경적 방법으로, 불순물과의 구분이 용이하고 높은 생산성을 갖는다. 특히 반응 중 리튬 금속 표면에 형성되는 고체 전해질 계면(Solid Electrolyte Interphase, SEI)의 물리·화학적 특성은 전체 반응 효율에 결정적인 영향을 미친다. 본 연구에서는 다양한 이온성 첨가제를 도입하여 암모니아 생산 효율과 수율을 향상시키고, SEI 특성을 체계적으로 분석하였다.

P 재료금-128

원격 모니터링이 가능한 수질 분석용 분자각인 기술기반 고감도 PFAS 검출 센서 개발

류명두, 강민수, 김선민*
한국전자기술연구원
(ksunmin@keti.re.kr*)

n this study, we present a portable sensor for rapid on-site detection of PFAS, emerging pollutants. Chromatography-based PFAS assays require complex pretreatment, long run times, and costly instruments. We formed a molecularly imprinted polymer (MIP) on an electrode by co-polymerizing o-phenylenediamine with perfluorooctanoic acid (PFOA) to enable selective PFOA recognition. The MIP was produced by cyclic voltammetry and verified by SEM and current comparisons with/without target incubation. Detection at set PFOA levels was assessed by differential pulse voltammetry, showing linear responses and reliable ppb-level performance. We will extend this platform to other PFAS, including perfluorooctanesulfonic acid, broadening its use in portable environmental monitoring.

P 재료금-129

Mechanistic Insights into Molecularly Functionalized Separators for Stabilizing Electrodes in Lithium Metal Batteries via Molecular Simulations

조유빈, 이지윤, 이태경*
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

While Li metal batteries (LMBs) with Ni-rich layered oxide cathodes can overcome the energy density limitations of conventional Li-ion batteries, their stability and performance remain challenged by electrolyte-electrode interphase degradation. We stabilize both electrodes by introducing a molecularly functionalized separator (MFS) and reveal its mechanism via density functional theory calculations. The binding energy of MFS with the Li metal surface is stronger than electrolytes, promoting LiF formation. The PF_5 bound to MFS is thermodynamically less favorable than hydrolysis of free PF_5, hindering PF_5 hydrolysis. Weak MFS–transition metal (TM) ion binding enables TM ion chelation from the cathode. Based on thermodynamic analysis, HF is captured by MFS, enabling it to act as HF scavenger. These results highlight the potential of MFS to stabilize electrode interfaces and enhance LMB performance.

P 재료금-130

고효율 건식 메탄 개질 반응을 위한 자기 유도 가열 촉매 개발 연구

이병현, 아그니[1], 김경수[1], 고이제[1], 이도창[1]*
한국과학기술원; [1]한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

메탄 건식개질(DRM)은 CO_2 와 CH_4 를 동시에 활용하여 합성가스를 생산하는 공정으로 높은 잠재력을 지닌다. 그러나 기존의 외부가열 방식에서는 촉매층 전체를 고온으로 유지해야 하므로 에너지 효율이 낮고, 과도한 벌크 온도에 의해 니켈 기반 촉매의 소결과 부반응으로 인한 탄소 침적이 심화되는 문제가 있다. 본 연구에서는 자기유도 가열(MIH)을 도입하여 반응 영역에서 국소적으로 직접 발열함으로써 벌크 온도를 상대적으로 낮게 유지하면서도 DRM 반응에 필요한 국부 고온을 효율적으로 제공하고자 한다. 이를 통해 촉매의 열적 손상을 줄이고, 탄소 침적 억제 가능성을 높인다. 이에 더해, 교류 자기장은 촉매 표면에 유도 전류를 발생시켜 skin effect을 통한 전자밀도 변화가 일어나며, 이는 촉매 활성 향상으로 이어질 잠재력을 가진다. 이러한 특성은 MIH가 DRM 공정의 효율성과 촉매 수명 향상 모두에 기여할 수 있음을 시사하며 따라서 본 연구는 자기 유도 가열 촉매를 활용한 효율적인 DRM 공정을 개발하고자 한다.

P 재료금-131

Porous Octacalcium Phosphate/Gelatin Scaffolds with Enhanced Bone Regeneration Potential

변선미, 박정은, 김서영, 박일송, 장용석, 이민호*
전북대
(mh@jbnu.ac.kr*)

Scaffolds for bone defect treatment must possess both excellent biocompatibility and osteoconductivity. However, conventional natural polymer-based scaffolds are often limited by low mechanical strength and rapid degradation, which restricts long-term bone regeneration. In this study, we aimed to develop a porous composite scaffold that combines the bone-inductive properties of inorganic octacalcium phosphate (OCP) and the biocompatibility of gelatin to achieve mechanical strength and an appropriate degradation rate. OCP was synthesized and mixed with gelatin, followed by freeze-drying and dehydrothermal treatment (145℃, 48 h). Scaffolds were fabricated with varying OCP contents (0, 0.5, 1, 2, 4 wt%), and their properties were systematically evaluated. XRD analysis showed that all scaffolds retained the characteristic diffraction peaks of OCP, while FTIR spectra confirmed the coexistence of PO_4^{3-} stretching and gelatin amide peaks, indicating the formation of an organic–inorganic hybrid structure. SEM images showed that increasing OCP content resulted in larger pore sizes and porosity up to approximately 90%. Mechanical testing demonstrated that the compressive modulus increased by up to fivefold compared to the group without OCP. In PBS degradation tests over 28 days, higher OCP content groups exhibited reduced mass loss and better preservation of structural stability. In the WST-8 assay using MC3T3-E1 cells, time-dependent

P 재료금-132

결함이 있는 2차원 메조다공성 탄소를 활용한 촉매층 구조화에 의한 AEM 수전해 전해조의 수소 생산 향상

반민경, 변재호, 쉬량량, 이장용[1], 김성준[2], 이진우*
한국과학기술원; [1]건국대; [2]한국화학연구원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Anion exchange membrane water electrolysis (AEMWE) offers a pathway to economical hydrogen production; however, its application is hindered by sluggish hydrogen evolution reaction (HER) kinetics and mass transport constraints, especially under high current densities. To address these bottlenecks, we introduce a rational catalyst design comprising Ru nanoclusters anchored on defect-rich two-dimensional mesoporous carbon nanosheets (Ru/MNS), where defect sites promote the formation of Ru–C bonds. These bonds fine-tune the adsorption energies of HER intermediates, enabling an exceptionally low overpotential of 5.9 mV at 10 mA cm^{-2}. In parallel, the open and interconnected mesoporous architecture of the nanosheets minimizes ionic and mass transport resistances. The combination of these structural and catalytic advantages delivers record-setting AEMWE performance, reaching 17.1 A cm^{-2} at 2.0 V and sustaining operation for 1,000 hours at 1.0 A cm^{-2} with only 0.09 mg Ru cm^{-2} loading. Furthermore, a scaled-up 25 cm^2 membrane electrode assembly maintains 1.710 V at 3.0 A cm^{-2}, showing comparable performance to a 5 cm^2 cell. This study establishes Ru/MNS as a scalable and highly efficient catalyst platform for next-generation water electrolysis systems.

P 재료금-133

수열합성 텔루륨 나노로드

김현주, 조수연*
이화여자대
(s.cho@ewha.ac.kr*)

The synthesis of tellurium (Te) nanorods was accomplished through the hydrothermal method. Tellurium can form various crystal structures and is attracting attention as a material suitable for next-generation electronic/ optoelectronic devices due to its high carrier mobility, tunable bandgap, and strong light-matter interaction. When synthesized without NaOH, irregular gray Te clumps formed, but adding NaOH induced the growth of nanorods. SEM analysis confirmed that adjusting the solution's pH could induce the formation of Te nanorods with different lengths and thicknesses. Additionally, X-ray diffraction and Raman spectroscopy confirmed the formation of high-quality trigonal Te structures. This study demonstrates the ability to control various forms of tellurium nanostructures through hydrothermal synthesis, thereby suggesting potential applications in optoelectronic devices.

P 재료금-134

Theoretical Investigation of Zwitterion Induced Work Function Enhancement in SAM-Type HTMs for NIR-OPDs

김도연, 김경학*
한양대
(chemekim@hanyang.ac.kr*)

Organic photodetectors (OPDs) attract interest for low-cost fabrication, mechanical flexibility, and tunable spectra, but near-infrared (NIR) OPDs still suffer from high dark current density (J_d). In this study, we performed DFT to compare the characteristics of ionized and neutral phosphoric acid group (PA) as a zwitterion-based SAM-HTM to suppress J_d. Our results showed that the ionized PA binds strongly to Sn-doped In_2O_3 (ITO) and shows the higher work function than those of neutral form. Since strong adsorption enhances the interfacial dipole between the SAM and the ITO surface, it is expected to facilitate hole extraction and suppress J_d in device operation. These findings might provide a practical insight for designing the SAM-HTMs in NIR-OPDs.

P 재료금-135

마이크로파 합성과 KOH 후처리를 통한 피트산 기반 메조다공성 수산기 풍부 탄소의 제조 및 고성능 슈퍼캐패시터 전극 적용

송병관, 전시은, 안희연, 정용진A*
한국교통대
(ychung@ut.ac.kr*)

차세대 고출력 에너지 저장장치의 전극소재로서 피트산(phytic acid)에 마이크로파를 조사하여 산소가 풍부하고 인이 도핑된 흑연 탄소를 제조한 뒤, KOH 마이크로파 후처리로 2-3 nm 기공과 -OH기를 도입한 메조다공성 탄소(Mesoporous, hydroxyl group abundant carbon, MPHAC)를 개발하였다. 큰 비표면적(1,668 $m^2 g^{-1}$)과 우수한 친수성을 보였으며, 비교군인 퍼니스 KOH 활성화 탄소 촉매(Thermally activated carbon, TC-750)는 흑연 구조를 파괴하며 2nm 이하 기공만 생성하여 비표면적은 1.6배 더 컸지만 친수성은 낮았고, 3전극 측정(1 A g^{-1})에서 MPHAC는 TC-750대비 4.07배 향상된 성능을 보였다. MPHAC 적용 대칭형 슈퍼캐패시터는 250 W/kg에서 31 Wh/kg, 25,000 W/kg에서 21 Wh/kg를 기록하였고, 10,000회 충·방전 후에도 99%의 용량을 유지해 우수한 장기 안정성을 나타냈다. 이러한 결과는 MPHAC가 친환경·고성능 전극으로서 상용 가능성이 높음을 시사한다. 본 과제(결과물)은 교육부와 충청북도 RISE 사업의 재원으로 지원을 받아 수행된 충청북도 RISE사업의 연구결과입니다.

P 재료금-136

하이브리드 리튬 이온 커패시터의 장기간 안정성을 위한 제올라이트 주형 3D 그래핀 마이크로다공성 탄소 합성

윤하늘, 김동석, 박홍준[1], 김경수*
전북대; [1]기초과학연구원
(kyoungsookim@jbnu.ac.kr*)

The hybrid lithium-ion capacitor (LIC) combines the high power density of supercapacitor (SC) with the high energy density of lithium-ion battery (LIB). However, there is remaining challenge, the ion-transfer imbalance between the LIB anode and SC cathode, arising from sluggish ion diffusion at the anode and rapid electrostatic interaction at the cathode. In this work, we synthesized 3D graphene-like microporous zeolite-templated carbon (ZTC) to enhance LIC performance. The ZTC was prepared by replicating a beta-zeolite template using ethylene as the carbon source. The resulting ZTC exhibited a sp^2 carbon framework with an exceptionally high specific surface area of 3,400 $m^2 g^{-1}$, inducing a high Li-ion storage capacity of 1,870 mA h g^{-1}. The hybrid LIC system using a prelithiated ZTC electrode (ZTC_{Li}) as the LIB anode and pristine ZTC as the SC cathode achieved high energy and power densities with remarkable long-term cycling stability over 30,000 cycles. These results could provide useful information for facilitating Li-ion adsorption/desorption with the ion desolvation in the micropore environment.

P재료금-137

Penicillamine-mediated decomposition of copper sulfide nanocrystals for antimicrobial therapy with reduced bioaccumulation

이일송, 김귀민, 이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

Multidrug-resistant (MDR) infections challenge conventional antibiotic treatments due to escalating resistance. Copper sulfide ($Cu_{2-x}S$) nanocrystals (NCs) offer photothermal (PTT) and chemodynamic therapy (CDT) for broad-spectrum antimicrobial action, but their bioaccumulation raises toxicity concerns. Here, we introduce a penicillamine (PEN)-induced decomposition strategy, in which PEN chelates Cu ions to form soluble Cu-PEN complexes, enabling NC clearance post-treatment. Dual PTT-CDT using $Cu_{2-x}S$ NCs rapidly eradicates MDR bacteria, fungi, and biofilms, without inducing resistance, while PEN prevents residual accumulation. In vivo, this approach eliminates infections, avoids abscess formation, and achieves near-complete Cu clearance from tissues. This strategy enhances both efficacy and biosafety, offering a promising nanomaterial-based platform for safe and effective MDR infection therapy.

P재료금-138

Electrodeposition on AuNP-Coated Substrates for Highly Catalytic Nanoporous Gold Films

김가현, 박지수, 김진보, 김정훈*
연세대
(jhkim03@yonsei.ac.kr*)

In this work, we developed a nanostructured gold electrode that integrates nanoscale surface morphology with a hierarchically porous architecture to enhance the methanol electrooxidation reaction (MOR). Deposition of gold nanoparticles onto a thin gold film significantly increased surface roughness, and micelle-assisted electrodeposition generated an interconnected nanoporous network, further expanding the accessible active area, thereby augmenting the electrochemically active surface area (ECSA). These structural synergies yield higher current densities and lower onset potentials than conventional non-hierarchical nanoporous gold electrodes. Overall, this design demonstrates strong potential for high-performance electrochemical catalysts and offers advanced anode performance in direct methanol fuel cells.

P재료금-139

광산란 강화 ZnO@MUA 기반 양자점 하이브리드를 이용한 고효율 μ-LED 색변환층 연구

이하린, 손호진, 류보은, 윤창훈*
전남대
(chyun2020@jnu.ac.kr*)

Quantum dot (QD)-based color conversion layers (CCLs) are promising for micro-light-emitting diode (μ-LED) displays but often face low color-conversion efficiency (CCE) and blue-light leakage (BLL) from limited scattering and QD aggregation. Zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) functionalized with 11-mercaptoundecanoic acid (MUA) were synthesized via high-energy ball milling, enabling strong Zn-S bonding with green (525 nm) and red (627 nm) CdSe/ZnS QDs. QD loading, solvent ratio, and stirring speed were optimized to enhance photoluminescence (PL) and minimize residual QDs in the supernatant. The resulting ZnO@MUA-QD hybrids (ZQCs) exhibited distinct optical properties from pristine QDs, showing spectral shifts from coupling and enhanced Mie scattering. These results improve CCE and suppress BLL in μ-LED displays, supporting patterned, full-color CCLs for next-generation displays.

P재료금-140

Impact on ZIF-8 Particle Size on Electrochemical Performance of Li Metal Batteries

채수연, 이유진, 김세연, 서아브라함, 임준하, 남인호[1], 박수민*
한국기술교육대; [1]중앙대
(smpark@koreatech.ac.kr*)

ZIF-8, a chemically and thermally robust MOF, has emerged as an effective protective layer for Li metal anodes due to its uniform nanoscale porosity and ability to regulate Li^+ flux. These properties help suppress dendrite growth and stabilize the SEI, thereby enhancing cycling stability. In this study, ZIF-8 particles with sizes ranging from 100 nm to 1.45 μm were synthesized and systemically evaluated to determine how particle size affects electrochemical performance in Li metal batteries. Particle size strongly influenced surface morphology, pore architecture, and interparticle porosity, which in turn dictated Li^+ transport pathways and SEI stability. Electrochemical results revealed that 700 nm-1.2 μm particles exhibited the lowest overpotentials, uniform Li deposition, and minimal R_{ct}, leading to improved long-term cycling stability. These findings underscore that optimizing ZIF-8 particle size is critical to maximizing its protective function for Li metal anodes, offering design guidelines for MOF-based interfacial layers in high-performance energy storage systems.

P재료금-141

MgO-Mg 산화환원 순환을 이용한 용융금속 버블칼럼 반응기에서의 저온 메탄 열분해

박종휘, 권성완, 김남훈, 김륜나, 김다흰[1], 이은도, 김휘동*
한국생산기술연구원; [1]서울시립대
(hdkim86@kitech.re.kr*)

본 연구는 Sn 기반 용융금속 슬러리 버블칼럼 반응기에서 MgO-Mg 산화환원 순환을 이용한 저온 청록수소 생산 공정을 제안합니다. 제안된 공정은 두 단계의 연속 반응으로 구성됩니다. 먼저, MgO가 메탄(CH4)과 반응하여 수소와 일산화탄소를 생성하며 자신은 Mg로 환원됩니다. 이어서, 생성된 활성 금속 Mg가 반응 중간체인 CO와 즉각적으로 반응하여 고체 탄소(C)를 형성하고 MgO를 재생합니다. 이러한 자가 재생 화학적 순환 메커니즘을 통해, 메탄을 탄소와 수소로 분해하는 청록수소 생산이 800°C의 저온에서도 높은 효율로 진행될 수 있음을 확인하였습니다. 이는 기존 액체금속 기반 청록수소 생산 공정 대비 낮은 온도에서 높은 효율을 달성할 수 있는 가능성을 보여줍니다.

P재료금-142

습한 조건에서 고성능 벤젠 흡착을 위한 입자간 스필오버 수소에 의한 탄소의 산소 함유 기능기 조절

노선재, 윤하늘, 조창범[1], 김경수*
전북대; [1]인하대
(kyoungsookim@jbnu.ac.kr*)

While porous carbon adsorbents for volatile organic compounds removal offer large surface area and high chemical stability, their adsorption capacity significantly reduces under humid conditions. In this study, OFGs of microporous zeolite-templated carbon were tailored through post-treatments with O_2 , H_2 , and spillover hydrogen. The post-treated carbons preserved the ordered microporous structure and high surface area. Notably, spillover hydrogen not only effectively removed OFGs but also converted C=O species into phenolic species. The hydrophobic surfaces of spillover hydrogen-treated ZTC enabled superior breakthrough time and adsorption capacity under 80% humidity by resisting water-induced performance loss. These results demonstrate that tailoring surface chemistry is key to developing VOC adsorbents effective under humid environments.

P재료금-143

Study on gate dielectric layer on FET sensing platform for enhancing sensitivity

김진태, Muhammad Mehtab, 임연호*, 문병욱, 임성민, 안연우
전북대
(yeonhoim@jbnu.ac.kr*)

We present a detailed study of polymer-like amorphous carbon (PAC) used as the gate dielectric in field-effect transistor (FET) devices for real-time sensing. Controlling the fundamental properties of the gate dielectric is essential for developing robust, highly reliable FET sensors. Here, we investigate how the detailed research of the PAC affects the dielectric and, in turn, sensing performance and surface functionalization. Guided by these results, we demonstrate a heterogeneously functionalized FET sensor that delivers high sensitivity, rapid response, a wide dynamic range, and label-free, selective detection of target analytes—including diquat, glucose, and heavy-metal ions.

P재료금-144

단시간 마이크로파 처리로 제조한 피트산 유래 P·O 도핑 탄소 촉매의 VRFB 전극 적용

박병건, 전시은, 안희연, 정용진A*
한국교통대
(ychung@ut.ac.kr*)

바이오매스 유래 피트산(phytic acid)을 전구체로 하여 마이크로파(60초) 보조처리로 인(P) 도핑·산소(O) 풍부 흑연질 탄소(P-doped and O-rich graphitic carbon, POGC)를 합성하였다. 처리시간이 길어질수록 흑연화도 및 P-C 결합 함량 증가하였으며, 전기전도성과 촉매 활성이 모두 개선되었다. 최적 조건인 POGC-60은 바나듐 이온 레독스 반응에서 대조 전극(상용 흑연펠트(graphite felt, GF)) 대비 약 3배 높은 피크 전류밀도와 29.4% 수준의 전하이동저항을 나타내어 과전위를 효과적으로 저감시켰다. 이를 GF에 코팅한 GF/POGC 전극은 200 mA cm-2에서 에너지 효율 66.8%(GF 대비 1.27배), 방전 용량 15.5Ah L-1(GF 대비 약 5.5배)를 나타내었다. 1,000 사이클 이상 구동하였을 때, 효율 저하 없이 우수한 내구성을 입증하였다. 본 연구는 단시간·저에너지의 친환경 공정을 통해 VRFB용 고성능 촉매를 경제적으로 제조할 수 있는 상용화 가능성을 제시한다.본 과제(결과물)은 교육부와 충청북도 RISE 사업의 재원으로 지원을 받아 수행된 충청북도 RISE사업의 연구결과입니다

P재료금-145

시너지적 접근: 인듐 산화물 나노 구조 증착 결정성 탄소 기반 산소환원반응 촉매의 내구성 및 활성 향상

우승민[1,2], 김한슬[1,3], 강규미[4], 박일규[4], 김명근[1], 유성종[1]*
[1]한국과학기술연구원; [2]서울대; [3]고려대; [4]서울과학기술대
(ysj@kist.re.kr*)

The commercialization of proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs) is limited by the high cost and poor long-term durability of their electrocatalysts. A primary cause of performance degradation is the electrochemical corrosion of conventional amorphous carbon supports under the harsh acidic and high-potential operating conditions of a fuel cell. This corrosion leads to the collapse of the catalyst layer structure, causing the detachment and agglomeration of platinum nanoparticles and, consequently, irreversible performance degradation.To address this fundamental challenge, this study introduces highly crystalline graphitized carbon (CC) as a novel support material. Its ordered graphitic structure imparts superior chemical stability and enhanced resistance to oxidation. To overcome the inherently low density of catalyst anchoring sites on the inert CC surface, atomic layer deposition (ALD) was employed to uniformly deposit metal oxide nanoparticles. These nanoparticles served as a high-density network of effective anchoring sites, facilitating the controlled and uniform growth of platinum (Pt) catalysts.This engineered interface induced a strong metal-support interaction (SMSI), which proved critical for enhancing both catalytic activity and stability. This interaction physically immobilizes the Pt nanoparticles to prevent migration while also modifying their electronic properties to boost catalytic function. As a result, the

P재료금-146

Evaluation of Cryogenic Performance of Latent-Curing TPU Hot-Melt Films Utilizing Blocked Isocyanates

김두헌*, 전호균, 김동호
한국소재융합연구원
(kimdh@kimco.re.kr*)

Thermoplastic polyurethane (TPU) hot-melt adhesive films are widely used in diverse industrial applications due to their excellent flexibility, adhesion to various substrates, and solvent-free processing. However, conventional TPU films exhibit limited heat resistance and durability under cryogenic conditions, restricting their use in extreme environments such as space structures, liquefied gas storage, and polar facilities. In this study, we developed a latent-curing TPU hot-melt film by incorporating blocked isocyanates into the TPU matrix to achieve both processability at moderate temperatures and enhanced mechanical stability after curing. The blocked isocyanate acts as a thermally activated crosslinking agent: it remains inactive at ambient temperature, ensuring long shelf life and reprocessability, but undergoes deblocking at 120–150 °C to form irreversible urethane crosslinks. The films were fabricated via melt-extrusion, followed by lamination onto aluminum and polyethylene substrates. Mechanical tests, including tensile strength, lap shear adhesion, and peel strength, were conducted at room temperature and at cryogenic conditions down to −196 °C. After latent curing, the TPU films showed a 35–50% increase in tensile strength and up to 60% improvement in shear adhesion compared to uncured counterparts. Cryogenic tests revealed that the latent-cured films

P재료금-147

Development of Debondable Thermally Conductive Adhesives via Filler Dispersion Control and Phase-Transition Resin Design

김두헌*, 전호균, 김동호
한국소재융합연구원
(kimdh@kimco.re.kr*)

In this study, we present the design and development of a debondable thermally conductive adhesive (TCA) that enables both high heat dissipation during operation and controlled disassembly under thermal stimulus. The formulation is based on a polyurethane matrix engineered with a phase-transition resin system that exhibits a sharp decrease in adhesion strength at a targeted temperature range (90–120℃). To ensure effective heat dissipation, thermally conductive inorganic fillers—primarily spherical aluminum oxide (Al_2O_3) and hexagonal boron nitride (h-BN)—were incorporated and optimized through dispersion control techniques. The filler network formation was analyzed in relation to the thermal percolation threshold, and the influence of filler content, particle morphology, and surface modification on thermal conductivity and viscosity was systematically studied. Rheological and mechanical evaluations demonstrated that the adhesive maintained sufficient bonding strength (>5MPa) and thermal conductivity (>2.5W/m·K) under operating conditions, while enabling more than 90% adhesion reduction above the transition temperature. The proposed formulation is highly suitable for electric vehicle battery modules, where both heat dissipation and safe end-of-life disassembly are critical. This work contributes to the advancement of multifunctional adhesive

P재료금-148

중금속 오염 물질 감응을 위한 베타 제올라이트를 적용한 마찰전기센서

차안재, 박준영, 윤하늘, 김경수*
전북대
(kyoungsookim@jbnu.ac.kr*)

Environmental pollution caused by heavy metal contaminants has arisen due to rapid industrialization, leading to severe damage to ecosystems and human health. Consequently, the demand for sensors capable of detecting heavy metal ions to prevent such pollution is increasing. In this study, we introduce β-zeolite-based triboelectric nanosensors (TENS) to effectively detect various heavy metal ions even at low concentrations. The zeolite was spin-coated onto indium tin oxide (ITO) coated glass substrate acting as tribo-positive layer, while PDMS layer was applied as tribo-negative layer. The fabricated triboelectric sensor was exhibited an open-circuit voltage of 18.3 V, short-circuit current of 306 nA, and a maximum power density of 602 nW cm^{-2} at a resistance of 6 MΩ. Notably, the TENS showed high sensitivity to detecting Cd^{2+} (0.3302 ppm^{-1}) and Hg^{2+} (0.216 ppm^{-1}) ions within the 0.01–50 ppm of detection range, as well as remarkable selectivity for Cd^{2+}, Hg^{2+}, and Pb^{2+} ions over alkali metal ions. This facile and economical method for fabricating highly sensitive and selective β-zeolite-based TENSs offers a promising approach to advancing heavy metal contaminant detection technologies. Reference: [1] R. Shaukat, A. Cha, A. Tamin, H. Kim, G. Hwang, H. Lee, Z. Lin, K. Kim, C. Jeong, ACS Appl. Electron. Mater., 2025, 7, 3439-3447

P재료금-149

The Composite Solid Electrolyte with enhanced Performance and Safety

손희상*
광운대
(sonisang@gmail.com*)

The structural effect of composite solid electrolytes on the electrochemical (EC) performance in lithium metal battery (LMB) and safety was investigated. The unique structure of composite solid electrolytes was highlighted by comparing controls with physicochemical and electrochemical analyses. The composite results in high lithium-ion transference number and ionic conductivity. As a result, the composite electrolyte with optimized structure exhibited enhanced ionic conductivity with low interfacial resistance, broaden EC stability, and a high lithium-ion transference number. In electrochemical characterizations, our composite electrolyte based EC cell demonstrated enhanced performance in the symmetric and full cell, superior to that of conventional electrolyte based LMB. In safety test, our electrolyte demonstrated the enhanced fire safety, suggesting the importance of inorganic filler rather than their structural morphology in the composite.

P재료금-150

Molten-Salt Synthesis of Pore-Free Single-Crystal Cathodes for Sodium-Ion Batteries

신희성*
한양대
(shinheesung@hanyang.ac.kr*)

Rising demand for lithium-ion batteries (LIBs) is constrained by limited lithium resources and high material costs, motivating the development of sodium-ion batteries (SIBs) as a more economical alternative. Because SIBs share similar intercalation mechanisms with LIBs, they have attracted considerable interest: however, polycrystalline cathodes often undergo mechanical degradation during Na^+ insertion/extraction, leading to interparticle pulverization, microcrack formation, and harmful electrolyte-electrode side reactions. Single-crystal cathodes can mitigate these issues but typically require high firing temperatures—especially challenging for O3-type NaNixCoyMnzO2 (O3-NCM), where limited Ni solubility at elevated temperatures drives NiO segregation and particle coarsening. Here, we report a pore-free, single-crystal O3-type Na[Ni0.6Co0.2Mn0.2]O2 (SC-NCM) synthesized via a molten-salt route at comparatively low temperature. The dissolution-recrystallization pathway inherent to molten salts accelerates cation diffusion, enabling single-crystal growth independent of the precursor's initial morphology. This strategy also streamlines processing by eliminating co-precipitation and lowering the calcination temperature, thereby reducing both time and complexity.

P재료금-151

AUTONOMOUS LAB MEETS FAST-SINTERING: UNLOCKING AI POTENTIAL IN MATERIALS DISCOVERY

배성재, 이현기, 권현욱, 김동우, 서동화*
한국과학기술원
(dseo@kaist.ac.kr*)

Global energy and environmental challenges are accelerating the need for advanced renewable technologies, heavily relying on the discovery of new materials. This process demands exploring numerous variables—precursors, dopants, ratios, temperatures, and times—yet testing all candidates with conventional synthesis is impractical. To address this, we developed a fast-sintering device completing the process in 10 minutes while maintaining quality comparable to traditional methods. Using lithium iron phosphate (LFP) as a model system, we show that this approach drastically shortens processing time and enables rapid optimization across diverse synthesis parameters. When integrated with autonomous laboratories and machine learning algorithms, it overcomes bottlenecks in high-throughput, data-driven materials discovery, opening pathways to breakthroughs with unmatched speed and efficiency.

P재료금-152

Enhancing OER Performance via Cation Leaching-Induced Surface Reconstruction in Anion Exchange Membrane Water Electrolysis

한솔, 이성규*
국립금오공과대
(seonggyulee@kumoh.ac.kr*)

Water electrolysis for hydrogen production has recently gained significant attention due to its potential for CO_2 -free energy generation. Unlike conventional water electrolysis, anion exchange membrane water electrolysis (AEMWE) offers a more cost-effective solution by utilizing transition metal catalysts such as Co and Fe, thereby reducing reliance on expensive noble metals. Layered double hydroxides (LDHs) have emerged as promising oxygen evolution reaction (OER) catalysts due to their tunable host layers and interlayers, high surface area, and excellent electrocatalytic activity.In this study, we investigated the effect of Cr doping on the electrocatalytic performance of CoFe layered double hydroxide (LDH). Among the tested compositions, Cr doping at a 4:1 (Co:Cr) atomic ratio exhibited the highest OER performance, achieving an overpotential of 245 mV at 10 mA/cm²—a significant improvement over undoped CoFe LDH. A detailed analysis was conducted to understand how Cr doping influences the structural and electronic properties of CoFe LDH and how these changes correlate with enhanced performance. Our findings provide new insights into the design of cost-effective and efficient OER catalysts.

P 재료금-153

고성능 이종원소 도핑 구리 촉매를 통한 전기화학적 수소화 및 수소 생산 통합

최승현, 이성규[1]*
국립금오공과대; [1]금오공과대
(seonggyulee@kumoh.ac.kr*)

The demand for clean energy has increased interest in hydrogen, but storage and transport remain challenging. Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC) technology enables large-scale storage under ambient conditions, with electrochemical hydrogenation emerging as a safer, more efficient alternative.A key limitation of electrochemical hydrogenation is the high energy loss from the oxygen evolution reaction (OER) at anode, which requires a high onset potential (>1.23 V_RHE). In contrast, the formaldehyde oxidation reaction (FOR) operates at a much lower potential (-0.22 V_RHE), improving efficiency while generating valuable byproducts like formate and hydrogen unlike OER, which only produces oxygen.FOR coupling electrochemical hydrogenation can significantly advance hydrogen storage technologies, supporting a sustainable and cost-effective hydrogen economy.

P 재료금-154

전기화학 펄스 기반 초저담지 비반응성 역전기투석용 전극 제조

권은지, 최인수*
강원대
(ischoi@kangwon.ac.kr*)

역전기투석(RED)은 고농도와 저농도 전해질 간의 농도차를 이용하여 이온의 선택적 이동을 유도하고, 이를 통해 전기에너지를 생산하는 지속가능한 기술이다. 본 연구에서는 RED 시스템의 효율 향상을 위해 전극 구조와 표면 특성 개선에 중점을 두었다. 펄스 도금 기법을 적용하여 전류 인가와 휴지 시간을 주기적으로 반복함으로써 환원 반응과 확산 과정을 제어하였으며, duty cycle 조절을 통해 국소적 농도 고갈을 방지하고 균일한 미세 구조 형성을 유도하였다. 또한 Pt 기반 전극의 대안으로 Ni, Fe, DSA 계열 저비용 소재에 펄스 도금을 적용하여 표면 활성과 전기화학적 성능 향상을 도모하였다. 이를 통해 전극 반응 저항 감소, 장기 안정성 확보, 촉매 금속 사용량 절감 및 경제성 향상을 달성할 수 있는 공정 제어 전략을 제안한다.

P 재료금-155

SWIR 유기 광검출 성능 향상을 위한 비풀러렌 억셉터 설계

이준환, 박병찬[1], 김하정, 정민영[1], 조길원[1], 이재원*
충남대; [1]포항공과대
(jaewonlee@cnu.ac.kr*)

SWIR organic photodetectors (OPDs) have become a central focus in diverse technological fields, including image sensing, medical imaging, and optical communications. As their absorption spectrum extends deeper into the long-wavelength region, these devices continue to find new potential applications. Nevertheless, there remains a scarcity of non-fullerene acceptors (NFAs) exhibiting photo responsive properties beyond 1000 nm. In our quest to improve molecular charge transfer dynamics, we have initiated the creation of a series of materials based on the acceptor-donor-acceptor-donor-acceptor (A-D-A-D-A) framework. This approach involves modifying the functional groups of the core acceptor, resulting in materials characterized by bandgaps (Eg) below 1.0 eV.

P 재료금-156

확장된 퀴노이드 특성을 가진 비풀러렌 억셉터의 분자 설계 및 SWIR 유기 광검출기 응용

김하정, 박병찬[1], 이준환, 정민영[1], 조길원[1], 이재원*
충남대; [1]포항공과대
(jaewonlee@cnu.ac.kr*)

Organic photodetectors provide lightweight, flexible, and cost-effective alternatives to conventional inorganic devices, which remain limited by high cost, rigidity, and dark current. In this study, we report a molecular design strategy for non-fullerene acceptors (NFAs) tailored for short-wave infrared (SWIR) detection. By systematically modifying the central core unit within an A-D-A′-D-A (ADADA) framework, we enhance quinoidal character and strengthen donor-acceptor interactions. This core-unit engineering approach effectively extends π-conjugation and drives a pronounced red-shift in absorption, yielding film absorption onsets beyond 1400 nm. These results highlight the potential of core-unit-driven quinoidal extension as a rational design strategy for advancing high-performance SWIR organic photodetectors.

P 재료금-157

저가습 조건에서 이오노머 블렌딩에 의한 PEMFC Anode 탈수 억제 및 양성자 전도도 향상

최정민, 최인수*
강원대
(ischoi@kangwon.ac.kr*)

This study proposes an ionomer blending strategy for enhancing the performance of the anode catalyst layer in proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs) under low-humidity conditions. While most ionomer-related studies have focused on the cathode catalyst layer, where the oxygen reduction reaction occurs, water loss and the resulting decline in proton conductivity are phenomena that more directly affect the anode. Long-side-chain perfluorosulfonic acid ionomer (LSC) offers superior water retention capability and processability due to its long side chain, but exhibits relatively lower ion conductivity. In contrast, short-side-chain perfluorosulfonic acid ionomer (SSC) provides higher ion exchange capacity and excellent proton conductivity owing to its short side chain, yet suffers from poor water retention and severe dehydration at high current densities. To address these complementary characteristics, LSC and SSC were blended in weight ratios of 7:3, 5:5, and 3:7 with the aim of simultaneously suppressing dehydration and maintaining proton conductivity in the high current density region. This approach has the potential to improve the water-ion transport balance in the anode catalyst layer, thereby enabling stable and efficient PEMFC operation under low-humidity conditions.

P 재료금-158

Borate-Treated $BiVO_4$ with NiFeOOH Cocatalyst for Improved Photoelectrochemical Water Splitting

최인희, 김재엽*
건국대
(jykim24@konkuk.ac.kr*)

Bismuth vanadate ($BiVO_4$) is a promising photoanode for photoelectrochemical (PEC) water splitting due to its suitable bandgap (~2.4 eV) and stability under visible light. However, its performance is still restricted by poor charge transport and sluggish oxygen evolution reaction (OER) kinetics. In this study, $BiVO_4$ was treated in a 0.5 M borate buffer (pH 9.5) to passivate surface defects and enhance stability, followed by absorption of NiFeOOH as an OER cocatalyst. The borate treatment suppressed surface recombination, while NiFeOOH accelerated water oxidation, leading to improved charge utilization. As a result, the modified $BiVO_4$ photoanodes showed enhanced photocurrent and stability. This work highlights the synergistic role of surface modification and cocatalyst integration, providing guidance for the rational design of efficient $BiVO_4$-based PEC systems.

P 재료금-159

리튬이온배터리 사전리튬화를 위한 LiF/Ni/C 나노복합체 양극 첨가제 합성

김은혜[1,2], 천진녕[1]*
[1]한국세라믹기술원; [2]고려대
(jchun@kicet.re.kr*)

본 연구는 상용 리튬 금속 산화물, 불화 암모늄(NH_4F) 및 탄소 전구체를 이용한 단일 열처리 공정을 통해 양극 첨가제인 LiF/Ni/C 나노복합체를 합성하였다. LiF 와 Ni 의 넓은 접촉 면적은 전환 반응을 통한 리튬 이온의 추출을 용이하게 하였으며, sucrose는 탄소 공급원으로 작용하는 동시에 Ni 입자의 성장을 억제하여 전환 반응의 효율을 높이고 Ni 용출을 감소시켰다. 합성된 나노복합체는 초기 충전 용량 581 mAh g^{-1}을 달성하였으며, 상용 양극재에 4.5 wt.% 첨가 시 초기 충전 용량이 27.5 mAh g^{-1} 증가하고 사이클 성능도 11.1 % 개선되었다. 이는 LiF/Ni/C 나노복합체가 리튬 이온 배터리의 효율 향상을 위한 사전 리튬화용 희생 양극 소재로서 높은 잠재력을 지님을 보여준다.

P 재료금-160

공급수 온도 변화에 따른 역전기투석 장치의 출력 특성 평가 및 분석

이상은, 최인수*
강원대
(ischoi@kangwon.ac.kr*)

역전기투석(Reverse Electrodialysis, RED)은 염분차를 이용하여 화학에너지를 전기에너지로 전환하는 신재생에너지 기술이다. 해수와 담수의 염분차로 이온이 이동하는 RED는 용액 온도 변화에 따른 성능 변화가 선행 연구를 통해 확인되었고 온도 상승으로 저항 감소를 관찰하였으며, 장시간 구동 시 점진적인 성능 향상도 보고되었다. 이에 본 연구에서는 공급수의 온도를 최대 60℃까지 상승시켜 장기적인 구동 성능을 평가하였다. 공급수를 25℃, 40℃, 50℃, 60℃로 승온하여 공급하고, 180분간 구동하며 성능 변화를 분석하였다. OCV는 Nernst식에 따라 온도 상승 시 전위도 증가할 것으로 예측되며, 명확한 분석을 위해 공급수의 염도 측정을 병행할 예정이다. 이온교환막의 막 저항 분석, 선택투과도 측정, 스페이서의 유동 특성 분석 등 전기화학적 분석을 통해 공급수 온도 상승이 장치성능에 미치는 영향을 고찰할 계획이다. 향후 연구에서는 열원의 활용 가능성과 RED 시스템의 최적화 방안에 대해서도 심도 있게 다룰 예정이다.

P재료금-161

머신러닝 포텐셜 기초 모델을 위한 효율적인 데이터 증강 전략

이현종, 송유엽, 서동화*
한국과학기술원
(dseo@kaist.ac.kr*)

The discovery of new materials has continuously driven human progress, and recently Machine Learning Interatomic Potentials (MLIPs) have accelerated this process by providing at least 1000× faster evaluations compared to ab initio calculations. However, MLIPs inherently suffer from reduced accuracy in regions where training data are scarce. In this work, we target sodium oxide-based solid electrolytes, a relatively unexplored material class, and systematically compare Random, DIRECT, and LCMD sampling strategies to efficiently augment data in out-of-distribution regions. Applying the optimized augmentation strategy to MLIPs enabled the identification of a new superionic conductor candidate within the sodium oxide family. This demonstrates a clear pathway from sampling design to MLIP enhancement and ultimately to novel material discovery. Our study not only establishes practical augmentation strategies for exploring high-ionic conductivity solid electrolytes but also highlights the inherent limitations and opportunities of MLIPs as statistical models for materials exploration.

P재료금-162

Facile Synthesis and Improvement of Cobalt Fluoride (CoF_2) / MWCNT Nanocomposites as the Cathode of Litihum-Ion Batteries

안병준, 천진녕*
한국세라믹기술원
(jchun@kicet.re.kr*)

Conversion-type metal fluorides offer higher specific capacities than conventional intercalation cathodes. Among them, Cobalt fluoride (CoF_2) is one of the attractive materials, but faces challenges including difficult synthesis and unstable chemical/electrochemical behavior. In this study, we present a facile route to CoF_2/MWCNT nanocomposites by precipitating a cobalt precursor onto MWCNTs and heat-treating with ammonium fluoride under an inert atmosphere. Furthermore, to address the capacity fading caused by cobalt dissolution during battery cycling, a strategy of in situ formation of cathode electrolyte interphase (CEI) was adopted. As a result, the nanocomposites CoF_2/MWCNT maintained a capacity more than 200 mAh g^{-1} even after 500 cycles. This study will contribute to the development of metal fluorides with high specific capacity and long cycle life.

P재료금-163

숙면 유도를 위한 침구 부착형 멜라토닌 패치 개발

신충연, 최현지, 신선호, 배정빈, 이종민*
영남이공대
(jlee@ync.ac.kr*)

현대 사회에서 불면증과 수면장애는 증가 추세에 있으며, 이에 따라 안전하고 편리한 수면 보조제에 대한 수요가 확대되고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 침구 부착형 멜라토닌 패치를 개발하였다. 본 패치는 필름형 기제를 활용하여 침구류에 간단히 부착할 수 있으며, 일정 시간 동안 멜라토닌을 서서히 방출하도록 설계되었다. 기존의 피부 부착형 패치와 달리 직접 피부에 닿지 않아 접착제 알레르기나 피부 자극 위험이 적으며, 경구 복용제와 비교했을 때 비침습적이면서 전신 부작용을 줄일 수 있다는 장점을 가진다. 또한, 자연 유래 고분자를 기반으로 한 생분해성 소재를 적용하여 안전성과 환경 친화성을 확보하였다. 예비 실험을 통해 멜라토닌의 안정적인 방출 특성이 확인되었으며, 이를 통해 수면 유도 효과가 기대된다. 이러한 침구 부착형 멜라토닌 패치는 수면 질 개선을 위한 새로운 보조 기술로서, 불면증 완화 및 수면 위생 관리 분야에서 활용 가능성이 높다고 판단된다.

P재료금-164

Pathways of High-Valent Ion Substitution toward Advanced Nickel-Rich Cathodes

조형준*, 선양국
한양대
(jhjun1015@naver.com*)

Incorporating additional elements into Ni-rich cathodes represents a critical approach to mitigating the inherent instability of these materials. Traditionally, doping has been regarded primarily as introducing foreign elements into the bulk lattice to reinforce the crystal framework. Yet, high-valence dopants such as Nb^{5+}, Ta^{5+}, and Mo^{6+} often exhibit limited solubility in the lattice, leading to their segregation along the interparticle boundaries. In this work, we explore an alternative doping mechanism in Ni-rich cathodes, examining the influence of low or high-valence elements on both morphology and structural evolution by subjecting pristine $LiNiO_2$ (LNO) and X-doped LNO (X = Al, Nb, Ta, Mo) to calcination at varied temperatures. Operando X-ray diffraction reveals that the decomposition temperature of Li-X-O phases shifts higher with dopants of greater oxidation states, thereby intensifying boundary segregation and broadening the thermal treatment window. As a result, the doped LNO maintains superior grain alignment and crystallinity across a wide calcination range, translating into enhanced electrochemical behavior. Consequently, high-valence dopants serve as next-generation modifiers that not only stabilize the lattice but also refine the microstructure, ultimately enabling superior electrochemical performance in Ni-rich cathodes.References: [1] G.-T. Park, N.-Y. Park, T.-C. Noh, B. Namkoong, H.-H. Ryu, J.-Y.

P 재료금-165

Design of a Stable Cobalt-Free Layered Oxide Cathode, Li[Ni1-x-yTixAly]O2, for Energy-Dense Lithium-Ion Batteries

조형준*, 선양국
한양대
(jhjun1015@naver.com*)

The future development of Li[NixCoyMn1-x-y]O2 and Li[NixCoyAl1-x-y]O2 cathodes has to minimize the dependence on cobalt that is costly, exhibits strong price volatility, and suffers from unstable supply. In this work, we introduce a robust Co-free, Ni-rich layered cathode engineered via a novel multi-doping approach that introduces different heteroatoms at sequential synthesis steps. Specifically, Ti is incorporated during the preparation of Ni(OH)2, while an excess amount of Al is introduced during the lithiation process. This stepwise design approach ensures both structural integrity and electrochemical longevity of the inherently unstable LNO, elevating it to a level feasible for commercialization. Together with surface modification, the Li[Ni0.951Ti0.008Al0.041]O2 cathode sustains 72.0% of its initial capacity even after 3500 charge-discharge cycles—an achievement not previously reported for Co-free cathodes. Furthermore, the proposed composition delivers an energy density of 890 Wh kg/cathode, demonstrating a significant milestone toward the realization of commercially practical LNO cathodes for next-generation electric vehicles.References: [1] Park, G.-T.; Kim, S.-B.; Namkoong, B.; Park, N.-Y.; Kim, H.; Yoon, C. S.; Sun, Y.-K. Mater. Today 2024, 71, 138-149 [2]] H.H. Sun, ACS Energy Lett. 5 2020 1136-1146 [3] G. T. Park, N. Y. Park, H. H. Ryu,

P 재료금-166

Design optimization of Ni-rich Li[$Ni_{0.92-x}Co_{0.04}Mn_{0.04}Al_x$]$O_2$ cathodes enabling high-energy lithium-ion batteries

홍어진*, 선양국
한양대
(wlsnwhdkk@naver.com*)

A Ni-rich NCMA cathode was developed by systematically comparing the electrochemical performance of Li[$Ni_{0.92-x}Co_{0.04}Mn_{0.04}Al_x$]$O_2$ compositions (x = 0, 0.01, 0.03, and 0.05). The incorporation of excess Al leads to its accumulation on secondary particle surfaces and grain boundaries, thereby refining the cathode microstructure. This refinement, that manifests as primary particle elongation and radial alignment, becomes more pronounced with increasing Al content. The optimized microstructure effectively dissipates strain associated with abrupt unit-cell contraction during the phase transition between second hexagonal to third hexagonal phase near the charge end, therefore mitigating the formation of internal cracks. An Al content of 3 mol% yields the best overall electrochemical performance; a full cell incorporating Li[$Ni_{0.894}Co_{0.04\ 1}Mn_{0.03\ 4}Al_{0.03\ 1}$]$O_2$ exhibits excellent long-term cycling stability, retaining >90% of its initial capacity after 500 cycles and achieving an energy density of 740 Wh kg^{-1}. In contrast, Li[$Ni_{0.91}Co_{0.04}Mn_{0.04}Al_{0.01}$]$O_2$, regarded as a next-generation cathode with suppressed Li/Ni cation mixing, suffers a 38.3% capacity loss after 500 cycles. These results describe that NCMA cathodes with optimized Al content, combining features of conventional layered systems, can surpass existing Ni-rich layered

P 재료금-167

Tantalum Doping as a Multifunctional Strategy for Stabilizing Core-Shell Ni-rich Cathodes

홍어진*, 선양국
한양대
(wlsnwhdkk@naver.com*)

High content of reactive Ni^{4+} ions at the cathode-electrolyte interface often leads to capacity fading in Ni-rich cathodes. To address this issue, a core-shell (CS) design, in which a Ni-rich core is encapsulated by a Ni-less shell, has been proposed to improve cycling stability. However, as the average Ni content increases to enhance capacity, the shell thickness gets thinned or its Ni fraction inevitably rises, making it prone to interdiffusion. This interdiffusion flattens the concentration gradient during lithiation, undermining the CS architecture. In this study, the average Ni composition in a CS-type cathode is increased to 94% through Ta doping, which suppresses interdiffusion by forming Ta-rich phases at particle boundaries. Ta doping also preserves the highly aligned microstructure, the ordered Li/transition-metal intermixing structure, and the concentration gradient over a wide lithiation temperature range. As a result, the Ta-doped CS-type cathode delivers outstanding electrochemical performance, retaining 92.6% of its initial capacity after 1000 cycles and exhibiting strong resistance to fast-charging-induced damage. These findings demonstrate that multifunctional Ta doping provides a simple yet effective strategy to maximize the performance of Ni-rich cathodes while offering greater flexibility in the lithiation process. References: [1] C. S. Yoon, M. H. Choi, B.-B. Lim, E.-J. Lee, Y.-K. Sun, J. Electrochem.

P 재료금-168

Interphase Engineering for Improved Cycling Stability of Ni-Rich Cathodes in Lithium-Metal Batteries

구동건*, 선양국
한양대
(koodozi@gmail.com*)

High-energy-density lithium secondary batteries can be realized by pairing lithium-metal anodes (LMAs) with high-voltage, nickel-rich layered oxide cathodes. However, these systems often suffer from rapid capacity loss caused by structural breakdown in the cathode and unwanted side reactions between the electrolyte and both electrodes. Herein, we focus on improving the cycling stability of high-voltage lithium-metal batteries (LMBs) by optimizing the interfacial layers on the electrodes. The fluoroethylene carbonate (FEC)-based multifunctional electrolyte solution we have developed enables stable operation of high voltage (4.5V) LMB with a high areal capacity. The customized electrolyte solution passivates the electrodes, minimizes microcrack formation within cathode particles, and ensures uniform current distribution. It also protects the Li-metal anode by forming a stable solid-electrolyte interphase. When combined with a Ni-rich Li[Ni0.78Co0.1Mn0.12]O2 cathode material composed of radially aligned rod-shaped primary particles, the developed high-voltage LMB demonstrates a high specific capacity of 230 mAh g-1 at 0.1 C and retains over 86% of its initial capacity after 200 cycles at 0.5 C. This work emphasizes the significance of controlling the interfacial structure through electrolyte solution modification and optimizing cathode materials with engineered

P재료금-169

Reaction Uniformity Enhancement of High-Loading Lithium-Sulfur Pouch Batteries

구동건*, 선양국
한양대
(koodozi@gmail.com*)

Lithium-sulfur batteries (LSBs) hold great potential for future energy storage due to their high energy densities (over 400 Wh kg^{-1}), outperforming current lithium-ion technology. However, realizing high-performance, high-capacity LSBs requires addressing the challenge of rapid capacity fade as sulfur loading and electrode area increase. This research introduces a novel approach using a polyethylene separator modified with a boehmite coating on both sides to tackle this issue. The study found that inconsistent reactions within the sulfur cathode during cycling lead to localized capacity loss. By integrating the boehmite-modified separator, the accumulation of sulfur compounds on the cathode surface is minimized, promoting a more uniform electrochemical reaction across the electrode. Furthermore, the separator significantly improves the stability of the lithium metal anode. Consequently, a high-capacity (8 mAh cm^{-2}) Li-S pouch cell exhibited stable cycling for over 300 cycles. These results demonstrate the importance of tailored separator designs in overcoming practical limitations and advancing the commercial viability of lithium-sulfur battery technology. References: [1] H. H. Ryu, H. H. Sun, S. T. Myung, CS Yoon, Y.-K. Sun, Energy Environ. Sci. 2021, 14, 844. [2] H. Kim, K. J. Min, M. G. Jeong, H. G. Jung, Y.-K. Sun, ACS Appl. Mater. Interfaces 2022, 14, 45945. [3] H. Kim, S. Bang, K. Min K.-J., Y.-G.

P재료금-170

증기-액체-고체(VLS) 방법을 통한 은 텔루라이드의 2 차원 성장

박민정, 조수연*
이화여자대
(s.cho@ewha.ac.kr*)

We reports a vapor-liquid-solid growth of silver telluride films in a confined 2D area via chemical vapor deposition (CVD). Under high-temperature and Te-poor conditions, the Ag films reacted with Te to form a liquid Ag-Te alloy, leading to Ag2Te growth. The crystalline phase and composition of the films were characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS), while phase transition behavior was examined through annealing. Our 2D VLS growth provides Ag-Te system with various compositions and phases, which can be engineered by external parameters such as strain or electric field.

P재료금-171

2D 소재의 레이저 박막화

오승연, 조수연*
이화여자대
(s.cho@ewha.ac.kr*)

We investigate laser thinning and phase transition of suspended 2D material, Mo1-xWxTe$_2$, which exhibits two leveraging crystal structures of 2H and 1T' as a function of W content. The exfoliated Mo1-xWxTe$_2$ on the scratched SiO2/Si substrate has been supported and suspended by the substrate, which behaves as a heat sink. We found that the heat effectively accumulated on the suspended Mo1-xWxTe$_2$ during laser irradiation, significantly reducing the thickness. The absence of heat sink in the suspended Mo1-xWxTe$_2$ facilitates high-temperature annealing at the localized area. Our study demonstrates the effective method for high-temperature thermal treatment at the desired area of 2D materials.

P재료금-172

합성 매개변수에 따른 금속 산화물 나노결정의 형태 진화와 표면·원자 구조 규명

채연수, 강민우, 이지원, 오명환*
한국에너지공과대
(mhoh@kentech.ac.kr*)

Although composition-morphology relationship of Co_3O_4 nanocrystals are well established, a ML model demands time-resolved descriptors of how particles evolve. Here, we monitored growth over 2 hours using ATR-FTIR (every 10 min) and HR-STEM (every 40 min). FTIR spectra revealed surface-OH and lattice modes marking kinetic growth, while STEM snapshots were analyzed into size, facet, and a newly defined Tailness metric capturing shape irregularities such as localized protrusions. Atomic-resolution STEM visualized the galvanic replacement reaction, where partial Co^{2+} dissolution and re-precipitation drove cubic-to-concave transition. Plotting Tailness against reaction time identified the kinetic-thermodynamic regime with clarity. Combined with composition data, these descriptors form a multidimensional feature set for training ML models that link synthetic parameters to morphology distributions, enabling predictive control over catalytic performance.

P재료금-173

카이랄 아미노산 매개 나노 $CaCO_3$의 성상제어 및 기능화

이동욱, 장지훈, 오명환*
한국에너지공과대
(mhoh@kentech.ac.kr*)

광물탄산화는 이산화탄소를 격리·전환할 수 있는 지속가능한 친환경 기술로 주목받고 있으나, 형성된 탄산칼슘($CaCO_3$)의 결정 구조 제어 및 성장 메커니즘은 아직 충분히 규명되지 않아 기능성 소재로의 확장 가능성이 제한적이다. 본 연구에서는 $CaCl_2$/Na_2CO_3 용액 혼합 공정에 카이랄 아미노산을 도입하여 나노 크기의 $CaCO_3$ 생성 및 성장 거동을 제어하고자 하였다. 생성된 입자의 형태, 결정 구조, 배열 및 표면 카이랄 특성을 SEM, XRD 분석 등을 통해 비교·분석하였다. 이를 통해 단순한 이산화탄소 전환을 넘어, 제어된 결정의 카이랄성이 물리화학적 안정성, 열역학적 특성 및 비대칭 촉매로서의 가능성에 미치는 영향을 탐구하였다. 본 연구는 무기-유기 상호작용 기반의 나노소재 제어 전략을 제시하며, 기능성 결정 소재 개발의 새로운 방향성을 제안한다.

P재료금-174

Surface Engineering of Lithium-Ion Batteries with ZIF Coating for Enhanced Lithium-Ion Battery Performance at Low-Temperature

배예은, 강지현, 엄호종, 권오현, 문채린, 유도협, 남인호*
중앙대
(Inhonam@cau.ac.kr*)

Lithium-ion batteries (LIBs) are limited under low-temperature conditions by sluggish Li^+ transport, elevated de-solvation barriers, and unstable electrode-electrolyte interfaces. Conventional thermal management systems can partially mitigate these issues but inevitably increase cost, complexity, and reduce overall energy density. In this research, we introduce an interfacial engineering strategy employing a zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8) coating on $LiFePO_4$ (LFP) cathodes to alleviate Li^+ de-solvation constraints and enhance interfacial charge-transfer kinetics. The uniform porous ZIF-8 layer effectively regulates the solvation structure, facilitating the formation of contact ion pairs. Electrochemical measurements demonstrated significant improvements in low-temperature performance. These findings establish ZIF-8 coating as a effective strategy to overcome low-temperature limitations and realize practical high-performance LIBs under extreme conditions.

P재료금-175

극저온 조건에서의 수계 아연전지 성능 향상을 위한 음이온별 DMSO 첨가 전해질 설계 연구

문채린, 권오현, 남인호*
중앙대
(inhonam@cau.ac.kr*)

Electrochemical energy storage operable under subzero is essential for high-latitude/altitude, and deep-sea applications. Aqueous zinc-metal batteries (ZMBs) are attractive for safety and cost but face electrolyte freezing, Zn anode instability, and slow interfacial kinetics. We introduce a solvation-engineering strategy using DMSO-water electrolytes, tuning anion-dependent interactions to overcome these barriers. DMSO disrupts water's hydrogen-bond network to suppress ice while strengthening Zn^{2+} coordination, necessitating precise control of solvation dynamics. By systematically screening five zinc salts with distinct anions, we show that anion-solvent interactions guide ionic conductivity, freezing-point depression, and Zn^{2+} desolvation. Optimized anion-co-solvent pairings deliver interfacial stability and rapid ion transport even below −100 °C. These findings provide molecular-level design rules for next-gen aqueous electrolytes that enable ZMB operation in extreme environments.

P재료금-176

리튬-황 전지용 코발트 단일원자 촉매: 배위환경 변화에 따른 촉매특성 분석

장서현, 나정호, 김현진, 장해성, 박승근, 남인호*
중앙대
(inhonam@cau.ac.kr*)

본 연구에서는 금속-유기 골격체(MOF) 유래 탄소 나노섬유에 도입된 코발트 단일원자(Co-Nx, x = 2, 3, 4)의 배위환경이 리튬-황 전지 성능에 미치는 영향을 밀도범함수이론 계산과 실험을 통해 규명하였다. 배위수가 감소함에 따라 Co 중심의 전자 밀도가 증가하고 d-band center가 페르미 준위에 근접하여 Li_2S_x와의 상호작용이 강화되었다. 오비탈 혼성화 분석 결과, Co-N_3에서는 π/σ 결합이 극대화되었으며, Co-N_2는 결함 유래 전자 포획, Co-N_4는 입체적 제약으로 인해 다황화리튬 흡착이 제한됨을 확인하였다. 자유에너지 및 NEB 계산은 배위환경에 따른 전환 경로와 에너지 장벽의 차이를 보여주었으며, 분자동역학 시뮬레이션은 Co-N_2의 불안정성과 Co-N_3/Co-N_4의 구조적 안정성을 입증하였다. 이러한 이론적 결과는 Li_2S 핵생성 및 대칭셀 실험을 통해 검증되었으며, 향상된 촉매 활성과 셔틀 억제 효과가 확인되었다. 종합적으로, 단일원자 촉매의 배위수 조절은 전자구조, 반응 열역학, 동역학, 구조 안정성을 지배하는 핵심 인자로 작용하며, 리튬-황 전지용 고성능 촉매 설계 전략을 제시한다.

P재료금-177

IT OLED 디스플레이를 위한 고효율 CGL 소자 구조 개발

지근혁, 김일구, 서요한, 양호창, 이승현*
한국전자기술연구원
(leesh0512@keti.re.kr*)

Organic light-emitting diode (OLED) displays have been extensively researched and developed for a wide range of applications due to their inherent advantages, such as high resolution, low power consumption, and wide color gamut. In particular, with the rapid expansion of the IT display market—including monitors, laptops, and gaming displays—there is increasing demand for OLED devices with high efficiency, high refresh rates, high luminance, and long operational lifetime. To achieve these performance requirements, tandem OLED structures have been widely adopted. Within these tandem structures, the charge generation layer (CGL) plays a crucial role in enhancing both device efficiency and lifetime. Lithium (Li) is the most common n-type dopant used in CGLs; however, Li diffusion often leads to degradation of device performance, necessitating the reduction of Li doping concentration. In this study, we adopted a co-doping strategy to minimize the Li doping ratio and investigated the CGL characteristics depending on the p-type host materials. The co-doped n-CGLs exhibited reduced operating voltage, which was further validated by fabricating tandem OLED devices. The tandem devices incorporating the optimized CGL structure demonstrated improved electrical performance and stability, highlighting the effectiveness of the co-doping approach in developing high-efficiency OLED displays for IT applications. In this

P재료금-178

고색순도 페로브스카이트 나노입자의 광특성 개선 및 광가교 특성 부여를 위한 유/무기 복합리간드 기반 표면개질 기술개발

서요한, 이승현, 김일구, 지근혁, 양호창, 이승현*
한국전자기술연구원
(leesh0512@keti.re.kr*)

Perovskite nanoparticles have garnered significant attention as next-generation photoactive materials owing to their high photoluminescence quantum yield and exceptional color purity. However, a critical challenge for halide-based perovskite nanoparticles is their poor surface stability. The low binding energy of native surface ligands leads to their detachment during purification and storage, which increases the density of surface defects and causes significant degradation of their luminescent properties. This instability also presents a major obstacle for developing photoresists required for photolithography-based patterning in display applications. In this study, we introduce a novel surface modification strategy using organic-inorganic hybrid ligands to simultaneously enhance the surface stability and impart photo-crosslinking functionality to perovskite nanoparticles. We demonstrate that the introduction of an aromatic ligand effectively suppresses ligand desorption, thereby mitigating the degradation of photoluminescence caused by surface defects and leading to improved optical performance. Concurrently, the incorporation of a metal halide ligand enhances the efficiency of thiol-ene click chemistry, enabling rapid and effective photo-crosslinking under mild 365 nm UV exposure in less than 10 seconds. By successfully improving photoluminescent

P재료금-179

Li 저감형 n-type 전하생성층 구조 개발을 통한 고성능 청색 적층형 유기 발광소자 구현

서요한, 김일구, 지근혁, 양호창, 이승현*
한국전자기술연구원
(leesh0512@keti.re.kr*)

With the growing demand for IT displays and high-quality TV panels, the need for high-performance and highly stable organic light-emitting diodes (OLEDs) is escalating. The evolution from conventional 2-stack to advanced 4-stack tandem structures necessitates the development of a robust and efficient charge generation layer (CGL). The CGL consists of n-type and p-type layers, with the n-type CGL (n-CGL) commonly employing lithium (Li) metal as an n-dopant. However, Li is highly susceptible to oxidation during the fabrication process and device operation. Furthermore, its small atomic size facilitates diffusion into the adjacent p-type CGL, compromising device stability and performance. In this study, we investigated structural modifications to the n-CGL to improve its operational characteristics while simultaneously reducing the Li concentration. We systematically controlled the n-CGL architecture by introducing co-dopants, inserting interlayers, and optimizing the host material. The properties of each configuration were evaluated through the fabrication and analysis of both CGL unit devices and full tandem OLEDs (t-OLEDs). The results confirm that the introduction of a co-dopant and an interlayer modifies the energy level alignment, creating a cascade-like structure that enhances electron injection. Additionally, optimizing the host material was found to improve electron mobility,

P재료금-180

IT OLED 디스플레이를 위한 고효율 CGL 소자 구조 개발

지근혁, 김일구, 서요한, 양호창, 이승현*
한국전자기술연구원
(leesh0512@keti.re.kr*)

Micro-OLED displays have attracted significant attention due to their advantages of high resolution, low power consumption, and superior color gamut. Current approaches for realizing full-color micro-OLEDs include white OLEDs combined with color-conversion layers, fine metal mask (FMM) patterning, and photolithography-based methods. However, these methods face challenges such as luminance loss when applying color-conversion layers and resolution limitations when employing FMM. To overcome these issues, meta surface-based OLED displays have emerged as a promising strategy, requiring the development of efficient white OLED devices compatible with microcavity structures. In this study, we designed and fabricated a white OLED structure tailored for metasurface integration. The device employed a combination of fluorescent blue and phosphorescent red and green emitters, with a buffer layer introduced between fluorescent and phosphorescent materials to enhance efficiency. Furthermore, the total organic layer thickness was optimized to below 100 nm to realize a microcavity configuration suitable for meta surface application.

P 재료금-181

Regulatory effect of Plasma-mediated RONS on mitochondrial activity in HGF-1 cells

Tien Nguyen Ngoc Thuy, 김병훈*
조선대
(kim5055@chosun.ac.kr*)

Cold atmospheric plasma (CAP) is emerging as a biomedical tool due to its ability to generate RONS, which interact with cellular redox systems to influence mitochondrial activity and biogenesis. Periodontal disease, a major cause of tooth loss, triggers excessive ROS production, leading to oxidative stress, mitochondrial dysfunction, and impaired tissue regeneration. While excessive ROS causes damage, controlled ROS signaling can promote mitochondrial biogenesis and adaptation. This study suggests that Helium CAP-generated ROS may activate the PGC-1α-TFAM pathway, supporting cellular regeneration in inflammatory conditions. The physical and chemical properties of CAP were assessed, including temperature, radical species, ions, and reactive oxygen and nitrogen species (RONS). Human gingival fibroblast (HGF) cells were stimulated with lipopolysaccharide (LPS) to cause inflammation, followed by CAP exposure under different conditions (plasma power and exposure duration). Mitochondrial function was assessed by measuring ATP generation, mitochondrial membrane potential (by TMRM staining), and mtROS levels. Quantitative real-time PCR and Western blotting were used to evaluate mitochondrial biogenesis through the PGC-1α-TFAM signaling pathway. NAC treatment also improved mitochondrial activity but was less effective than CAP. The contribution of H_2 O_2 was further investigated by

P 재료금-182

Characteristic changes in biomaterial surface modification using newly developed laser equipment

석지훈, 김병훈*
조선대
(kim5055@chosun.ac.kr*)

This study introduces a novel high-focus laser scanning (HFLS) system that integrates the advantages of conventional equipment and demonstrates its superior performance. The biological functions of biomaterial surfaces modified by HFLS were investigated. The benefits of HFLS, including ease of use, processing speed, and precision, were validated through morphological analyses such as microscopy and surface characterization techniques including contact angle measurements. The material surfaces were modified into 'Line' and 'Grid' patterns to facilitate further studies on cellular responses and drug delivery. Cellular adhesion, migration, and proliferation were evaluated to assess responses to HFLS-modified surfaces. To evaluate the functionality of HFLS-modified materials as drug carriers, tests including prednisolone (PDS) retention capacity, drug release profiles, platelet adhesion, and western blot analysis for inflammatory cytokines were conducted. Compared with conventional methods, HFLS processing proved faster and more precise, enabling facile modification of surfaces into hydrophilic (Line) or hydrophobic (Grid) states. The highest contact angle (158.63° ± 1.26) was observed on surfaces treated with a 50 μm wavelength. The cell culture medium spread extensively across the Line surface compared to the control, whereas minimal spreading

P 재료금-183

Role of plasma-functionalized polymer surfaces in oral soft tissue regeneration

Huong Dang, 김병훈*
조선대
(kim5055@chosun.ac.kr*)

Periodontitis is one of the most common oral diseases and results in the loss of both soft and hard oral tissues. To date, various natural and synthetic polymer-based scaffolds have been widely used as substitute scaffolds for oral tissue regeneration due to their excellent biocompatibility and biodegradability. However, although synthetic polymers exhibit superior mechanical properties, their lack of surface functionality has posed significant limitations for clinical applications. In this study, amine and carboxyl functional groups were introduced onto the surface of PCL scaffolds via a plasma polymerization process, and the biological responses of human gingival fibroblast (HGF-1) cells to the functionalized scaffold surfaces were investigated to evaluate their efficacy in oral soft tissue regeneration. Surface functionality of 3D PCL scaffolds was introduced by cold atmospheric plasma (CAP) polymerization using cyclopropylamine (CPA) and acrylic acid (AAc) as monomers. The CAP process was conducted with a Helium (He) flow rate of 1 SLM at 5 kV for 5 min; the monomers were carried to the gas flow using 20 sccm He carrier gas. Then, the scaffold surfaces were analyzed by AFM, water contact angle measurement, FT-IR, and XPS. Fibroblast growth factor (FGF) was then immobilized onto the PCL surface via electrostatic interaction. The biological responses were evaluated through focal adhesion, migration, and proliferation behavior of

P 재료금-184

Biological validation of chitosan nanophotosensitizers conjugated with celecoxib using thioketal bonds

Hang Duong Do Thanh, 김병훈*
조선대
(kim5055@chosun.ac.kr*)

A celecoxib (CELE)-grafted chitosan copolymer was synthesized via thioketal linkages to enable oxidative stress-triggered delivery of chlorin e6 (Ce6) and enhance photodynamic therapy (PDT) efficacy against oral squamous carcinoma. CELE was conjugated to chitosan amine groups using thioketal dicarboxylic acid (ThdCOOH) as a linker, forming the CELE-grafted chitosan (ChitoCELE) copolymer. The ChitoCELE copolymer was dispersed in water, and Ce6 was incorporated to generate Ce6-loaded ChitoCELE nanophotosensitizers. These spherical nanophotosensitizers exhibited diameters under 200 nm. Upon exposure to hydrogen peroxide, nanophotosensitizer disintegration and accelerated drug release were observed, indicating sensitivity to oxidative stress in vitro. Compared to free Ce6, treatment with the nanophotosensitizers resulted in higher intracellular Ce6 uptake, increased reactive oxygen species (ROS) generation, and enhanced PDT-induced cytotoxicity. Notably, CELE synergistically elevated ROS production when combined with Ce6, suggesting CELE and ChitoCELE conjugates potentiate the PDT effect of Ce6-loaded nanophotosensitizers. In an in vivo xenograft model of KB oral squamous carcinoma, the nanophotosensitizers preferentially accumulated in solid tumors, effectively suppressing tumor growth.

O촉매수-1

Development of K_2CO_3-based Adsorbents for Direct Air Capture using Real Atmospheric Air

류경훈, 김도영, 강지현, 김동민, 강성봉*
광주과학기술원
(sbkang@gist.ac.kr*)

Direct air capture (DAC) is a negative-emission technology that removes CO_2 from the atmosphere, representing a promising approach for achieving net-zero carbon emissions. Among various adsorbents, K_2CO_3 was selected for its ability to capture low-concentration CO_2 under ambient temperature and humidity. K_2CO_3 was dispersed on various porous supports and evaluated under real atmospheric conditions, with γ-Al_2O_3 exhibited the highest CO_2 capture and stable retention at elevated temperatures. This is attributed to the formation of $KAl(CO_3)(OH)_2$ through the interaction between K_2CO_3 and γ-Al_2O_3, and this study aimed to promote this phase for application in integrated direct air capture-methanation (IDACM). Optimizing the synthesis by adjusting calcination temperature and water addition enhanced the formation of the $KAl(CO_3)(OH)_2$. Furthermore, incorporating Ni into the optimized adsorbent resulted in the development of a dual-function IDACM catalyst, which effectively enhanced CH_4 production. This study highlights the critical role of metal-support interactions in governing DAC performance and provides practical insights for designing advanced DAC materials.

O촉매수-2

니켈이 담지된 알루미나 촉매의 지지체 기공 크기 조절에 따른 메탄 건식 개질에서의 안정성 비교

박관중, 김수지, 고창현*
전남대
(chko@jnu.ac.kr*)

최근에 온실가스인 이산화탄소를 산화제로 이용해서 메탄을 합성가스로 전환시키는 메탄 건식 개질 반응이 많은 관심을 끌고 있다. 이러한 고온 흡열반응에서는 촉매가 쉽게 비활성화되므로 이를 극복하기 위해 촉매 구조에 대한 기초 연구가 필요하다. 본 연구에서는 메탄 건식 개질 반응에서 니켈-알루미나 촉매의 기공 구조가 촉매의 안정성에 미치는 영향에 대해 평가하기 위해 기계화학적 단일 합성 방법을 통해 비표면적, 니켈 입자크기 등의 변화를 최소화한 상태로 기공 크기만 조절된 5 wt% Ni/Al_2O_3 촉매들을 합성하였다. 합성된 촉매는 700℃, 100시간의 메탄 건식 개질 반응을 통해 촉매의 안정성을 비교하였다. 반응 후의 촉매는 TGA, TEM, 질소 흡탈착 등 온선 분석 등을 통해 코크 생성량, 니켈 입자 크기의 변화, 기공 구조의 변화 등을 비교하고 기공 구조에 따른 촉매 비활성 요인에 대해 평가하였다. 이 발표는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (RS-2025-00557069)

O촉매수-3

란타넘족 금속이 니켈 기반 촉매를 통한 CO_2 메탄화 반응에서 메커니즘에 미치는 영향

이지윤, 김성탁*, Putrakumar Balla
충남대
(sunnykim@cnu.ac.kr*)

CO_2 methanation is a promising route for carbon capture and utilization, enabling conversion of greenhouse gases into renewable synthetic fuels. Ni-based catalysts (10 wt% Ni) promoted with lanthanide metals (5 wt%) were synthesized via wet impregnation and evaluated for CO_2 methanation. Catalysts were characterized by XRD, BET, TEM, H_2/CO_2-TPD, H_2-TPR, XPS, and DRIFTS. Among the tested catalysts, lanthanide promotion enhanced Ni dispersion, reduced particle size, and increased surface electron density, generating abundant oxygen vacancies. These features improved Ni reducibility and strengthened CO_2 and H_2 adsorption. Catalytic tests showed that the promoted catalysts achieved high CO_2 conversion and CH_4 selectivity at low temperatures, with In-situ DRIFTS confirming the predominance of the formate pathway. This study elucidates the mechanistic role of lanthanide promoters in tuning metal-support interactions and adsorption properties, providing design insights for highly active, low-temperature CO_2 methanation catalysts.

O촉매수-4

역수성가스전환 및 피셔-트롭쉬 합성을 통한 올레핀 생산을 위한 내마모성 Fe 기반 촉매 개발

윤대훈[1,2], 박경배[1], 양승민[1]*
[1]한국생산기술연구원; [2]한양대
(ysm@kitech.re.kr*)

The global increase in carbon emissions is reinforcing the need for sustainable energy and chemical processes. Among various solutions, carbon capture, utilization, and storage (CCUS) technologies are attracting increasing attention across multiple industrial sectors. This study focuses on developing attrition-resistant Fe-based catalysts for the direct conversion of CO_2 into high value-added olefins via the reverse water-gas shift (RWGS) reaction and Fischer-Tropsch synthesis (FTS). To maximize catalytic performance, Al_2O_3 was employed as a support, and a Na promoter was introduced to enhance activity and selectivity. In addition, we examined methods to enhance the attrition-resistance of the catalyst and, based on these findings, optimized the experimental process to further improve its performance and efficiency.

O촉매수-5

Engineering Oxygen Vacancies with Atomically Dispersed WO_x: A Strategy for Superior CO_2 Hydrogenation Performance and Stability on Pd/CeO_2

김미르, 백준현[1], 노인수[2*]
서울과학기술대; [1]숙명여자대; [2]고려대
(insooro@korea.ac.kr*)

CO_2 hydrogenation reactions are attracting attention as a promising method for converting CO_2 into valuable chemicals and fuels. In this study, we introduced atomically dispersed WO_x onto a Pd/CeO_2 single-atom catalyst and optimized the WO_x/Ce interface to improve CO_2 hydrogenation reactivity. Characterization analyses revealed that the presence of atomically dispersed WO_x increases the reducibility of the Pd species and the oxygen vacancy density on the CeO_2 surface. The Pd/WO_x-CeO_2 catalyst exhibited approximately two times higher STY_{MeOH} than that of the Pd/CeO_2 catalyst, and the reaction stability was significantly improved. This study presents a promising design strategy for improving the performance of CO_2 hydrogenation catalysts by controlling the metal-oxide interface.

O촉매수-6

아민에 따른 CO2 포집 및 메탄올 수소화 반응의 메커니즘 이론적 규명

최진우, 유종석*, 전영현
서울시립대
(jsyoo0927@gmail.com*)

Ru-MACHO 균질계 촉매와 다양한 아민을 활용한 CO2 수소화 반응에서, 아민 구조에 따른 반응 경향을 분석하였다. 일반적으로 CO2는 아마이드를 거쳐 메탄올로 전환되며, 아마이드는 핵심 중간체로 작용한다. 실험 결과, Ethylenediamine은 CO2로부터 메탄올 전환에는 효과적이나 아마이드를 출발물질로 사용할 경우 전환이 거의 일어나지 않았고, 반대로 Piperidine은 CO2로부터는 반응성이 낮지만 아마이드로부터는 높은 메탄올 수율을 보였다. 이러한 역설적 반응성의 원인을 규명하기 위해, 밀도범함수이론(DFT)과 미시적 반응속도론(Microkinetic Modeling)을 통해 각 아민에 대해 중간체 안정성, 수소화 장벽, 촉매와의 상호작용을 정량적으로 분석하였다. 그 결과, 아민은 단순한 CO2 흡수제를 넘어 반응 경로 내 특정 단계를 조절하는 핵심 인자임을 확인하였다. 본 연구는 CO2 수소화에서 아민 구조가 반응 경로에 미치는 영향을 제시하며, 단계별 최적화된 아민 설계를 위한 이론적 기반을 제공한다.

O촉매수-7

용출법·함침법 기반 Ni-Co 촉매의 DRM 반응 특성 및 재생 거동 분석

권예지, 김동현[1], 이규복*
충남대; [1]충남대
(kkubok@gmail.com*)

메탄 건식 개질 반응(Dry Reforming of Methane)은 CH_4 와 CO_2 를 활용하여 고부가가치 합성가스를 생산하는 반응으로, 저렴한 가격과 높은 활성으로 인해 니켈 기반 촉매가 널리 사용된다. 그러나 장시간 반응 시 니켈 촉매는 탄소 침적과 금속 소결에 취약하다는 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 산화물 지지체 격자 내부의 금속 이온을 표면으로 이동시켜 나노입자를 형성하는 용출 현상이 주목받고 있다. 용출을 통해 형성된 활성 금속은 강한 금속–지지체 상호작용 및 고분산을 유도해 촉매 내구성이 향상된다는 장점이 있다. 그러나 용출된 활성 금속 입자의 구성은 열역학적 제약으로 인해 정확한 비율을 제어하기 어려운 단점이 있다. 이에 따라, 본 연구는 세 가지 다른 합성 전략(용출법, 함침법 및 두 방법의 조합)을 체계적으로 Ni-Co 촉매의 최적 금속 조성을 규명하고, 해당 조성에서의 물리·화학적 특성, 재생 거동, 그리고 촉매 성능을 비교·분석하였다.

O촉매수-8

메탄 건식 개질 반응용 $Ni-Ce_{0.8}Zr_{0.2}O_2$ 촉매의 침전제 적정 시간 조절을 통한 Ce 피복과 Ni 분산도의 균형 조절

이건형, 강현석, 이정훈, 김동성, 노현석[1], 이열림*
계명대; [1]연세대
(yllee@kmu.ac.kr*)

This study investigates the influence of precipitant addition time (15 wt% KOH) on the physicochemical properties of 15 wt% $Ni-Ce_{0.8}Zr_{0.2}O_2$ catalysts synthesized via co-precipitation for the dry reforming of methane. Prolonged addition times enhanced the OSC, Ce^{3+}/Ce^{4+} ratio, and O_V/O_L ratio, reflecting increased lattice distortion of the support, as corroborated by the Raman shift of the 460 cm^{-1} CeO_2 fluorite mode. NCZ 0 exhibited the highest Ni^0 dispersion (2.3 %) due to accelerated nucleation under the shortest addition time, whereas NCZ 10 attained comparable dispersion through optimal lattice distortion that promoted Ni re-dispersion and mitigated the Ce-covering effect. Despite identical dispersion values, CH4 conversions differed, with NCZ 0's reduced OSC limiting performance, underscoring the pivotal role of OSC in DRM catalysis.

O촉매수-9

메탄 열분해를 위한 용융 금속의 촉매 활성도 선택적 측정 및 열역학적 해석

위태규, 박영준, 이은도[1], 강윤배*
포항공과대; [1]한국생산기술연구원
(ybkang@postech.ac.kr*)

The pyrolysis of methane (CH_4) for turquoise hydrogen (H_2) production offers a promising route to CO_2-free H_2 generation, particularly when molten metal catalysts are utilized. Owing to the density difference between molten metal and carbon, these catalysts enable efficient separation of the carbon byproduct. In this study, the catalytic activity of various molten metal alloys for CH_4 pyrolysis was selectively measured over 900–1200°C using an electromagnetic levitation melting technique. The reactor configuration was optimized to minimize interference from non-catalytic thermal decomposition, allowing selective evaluation of catalytic activity. Based on the measured catalytic activity, a model was developed to describe the catalytic activity of binary molten alloys using their composition and the catalytic activity of pure components. In addition, correlations between catalytic activity and thermodynamic properties of alloying elements were examined. The results suggest that the catalytic activity of molten alloys might be influenced by the thermodynamic interactions between components.

O촉매수-10

Ni-Ce/Al_2O_3 촉매를 이용한 메탄 분해 반응과 청정수소 생산

윤병선, 김기철[1], 김민재[1], 윤재랑[1], 김민철[1], 정태성[1], 전상구[1], 김우현[1], 고창현*
전남대; [1]한국에너지기술연구원
(chko@jnu.ac.kr*)

수소는 이산화탄소 전환과 연료 활용 등 청정에너지 기술에 필수적인 원료이다. 현재 가장 경제적인 수소 생산 방법은 메탄의 습식 개질이지만, 이는 다량의 이산화탄소를 생성한다. 촉매를 이용한 메탄 분해 반응은 비교적 낮은 온도에서 이산화탄소 없이 수소를 생산할 수 있는 청정 기술이다. 이 연구에서, 니켈-산화세륨을 알루미나 지지체에 담지한 촉매를 제조하여 메탄 분해 반응에 적용하였다. 니켈 조성을 고정하고 산화세륨 조성을 변화시킨 결과, 산화세륨 조성에 최적점이 있음을 확인하였으며, 이는 고상 탄소 성장에 필요한 촉매 기공 부피와 밀접하게 관련된 것으로 나타났다. 이 결과는 효율적인 메탄 직접 분해 촉매 설계에 중요한 지침을 제공한다. 이 발표는 과학기술정보통신부의 재원으로 국가과학기술연구회의 지원을 받아 수행된 연구임. (GTL25101-200)

O촉매수-11

이산화탄소로 젖산을 생산하는 생물 전기 하이브리드 시스템

이재원, 이현주*, 이제건, 이상엽
한국과학기술원
(azhyun@kaist.ac.kr*)

Converting anthropogenic CO_2 into value-added products using renewable energy has garnered significant attention in pursuit of a sustainable carbon cycle. While CO_2 electrolysis has been extensively explored, the resulting products have typically been limited to simple C_{1-3} compounds like CO, formate, ethylene, and small alcohols. Despite their simplicity, these products can serve as feedstocks for fermenters to produce more complex chemicals. Combining electrochemical CO_2 reduction with microbial fermentation has been an active area of research, albeit often hindered by low production rates.In our study, we integrated CO_2 electrolysis with microbial fermentation to directly produce biomass from gaseous CO_2. Firstly, we established a biohybrid system where the electrolyte solution containing formate was continuously circulated through both the CO_2 electrolyzer and fermenter. This approach facilitated efficient accumulation of poly-3-hydroxybutyrate in Cupriavidus necator cells, achieving a PHB content of 83% of dry cell weight and producing 1.38 g PHB. The biohybrid system involved the electrochemical conversion of CO_2 to formate on Sn catalysts deposited on a gas diffusion electrode, with careful optimization of the electrolyzer and electrolyte solution. Subsequently, we modified the system to enable continuous PHB

O촉매수-12

고분산 니켈 기반 촉매 설계를 위한 Kinetic Quenching-유도 단일 분무 열분해 합성 : 메탄 건식 개질 반응용 촉매의 고성능화

구본준, 이규복[1]*
충남대; [1]충남대
(kkubok@gmail.com*)

메탄 건식 개질은 CH_4 와 CO_2 를 합성가스로 전환해 온실가스 저감과 화학 원료 생산을 동시에 달성할 수 있는 CCUS 기술이다. Ni 기반 촉매는 널리 사용되지만, 장기 반응 시 탄소 침적으로 비활성화된다. 본 연구에서는 SiO_2 지지체 상에 Ni 나노입자를 작고 균일하게 분산시키기 위해 단일 분무 열분해를 적용하여 탄소 침적을 억제하였다. 단일 분무열분해 합성을 통한 700 ℃ 급속 열처리는 NiO 형성과 SiO_2 축합중합이 동시 진행시키며, 형성된 네트워크가 Ni 종을 고립·고정해 입자 성장을 억제하는 kinetic quenching 메커니즘이 구현시켰다. 이 메커니즘과 구조적 기원을 TEM, XPS, O_2 -TPO-MS 분석으로 규명하였다. 이러한 구조적 특성 덕분에 개발된 촉매는 메탄 해리의 활성화 에너지를 낮추고 CO_2 흡착 및 carbonate 종 형성을 촉진하여 탄소 침적 저항성이 향상되었다.

O촉매수-13

Design principles for Fe-based CO_2 hydrogenation catalysts: alkali promotion and Zn based supports

이진주[1,2], 전우송[1], 배윤상[2], 김용태[1,3*]
[1]한국화학연구원; [2]연세대; [3]과학기술연합대학원대
(ytkim@krict.re.kr*)

Fe-based catalysts are promising for CO_2 hydrogenation via the Fischer-Tropsch pathway due to their dual RWGS-FTS functionality. Here, 100 catalysts were synthesized by systematically varying the alkali promoter (Li, Na, K, Rb, and Cs) and Fe loading (1, 3, 5, and 10 wt%) on Zn based supports (ZnZrOx, ZnGaOx, ZnAlOx, ZnInOx, ZnCrOx). Catalytic performance is strongly influenced by the promoter type, Fe loading, and support composition. Promoters alter the CO/hydrocarbon balance, while changes in Fe loading affect the relationship between active site density and overall catalytic performance. Zn based supports modify structural and electronic properties, thereby enhancing the formation of olefinic liquid hydrocarbons. These results highlight the synergistic interplay among active sites, promoters, and supports, providing general design principles for tailoring Fe-based catalysts.

O촉매수-14

Sustainable Coproduction of Xylonic acid and Xylitol using Transfer Hydrogenation and Sustainable Bipolar Membrane Electrodialysis

Ali Awad, Macchindra G Chandgude, Muhammad Younas, Muhammad Abu Bakar, 오경렬, 황영규*
Green Carbon Research Center, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT), Daejeon 34114, Republic of Korea
(ykhwang@krict.re.kr*)

This study demonstrates an integrated process for the simultaneous production and separation of xylonic acid and xylitol from xylose. Using Pt-supported catalysts, the reaction occurs at room temperature in KOH without external gas. Pt/C showed high activity for dehydrogenation and hydrogenation but poor stability under alkaline conditions due to metal sintering, while Pt/ZrO_2 offered enhanced recyclability via strong metal-support interactions. Mechanistic studies and DFT revealed higher energy barriers for product desorption than substrate adsorption, supporting an efficient transfer-hydrogenation pathway yielding both products equally. Downstream, bipolar membrane electrodialysis enabled simultaneous separation of xylitol, xylonic acid, and KOH, cutting specific energy consumption by 46.4%. This approach offers a sustainable, energy-efficient route for biomass valorization.

O촉매수-15

Chloride-free indium(III)-catalyzed glucose-to-HMF conversion

정하영, 금예섭[1], 김태용[2], 한정우*, 김용진[1], 백자연[1]
서울대; [1]한국생산기술연구원; [2]한국기술교육대
(jwhan98@snu.ac.kr*)

5-Hydroxymethylfurfural (HMF) is a key bio-based platform molecule for biofuels, fine chemicals, and bioplastics, identified by the U.S. DOE as a top value-added chemical from biomass. Glucose is an abundant, low-cost feedstock for HMF production, yet suffers from low selectivity due to side reactions and byproduct formation. Conventional metal halide catalysts promote glucose-fructose isomerization before dehydration but face issues of catalyst degradation, corrosion, and limited exploration of alternative routes. Here, we present indium(III) nitrate hydrate [$In(NO_3)_3 \cdot 14.4H_2O$] as a halogen-free, phase-reversible catalyst enabling direct glucose dehydration via 2,5-anhydromannose, bypassing isomerization. The system achieved 84.6% selectivity and 83.8% yield under optimized conditions. Ex-situ FT-IR, kinetic studies, Gibbs free energy calculations, and molecular dynamics simulations revealed that coordinated water molecules facilitate proton exchange, lowering activation barriers. The catalyst operates homogeneously during reaction, recrystallizes upon cooling, and maintains performance over multiple cycles, offering a sustainable and efficient HMF production platform.

O촉매수-16

폐식용유와 대두유의 그린디젤 전환을 위한 촉매 수첨 반응 비교 연구: 중질 유기 불순물의 영향

이경진, 최민기*
한국과학기술원
(mkchoi@kaist.ac.kr*)

Deoxygenation of triglyceride feedstocks via hydrotreating is a key pathway for producing renewable hydrocarbon fuels. Among various triglyceride sources, used cooking oil (UCO) has emerged as a promising biomass feedstock due to its economic and environmental advantages. However, unlike fresh sources such as vegetable oils, UCO contains a range of impurities that can significantly affect catalytic conversion—an often overlooked factor. In this study, we rigorously analyzed the chemical composition of UCO and investigated its impact on hydrotreating performance. While soybean oil (SBO, a representative fresh vegetable oil) consists primarily of triglycerides, UCO contains various degradation products generated during cooking, including free fatty acids, mono- and diglycerides, and heavy species such as dimerized triglycerides and aromatic compounds. During hydrotreating over $Pt/\gamma-Al_2O_3$ catalysts, both SBO and UCO experience significant mass transfer limitations due to the large molecular size of triglycerides. However, the conversion of UCO is more severely constrained owing to the presence of heavy organic impurities. Notably, the use of large-pore $Pt/\gamma-Al_2O_3$ as a support and an egg-shell Pt distribution effectively alleviated mass transfer limitations, enhancing catalytic activity and mitigating deactivation. Furthermore, implementing a pre-hydrogenation step to remove unsaturated fatty acids and aromatic

O촉매수-17

소비 후 PET의 BHET로의 효율적인 해중합을 위한 산소결함을 가진 Mn-치환 $MgAl_2O_4$ 스피넬 촉매

최종인[1,2], 배윤상[2], 홍도영[1,3*]
[1]한국화학연구원; [2]연세대; [3]과학기술연합대학원대
(dyhong@krict.re.kr*)

The glycolysis of post-consumer polyethylene terephthalate (PET) using ethylene glycol (EG) represents a highly efficient, selective, and environmentally sustainable recycling method. This reaction specifically targets the cleavage of ester linkages, yielding bis(2-hydroxyethyl) terephthalate (BHET) as the principal monomeric product, which can be subsequently repolymerized into high-grade recycled PET (r-PET). The r-PET is fully compatible with existing industrial polymerization processes, requiring no infrastructure changes. Although catalysts are indispensable for attaining high depolymerization efficiency, the issue of metal species leaching persists as a significant challenge, potentially compromising the physicochemical quality and safety of r-PET. In this study, Mn-substituted $MgAl_2O_4$ spinel oxides ($Mn_xMg_{1-x}Al_2O_4$, x = 0-0.3) were synthesized via a co-precipitation method followed by post-synthetic acid treatment to tailor surface characteristics and enrich catalytically active oxygen vacancies. Structural and spectroscopic investigations demonstrated that Mn incorporation into the spinel lattice promotes the generation of lattice oxygen defects, which act as critical active centers for the PET glycolysis. Subsequent acid treatment further increased oxygen vacancies and selectively removed amorphous or weakly bound metal oxide phases. Additionally, the treatment effectively improving the thermal and structural stability of the catalyst

O촉매수-18

통합 직접 공기 포집 및 메탄화를 위한 γ-Al_2O_3에 대한 Ni 및 K_2CO_3의 상승적 상호작용

김도영, 류경훈, 강지현, 강성봉*
광주과학기술원
(sbkang@gist.ac.kr*)

Integrated direct air capture and methanation (IDACM) is a promising approach that integrates CO_2 capture and catalytic conversion within a single functional material to facilitate net-zero carbon emissions. In response, we selected K_2CO_3 as a representative alkali-based sorbent for its proven CO_2 capture performance under ambient CO_2 conditions, while Ni was employed as an active catalyst for CO_2 hydrogenation. We aim to elucidate individual contributions and cooperative interactions of Ni and K_2CO_3 under reduction and reaction conditions relevant to IDACM. Furthermore, the effect of atmospheric moisture is also investigated using DRIFTS analysis to address the limited understanding of how relative humidity (RH) influences CO_2 capture and subsequent methanation under realistic conditions where atmospheric air contains low CO_2 concentrations (~400 ppm) and fluctuating water vapor. This study offers key insights into how metal-sorbent interactions and moisture influence material performance, providing practical guidance for the design and operation of IDACM systems.

O촉매수-19

Rh 클러스터 촉매를 통한 경질 올레핀 하이드로포밀화 반응 활성에 관한 연구

오대원, 김미연[1], 한정우[1], 안광진*
울산과학기술원; [1]서울대
(kjan@unist.ac.kr*)

본 연구에서는 경질 올레핀의 하이드로포밀화 반응에 활성을 갖는 Rh의 함량을 조절하여 다양한 배위를 갖는 Rh 촉매를 합성하였습니다. 합성된 촉매는 배위환경에 따라 SAC, Cluster, NP으로 구분하였으며, 이러한 촉매군은 서로 다른 고유한 화학적/전자적 특성뿐만 아니라 촉매 활성에서도 확연한 차이가 존재하였습니다. 특히 Rh 클러스터 촉매는 프로필렌을 이용한 하이드로포밀화 반응에서 SAC 및 NP에 비해 높은 알데하이드 생성 활성을 확인하였습니다. 이러한 클러스터 촉매의 높은 활성은 in situ DRIFT 분석과 DFT 계산을 통해 추가적으로 설명되었으며, 특히 클러스터 촉매가 CO insertion 에너지 장벽을 효율적으로 극복할 수 있음을 확인했습니다.

O촉매수-20

사용 후 폴리스타이렌 폐기물의 액상 유기 수소 운반체로 업사이클링

이현건, 안광진*
울산과학기술원
(kjan@unist.ac.kr*)

To address the challenges of plastic waste and sustainable hydrogen storage, we propose an innovative strategy to upcycle post-consumer polystyrene (PS) waste into liquid organic hydrogen carriers (LOHCs). The process involves pyrolyzing PS into aromatic monomers, which are subsequently hydrogenated into cyclic hydrocarbons. Dehydrogenation of hydrogen-rich LOHCs releases high-purity hydrogen, with catalytic performance influenced by the properties of supported Pt catalysts. However, polycyclic compounds in the PS-derived LOHCs led to catalyst deactivation via coke formation, necessitating a distillation step to remove these precursors. Life cycle assessment and techno-economic analysis confirmed that upcycling PS waste into LOHCs offers both environmental benefits and economic viability. This work contributes to advancing circular carbon strategies and the hydrogen economy.

O촉매수-21

개질된 TS-1 촉매를 이용한 현장 과산화수소 생성 기반 자기구동형 프로필렌 에폭시화

김광현, 황선우, 조성준[1], 장지욱, 곽자훈*
울산과학기술원; [1]전남대
(jhkwak@unist.ac.kr*)

Propylene oxide (PO) is a key industrial chemical, often produced by epoxidizing propylene with H_2O_2 over titanium silicalite-1. However, current H_2O_2 production via the anthraquinone process relies on fossil-derived hydrogen, leading to substantial CO_2 emissions. Sustainable PO synthesis requires green H_2O_2 production. Here, we present a fully unassisted, solar- and bias-free system that generates H_2O_2. This platform enables modular, eco-friendly on-site PO synthesis by coupling formaldehyde oxidation with two-electron O_2 reduction under alkaline conditions. Efficient propylene epoxidation under these conditions is achieved using titanium silicalite-1 modified by introducing dinuclear titanium sites with Ti-O-Ti bonds, as revealed by density functional theory and instrumental analyses. The unassisted H_2O_2 production system is integrated with the modified titanium silicalite-1 to realize continuous PO production (1657 μmol_{PO} cm^{-2} over 24 h), without electric or solar energy input. This unassisted PO production method can thus be energy-independent, offering a sustainable alternative to conventional processes.

O촉매목-1

100 Nm^3/h급 암모니아 개질기 설계

박상준*, 장현석, 박경민, 신백경
에코프로HN
(sjpark4@ecoprohn.com*)

선박, 자동차를 비롯한 다양한 산업분야에서 지구온난화로 인한 온실가스 배출 규제가 강화되면서 암모니아의 에너지 캐리어로서 관심이 높아지고 있다. 암모니아는 무탄소 연료로 이산화탄소가 발생하지 않으며, 저장 및 수송이 용이하여 암모니아를 수소 캐리어로 활용하는 연구와 연료로서 연소시켜 엔진을 구동하는 암모니아 엔진 연구가 진행되고 있다. 이 연구에서는 암모니아-수소 혼소 엔진에 적용되는 100 Nm^3/h급 암모니아 개질기를 설계하였다. 특히, Microwave기술을 적용하여 기존 개질기보다 에너지 효율을 높이고자 하였다. 8 bar 이상의 압력 조건에서 운전되는 암모니아-수소 혼소엔진에 적용될 개질기 특성을 고려했을 때, Microwave 투과 특성을 유지하면서 고압 조건에서 안전성을 확보하는 장치 구현이 필요하였다. 그리하여 내압 기밀성을 갖는 Microwave용 윈도우 블록을 개발하였고, 15 bar 내압 반응기에서 Microwave를 3 kW까지 조사하였을 때의 발열 특성과 개질기 안전성 데이터를 확보하여 개질기 설계에 반영하였다.

O촉매목-2

기계학습 퍼텐셜을 통한 암모니아 분해용 액상 복합 고용 합금촉매의 전산 설계

윤영준, 김경학*
한양대
(chemekim@hanyang.ac.kr*)

Ammonia (NH_3) craking is a carbon-free pathway for H_2 production. While Ru is a superior catalyst, its high cost and scarcity hinder practical deployment. Cost-effective Ni suffers from insufficient performance from nitridation and microstructure degradation. Recently, liquid metals (LMs) have shown high performacne due to their dynamical surface nature. Therefore, we designed a novel complex-concentrated alloy (CCA) in a Sn-Zn eutectic LM, liquid above 199℃. We performed machine learning interatomic potential simulations at for 5 at% of Cu, Co, Ni, and their alloys. Then, we optimized the alloy composition to maximize active metal segregation towards the surface region, ensuring high catalytic acitivty with minimal loading. This computational approach could provide a sustainable catalyst with enhanced activity and stability for NH_3 cracking.

O촉매목-3

Hydrogen-Free Polyethylene Upcycling via Complementary Acid Sites in Ce-Modified Zeolites

권태은, 박종현[1], 강기혁[2], 정대성[3], 원왕연, 노인수*
고려대; [1]서울과학기술대; [2]한국화학연구원; [3]현대자동차
(insooro@korea.ac.kr*)

Hydrogen-free upcycling of polyethylene was demonstrated using mesoporous Y zeolites ion-exchanged with various cations. Ce^{3+}-exchanged mesoporous Y (Ce_meso_Y) achieved complete conversion with 88.7% selectivity toward naphtha-range hydrocarbons (C_5-C_{12}). Mechanistic studies showed that Brønsted acid sites drive C-C bond cleavage, while strong Lewis acid sites, generated via Ce^{3+} incorporation, enable intramolecular hydrogen transfer from the polymer, eliminating the need for fossil-derived hydrogen. This work provides a practical framework for designing sustainable catalytic systems for hydrogen-free plastic upcycling. Acknowledgement: This work was supported by Hyundai Motor Company and National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (RS-2025-24523348).

O촉매목-4

An investigative approach for the production of biomass derived FDCA using graphene oxide-based catalyst

Bhanupratap Singh Solanki, 이시훈*, 이하은
전북대
(donald@jbnu.ac.kr*)

The non-biodegradability of this PET polyester is the major problem for the environment as it led to plastic pollution [(1)]. Oxygenic biomass derivatives of C_6 platform chemical 5-HMF especially, FDCA is a monomeric unit of polyethylene furan dicarboxylate (PEF) which is a cleaner replacement of PET considering its biodegradability. Selectivity of FDCA is a major issue in oxidative pathway of 5-HMF. In this work, selective oxidation of 5-HMF was conducted over exfoliated graphene oxide (x-GO) supported Cu-Co with complete conversion, 98% selectivity and 84% yield at mild reaction conditions of 90℃, 50 psig of air within 1h of reaction. Structure-activity correlation revealed bimetallic synergism of Cu and Co in form of $CuCo_2O_4$, enhanced redox nature, carbocatalysis, reorganized acidic sites and oxygen mobility led to higher activity of Cu:Co(1:3)/x-GO.

O촉매목-5

보호층으로 코팅된 코어-쉘 구조를 갖는 촉매 입자에 대한 반응-확산 방정식의 해석적 해

조영상*
한국공학대
(yscho78@kpu.ac.kr*)

지지층의 외피에 얇은 촉매 활성층을 도포한 코어-쉘 구조의 촉매 입자에 대해 이론과 실험적 연구가 다양하게 이루어져 왔다. 반대의 구조를 갖는 코어-쉘 촉매 입자는 촉매 활성을 갖는 입자가 활성이 없는 보호층으로 코팅된 형태로써 급격한 발열 반응이 일어날 때 반응기의 온도 상승을 완화하기 위하여 개발된 바 있다. 본 발표에서는 후자의 경우에 물질 수지식을 반응-확산 방정식의 형태로 도출하고, 그 해와 유효 인자로부터 반응기 해석을 시도한 결과들을 설명하고자 한다. 정상 상태와 등온 1차 반응을 가정하여 지배 방정식을 도출하였으며, 해석적 해로부터 촉매 입자 내부의 농도 분포와 유효인자를 유도하였다. 통상적인 촉매 입자와 달리 쉘의 두께와 함께 촉매 활성층에 대한 보호층에서의 확산 계수 비에 의해 유효 인자가 큰 영향을 받음을 확인하였다. 확산 계수비가 클 경우 통상적인 촉매 입자에 비해 더 큰 유효 인자를 기대할 수 있음을 확인하였다.

O촉매목-6

다성분 공침 금속 촉매 조성에 따른 메탄 건식개질 촉매 연구

한상영[1,2], 김륜나[1,3], 권성완[1,4], 박종휘[1,5], 이은도[1,6], 이승현[2], 김휘동[1,2*]
[1]한국생산기술연구원; [2]한양대; [3]한국과학기술원; [4]성균관대; [5]서울시립대; [6]과학기술연합대학원대
(hdkim86@kitech.re.kr*)

메탄 건식개질 (Dry Reforming of Methane)은 메탄과 이산화탄소를 일산화탄소와 수소로 전환하는 공정으로, 탄소중립 달성을 위한 핵심 전환 기술로 주목받고 있다. 본 연구에서는 침전제를 사용한 공침법으로 다성분 산화물 기반 금속 촉매 (Ni, Co, Mg, Al, Ce)를 합성하고, 구조-조성-성능 상관관계를 체계적으로 평가하였다. 합성은 금속 질산염 수화물 용액을 공침 후, 건조, 소성 순으로 제조하였다. 제조된 촉매는 XRD, BET, TEM, TGA 분석 등으로 반응 전후의 촉매 변화를 분석하였다. DRM 반응은 고정층 반응기에서 온도 (700 ℃), 공급 조성 ($CH_4/CO_2/N_2$=4/4/92) 조건으로 수행하여 활성(전환율), 생성물 조성(H_2/CO 비), 반응 시간에 따른 안정성, 코크 형성 (TGA)을 비교하였다. 조성에 따른 결과에서 Co 도입은 Ni의 환원 용이성과 분산 안정화를 통해 저온 활성을 향상시키고, Mg는 촉매의 염기성을 증가시켜 CO_2 활성화를 촉진하였다. 또한 Ce의 산소 저장/방출(Oxygen Storage Capacity)능력은 표면 탄소의 산화 제거를 촉진하여 코크 저항성을 향상시켰고, 150 시간 이상 반응 지속 후에도 메탄전환율 89.5 %, CO_2 전환율 93.0 %로 활용성 높게 유지됨을 확인할 수 있었다 본 연구는 다성분 공침 기반 조성 설계와 공정변수 최적화가 DRM용 고안정성/저코크 촉매 개발에 유효함을 제시한다.

O촉매목-7

세리아-변형 알루미나 지지 Cu 촉매에서 CO_2 수소화 반응의 구조 및 반응 메커니즘 연구

허희령, 소중섭[1], 고동연*, 장정운
한국과학기술원; [1]한국화학연구원
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

The reverse water-gas shift (RWGS) reaction is a promising route for CO_2 utilization, producing CO as a key intermediate for synthetic fuels. Cu catalysts supported on CeO_2-Al_2O_3 composites are widely studied due to their cost-effectiveness and excellent CO selectivity. While the individual roles of ceria and alumina, particularly the redox nature of ceria, are relatively well understood, the cooperative structural effects remain less explored. In this study, we prepared a series of Cu/CexAl catalysts to probe how incremental ceria addition affects structural features and catalytic behavior. Characterization revealed that structural evolution saturated beyond ~ 30 wt% of Ce loading, suggesting that interfacial modification reaches a limit. Correspondingly, RWGS activity leveled off with increasing Ce content, implying that performance is governed more by the formation of CeO_2-Al_2O_3 interfaces than by the absolute ceria amount. DRIFTS analyses revealed the enhancement of associative CO_2 activation pathway, underscoring the importance of mixed oxide interfaces in tuning both activity and mechanism, and may inform future strategies for optimizing RWGS catalysts.

O촉매목-8

Electric Field-Induced Ion Migration Enhances CO_2 Capture in Eutectic-Mixture-Promoted MgO

Ashwin Kishore M.R., Varunaa Ramaraj[1], 유종석[1]*
서울시립대; [1]서울시립대
(jsyoo0927@gmail.com*)

Developing efficient carbon capture technologies is vital for mitigating global CO_2 emissions. Here, we employ density functional theory (DFT) calculations to explain the experimentally observed enhancement in CO_2 capture by MgO promoted with eutectic mixture (EM) under an applied electric field (EF). DFT results reveal that EF preferentially drives the migration of KLi ions to the MgO (KLi-MgO), leading to stronger CO_2 adsorption and an optimal balance between CO_2 stabilization and dissociation energy compared to pristine MgO and K_2-MgO. This balance facilitates the spontaneous formation of bulk $MgCO_3$ and surface $KLiCO_3$, consistent with experiments. Electronic structure analysis reveals that EF-induced dipole moments in KLi-MgO promote CO_2 activation, dissociation, and dissolution into the bulk. Our results establish that EM-MgO is a promising sorbent for field-assisted CO_2 capture.

O촉매금-1

Metal nanoparticles formation via electrochemical exsolution during high-temperature H2O-CO2 co-electrolysis

김재성[1,2]*, 세발 건더즈[3], 앤 코[3], 우밋 오즈칸[3]
[1]단국대; [2]오하이오 주립대; [3]오하이오주립대
(nbacham45@gmail.com*)

This study investigates the electrochemical reduction of LSCF perovskite during electrolysis, aiming to understand the exsolution of metal nanoparticles. The exsolution can significantly enhance their electrochemical performance in electrolysis. By applying cathodic polarization, the exsolution process was electrochemically induced within a few minutes. Additionally, a user-designed X-ray absorption spectroscopy operando cell was employed to analyze the edge energy change during electrolysis. The electrochemical reduction of perovskite and the exsolution were investigated by scanning the cell voltage, providing an understanding of the electrochemical behavior during electrolysis. The electrochemical switching point, characterized by a decrease in the incremental resistance, was identified. This study offers valuable insights into the electrochemical exsolution process of metal nanoparticles from perovskite oxide electrodes.

O촉매금-2

A study on the combined steam and CO2 reforming of methane over Ni/CeSiOx catalysts

김애리[1,2], 서정철[3], 양유정[1], 박해구[1], 하경수[2], 민형기[1]*
[1]한국화학연구원; [2]서강대; [3]한국생산기술연구원
(hkmin@krict.re.kr*)

Methane (CH_4, GWP = 25) and carbon dioxide (CO_2, GWP = 1) are major greenhouse gases contributing to global warming. The dry reforming of methane (DRM) converts CH_4 and CO_2 into syngas (H_2 + CO) but suffers from catalyst deactivation due to carbon deposition. Combined steam and CO_2 reforming (CSDR), which introduces steam into DRM conditions, can suppress coking. In this study, a $CeSiO_x$ support rich in oxygen vacancies was synthesized by incorporating Si into CeO_2, and Ni was uniformly dispersed via deposition-precipitation to enhance dispersion and strong metal-support interaction (SMSI). The Ni/$CeSiO_x$ catalyst exhibited high activity and stability for CSDR at $CH_4/CO_2/H_2O/N_2$ = 1/1/0.45/0.1, 800 ℃, and 52,000 $mL \cdot g_{cat}^{-1} \cdot h^{-1}$.

O촉매금-3

Development of dual functional materials for integrated CO_2 capture and in-situ methanation at low temperature

Daocheng Liu*, Liangyong Chen
Southeast University
(230228149@seu.edu.cn*)

Reducing CO_2 emissions to mitigate climate change has raised global attention. Integrated CO_2 Capture and Methanation (ICCM) is an emerging "Power-to-Gas" technology that uses dual-function materials (DFMs) cycled between a Capture Reactor (CR) and a Methanation Reactor (MR). It has key advantages of process simplification by eliminating the energy-intensive thermal desorption step, and enabling auto-thermal operation without external energy input. Our prior works have verified the feasibility, economic viability, and fluidized-bed operation of ICCM integrated with power plants. Current efforts are focusing on developing low-temperature DFMs to reduce MR operating temperatures and further cut energy consumption. Strategies of spatial arrangement and inverse construction have been proposed. The optimist Ni-Na_2CO_3/Al_2O_3 DFM could initiate in-situ methanation at temperature as low as 180 ℃, and demonstrated a robust stability against O2 exposure and temperature swing.

O촉매금-4

CO_2와 메탄올 전환을 통한 기상 디메틸카보네이트 합성을 위한 고활성 Ce-BTC 유래 프라세오디뮴 도핑 세리아

소중섭, 이진희, 박지훈, 김영진[1], 유영우*
한국화학연구원; [1]경북대
(ywyou@krict.re.kr*)

Dimethyl carbonate (DMC) is a valuable chemical with a wide range of applications, particularly in the synthesis of polycarbonates and the in the formulation of lithium-ion battery electrolytes. Dimethyl carbonate (DMC) synthesis from CO_2 and methanol represents a promising pathway for carbon resource utilization. Ceria (CeO_2), known for its high density of oxygen vacancies, is a key catalyst for CO_2 activation. However, achieving sufficient catalytic efficiency for industrial deployment remains challenging. Doping with rare-earth metals (REMs) has been proposed as a means to tune defect structures in CeO_2, yet the effect of praseodymium (Pr) incorporation into highly defective nanostructured ceria for DMC synthesis has not been systematically investigated. We synthesized a library of CeO_2 nanostructures using Ce-MOF-808 and Ce-BTC templates, and systematically introduced various rare-earth dopants to modulate defect chemistry. Catalytic evaluation in a continuous gas-phase reaction system identified Pr-doped CeO_2 derived from the Ce-BTC template as the most active composition for DMC production. Advanced imaging (HAADF- and ABF-STEM) and spectroscopic analyses (Raman, XANES, XPS) demonstrated that Pr incorporation substantially increased oxygen defect concentrations. CO_2 and NH_3 temperature-programmed

O촉매금-5

Accelerated Design and Discovery of Homogeneous Catalysts for CO_2 hydrogenation to Methanol via Directed Message-Passing Neural Networks and Active Learning

Sathya Sheela Subramanian, 구근호*
한국에너지공과대
(ggu@kentech.ac.kr*)

Catalytic hydrogenation of CO_2 to CH_3OH is a promising route for carbon utilization however discovery of efficient, low cost homogenous catalysts remains challenging. Complex reaction pathway, pricey conventional Ru pincers, vast chemical space and expensive quantum calculations hinder both design and discovery of new catalysts. In this work, we construct a volcano plot correlating our empirically derived descriptor with experimental turnover no. of selected Ru pincers. We model our Density functional theory (DFT) dataset of transition metal pincers by combining Directed Message Passing Graph Neural Networks with active learning to predict binding energy and guide exploration. Our model identifies high uncertainty candidates for targeted DFT evaluation, rapidly improving accuracy, reducing computational cost and predicting promising catalysts by brute force screening.

O촉매금-7

루테늄 용출 지르코늄 질화물에서의 MvK 메커니즘을 통한 암모니아 형성 향상에 대한 계산화학적 연구

서화경, 한정우*
서울대
(jwhan98@snu.ac.kr*)

Industrial ammonia synthesis via Haber-Bosch relies on high temperature and pressure with CO_2 emission, which motivates to develop the catalysts that operate under milder conditions. Transition-metal nitrides are attractive because their defect tunability and high conductivity enable a Mars-van Krevelen (MvK) pathway in which lattice nitrogen directly participates in NH_3 formation. Accordingly, we designed Ru-ZrN catalysts, leveraging Ru's established proficiency for N_2 activation, and confirmed that Ru exsolves from ZrN under reductive treatment. To assess the activity, we performed density functional calculations on three models (pristine ZrN, Ru-doped ZrN, and exsolved Ru/ZrN) tailored to the MvK route, and evaluated lattice N hydrogenation, N vacancy formation, and re-nitridation. The calculations indicate complementary effects of Ru incorporation and a more favorable overall reaction profile for the exsolved structure, consistent with the experimental results. These observations point to an exsolution-engineered route to lower-temperature, lower-pressure NH_3 compatible with renewable H_2.

O촉매금-8

수소 생산을 위한 알칼리 금속 프로모터의 루테늄 촉매를 통한 암모니아 분해 연구

박서영, 정재철, 이정규*
동아대
(jklee88@dau.ac.kr*)

탄소 중립을 달성하기 위해 수소 에너지가 주목받고 있으며, 안전한 생산과 효율적인 저장, 운송을 위한 수소 운반체로 암모니아가 연구되고 있다. 암모니아 분해는 고온을 필요로 하는 흡열 반응으로 저온에서 효율적인 암모니아 분해를 촉진할 수 있는 촉매 개발이 필요하다. 본 연구에서는 CeO2 지지체를 수열 합성법을 통해 제조하였으며 Ru/CeO2 기반 촉매에 칼륨(K)과 세슘(Cs) 알칼리 금속을 첨가하여 암모니아 분해 반응에서 조촉매의 효과를 분석하고 고효율 수소 생산 가능성을 평가하였다. 대기압 조건의 고정층 마이크로 반응기에서 다양한 온도에서 암모니아 분해 반응을 수행한 결과, 알칼리 금속을 첨가한 촉매는 활성과 수소 생산 속도가 크게 향상되었다. 촉매의 특성 분석과 계산 화학과 연계해 알칼리 금속을 첨가한 촉매의 활성을 조사한 결과 산소 결함을 증가시키고 금속 지지체 간의 상호작용을 강화하며 Ru 활성점의 전자 밀도를 높인 결과인 것으로 해석되었다.

O촉매금-9

First-Principles Investigation of Alkali Metal Effects on Ru-based Catalysts for Hydrogen Production via Ammonia Decomposition

류영철, Efremov Vladimir, 유종석*
서울시립대
(jsyoo0927@gmail.com*)

온실가스 저감을 위해 화석연료를 대체할 지속가능한 에너지원으로 수소가 주목받고 있으며, 암모니아는 수소 저장, 운송 및 활용에 효과적인 에너지 운반체로 여겨진다. Ru 촉매는 암모니아 분해에서 높은 활성을 보이며, 표면 구조에 따른 구조 민감성을 지닌다. 또한 Li, K, Cs 등 알칼리 금속은 반응 활성을 향상시키는 promoter로 알려져 있으나, 이에 대한 이론적 이해는 여전히 부족하다. 본 연구에서는 계산화학을 활용하여 Ru (0001) 및 (10-10) 표면에서의 암모니아 분해 메커니즘을 규명하고, Li 흡착이 반응 경로와 활성에 미치는 영향을 분석하였다. 그리고 Ru/γ-Al2O3 모델을 기반으로 금속-지지체 계면의 전자구조 및 열역학적 특성을 고찰하였다. 이러한 결과는 알칼리 금속 promoter의 작용 메커니즘을 이론적으로 규명하고, 탄소 중립적 수소 생산을 위한 Ru 기반 암모니아 분해 촉매의 성능 향상에 기여할 수 있다.

O촉매금-10

암모니아 분해 촉매의 우수한 성능 예측을 위한 계층적 구조의 회귀 모델 연구

안재석, 박지수, 김수진, 윤용주*
포항공과대
(yjyun@postech.ac.kr*)

Accurate prediction of catalytic performance is essential for utilizing accumulated data to improve catalysts and operating conditions. This work explores hierarchical regression for forecasting hydrogen formation rates in ammonia decomposition at high temperatures. Hierarchically structured literature data were used to train sequential, random, and inverse hierarchical models, along with conventional non-hierarchical ones. Sequential models arranged in ascending temperature order yielded the best accuracy, effectively capturing nonlinear temperature-performance relationships. Random and inverse structures performed worse than non-hierarchical models, emphasizing the influence of training sequence. Analysis of subset design, hierarchy depth, and algorithm choice highlights strategies for optimizing sequential hierarchical models, underscoring their strength in modeling the complexity of heterogeneous catalysis datasets.

O촉매금-11

Black TiO_2 as a stable support for Ir-based high-entropy alloy electrocatalyst in acidic oxygen evolution reaction

Pham Minh Toan, 임경민, 김진수*
경희대
(jkim21@khu.ac.kr*)

Proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) is a promising technology for sustainable hydrogen production. However, the sluggish kinetics and harsh corrosive environment of the acidic oxygen evolution reaction (OER) pose significant challenges for catalyst development. High-entropy alloys (HEAs) have emerged as active OER catalysts due to their unique properties, but their limited stability remains a bottleneck to large-scale application. In this study, 2D-nanostructured black TiO_2 (b-TiO_2) is employed as a robust support for Ir-based HEA (IrM) catalysts to enhance both activity and durability under acidic conditions. The IrM nanoparticles were successfully deposited on b-TiO_2 via a facile H_2 reduction method at a lower temperature than previously reported. The resulting IrM/b-TiO_2 catalyst exhibits alloying effects and metal-support interactions (SMSI), both of which contribute to improved activity. Especially, surface reconstruction phenomena were observed to form a protective layer, an important feature for acidic OER durability of HEA catalysts. The IrM/b-TiO_2 catalyst shows a low overpotential of 254 mV at 10 mA cm^{-2} and demonstrates excellent long-term stability, maintaining performance over 50 hours at a high current density of 100 mA cm^{-2}. Therefore, this work successfully provides an efficient

O촉매금-12

불소 도핑된 $SrFeO_3$의 A-site 양이온 결함을 통한 전기화학적 요소 합성 성능 향상: DFT 연구

임태진, 김경학*
한양대
(chemekim@hanyang.ac.kr*)

The electrocatalytic synthesis of urea presents a sustainable alternative to the conventional energy-intensive Bosch-Meiser process. Among various perovskite oxides, $SrFeO_3$ (SF) is a potent electrocatalyst for various reactions. However, its application in urea synthesis is limited by structural deformation caused by reaction with CO_2, forming $SrCO_3$. To address this instability, we designed an A-site deficient catalyst, fluorine-doped SF with an A-site vacancy (A-SFF). This design leverages fluorine to stabilize the perovskite structure and Sr vacancy to tailor the electronic structure. DFT calculations confirmed that Sr vacancy formation modulates the d-band center position and charge transfer capabilities. Therefore, interaction between reaction intermediates and catalyst was optimized, resulting in A-SFF having a more favorable thermodynamic pathway than SFF for urea synthesis.

O촉매금-13

Multiscale Modeling of Nanostructured Electrocatalyst for Alkaline Water Electrolysis via Fine-tuned Machine Learning Interatomic Potential

문진욱, 김지원[1], 이진우[1], 한정우*
서울대; [1]한국과학기술원
(jwhan98@snu.ac.kr*)

Green hydrogen production relies on costly noble metal catalysts, hindering industrial adoption. Metal carbides provide a low-cost alternative for the hydrogen evolution reaction. We present a computational framework for designing optimal metal/MoC catalysts using fine-tuned machine learning interatomic potentials. Unlike conventional small-scale DFT studies, our method enables realistic modeling of metal/MoC systems. Pretrained MLIPs are fine-tuned with DFT data, and metal cluster configurations are optimized via molecular dynamics. Hydrogen and hydroxide adsorption energies are calculated across all possible active sites, generating a full potential energy surface rather than focusing on few possible sites. This multiscale approach captures catalyst performance comprehensively, supporting the rational design of high-efficiency metal/MoC electrocatalysts for alkaline water electrolysis.

O촉매금-14

Bias-Controlled Catalytic Selectivity via Metal-Semiconductor Schottky Nanodiodes

윤예지, 이시우*
인하대
(siwoolee@inha.ac.kr*)

Controlling product selectivity remains a challenge in heterogeneous catalysis, particularly for methanol oxidation with competing pathways toward CO_2 or methyl formate. Although surface electronic states influence catalytic activity, selectivity control via interfacial charge modulation remains unexplored.Here, we present a Pt/n-type TiO2 Schottky nanodiode for bias-controlled modulation of selectivity in methanol oxidation. Reverse bias led to electron accumulation on the Pt surface and decreased methyl formate selectivity, while forward bias showed negligible change. We suggest that this results from stabilization of full-oxidation intermediates at the electron-enriched Pt surface, lowering the activation barrier for CO2 formation. These findings show that external electric fields can reshape catalytic energy landscapes, offering a promising strategy for selectivity control.

O촉매금-15

Co/Beta zeolite Catalyst with High Oxygen Resistance for N_2O Decomposition

서상혁[1,2], 김동혁[1,3], 이명진[1], 정보라[1], 이희수[2], 김홍대[1]*
[1]한국생산기술연구원; [2]부산대; [3]울산과학기술원
(hdkim@kitech.re.kr*)

With industrial growth, demand for semiconductors and displays has increased with technologies such as artificial intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT). In plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD), silane (SiH4) and nitrous oxide (N2O) form thin films, emitting unreacted gases and N2O. As a greenhouse gas with a global warming potential 300 times higher than CO2 and a lifetime over 100 years, N2O needs mitigation. This study evaluates Co-based catalysts for N2O decomposition. Co/Beta achieved 95% conversion at 450 ℃ in oxygen, with high surface area, mesoporous structure, uniform cobalt dispersion, and abundant chemisorbed oxygen enabling stable performance.

O촉매금-16

Atomically Dispersed Silver on Nanosheet-Stacked Amorphous Alumina for Enhanced NOx Reduction

장정운, 소중섭[1], 허희령, 유천재[2], 유영우[1], 김영진[3], 고동연*
한국과학기술원; [1]한국화학연구원; [2]한국과학기술연구원; [3]경북대
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Tailoring anchoring sites in Al_2O_3 to strengthen metal-support interactions (MSI) remains a challenge yet essential for designing robust single-atom catalysts. Herein, nanosheet-stacked amorphous alumina (mAl_2O_3) with enhanced surface area and abundant hydroxyl groups was prepared by controlling the thermal treatment protocol of an Al-containing MOF. Loading 1 wt.% Ag onto mAl_2O_3 led to atomically dispersed Ag species due to strong MSI, enabled by effective anchoring onto terminal hydroxyl groups uniquely distributed on mAl_2O_3, where both $OH\text{-}\mu_1\text{-}Al_{IV}$ and $OH\text{-}\mu_1\text{-}Al_{VI}$ sites coexist, unlike conventional Al_2O_3, predominantly featuring $OH\text{-}\mu_1\text{-}Al_{VI}$ alone. In hydrocarbon selective catalytic reduction, $Ag(1)/mAl_2O_3$ demonstrated markedly higher deNOx activity, exceptional water resistance, and durability. Detailed surface studies confirmed the facilitated formation of reactive enolic species and surface nitrates (NO_3^-) on $Ag(1)/mAl_2O_3$, which accelerated isocyanate (−NCO) formation, the key intermediate for selective NOx reduction. This work introduces an innovative method to produce Al_2O_3 with tunable surface structures, fostering highly active

O촉매금-17

Optimizing liquid fuel range selectivity by controlling the pressure-dependent reaction pathway during catalytic hydroprocessing overPt/Zeolite catalysts

이정훈, 김성탁*
충남대
(sunnykim@cnu.ac.kr*)

본 연구에서는 장쇄 파라핀의 촉매 수소화 공정에서 수소 압력과 제올라이트 촉매의 화학적 특성이 hydrocracking과 hydroisomerization 반응 경로 선택에 미치는 영향을 규명하였다. 폐플라스틱 및 바이오매스 유래 오일의 성분을 모사하는 모델 화합물인 n-헥사데칸을 대상으로, Pt/Beta, Pt/SAPO-11, Pt/Y(30), Pt/Y(100) 촉매를 이용하여 반응 온도(200-350 ℃), 압력(5-50 bar), 수소/탄화수소 비(H_2 /HC = 10-60)를 변화시키며 실험을 수행하였다. 촉매의 산성도와 기공 구조에 따라 생성물 분포가 뚜렷하게 달라졌으며, 약산성과 1차원 기공 구조를 가진 Pt/SAPO-11은 균일한 이성화 선택성과 낮은 크래킹 활성을 나타낸 반면, 강한 산성과 메조기공 구조를 가진 Pt/Beta는 크래킹이 우세하였다. 그러나 촉매 반응 결과와 in-situ 푸리에 변환 적외선 분광(FT-IR) 분석 모두에서 수소 압력이 표면 흡착 거동, 중간체 안정화, 수소화 반응 속도에 결정적인 영향을 미침을 확인하였다. 특히, FT-IR 스펙트럼에서 수소 압력 증가 시 부탄 흡착이 증가하고 CH_3 /CH_2 비가 감소하는 경향이 관찰되어, 압력에 의한 반응 중간체의 안정화 효과가 시사되었다. 이러한 결과는 수소 압력이 수소화분해와 수소화이성화 간의 반응 경로를 제어하는 핵심 인자임을 보여주며, 재활용 및 재생 탄소 자원으로부터 지속가능한 연료를 생산하기 위한 촉매 및 공정 설계에 중요한 기초 자료를 제공한다.

O촉매금-18

가연성 가스 산화 반응용 고활성 페로브스카이트 촉매 설계 전략

조정현, 김범식[1], 박해웅[1], 정지철*
명지대; [1]포스코홀딩스 미래기술연구원
(jcjung@mju.ac.kr*)

우수한 산화·환원 특성을 가지는 페로브스카이트 산화물(ABO3)은 다양한 가연성 가스 산화 반응용 고활성 촉매로 주목받고 있다. 특히, 페로브스카이트는 촉매 활성에 큰 영향을 미치는 표면 특성의 제어가 용이하다. 본 연구에서는 CO, CH4, NH3 등 다양한 가연성 가스 산화 반응용 고활성 페로브스카이트 촉매 개발을 목표로 하였다. LaMO3(M=Mn, Co, Ni 등)의 촉매 활성을 평가한 결과, 각 반응에서 요구되는 활성점이 상이함을 확인하였다. 이를 바탕으로 각 반응에서 요구되는 활성점을 도입할 수 있는 적절한 표면 제어법을 모색하였으며, 표면 제어를 통해 다양한 가연성 가스 산화 반응 맞춤형 페로브스카이트 촉매 설계가 가능함을 확인하였다. (본 연구는 2025년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회 글로벌 TOP 전략연구단 지원사업(No. GTL24000-000)의 지원을 받아 수행되었습니다.)

O촉매금-19

전자현미경 이미지를 활용한 촉매 입자의 형태,분포,크기 자동 정량 분석 머신 러닝 프레임워크

이용상, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

촉매의 형태, 분포, 크기는 반응의 선택성, 효율성, 속도에 직접적으로 영향을 미치는 핵심 물리적 특성이다. 그러나 이들의 분석은 시간과 비용의 한계로 주로 정량적으로 이루어지며, 낮은 재현성과 정밀도 및 대량 분석에서의 한계를 가진다. 본 연구는 주사전자현미경 이미지를 기반으로, 촉매의 형태, 분포, 크기를 정량 분석할 수 있는 머신러닝 기반 자동화 프레임워크를 제안한다. Segment Anything Model을 활용해 별도의 학습 과정 없이 촉매 입자를 자동 분할하고, 형태 분석에는 CLIP, 분포 분석에는 Voronoi Diagram, 크기 분석에는 스케일 인식 및 면적 계산을 결합하였다. 제안한 방법은 전자현미경을 활용하는 다양한 형태의 촉매 연구에 적용되어 기존 수작업 분석 대비 높은 정확도를 유지하면서도 분석 시간을 대폭 단축 가능하다. 본 프레임워크는 분석의 신뢰성과 효율성을 높이고, 고속, 대량의 정량 분석 기반 촉매 개발을 가속화할 수 있을 것으로 기대된다.

O촉매금-20

SrTiO3 및 BiVO4 광촉매 나노입자를 활용하여 Z-scheme 구조 합성을 통한 물분해 및 그린수소 생산 기술 개발

김지훈[1,2], 김휘동[1*], 정소희[2], 권성완[1,2], 김륜나[1,3], 아민 아이라[1,4]
[1]한국생산기술연구원; [2]성균관대; [3]한국과학기술원; [4]UST school
(hdkim86@kitech.re.kr*)

With hydrogen emerging as a promising energy source, Z-scheme photocatalysts have attracted considerable attention. They can efficiently utilize visible light while providing the necessary charge potential for water splitting, providing a method to overcome current efficiency limitations.In this study, we fabricated a $SrTiO_3$ /rGO/$BiVO_4$ composite and optimized its Z-scheme configuration. Through precise control of self-assembly and cocatalyst deposition, we demonstrated the importance of the specific structural arrangement of the components. With $SrTiO_3$, rGO, and $BiVO_4$ in a sequential contact structure, exhibited significantly enhanced performance. Notably, the engineered Z-scheme photocatalyst achieved a twofold increase in hydrogen production compared to the $SrTiO_3$, demonstrating the effectiveness of the structural optimization strategy for efficient green hydrogen production.

O촉매금-21

양성자 교환막 수전해용 부식 저항성 고결정성 탄소 지지체 개발

이대연[1], 박종석[1,2], 조진한[2], 유성종[1], 김명근[1*]
[1]한국과학기술연구원; [2]고려대
(mgkim@kist.re.kr*)

Hydrogen is widely regarded as a pivotal energy carrier for a sustainable economy, and proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) is a leading route for its production. However, current PEMWE systems fall short in terms of efficiency and long-term stability, largely due to constraints in catalyst layer architecture. Building on our earlier work showing that highly crystalline carbon (HCC) supports enable more effective catalyst layers and enhance PEMWE performance, we note that native defects in carbon persist and render the support vulnerable to corrosion.To mitigate these shortcomings, we incorporated Ta into HCC to passivate defect sites, then deposited Ir catalysts onto the resulting hybrid support (Ir-Ta/HCC). Electrochemical measurements show that Ir-Ta/HCC exhibits superior catalytic activity and durability relative to Ir/HCC. The improvement is consistent with the formation of a robust tantalum oxide layer on HCC, which strengthens the carbon framework under harsh electrochemical conditions and mitigates carbon corrosion. Collectively, these results identify Ta-modified HCC as a promising support for extending the operating lifetime of Ir-based anodes in PEM water electrolysis.

P촉매금-1

메탄 탈수소방향족화 반응용 실란화된 NiO-Mo/ZSM-5 비드형 촉매의 재생

전종기*, 이중엽, 이소정, 김도희[1]
국립공주대; [1]서울대
(jkjeon@kongju.ac.kr*)

메탄 탈수소화 (MDA)는 메탄을 직접 전환하여 벤젠, 톨루엔, 자일렌 (BTX)을 생산하는 반응이다. 실란 처리한 NiO-Mo/ZSM-5 촉매가 MDA 공정에 유망한 촉매로 보고되어 있다. Powder 형태의 촉매는 압력강하에 의한 문제가 있어 실제 공정에서는 반드시 성형 촉매를 사용하여야 한다. 또한 재생을 통한 반복적인 반응 환경에 노출되기 때문에 형태 유지력과 압축 강도 그리고 재생성은 촉매의 수명에 있어 매우 중요한 요소이다. 이 연구에서는 메탄 탈수소방향족화 반응 (MDA)에 사용되는 실란 처리한 NiO-Mo/ZSM-5의 powder 형태와 bead 성형 형태의 촉매를 사용하여 재생 특성을 평가하였다. 촉매의 물리화학적 특성은 N_2 흡착 실험, XRD, XPS, SEM, TGA, 압축강도 측정을 통해 분석했다. Powder 형태의 촉매와 Bead 형태의 NiO-Mo/ZSM-5 촉매는 3rd cycle까지 반응 안정성을 보였다.

P촉매금-2

유기-수계 계면 반응을 이용한 $CsPbBr_3$ 페로브스카이트 나노결정의 표면 처리 및 CO_2 환원 광촉매 성능 향상

이경호, 장재영*
한양대
(jyjang15@hanyang.ac.kr*)

$CsPbBr_3$ 페로브스카이트 나노결정은 뛰어난 흡광 특성과 우수한 광전 성능을 바탕으로 차세대 광촉매 소재로 각광받고 있다. 특히 CO_2 환원과 같은 광촉매 반응은 나노결정의 표면에서 진행되기 때문에, 반응에 적합한 표면 구조를 형성하는 것이 활성 향상에 핵심적인 요소이다. 예를 들어, 반응성 할라이드 이온이 풍부하게 존재하거나, 양성자를 효율적으로 전달할 수 있는 표면 환경이 필요하다. 본 연구에서는 유기상과 수상 사이의 계면에서 발생하는 반응을 이용하여, $CsPbBr_3$ 나노결정 표면에 브로마이드 이온과 양성자를 동시에 도입하는 간단하고 효과적인 전략을 제시하였다. 수상에 포함된 브롬산의 유기상으로의 확산을 정밀하게 제어함으로써, 하나의 공정에서 양성자 공급, 결함 감소, 활성점 증가가 동시에 이루어지는 계면 반응 시스템을 구현하였다. 그 결과, 나노결정의 광발광 양자효율이 향상되었으며, 가시광 조건에서의 CO_2 환원 반응에서도 우수한 촉매 활성이 확인되었다. 본 발표에서는 이러한 계면 반응 기반 표면 제어 전략의 설계 원리와 실험적 구현, 그리고 이로 인한 광학 및 촉매 성능 향상에 대해 소개하고자 한다.

P촉매금-3

탄소 무배출 수소 생산을 위한 용융 금속 촉매의 계산 기반 설계

김택, 이준영, 고윤혁, 정근호, 강도형, 권형욱*
서울과학기술대
(hkwon@seoultech.ac.kr*)

In pursuit of a carbon-neutral society, global attention is increasingly directed toward hydrogen. Turquoise hydrogen produced via methane pyrolysis has garnered interest due to its ability to generate high purity hydrogen and solid carbon without emitting greenhouse gases. Molten metal catalysts offer a distinct advantage over conventional solids for methane pyrolysis by inherently mitigating coking and enabling continuous operation. Here, we investigate a range of Bi-based liquid alloys using density functional theory, ab initio molecular dynamics, and metadynamics to identify highly active compositions. These methods capture the catalytic behavior on dynamically fluctuating liquid surfaces, enabling accurate prediction of activity. We reveal the key role of entropy-driven desorption in methane decomposition. These findings provide fundamental insights and a computational framework for the rational design of next-generation molten alloy catalysts for carbon-free hydrogen production.

P촉매금-4

물리 첨가제로 향상된 결함 공학 기반 기계화학적 암모니아 생산

이재성, 백종범*
울산과학기술원
(jbbaek@unist.ac.kr*)

Mechanochemical synthesis offers a decentralized, low-energy alternative to the Haber-Bosch process for ammonia production, operating under ambient conditions. This study investigates silicon nitride (Si_3N_4) as a defect-inducing physical promoter to enhance iron (Fe)-catalyzed ammonia synthesis. By leveraging Si_3N_4's high hardness, we induce high-density defects on Fe surfaces, elevating the initial state energy and improving N_2 dissociation and H_2 activation kinetics. Experiments involved ball-milling Fe with Si_3N_4 under N_2 followed by H_2 hydrogenation. Results show a 5.6-fold increase in ammonia yield compared to unpromoted Fe, with superior stability over 10 cycles. Characterization confirmed metastable Fe-N phases (e.g., Fe_4N) and enhanced defect density. DFT calculations reveal reduced energy barriers for N_2 dissociation and N* hydrogenation, attributed to Si_3N_4-Fe interactions and improved H* diffusion. This defect-engineered approach advances sustainable ammonia production, potentially repurposing silicon waste for circular economy applications.

P촉매금-5

마이크로파 가열을 이용한 이산화탄소 개질 촉매의 내구성 향상

조윤서[1,2], 유영우[1]*, 박선영[1,2], 이진희[1], 박지훈[1]
[1]한국화학연구원; [2]한국과학기술연합대대학원
(ywyou@krict.re.kr*)

마이크로파(MW) 가열은 CO_2 배출이 없는 전기화 가열 기술로, CO_2 개질 공정과 결합할 경우 화석연료 기반 열공급을 전기 에너지로 대체함과 동시에 온실가스를 합성가스로 전환하여 온실가스 감축 효과를 극대화할 수 있다. 특히 전기화 기술을 이용한 촉매 직접 가열은 기존 간접가열 방식에서 나타나는 반응기 중심 온도 저하 및 기상 부반응 문제를 완화하여 CDR 반응의 효율과 안정성을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 MW 환경에서 전통가열(EF) 대비 성능과 내구성이 크게 향상된 $NiMo/CeO_2$ 촉매를 개발하였으며, 성능 차이의 원인을 규명하였다. MW 환경에서 $NiMo/CeO_2$ 촉매는 100시간 동안 비활성화 없이 안정적인 성능을 보였고, 탄소 침적이 거의 관찰되지 않았다. 반면 EF에서는 반응 초기부터 촉매가 급격히 비활성화되어 MW 대비 70% 이상 낮은 성능을 나타냈다. 이는 EF 조건에서 Mo가 CeO_2와 복합산화물을 형성하여 Ni 활성점을 덮기 때문으로 확인되었다. MW와 EF 조건에서 각각 TPC 분석을 수행한 결과, MW 환경에서는 Ce-Mo 복합산화물이 EF보다 약 600 ℃ 낮은 온도에서 제거되었으며, 이는 MW가 반응 중 MoO_2-Mo_2C redox cycle을 촉진함을 시사한다. 이러한 redox cycle의 활성화가 MW 환경에서 촉매의 장기 안정성과 높은 성능을 유지하는 주된 요인임을 규명하였다.

P촉매금-6

Controlled hydrogenation of furfural alcohol via engineered Ru/Zeolite interface for production of value-added chemicals

NATASYA VANNY[1,2], 은진아[1,3], 최재욱[1], 하정명[1,2], 유천재[1,2], 진성민[1,2]*
[1]한국과학기술연구원; [2]과학기술연합대학원대; [3]고려대
(sjin@kist.re.kr*)

Furfuryl alcohol (FA), derived from lignocellulosic biomass, serves as a key intermediate for the production of value-added chemicals, including solvents, fuels, and polymer precursors. Its hydrogenation offers a promising route to sustainable aviation fuel (SAF) precursors, highlighting its potential in energy applications. The conversion of FA to cyclopentanol (CPOL)—a crucial intermediate—can proceed via multiple pathways, depending on both the nature of metal species and supports, which can be governed by the metal-support interface. We tuned the hydrogenation of FA by modifying interfacial structure through the dual-calcination method, which removes weakly adsorbed Ru species from zeolite. This approach enabled 1 wt% Ru/zeolite to fully convert furfuryl alcohol to CPOL with a high yield (79%), unlike the single-calcination method, which led to less hydrogenated cyclopentanone (CPO) with lower selectivity (50%). These results suggest that dual calcination creates a unique Ru species in zeolite, allowing efficient CPOL production with reduced Ru usage and improved hydrogenation ability.

P촉매금-7

루테늄 촉매를 이용한 충전층 반응기 내 암모니아 분해의 DEM-CFD 시뮬레이션

Nguyen Cong Phuong, 권형욱*
서울과학기술대
(hkwon@seoultech.ac.kr*)

In this study, we address the need for systematic development of packed-bed reactors for ammonia decomposition, a key technology for hydrogen production. Despite its industrial importance, research linking reactor structure to performance is limited. We employ a coupled Discrete Element Method (DEM)-Computational Fluid Dynamics (CFD) approach to investigate ammonia decomposition over a Ru catalyst, analyzing how packing structures affect performance under laminar flow. To improve efficiency and consistency, we develop a Python script to replace time-consuming manual modeling. The workflow integrates LIGGGHTS for particle motion and ANSYS Workbench for catalytic reaction simulations. We generate datasets of hydrogen yields and pressure drops across diverse reactor geometries, which will serve as the basis for geometry optimization using advanced algorithms.

P촉매금-8

Surface reconstructed hollow Fe-doped $CoO_x(OH)_y$ bifunctional electrocatalysts for rechargeable zinc-air batteries

Pham Minh Toan, 임경민, Nguyen Quoc Hao, Zhen Li[1], Lawrence Yoon Suk Lee[1], 김진수*
경희대; [1]홍콩 이공대
(jkim21@khu.ac.kr*)

The development of cost-effective and highly stable bifunctional electrocatalysts for both the oxygen reduction reaction (ORR) and the oxygen evolution reaction (OER) is essential for the advancement of rechargeable zinc-air batteries (ZABs). Herein, we report Fe-doped $CoO_x(OH)_y$, derived from the in situ transformation of Fe-doped CoS, as a bifunctional electrocatalyst for ZAB applications. By utilizing highly porous Ti-based metal-organic frameworks (MIL-125-NH_2) as a sacrificial template, the Fe-doped CoS pre-catalyst forms a hollow structure with a high surface area. During electrochemical activation, the Fe-doped CoS undergoes surface reconstruction into oxygen-containing species that serve as active sites for both OER and ORR. Our characterizations indicate that Fe doping enhances the adsorption and desorption of intermediates during ORR and improves charge distribution during OER. The rechargeable ZAB employing the hollow $Fe_{-}^{doped}{}_{CoO}$ This study presents an efficient strategy for synthesizing bifunctional electrocatalysts, significantly advancing the feasibility of rechargeable ZABs.

P촉매금-9

코발트 전구체 및 담지량에 따른 Co/Silicalite-1의 결합구조 변화와 프로판 탈수소(PDH) 반응 활성의 상관관계

원세연, 송도연, 박용기, 박대성*
한국화학연구원
(dpark@krict.re.kr*)

본 연구는 Co 전구체와 함량 변화가 Co/Silicalite-1 촉매의 초기 프로판 탈수소화(PDH) 성능 및 Co 종의 구조에 미치는 영향을 조사하였다. $CoCl_2$는 NO_3 기반 전구체와 달리 함침법 만으로도 제올라이트 골격 내에 Co를 isolation 시킬 수 있음을 확인했으며, 저담지량 촉매에서 그 특성이 더 뚜렷하게 나타났다. Raman, FT-IR, XAFS 분석 결과, $CoCl_2$ 기반 저담지량 촉매에서는 제올라이트 골격 내에 삽입된 Co^{2+} 결합 특성이 명확히 관찰되었다. 반응 활성 평가 결과, 고담지량 혹은 NO_3 전구체를 사용한 촉매는 수 초 이내의 반응 유도기간에서 낮은 활성을 보인 반면, $CoCl_2$ 기반 저담지량 촉매는 높은 프로필렌 선택도를 보였다. (이 논문은 2024년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회 융합연구단 사업(No. CRC22043-000)의 지원을 받아 수행된 연구임.)

P촉매금-10

반응 유도기간에서 코발트 기반 촉매의 프로판 탈수소화 활성화 메커니즘 및 선택적 재활성화 전략

송도연, 원세연, 박용기, 박대성*
한국화학연구원
(dpark@krict.re.kr*)

본 연구는 코발트 기반 촉매를 이용한 프로판 탈수소화(PDH) 초기 활성화 메커니즘을 규명하고, 촉매 비활성화의 원인을 분석하여 재활성화 방안을 조사하였다. In-situ DRIFT 분석 결과, 고립된 Si-O-Co^{2+} 활성점이 프로판 흡착, C-H 활성화 및 프로필렌 탈착을 모두 촉진하는 이중 기능성을 가짐을 입증하였다. Co/Silicalite-1 촉매의 장기 안정성 평가 결과, 반응-재생 사이클이 반복될수록 선택도가 감소하고 부산물 생성이 증가하였다. 특히 Co 함량이 높은 촉매에서 CoOx의 응집과 Co-지지체 상호작용 약화로 인해 비활성이 더욱 심화되었다. 이를 해결하기 위해 촉매에 옥시염소화 처리를 적용하였고, Co 응집이 억제되고 Co^{2+} 분산이 회복되어 촉매 선택도가 개선됨을 확인하였다. (이 논문은 2024년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회 융합연구단 사업(No. CRC22043-000)의 지원을 받아 수행된 연구임.)

P촉매금-11

중탄산염 전환반응 촉매의 활성점 및 산소 빈자리의 역할 규명

정현욱[1], 윤광남[1,2], 오경렬[1], 황영규[1,3]*
[1]한국화학연구원; [2]성균관대; [3]과학기술연합대학원대
(ykhwang@krict.re.kr*)

In this study, we investigated the catalytic activity of Pd/CeO_2 synthesized via a two-step annealing method to identify the key active species involved in bicarbonate hydrogenation. Catalyst deactivation was observed during the recycling tests for the unreduced catalyst. However, the activity was effectively restored through a regeneration process involving calcination. Structural changes—including the oxidation states of Pd and Ce—were systematically analyzed for the unreduced, reduced, spent, and regenerated catalysts to elucidate the mechanisms underlying bicarbonate hydrogenation and catalyst regeneration.

P촉매금-12

친환경 TEA·HBr 촉매 기반 프로필렌카보네이트 합성: 저에너지 공정 개발 및 상업화 연구

임광수*
(주)카비언스
(chemhunter@carbience.kr*)

TEA·HBr 촉매를 활용하여 연소 배기가스 중 온실가스인 CO_2 를 원료로 상업적 가치가 높은 프로필렌카보네이트를 합성하는 혁신적인 친환경 기술을 개발했다. 기존 프로필렌카보네이트 생산공정에서 요구되는 고온·고압 반응조건과 달리, 저가의 촉매를 사용하여 저온·저압(≤60℃, ≤3bar) 조건에서 반응을 진행함으로써 에너지 소비를 크게 절감했다. 상업적 적용을 위한 최적의 촉매 종류와 농도, 반응온도 및 압력 등 핵심 공정조건을 체계적으로 확립했으며, 이를 통해 99% 이상의 높은 전환율과 99% 이상의 제품 순도를 동시에 달성할 수 있었다. 개발된 공정은 환경 친화적이며 촉매의 재사용이 가능하고, 메탈 오염의 우려가 없어 안전성도 확보했다. 특히 기존 공정 대비 낮은 에너지 사용으로 CO_2 를 고부가가치 제품으로 전환하여 탄소저감 효과를 극대화하는 동시에 높은 원가경쟁력을 확보함으로써 상업적 적용 가능성을 입증했다.

P촉매금-13

Promotional role of boron in Ga_2O_3-Pt catalysts for propane dehydrogenation

오정목, 전혁준[1], 양진성, 한정우[1], 윤용주*
포항공과대; [1]서울대
(yjyun@postech.ac.kr*)

Catalytic dehydrogenation of propane (PDH) to propylene is an essential industrial process for producing high-value chemicals. As a catalytic material, Ga-Pt catalysts are promising for PDH due to their high activity and selectivity. Despite the notable performance of Ga-Pt catalysts, studies on promoter effects beyond Pt remain limited. Here, we investigate the promotional role of boron in Ga_2O_3-Pt catalysts prepared by wet co-impregnation. Characterization by FTIR, XPS, and synchrotron XAS revealed that boron incorporation increases the reduced Pt and decreases Ga-Ga coordination without forming Ga-Pt alloys. The optimal amount of boron significantly lowered the apparent activation energy, enhancing propane conversion while maintaining high propylene selectivity. The improvement is attributed to electronic modification of Pt sites and altered Ga coordination, facilitating C-H bond activation. These results highlight the potential of light-element promoters for tuning Ga-based catalysts toward efficient PDH.

P촉매금-14

Catalytic Aquathermolysis of Vacuum Residue for Improved Upgrading and Transport

바티 알리 하산[1], 박선영[1,2*], Pham Van Duy[1], 서필원[1], 강기혁[1]
[1]한국화학연구원; [2]과학기술연합대학원대
(spark517@krict.re.kr*)

The rising global demand for energy has accelerated efforts to upgrade heavy oils for improved usability and transportability. Aquathermolysis, which involves reacting water with heavy oil at elevated temperatures, enhances oil quality by reducing viscosity and breaking down heavy hydrocarbon molecules. The in-situ hydrogen generated from water stabilizes free radicals formed during thermal cracking, suppressing unwanted reactions that lead to coke and asphaltene buildup. Catalytic aquathermolysis amplifies these effects by accelerating key reactions such as ring opening and cleavage of carbon-carbon and carbon-heteroatom bonds, resulting in better conversion and fewer heavy fractions. In this study, we investigated the impact of various catalysts on the upgrading of vacuum residue. The results indicate improved conversion alongside a marked reduction in coke and asphaltene yields. These findings highlight the potential of catalytic aquathermolysis in overcoming major processing and transportation challenges associated with heavy oil. This study was supported by a grant from the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA), funded by the Ministry of Land, Infrastructure, and Transport [Project ID: RS-2022-00143402].

P촉매금-15

Mo-based nitride catalysts for ammonia synthesis under mild conditions

Waris Mamoona[1,2], 박선영[2,3*], Anh Ngoc Thi Cao[2,3], Tu Tran Ngoc Dang[2,3], 강기혁[3]
[1]KRICT; [2]과학기술연합대학원대; [3]한국화학연구원
(Spark517@krict.re.kr*)

Ammonia (NH_3) is a cornerstone of modern agriculture and regarded as a promising carbon-free energy carrier yet its conventional Haber-Bosch synthesis consumes ~2% of global energy and emits ~1.8% of CO_2. This underscores the urgent need for sustainable alternatives. The transition to green ammonia, synthesized using renewable electricity and green hydrogen, is key to decarbonization, energy security, and sustainable agriculture. We developed a promoter-modified Mo-based nitride catalyst that enables efficient ammonia synthesis under mild, energy-efficient conditions, supporting green ammonia production for global decarbonization and agricultural security. This work was supported by the Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT) [grant number KN25-34 and BSF25-303].

P촉매금-16

Synthesis of Pt, Ru, and Pd on Alumina by Spray Pyrolysis for Monobenzyl Toluene Hydrogenation Catalysis

Toan Minh Pham, 김현정[1], QUOC HAO NGUYEN[2], 한정훈[2], Jeonghee Han[1], 김진수[2*]
Kyung Hee University; [1]Korea Institute of Energy Technology; [2] 경희대
(jkim21@khu.ac.kr*)

In this study, γ-Al_2O_3 was synthesized via an advanced spray pyrolysis technique, which is a continuous process suitable for large-scale production. Noble metals (M = Pt, Ru, and Pd) were then deposited onto the γ-Al_2O_3 support through a simple $NaBH_4$ reduction method, resulting in the uniform distribution of small nanoparticles. Structural and adsorption studies revealed metal-support interaction, along with an enhanced concentration of surface hydroxyl groups. Among these catalysts, Pt/γ-Al_2O_3 and Ru/γ-Al_2O_3 exhibited greater hydrogen spillover compared to Pd/γ-Al_2O_3. The hydrogenation performance of the synthesized catalysts was evaluated using monobenzyl toluene (MBT), with activity following the order: Ru/γ-Al_2O_3 > Pt/γ-Al_2O_3 > Pd/γ-Al_2O_3. Notably, the Ru/γ-Al_2O_3 showed better performance than the commercial catalyst.

P촉매금-17

소성 온도에 따른 티타니아 지지체 기반 Ni 촉매의 안정성 및 메탄 건식 개질 반응 활성 변화

전예은, 최성빈, 강다빈, 김민영, 윤병선, 박관중, 김수지, 고창현*
전남대
(chko@jnu.ac.kr*)

온실가스인 메탄과 이산화탄소를 합성가스로 전환하는 메탄 건식 개질 반응(DRM)이 주목받고 있으나 촉매의 탄소 침적과 고온에서 금속 소결로 인해 성능이 저하되는 한계가 존재한다. 본 연구에서는 고온 환경에서 우수한 안정성과 탄소 침적 저항성을 갖춘 촉매를 개발하고자 지지체 기반 연구를 통해 지지체의 소성 온도가 DRM 성능에 미치는 영향을 평가하였다. TiO_2 지지체 합성 시 소성 온도를 각각 400℃, 600℃, 900℃, 그리고 1200℃로 변화시켜 Ni을 함침법으로 담지 하였다. 특성 분석 결과 기공 구조는 DRM 반응성과 연관을 보이지 않았으며, 지지체의 소성 온도가 높아질수록 촉매 활성이 증가하는 경향을 보였다. 하지만 700℃ 기준 DRM 반응에서 900℃ 이상 소성한 지지체 기반 촉매 간 반응성 차이는 크게 나타나지 않았다. 이를 통해 DRM 촉매 설계 시 기공 구조 보다 지지체의 안정성이 더 중요하며, 반응 온도 이상에서 안정성을 가지는 지지체를 사용하는 것이 향후 DRM 성능 향상의 중요한 지표가 될 것으로 판단된다.

P촉매금-18

태양 광촉매 강화를 위한 CdS-CdCO3@g-C3N4 이종접합의 시트레이트 지향 상공학

임기성, 이상화*
가천대
(lswha@gachon.ac.kr*)

광촉매의 주요 특성을 파악하고 이종접합상 구조를 최적화하는 것은 효율적인 전하 분리를 달성하고 태양열 광촉매를 개선하는 데 필수적입니다. 여기서는 시트르산 첨가 유무에 따라 형성된 육각형(H) 우르츠이트 및 입방형(C) 아연 블렌드 구조를 중심으로 CdS 기반 복합재의 상변환 및 광촉매 성능을 조사했습니다. 육각형 및 입방형 결정상을 가진 합성된 CdS는 g-C3N4 나노시트(NS)로 수열 처리되었습니다. 이 수열법은 삼원형 이종접합상인 CdS(H)-CdCO3@g-C3N4와 CdS(C)-CdCO3@g-C3N4의 제조로 이어졌습니다. 입방형 복합체와 비교했을 때, CdS(H)-CdCO3@g-C3N4에 의한 메틸 오렌지(MO)의 광촉매 분해가 태양광선 하에서 크게 개선되었습니다. 이 연구는 시트르산 첨가제가 육각형 CdS 구조의 형성 및 안정화에 중요한 역할을 하여 친환경 에너지 생산 및 환경 개선에 응용될 수 있음을 강조했습니다.

P촉매금-19

바이오가스의 메탄 개질 반응을 위한 펠렛 촉매 내부의 니켈 공간 분포 제어

김수지, 유연정, 최성빈, 윤병선, 박관중, 강다빈, 고창현*
전남대
(chko@jnu.ac.kr*)

일반적으로 바이오가스 개질 반응에 활용되는 Ni 촉매는 탄소침적으로 인한 비활성화 문제를 겪는다. 이를 해결하기 위해 Ni 기반 난각형 펠렛 촉매를 합성했다. 펠렛 표면에 NiO이 집중된 촉매는 실제 담지한 함량보다 높은 표면 Ni 함량을 보였다. 이러 난각형 촉매 활성상의 공간적 분포는 반응물 접근성을 높이며, 동일 농도의 균일형 촉매보다 높은 메탄, 이산화탄소 전환율, 안정성, 탄소침적 저항성을 보였다. 또한, 반응물 증기 비율을 제어해 수소가 풍부한 합성가스 생산 가능성을 제시했다. 이 발표는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (RS-2025-00557069)

P촉매금-20

조촉매 도입에 따른 활성 금속의 상태 변화와 올레핀 하이드로포밀화 반응 활성에 관한 연구

오대원, 안광진*
울산과학기술원
(kjan@unist.ac.kr*)

촉매의 반응 활성을 증진시키기 위한 다양한 전략 중에서 알칼리 금속 등의 조촉매의 도입은 널리 알려진 전략이다. 알칼리 금속의 도입은 주변 활성금속의 전자밀도에 영향을 주며 결과적으로 촉매 반응 활성에도 영향을 미치게 된다. 하지만 과도한 알칼리 금속의 도입은 활성점을 막기도 하며 알칼리 금속의 분포도에 따라 반응 활성이 달라져 엄밀한 비교가 어려운 상황이다. 본 연구에서는 Li 부터 Cs 까지의 알칼리 금속을 titanate 층간 구조에 이온 상태로 위치시켜 알칼리 이온이 존재할 수 있는 position을 제한하였으며, 이를 통해 titanate 표면의 활성금속인 Rh의 상태 변화를 관찰하고자 하였다. 그 결과, K 이온이 도입된 촉매에서 가장 높은 하이드로포밀화 반응 활성을 나타내었는데, 이러한 활성은 결국 삽입된 K 이온과 Rh간의 전하이동으로 인해 Rh의 전자밀도가 이전과는 달라졌으며 이러한 특성 변화가 하이드로포밀화 반응 활성과 밀접한 관련이 있다는 점을 다양한 분석 기법을 통해 확인하였다.

P촉매금-21

구아이아콜의 수소 비첨가 하이드로탈산화 반응을 위한 NiAl 층상 이중 수산화물 기반 촉매 개발 및 상 조절 연구

이신재, 안광진*
울산과학기술원
(kjan@unist.ac.kr*)

The effective and sustainable conversion of lignin-derived aromatics into valuable chemicals is pivotal in reducing dependence on fossil-based resources. This study investigates the selective hydrodeoxygenation (HDO) of guaiacol via aqueous-phase reforming of methanol in the absence of external hydrogen, targeting the selective cleavage of the methoxy group in guaiacol and the hydrogenation of the aromatic ring. Highly dispersed Ni catalysts were prepared through nanoscale phase transformation of NiAl-layered double hydroxide (NiAl LDH) precursors. We demonstrate that increasing calcination temperatures enhances the surface concentration of Ni^0 nanophases while decreasing Ni^{2+} content. While metallic Ni serves as a key active site, the controlled $NiAlO_x$ phases, functioning as acid sites, are essential for stabilizing NiO and boosting guaiacol conversion. The NiAl-500 catalyst exhibited higher performance in hydrogen-free conversion of guaiacol to cyclohexanol, outperforming many non-noble catalysts. Furthermore, the developed catalyst also converted other lignin-derived phenolics to alkyl cyclohexanols via selective demethoxylation and hydrogenation. In situ characterizations elucidated the guaiacol HDO mechanism, highlighting the synergistic roles of Ni^{2+} and Ni^0 alongside a distinctive Ni-O-Al bond in the

P촉매금-22

Utilizing the MOF-derived Metal-(Oxy)hydroxide for Efficient Ammonia Oxidation Reaction

Pragyan Sharma, 정진석*
울산대
(jschung@ulsan.ac.kr*)

Being free of carbon oxides (CO_x) and the existence of a well-established system for transportation and storage have led to ammonia gaining significant attention in recent years. It oxidizes to generate clean hydrogen at a lower thermodynamic potential than water, specifically 0.06 V compared to 1.23 V, which contributes to its energy-efficient characteristics. Nickel-copper (oxy)hydroxide (NiCuOOH) is regarded as an effective catalyst for facilitating the oxidation process. This study employed a bimetallic Nickel-Copper metal-organic framework (MOF) to synthesize the metal (oxy)hydroxide via an in situ electro-oxidation reconstruction method. The catalyst demonstrated enhanced performance and prolonged stability. Various electrochemical techniques, including CV, LSV, EIS, and CA, were employed to assess the catalytic response.

P촉매금-23

Joule-Heated Catalytic Reactor for Efficient CO_2 Hydrog

배인경, 노지왕, 김선규*
국립부경대
(sunkyuk@pknu.ac.kr*)

CO_2 hydrogenation is a promising route to reduce greenhouse gas emissions while producing fuels and chemical feedstocks. However, conventional processes rely on fossil fuel combustion for heat, leading to high carbon emissions. Existing catalytic systems also suffer from inefficient heat transfer and poor stability from non-uniform temperature distribution, limiting long-term performance. To address these issues, we investigate an electrified Joule-heated monolith reactor for CO_2 hydrogenation. This design enables precise thermal control, while Joule heating offers rapid temperature response and high energy efficiency. The system enhances reaction rates and selectivity, maintaining catalyst stability during extended operation. This approach provides a pathway toward sustainable, carbon-neutral chemical manufacturing.

P촉매금-24

CeO2/CuO 촉매상에서 RWGS 반응을 통한 합성가스 생산

한현수[1,2], 한중진[1], 박정현[1], 변헌수[2]*
[1]한국화학연구원; [2]전남대
(hsbyun@jnu.ac.kr*)

온실가스(Greenhouse gases, GHG)는 대기 중 열을 가두어 지구 평균 기온을 상승시키며, 전 세계 온실가스 배출의 약 80%는 CO_2가 차지한다. 탄소 포집 및 활용(CCU)은 산업 공정에서 배출되는 CO_2를 원료로 활용하여 화학제품과 연료를 생산하는 기술로, 그 중 역수성가스 전환 반응(Reverse water-gas shift reaction, RWGS)은 가장 실용적이고 효과적인 방법 중 하나로 주목받고 있다. 최근 연구에서는 100% CO 선택성과 높은 CO_2 전환율을 보이는 Cu/CeO_2 촉매에 대한 관심이 증가하고 있다. 선행 연구에 따르면, Cu의 분산도를 향상시키면 촉매의 활성이 크게 개선되며, 이는 RWGS 활성점이 CeO2 자체보다는 분산된 Cu 종(species)과 Cu-산화물 계면임을 시사한다. 따라서 Cu를 효과적으로 분산시키고 고온에서의 소결을 억제할 수 있는 RWGS 촉매 개발이 중요하다. 본 연구에서는 Cu의 활성점을 극대화하기 위해 CeO_2/CuO 촉매를 제조하였으며, XRD, BET, SEM, CO_2-TPD, H_2-TPR 등의 촉매 분석법으로 촉매의 물리·화학적 특성을 분석하고, 다양한 조건에서 RWGS 반응 활성을 평가하였다.

P촉매금-25

TiO_2-Embedded Carbon Nanofibers 구조를 활용한 Pt-TiO_2-Carbon 3중 접합면의 최대화 연구 및 고내구성, 고성능 ORR 촉매로서의 적용

한승균, 임대순, 이선영, 손우혁, 조한익*
건국대
(hijoh@konkuk.ac.kr*)

PEMFCs have attracted significant attention as a promising alternative to conventional internal combustion engines. However, the limited durability of cathodic catalysts remains a significant barrier to widespread commercialization. Typically, these catalysts comprise Pt NPs uniformly dispersed onto supports such as porous carbon or metal oxide. However, porous carbon materials are susceptible to corrosion under abrupt start-stop operating conditions, while metal oxides inherently possess poor electrical conductivity. In this study, we developed a hybrid catalyst by depositing Pt NPs onto titanium dioxide-embedded activated carbon nanofibers via an electrospinning technique. This synthesis approach enables the formation of a well-defined and interconnected Pt-TiO_2 -ACNF triple-phase interface, which plays a critical role in simultaneously enhancing catalytic performance and structural stability. Among the synthesized materials, the Pt/30TiO_2 @ACNF catalyst exhibited a superior half-wave potential of 897 mV to commercial Pt/C (875 mV). Moreover, our catalyst demonstrated remarkable durability, with only a 13 mV drop in half-wave potential and a minimal electrochemical surface area loss of 1.9 m^2/g_{Pt}, compared to 38 mV and 18.3 m^2/g_{Pt} for Pt/C following durability test. These results indicate the effectiveness of the hybrid Pt-TiO_2 -ACNF architecture in

P촉매금-26

Enhanced catalytic stability of SiO_2-encapsulated NiCo-CeO_2 nanoparticles for dry reforming of methane with CO_2

권재현, 하정민, 배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

For dry reforming of methane with CO_2 (DRM) reaction, Ni-based catalysts have been largely investigated to reduce coke depositions and to minimize the sintering of Ni nanoparticles into less active aggregates under harsh DRM reaction conditions. To mitigate these deactivation phenomena, Ni-based nanoparticles were dispersed and encapsulated within protective layers of silica shells, which effectively restrained the thermal aggregation of Ni nanoparticles. Additionally, oxophilic cobalt and cerium oxide promoters with oxygen vacancies were incorporated inside the SiO_2 shells to facilitate oxidation of carbon deposits during the DRM reaction. In the present study, the NiCoCeO_2@SiO_2 catalyst with an optimal Co and CeO_2 contents demonstrated an improved catalytic activity and long-term stability.

P촉매금-27

MIL125-NH_2-derived TiONC supporting RuNi alloys applied for alkaline hydrogen evolution reaction

Duong Quan, Toan Minh Pham, Jinsoo Kim[1]*
경희대; [1]경희대
(jkim21@khu.ac.kr*)

Electrochemical water splitting has been widely regarded as a promising approach for sustainable hydrogen production. However, the practical application of the commercial Pt/C catalyst in the hydrogen evolution reaction (HER) is hindered by the low stability of its carbon support. In this study, a stable TiONC material was synthesized from a Ti-based metal-organic framework (MIL125-NH_2) to support RuNi alloy applied for alkaline HER catalysis. The as-synthesized TiONC exhibited abundant Ti^{3+} defect sites, which enhanced metal support interaction and intermedia adsorption during HER. The resulting RuNi/TiONC catalyst demonstrated high alkaline HER performance with low overpotential, high mass activity and long-term stability for over 50 hours, which is better than that of commercial Pt/C catalyst.

P촉매금-28

Activity of LaSrMnNiOx perovskite catalysts for dry reforming of methane with CO_2

박주혁, 배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

Dry reforming of methane (DRM) is a representative carbon capture and utilization (CCU) strategy that converts two major greenhouse gases such as CO_2 and CH_4 into H_2 -containing syngas. However, conventional DRM catalysts suffer from thermal deactivation caused by Ni agglomerations and carbon depositions. To address these issues, we developed A-site-deficient $La_{0.8-x}Sr_xMn_{0.8}Ni_{0.2}O_3$ ($x = 0 - 0.4$) perovskite catalysts as thermally stable catalysts. Utilizing their intrinsic redox properties, the catalysts enhance coke resistance and thermal stability of in situ exsoluted Ni nanoparticles. Further SrO_2 introduction induced internal electronic changes, which thermodynamically facilitated a structural transition toward the Ruddlesden-Popper (RP) phase rather than decomposition by enhancing Ni dispersion. The perovskite structure with $x = 0.2$ exhibited superior DRM performance, achieving optimal exsolution without excessive RP formation with smaller Ni loading of 5 wt%.

P촉매금-29

Catalytic dehydration of lactic acid to acrylic acid using CaP@m-SiO_2 catalysts

조용, 배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

Lactic acid can be converted into value-added chemicals via dehydration, decarboxylation, and hydrogenation. Among them, acrylic acid (AA), produced through dehydration, is gaining attention due to the rising cost of fossil resources. A CaP catalyst (Ca:P = 1.6:1) was synthesized by precipitation and coated with varying TEOS amounts to prepare CaP@m-SiO_2 (x). When TEOS was below 3mL, coating was ineffective, and performance was similar to uncoated CaP. TEM confirmed successful coating at higher TEOS levels. Under 390℃ reaction conditions, lactic acid conversion slightly increased and stabilized with more TEOS. Meanwhile, AA selectivity improved from 62.3% to 78.9%, while acetaldehyde (AD) and propionic acid (PA) selectivities decreased from 21.6% to 17.2% and 12.5% to 1.8%, respectively.

P촉매금-30

Zirconia-based metal oxides catalysts for chemical looping-based oxidative dehydrogenation of propane

이원재, 배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

Zirconia (ZrO_2) is a promising support material due to its thermal stability, coke resistance, and tunable surface properties. In this study, a series of monometallic zirconia was synthesized via a sol-gel method by incorporating Zn, Fe, V, Ga, and In into ZrO_2 matrices. The Zn-modified ZrO_2 -based bimetallic catalyst showed higher catalytic activity for oxidative dehydrogenation of propane via a chemical looping process, where CO_2 acts as a soft oxidant in the reduction step. Initial screening revealed significant performance differences depending on the incorporated metal oxides. To enhance surface area and catalytic efficiency, Si-doped $ZnZrO_2$ was further investigated under CO_2 -assisted chemical looping. This research provides insights into rational designs of zirconia-based catalysts for efficient and selective light hydrocarbon conversion.

P촉매금-31

Fischer-Tropsch synthesis activity over stabilized SiO_2-encapsulated Co_3O_4 metal oxide catalyst

김예지, 배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

Fischer-Tropsch synthesis (FTS) reaction is a key process for hydrocarbons production from non-petroleum resources such as coal, natural gas, shale gas and biomass. The cobalt-based catalysts generally showed high catalytic activity at low temperatures with smaller CO_2 by-products. However, sintering of cobalt nanoparticles can cause catalyst deactivation. In addition, H_2O formation during the FTS reaction can cover active sites and enhance CO_2 selectivity with agglomeration of cobalt nanoparticles. Therefore, to improve catalyst stability with high activity, SiO_2 coated cobalt-based catalysts with porous silica shell structures were proposed to facilitate transfer rates of intermediates with an enhanced thermal stability of cobalt oxides, which was prepared with SiO_2 shells on the Co-based catalysts.

P촉매금-32

고성능 · 고내구성 PEMFC 구현을 위한 금속-유기 구조체 기반 초저백금 함량의 Pt-Co 금속간화합물 촉매

손우혁, 조한익*
건국대
(hijoh@konkuk.ac.kr*)

고분자 전해질막 연료전지 (PEMFC)는 친환경 전력 생산, 높은 에너지 밀도 덕분에 차세대 에너지원으로 떠오르고 있다. 그러나 산소 환원 반응 (ORR)의 느린 반응 속도 때문에 백금 촉매의 사용이 필수적이며, 이는 PEMFC의 비용을 크게 증가시킨다. PEMFC의 효율을 높이기 위해서는 적은 양의 백금으로 높은 ORR 활성 및 내구성을 가지는 촉매의 개발이 중요하다.본 연구에서는 금속-유기 구조체 (MOF)를 이용하여 초저백금 함량을 가지는 Pt-Co 금속간화합물 촉매를 합성하였다. 코발트 기반의 MOF를 탄화한 후 5 wt% Pt를 담지하였으며, 수소 열처리를 통해 코발트와 백금을 합금화하였다. Pt-Co 금속간화합물로 인해 촉매의 활성이 증가하였으며, 열처리 과정에서 형성된 고결정성 탄소로 인해 내구성이 향상되었다.반전지 시스템에서, 이 촉매는 0.932 V의 반파 전위와 0.217 A/mg_{Pt}의 질량당 활성을 보였으며, 10만 사이클 후에도 반파 전위가 약 12mV만 감소하였다. 단위전지 시스템에서는, 0.05 mg_{Pt}/cm^2의 낮은 로딩량으로 0.72 W/cm^2의 전력 밀도와 0.36 A/mg_{Pt}의 질량당 활성을 보였다. 따라서, 금속-유기 구조체를 이용하여 합성한 Pt-Co 금속간화합물 촉매는 적은 양의 백금으로도 산소 환원 반응의 활성화 에너지를 낮춰 효율이 높은 PEMFC의 구현을 가능하게 할 것이다.This work was supported by the National Research Foundation of Korea (RS-2024-00431630 and RS-2024-00413272).

P촉매금-33

해수 전기분해에서 산소 발생 반응 성능 향상을 위한 루이스 산으로 설계된 코발트 전기 촉매

김혜은, 장해성*
중앙대
(hjang4765@gmail.com*)

The development of efficient and durable catalysts for the oxygen evolution reaction (OER) in seawater electrolysis is vital for sustainable hydrogen production, yet the competing chlorine evolution reaction (CER) and formation of solid by-products remain major obstacles. Herein, we design a Lewis acid modified-$CoO_x/CoSe_2$ electrocatalyst, where the Lewis acid sites promote water molecule dissociation and generate an OH^--enriched microenvironment. This locally alkaline layer preferentially repels Cl^-, mitigating CER and surface corrosion, while also restricting OH^- diffusion into the bulk electrolyte to suppress precipitation. Furthermore, the interaction between the Lewis acid and Co-based active sites modulates the electronic environment, facilitating OER kinetics under seawater conditions. This strategy demonstrates the potential of Lewis acid engineering as a general approach for enhancing activity and stability in seawater electrolysis.

P촉매금-34

금속 도핑 ZIF-67 유래 촉매를 활용한 마이크로파 기반 폐플라스틱 열분해: 수소 및 탄소나노튜브 생산

김다인, 정영민*
국립군산대
(ymchung@kunsan.ac.kr*)

The issue of plastic waste poses a significant environmental challenge. Recently, there has been growing interest in converting waste plastics into high-value resources. In this study, microwave-assisted pyrolysis was conducted to convert high-density polyethylene (HDPE) into hydrogen and carbon nanotubes (CNTs) using metal-doped ZIF-67-derived catalysts with enhanced microwave absorption properties. Co_4 Fe_6@NC, Co_4 Ni_6@NC, Co_4 Mn_6@NC, and Co@NC were synthesized and prepared through calcination. The pyrolysis reactions were carried out under microwave irradiation, and the resulting gases were analyzed qualitatively and quantitatively using gas chromatography (GC). The carbonaceous solid products were characterized using SEM, TEM, TGA, and Raman spectroscopy. Among the catalysts, Co_4 Fe_6@NC exhibited the highest hydrogen yield, while Co_4 Mn_6@NC showed the highest CNT purity. These results demonstrate the potential of metal-doped MOF-based catalysts for sustainable hydrogen and CNT production from waste plastics.폐플라스틱 문제는 심각한 환경적 도전 과제이다. 최근 폐플라스틱을 고부가가치 자원으로 전환하는 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 연구에서는 마이크로파 보조 열분해를 통해 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)을 수소와 탄소나노튜브(CNT)로 전환하였다. 이를 위해 마이크로파 흡수 특성이 향상된 금속 도핑 ZIF-67 유래 촉매

P촉매금-35

산업용 구조화 촉매를 사용한 반응기의 모델링 및 성능 최적화

이주원, 강우진, 정한샘[1], 나종걸[1], 이원보*
서울대; [1]이화여자대
(wblee@snu.ac.kr*)

Fixed-bed reactors are widely used in chemical processing. Recent CFD developments include particle shape in fixed-bed reactor simulation for specific reactions. This study aims to obtain a model for accurate and faster simulations to decide optimal catalyst shapes for specific reactions. We built a closed-loop system with an automated PBR generator and an optimization part combined with particle-resolved CFD. Using Blender, the PBR generation uses the Bullet Physics Library and rigid-body model, while CFD employs multi-objective Bayesian optimization with parallel expected hypervolume improvement. We optimized conversion and selectivity for reactions like Sabatier or NOx elimination with various catalyst shapes like cylinder, sphere, Raschig ring, penta-wheel, trilobe, quadrilobe and Berl saddle. Finally, we obtained Pareto curve to decide optimal shape for each case.

P촉매금-36

고온에서의 N2O 제거 촉매 성능증진 연구

김기왕*, 이혜인, 김동우
에코프로에이치엔
(n-kkw303@nate.com*)

N_2O (아산화질소)는 지구온난화지수(GWP)가 1인 CO_2 대비하여 약 298배 높은 온실가스이다. N_2O의 주요배출원으로는 질산제조공정, 아디프산제조공정 등이 있으며 특히 반도체제조공정, 디스플레이 제조공정에서는 고농도의 N_2O가 발생된다고 알려져 있다. 이러한 N_2O를 제거하는 방법으로는 900℃ 이상의 고온으로 열분해하는 방법 및 촉매를 이용한 직접분해방법이 존재한다. 촉매를 이용한 직접분해방법에서는 Fe가 포함된 제올라이트 촉매가 효율이 우수하다고 알려져있으며 질산제조공정에서 3차촉매로 상업화되어 있다. 제올라이트의 경우 높은 온도에서도 안정성이 있다고 알려져있으나 본 연구결과에 따르면 1000℃ 이상의 온도에서는 구조무너짐에 따른 비표면적 감소를 확인하였다. 이에 따라 금속산화물형태의 촉매를 제조하였으나 제올라이트 대비 N_2O 저감성능이 낮아 성능을 증진시키는 연구를 진행하였다. 이 때 알칼리 금속을 첨가하였을 때 촉매의 성능이 크게 증진됨을 확인 할 수 있었다.

P촉매금-37

제올라이트계 RFCC 폐촉매 ICP-OES 분석 및 전처리 기술 개선 연구

김선지, 안해준, 최현준, 이민진, 김현구, 김선택, 최기인, 허승헌*
한국세라믹기술원
(shhuh@kicet.re.kr*)

제올라이트 Y는 RFCC 공정에서 중질류(잔사유)를 가솔린, LPG 및 일부 올레핀 등 경질유로 전환할 때 많이 사용되는 촉매이다. 촉매는 공정 과정 중 V, Fe, Na 등 피독금속에 의해 성능 저하가 발생한다. 본 연구에서는 유가금속 회수와 재활용을 위해 La, Ni, V을 도핑한 RFCC 폐촉매 모델을 제작하고, 8종 산 용액을 3가지 %농도로 적용해 금속 용출 거동을 조사하였다. 전 과정에서 ICP-OES를 이용해 조성을 분석하였으며, 이에 관한 표준화 기술로 ASTM D 7442-16 표준 전처리법을 검토하였다. 표준에서는 과염소산, 황산 소화법의 과도한 산을 사용하거나 불필요한 산을 사용하는 문제가 있어 제올라이트계 촉매 시스템에 적용하는데 많은 문제점을 가진다. 본 발표에서는 기존 ASTM 문제점을 개선한 새로운 ICP-OES 분석기술을 제안하고 토론하고자 한다 [본 연구는 과제번호 20228A10100040 저탄소 중유접촉 분해 공정촉매 재제조 기술개발 과제 지원을 받았습니다].

P촉매금-38

Isoconversional Kinetic Analysis for Non-catalytic and Catalytic Thermal Degradation of Polyethylene

정영호, 악사 칼리드[1], 이철위, 강영수[1]*
한국에너지공과대학; [1]한국에너지공과대
(yskang@kentech.ac.kr*)

Catalytic thermal degradation of waste plastics has emerged as a promising strategy to address global plastic pollution, offering lower degradation temperatures and enhanced selectivity compared to conventional pyrolysis. Detailed mechanistic insights into these thermal processes can be obtained via kinetic analysis of thermogravimetric data. Although model-fitting approaches—such as Coats-Redfern method—are widely used, they suffer from two major drawbacks: they cannot resolve kinetic parameters at specific conversion levels, and the calculated activation energies depend heavily on the chosen reaction model. To overcome these limitations, we applied isoconversional methods, which provide both local and overall kinetic parameters as well as true activation energies, to investigate the non-catalytic and catalytic thermal degradation of polyethylene. In this study, Friedman, [1] Flynn-Wall-Ozawa, [2] and Vyazovkin isoconversional approaches [2] were employed to enhance the reliability and accuracy of the kinetic analysis, thereby offering a more comprehensive understanding of polyethylene degradation behavior under both non-catalyzed and catalyzed conditions.

P촉매금-39

폴리올 기반 나노 바륨 분산을 통한 고활성 Ru-Ba/$MgAO_x$촉매의 개발

우라윤[1], 이경호[2,3], 김선형[2], 김재형[2], 심준목[2], 정호원[2], 배윤상[4], 윤형철[2]*
[1]한국에너지기술연구원/연세대; [2]한국에너지기술연구원; [3]고려대; [4]연세대
(hyoon@kier.re.kr*)

루테늄은 온화한 조건에서 암모니아 합성을 위한 매우 효과적인 귀금속 촉매로 알려져 있으나, 높은 원자 효율을 달성하는 것은 여전히 중요한 과제로 남아 있다. Ru-Ba/MgO 촉매는 우수한 촉매 활성을 갖지만, Ba 함량에 따른 Ru 휘발과 MgO 특유의 구조적 한계로 인해 Ru이 최대로 수용 가능한 Ba의 양이 한정된다. 이러한 한계는 최대 Ru을 보유하며 이상적인 Ru–BaO 계면 확보를 제한한다. 본 연구에서는 Ru의 휘발을 억제하며 최대 Ru–BaO 계면의 확보를 위한 폴리올 기반 나노 바륨 분산 전략을 적용한 Ru-Ba/$MgAO_x$ 촉매를 제안한다. 반응 동역학 분석 (370-400 °C, 50 bar) 및 촉매 특성화 조사 결과, MgO에 원자 수준으로 A 원소를 도핑한 $MgAO_x$ 담체는 휘발성 Ru을 억제하고 폴리올 기반 물질과 함께 함침된 Ba은 소성 중 나노화가 극대화되어 Ru과의 계면 형성을 촉진하며, 이는 단순 함침법으로 제조한 촉매 대비 현저히 향상된 암모니아 합성 활성을 유도하였다. 따라서, 촉매 제조 과정에서 Ru을 최대로 보유할 수 있는 $MgAO_x$ 담체와 폴리올 기반 물질을 도입하는 전략은 기존 Ru-Ba/MgO의 구조적 한계를 극복하고 Ru 기반 암모니아 합성 촉매의 효율을 크게 향상시킬 수 있는 유망한 접근법으로 판단된다.

P촉매금-40

CO_2 hydrogenation to methanol on Cu-precipitated zeolitic zincosilicate catalysts

Nguyen Van Lam, 임오성, 박민범*
인천대
(mbpark@inu.ac.kr*)

CO_2 is a major greenhouse gas that contributes significantly to global warming. CO_2 hydrogenation is an important reaction to help reduce CO_2 emissions and produce useful chemicals. In this study, CO_2 hydrogenation to methanol is investigated, focusing on increasing the selectivity of methanol using zeolitic materials. Zn-containing MWW type zeolite was synthesized and then transformed into other zeolitic frameworks, such as Beta, MFI, and CHA, via interzeolite transformation. Copper was incorporated through the co-precipitation method to prepare the final Cu/Zn-zeolite catalysts. Powder XRD, framework IR, UV-DRS, and N_2 sorption were used to characterize the structure and surface properties of the prepared catalysts. Catalytic tests were conducted under 30 bar of CO_2 and H_2 (ratio 1:3) at 250°C. Reaction products and reactants were analyzed and calculated by gas chromatography with TCD and FID detectors.

P촉매금-41

Thermal-shock (TS) 공정을 통한 Al_2O_3 지지체 상의 비평형 Pt 종의 합성

윤두후, 서영웅*
한양대
(ywsuh@hanyang.ac.kr*)

A thermal-shock (TS) strategy was employed to prepare Pt/Al_2O_3 catalyst with an unconventional active site structure. This method involves an extremely short retention time followed by rapid cooling, enabling the formation of non-equilibrium active sites that differ significantly from those obtained via conventional thermal processing. In the case of Pt active sites synthesized via the TS process, many characterizations revealed its unique surface structure and electronic state, such as markedly different coordination environment compared to Pt particles that had reached the equilibrium state through prolonged heat treatment. When these Pt active sites were applied to the dehydrogenation of methylcyclohexane, the coordination environment of Pt active sites suppressed the strong adsorption of toluene, while simultaneously maximizing the C-H bond cleavage efficiency. As a result, they exhibited significantly higher activity and stability compared to conventional Pt active sites

P촉매금-42

Pd 담지 제올라이트 촉매의 메탄산화반응 연구 : 제올라이트 지지체 조성 조절 효과

박준성, 박지석[1], 이나영, 강성봉[2], 박민범*
인천대; [1]광주과학기술원; [2]광주과학기술원
(mbpark@inu.ac.kr*)

메탄은 온실효과를 일으키는 주성분이다. 따라서 메탄을 효과적으로 산화 제거시키기 위한 촉매 개발이 필요하며, 현재 Pd기반 알루미나 촉매가 널리 쓰이고 있다. 하지만, 알루미나 촉매의 낮은 수열안정성 때문에 제올라이트 지지체가 대안으로 주목 받는다. 본 연구는 Si-MWW와 Al-MWW 모체를 특정 비율로 혼합한 모체의 제올라이트간 구조전환법을 수행하여 MWW구조를 CHA구조로 전환하고, 동시에 모체의 Si과 Al 조성 조절을 통해 CHA 지지체 Si_xAl_{1-x}-CHA (x = 0-1.0)를 합성하였다. 특성분석을 통해 모체 조성에 관계없이 CHA구조가 합성되었으며, 생성물의 Si/Al 비율이 정밀하게 조절됨과 동시에 Al이 골격에 치환되었음을 확인하였다. 합성된 지지체에 Pd를 담지하여 메탄산화반응에 적용하였으며, 기존 실리카, 알루미나 기반 촉매 대비 Si_xAl_{1-x}-CHA촉매가 향상된 촉매 활성을 보였다. 특히, 수분이 함유된 조건에서 두드러진 촉매 안정성을 보였다. 본 연구는 제올라이트간 구조전환법을 통해 생성물의 조성을 조절함과 동시에 이를 우수한 Pd지지체로써 활용 가능성을 확인하였다.

P촉매금-43

전기분해에서 산소 발생 반응에서 금속-유기 골격 (MOF) 활성 부위 조절에 대한 탄소 지지체 효과

장우석, 김대우*
연세대
(audw1105@yonsei.ac.kr*)

MIL-101, a type of metal-organic framework (MOF), derived NiFe catalysts are among the most active oxygen evolution reaction (OER) electrocatalysts, yet their performance strongly depends on the nature of the support. Here, we develop a one-step synthesis that integrates MOF-derived NiFe active phases with multiple types of graphene-based supports—graphene oxide (GO), nanoporous graphene (NG), and microwave-treated nanoporous graphene (MNG)—enabling simultaneous control over hydrophilicity, porosity, and conductivity. These support-specific properties translate directly into distinct electrochemical responses: GO promotes electrolyte wetting, NG accelerates charge transfer via its nanoporous conductive network, and MNG couples high conductivity with defect-rich active sites generated by microwave treatment. Carbon nanotubes (CNTs) are incorporated as a binder to create a robust conductive network, further facilitating catalyst utilization. Beyond activity enhancement, graphene-based supports are expected to offer mechanical stability and scalability for uniform, large-area electrode fabrication, which will be further verified in future studies. This approach establishes a general strategy for tuning support-active site interactions to simultaneously maximize activity and durability in MOF-derived OER electrocatalysts.

P촉매금-44

Ga 첨가된 Co 기반의 촉매 상에서의 메탄 건식 개질 반응

박세웅[1,2], 한중진[1], 박정현[1], 윤순도[2]*
[1]한국화학연구원; [2]전남대
(yunsd03@jnu.ac.kr*)

지난 수년간 온실가스로 인해 유발되는 지구온난화는 전 세계적인 관심과 주목이 이어지고 있다. 건식 개질(Dry Reforming of Methane)은 온난화를 유발하는 온실가스인 CO_2와 CH_4를 활용하여 석유화학 기초 유분인 합성가스($CO+H_2$)를 제조할 수 있는 유용한 반응 공정이다. 본 연구에서는 코발트(Co) 촉매의 반응 활성 증진을 위해 갈륨을 증진제로 하여 촉매를 제조하고 개질 반응에 적용하였다. 상업용 γ-Al_2O_3를 표면 전처리를 하여 지지체를 제조하였다. 제조한 지지체 위에 Co, Ga 금속을 서로 다른 순서로 함침하여 촉매를 제조하였다. XRD, BET, H_2-TPR, CO_2-TPD, CH_4/CO_2-TPSR 등 다양한 촉매 특성 분석을 수행하였다. 다양한 반응 변수에 따라 개질 반응 활성을 평가하였으며, 활성물질인 코발트와 갈륨의 첨가 순서에 따른 반응 활성 비교를 통해 최적의 첨가 순서를 도출하였다. 본 연구를 통해 소량의 증진제 첨가 및 순서를 조절하여 안정적인 촉매 활성을 갖는 촉매를 설계할 수 있을 것으로 기대된다.

P촉매금-45

Modification of Al_2O_3 support via hydration and SiO_2 grafting to accelerate aromatic hydrogenation performance of Ni catalysts

고혜림, 김태완, 서영웅*
한양대
(ywsuh@hanyang.ac.kr*)

Ni catalysts supported on Al_2O_3 are widely used for aromatic hydrogenation; however, the inherently strong Ni-Al_2O_3 interaction often leads to the formation of inactive $NiAl_2O_4$ spinel and poor dispersion of Ni particles. To address these issues, we employed a sequential support modification strategy involving Al_2O_3 hydration and propyltriethoxysilane grafting, followed by Ni impregnation. This approach effectively tunes the metal-support interface, facilitating the enhanced reduction of smaller Ni particles and thereby accelerating hydrogenation kinetics. The improved catalytic performance is closely associated with activity-favorable hydrogen activation behaviors, including homolytic H_2 dissociation and hydrogen spillover. Overall, this work presents a robust and versatile strategy for developing Ni-based catalysts with superior aromatic hydrogenation performance.

P촉매금-46

낮은 일함수를 갖는 탄소를 매개로 하여 전자와 양성자를 각각 Ru와 BaO에 분리저장하는 암모니아 합성 촉매 개발

백예준, 최민기*
한국과학기술원
(mkchoi@kaist.ac.kr*)

Ammonia (NH_3) has gained attention as a carbon-free fuel and hydrogen carrier, making its energy-efficient production using advanced catalysts increasingly important. Here, we demonstrate that Ru and BaO, connected by conductive carbon, can separately store e^- and H^+, like a 'chemical capacitor,' under NH_3 synthesis conditions. H atoms generated on the Ru surface by H_2 activation polarize into H^+/e^- pairs. Subsequently, H^+ migrates over the carbon surfaces to neutralize basic BaO, while e^- accumulates in conductive Ru/carbon bodies. As the work function of carbon decreases, Ru gradually becomes enriched with e^-, facilitating N_2 activation via π-backdonation and alleviating H_2 poisoning. Thus, the best catalyst, synthesized using N-doped MWNT with the lowest work function, exhibited 5.8 times higher activity than Ba-Ru/MgO at 573 K and 10 bar, a benchmark catalyst. The results show that charge distribution within catalysts can be significantly altered under reaction conditions, and its rational control can enable the design of active NH_3 synthesis catalysts.

P촉매금-47

Li-S 배터리의 비용 효율성과 촉매 성능 향상을 위한 Fe-MOF 복합재의 저온 및 공기 조건 열분해

김형록, 김대우*
연세대
(audw1105@yonsei.ac.kr*)

While promising for their high energy density and low cost, lithium-sulfur batteries (LSBs) are severely hindered by the polysulfide (LiPS) shuttle effect and poor conductivity. Although MOF-based catalysts are effective, they require costly, high-temperature carbonization to achieve sufficient electrical conductivity, which paradoxically increases production costs.To overcome this, we introduce a novel, cost-efficient synthesis of an Fe-MOF-derived catalyst. By systematically studying various Fe-based MOFs and pyrolysis temperatures, we identified optimal conditions involving a simple low-temperature pyrolysis under air-condition. This method eliminates the need for expensive inert gases and energy-intensive processes. The resulting catalyst demonstrated enhanced electrochemical performance with excellent LiPS control, presenting a new pathway for practical LSB applications.

P촉매금-48

DME conversion to gasoline-range hydrocarbons on Zn-modified hybridized FER@ZSM-5 zeolite

박근우, 배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

Gasoline and jet fuels, as alternative fuels from CO2, can be synthesized from dimethyl ether (DME) using zeolite catalysts, where DME can be produced by CO2 hydrogenation. While ZSM-5 catalysts are studied for this reaction, their micropores are easily deactivated by severe coke depositions. To address this, we utilized a hierarchically hybridized FER@ZSM-5 composite zeolite. The two-dimensional channels of FER zeolite were introduced to enhance mass transfer and suppress coke formation. We investigated the effects of the FER/ZSM-5 ratio on selectivity of gasoline-range hydrocarbons and jet fuels. To further enhance the selectivity of higher hydrocarbons, Zn was introduced to promote dehydrogenation of paraffins, prepared by impregnation and ion exchange. This study offers new insights into the structural effects of composite zeolites and the impact of metal incorporation as well.

P촉매금-49

Enhanced deNOx Performance of $AgCo/Al_2O_3$ Catalyst for IPA-SCR in FAB Emission Control

최원석, 신현우, 변상우, 이성준, 함동진[1], 권혁재[1], 강성봉*
광주과학기술원; [1]삼성전자
(sbkang@gist.ac.kr*)

Semiconductor fabrication (FAB) emits both NOx and isopropanol (IPA), necessitating combined abatement strategy. Instead of treating these pollutants separately, selective catalytic reduction with IPA (IPA-SCR) offers a promising integrated solution. Ag/Al_2O_3 catalyst is known to exhibit high activity in OHC-SCR, but under low-humidity FAB conditions their performance is greatly reduced due to undesirable IPA activation on acid sites. Here, we report $AgCo/Al_2O_3$ catalyst with moderated acidity and Ag-Co interfacial sites that enable desirable IPA activation. Specifically, EtOH-TPD and DRIFTS reveal tailored acid sites and enhanced reactive intermediates. Consequently, $AgCo/Al_2O_3$ achieves ~80% NOx conversion under dry conditions, compared to <40% for conventional Ag/Al_2O_3, thus offering a practical solution for realistic FAB conditions.

P촉매금-50

Silica-encapsulated Cu-ZnO nanoparticles for CO_2 hydrogenation to methanol

우휘연, 배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

Commercially available $Cu/ZnO/Al_2O_3$ (CZA) catalysts are widely utilized for methanol synthesis of syngas, however, its inherently lower catalytic performance and stability for CO_2 hydrogenation caused abundant investigations with transition metals or noble metal nanostructures. The interfacial structures of Cu-ZnO nanoparticles, where metallic Cu sites facilitates H_2 dissociation and oxygen vacancy in ZnO help CO_2 adsorption to stabilize surface intermediates such as formate, are known to be crucial active sites. However, the active interfacial structures are easily aggregated through reconstructions under reaction conditions, leading to fast catalytic deactivation. To overcome those deactivation phenomena, silica overlayers coating strategies are largely investigated, where the silica overlayers acted as physical barriers by suppressing agglomeration of Cu particles. Silica-coated Cu-ZnO nanoparticles generally show significantly enhanced thermal stability and methanol selectivity. Those enhanced catalytic performances are induced by dual effects such as stable preservation of Cu-ZnO interfacial sites and stabilization of copper reduction states (Cu^+/Cu^0) with the help of SiO_2 coating overlayers. Simple silica encapsulation of Cu-ZnO surfaces can solve the deactivation of Cu/ZnO-based catalysts by improving their thermal and water resistance natures. The optimized catalyst showed

P촉매금-51

촉매 $Ti_3C_2T_x/Al_2O_3$ 복합 지지체에서 니켈의 분산 및 구조 변화

박찬우, 송인학[1]*
고려대; [1]고려대 에너지환경대학원
(inhaksong@korea.ac.kr*)

Two-dimensional (2D) MXenes have attracted considerable attention as catalytic supports owing to their high electrical conductivity, tunable surface terminations, and potential for strong metal-support interactions. However, their inherent tendency to restack and partial oxidation under thermal and oxidative environments can limit the exposure of active sites in thermocatalytic reactions. Anchoring MXenes onto high-surface-area ceramic supports such as γ-Al_2O_3 can improve structural stability, inhibit aggregation, and potentially promote uniform metal dispersion. In this study, $Ti_3C_2T_x$ MXene (5 wt%) was incorporated into γ-Al_2O_3 as a structural promoter, followed by the impregnation of Ni (5 wt%). We found that the introduction of $Ti_3C_2T_x$ affects the structural evolution of the support and the dispersion of Ni. Further work will focus on optimizing MXene loading and performing low-angle XRD and XPS analyses to better elucidate the structural state of $Ti_3C_2T_x$ and its role in affecting Ni dispersion.

P촉매금-52

PMMA 해중합을 위한 MCM-22 나노시트 담지 헤테로폴리산의 합성 및 특성 분석

김소연, 강명성, 하경수*
서강대
(philoseus@sogang.ac.kr*)

Heteropoly acid (HPA) supported on thin-structured MCM-22 was synthesized to evaluate its catalytic activity in the depolymerization of poly(methyl methacrylate) (PMMA). Nanosheet-type MCM-22 was prepared via a carbon-templated method to obtain a sheet-like morphology with high surface area, enabling effective dispersion of the HPA species. The heteropoly acid was introduced onto the MCM-22 nanosheet support through a wet impregnation process. The physicochemical properties of the resulting catalyst were characterized using XRD, SEM, TEM, and N_2 adsorption-desorption analysis for structural and textural evaluation. Pyridine-FTIR and NH_3-TPD were employed to determine the nature and strength of the acid sites. The activity of the catalyst was evaluated in a plasma-assisted retrieval of monomers from waste poly(methyl methacrylate).

P촉매금-53

Potassium-assisted engineering of Ru configuration and structure in Al_2O_3 pellets for efficient ammonia decomposition

김동언, 김태완, 서영웅*
한양대
(ywsuh@hanyang.ac.kr*)

Ammonia is a promising hydrogen carrier owing to its high hydrogen density and ease of liquefaction. Catalytic ammonia decomposition provides a carbon-free pathway for hydrogen production. Although pellet-type catalysts are preferred in industry for their mechanical strength and low pressure drop, they often suffer from mass transfer limitations. Herein, we prepared pellet-type $Ru/K_2O/Al_2O_3$ catalysts by incorporating potassium into Al_2O_3 pellets followed by Ru impregnation, positioning Ru species near the pellet surface. Furthermore, strong Ru-K_2O interaction promoted activity-favorable geometric and electronic properties of Ru species. Benefiting from these features, the catalysts exhibited high ammonia decomposition efficiency. This approach offers a practical route to improve pellet-type catalyst performance and advance the commercialization of ammonia-based hydrogen technology.

P촉매금-54

온화한 반응 조건에서 암모니아 합성을 위한 Ba-Ru/MgO 촉매의 규모 확대 및 특성화: 실험실에서 벤치스케일로의 전환

Ahmed Hafiz Anus, 윤형철*
한국에너지기술연구원
(hyoon@kier.re.kr*)

Scaling laboratory-designed catalysts to industrially relevant quantities without compro fold scale-up of a barium-promoted ruthenium-on-magnesium oxide (Ba-Ru/MgO) catalyst from 3 g to 300 g, its pelletization, and its long-term evaluation in a bench-scale reactor. Under mild conditions (reaction temperature of ~40(ray diffraction (XRD), N_2 physisorption (BET), pellet crush-strength testing, and CO_2 temperature-programmed desorption (CO_2 - TPD). XRD confirmed phase retention (MgO, BaO, Ru) after prolo 9.73 nm), whereas pellet crush strength more than doubled (2.7 k 6.9 kgf), indicating densification without structural degradation. CO_2 TPD profiles revealed that the distribution of basic sites was prese up and pelletization, with a slight increase in basicity following lor term operation. These findings demonstrate that Ba-Ru/MgO can be scaled, pelletized, and operated long-term under mild conditions while preserving or enhancing structur carbon ammonia production.

P촉매금-55

Direct conversion of CO_2 to light aromatics with high yield over ordered mesoporous iron-based catalyst integrated with ZSM-5 zeolite

신동명, 배종욱[1]*
성균관대; [1]성균관대
(finejw@skku.edu*)

In view of the depletion of fossil fuels and environmental challenges, the production methods of clean and sustainable alternative fuels have been largely investigated with significant potential in energy markets. Compared with conventional methods, utilizing CO_2 hydrogenation has emerged as a feasible and promising approach for producing various chemicals, such as methanol, olefins, and fuels. Among them, light aromatics, as some important basic chemicals are widely used in the production of polymers, plastics, and films. In this research, ordered mesoporous m-FeAlOx catalyst was prepared by a nano-casting method and modified with K promoter and P-ZSM-5 zeolite synthesis by hydrothermal synthesis method and ion exchange method. The aromatic selectivity of 45.1% and the maximum of light aromatic selectivity was up to71.2% in total aromatic at 45.5% CO2 conversion.

P촉매금-56

과산화수소 생산을 위한 Ruddlesden-Popper perovskites 활성점 설계: 4.85% 태양-화학변환 효율 달성

조재원, 장지욱*
Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)
(jiwjang@unist.ac.kr*)

과산화수소(H_2O_2)의 전기화학적 합성은 산소 환원 반응(ORR)을 통해 수행될 수 있으며, 고가의 수소 없이 환경 문제를 해결할 수 있는 anthraquinone 공정의 유망한 대안이다. 그러나 안정성을 유지하며 2전자 ORR 경로를 선택적으로 촉진하는 촉매 개발은 여전히 도전적이다. 본 연구에서는 H_2O_2 생산을 위한 효율적 촉매로 Ruddlesden-Popper 페로브스카이트 산화물을 보고한다. $LaSrBO_4$(B = Ni, Co, Fe, Mn) 중 $LaSrNiO_4$(LSN)가 약 87%의 2전자 ORR 선택성과 높은 활성을 나타냈다. LSN을 광전기화학 시스템에 적용한 결과, 4.85%의 태양-화학 변환 효율과 149.2 μmol cm^{-2} h^{-1}의 생산 속도, 50시간 안정성을 확보했다. DFT 계산은 Ni B-자리가 H_2O_2형성과 탈착에 유리함을 밝혔다.

P촉매금-57

Regenerative behaviors of cokes-deposited Ferrierite zeolite during gas-phase fluidized-bed DME carbonylation reaction

정현승, 김지민, 성우창, 김준영, Noritatsu Tsubaki[1], 이동현, 배종욱*
성균관대; [1]University of Toyama
(finejw@skku.edu*)

Gas-phase carbonylation of dimethyl ether (DME) to methyl acetate (MA) is prone to be deactivated by coke depositions on Brønsted acid sites (Si-OH-Al groups) of ferrierite zeolite, and those inevitable coke formations on the active sites, especially in 8-membered ring (8-MR) channels, are required to be regenerated through in-situ removal of coke precursors in a circular fluidized-bed reactor (FBR) for stable operation. The bench-scale FBR system was applied to verify optimal regenerative treatment conditions and behaviors of spray-dried FER zeolite with ~60 μm in size after regeneration. Those inactive coke precursors were effectively removed with small structural disintegrations of FER under air environment at 500 ^{o}C at a slow ramping rate of 1 ^{o}C/min among 1 – 25 ^{o}C/min. Although the high regeneration temperature of 500 ^{o}C compared to the lower regeneration temperature of 300 – 400 ^{o}C caused slight decreases of Si-OH-Al sites (Brønsted acid sites), the catalytic activity was almost recovered at those optimal regeneration conditions with almost removal of coke precursors. The stable preservation of the active sites and original sphere shapes was obviously observed during 5 successive cycles of gas-phase DME carbonylation reaction at

P촉매금-58

저온 플라즈마 조건에서 3DOM CeO_2 촉매를 활용한 온실 가스로부터 아세트산 합성

전종현, 최명기, 김선호[1], 강명성, 정찬혁, 하경수*
서강대; [1]서강대
(philoseus@sogang.ac.kr*)

온실가스를 고부가가치의 산소화합물로 전환하는 기술은 화학 산업계와 학계에서 주목받고 있다. 그러나 기존의 전통적인 열화학적 아세트산 합성 공정은 높은 압력과 온도를 요구하여 상당한 에너지 소모가 발생한다. 본 연구에서는 상온·상압에서 작동 가능한 저온 플라즈마를 이용한 아세트산 합성을 제안하였다. 이를 위해 PMMA 템플릿을 활용한 졸-겔법으로 3-dimensionally ordered macroporous (3DOM) CeO_2 를 합성하였다. 촉매 입자를 유전체 장벽 방전(DBD) 플라즈마 반응기에 충전하여 플라즈마 반응을 통하여 온실가스를 산소화합물로 전환하였다. 그 결과, Pd가 담지된 3DOM CeO_2 촉매는 순수 3DOM CeO_2 에 비해 산소화합물 선택도가 현저히 향상되었다.

P촉매금-59

Influence of Phosphorus Doping on Surface Properties and Coke Resistance of Macroporous Ni/Al_2O_3 Catalysts for Dry Reforming of Methane

Nhiem Pham-Ngoc, Nguyen Phuong Anh, Azam Jamsaz, Chao Song, 신은우*
울산대
(ewshin@ulsan.ac.kr*)

In this study, we investigate the effect of phosphorus (P) doping on the surface properties and coke resistance of macroporous alumina-supported nickel catalysts for dry reforming of methane (DRM). Three catalysts were prepared: undoped Ni/MaAl, phosphorus-doped prior to Ni loading (Ni/P-MaAl), and phosphorus-doped after Ni impregnation (P-Ni/MaAl). A series of characterization techniques, including N_2 physisorption, NH_3-TPD, H_2-TPR, XRD, XPS, and TEM were employed to correlate the physicochemical properties with catalytic performance. The results show that phosphorus doping markedly reduces the surface acidity of the support and suppresses carbon deposition. Notably, the interaction between phosphorus and the alumina support in P-Ni/MaAl effectively decreases acid sites while maintaining a higher degree of $NiAl_2O_4$ formation compared to Ni/P-MaAl, thereby facilitating a higher population of highly dispersed metallic Ni active sites. These modifications result in enhanced DRM activity, characterized by high CH_4 and CO_2 conversions, increased H_2 production, and superior catalyst stability. Among the three samples, P-Ni/MaAl exhibits the most favorable balance between structural stability, coke resistance, and active phase dispersion, indicating that the timing of phosphorus

P촉매금-60

Tuning $NiAl_2O_4$-derived active sites through macroporous size engineering: Implications for coking resistance and catalytic performance in methane bi-reforming reaction

Nguyen Phuong Anh, Nhiem Pham-Ngoc, Azam Jamsaz, Chao Song, 신은우*
울산대
(ewshin@ulsan.ac.kr*)

This study evaluates the influence of γ-Al_2O_3 macropore size (90-350nm) on Ni species evolution, dispersion, catalytic performance, and coking resistance in 15wt% Ni/Al_2O_3 catalysts for bi-reforming of methane (BRM). Calcination at 600℃ promotes distinct Ni phase distributions: smaller pores (90nm) hinder Ni precursor penetration, favoring surface NiO formation and yielding larger, weakly anchored Ni^0 particles—leading to high coke formation and limited steam activation. In contrast, 250nm pores enhance Ni-Al_2O_3 interfacial contact, facilitating internal $NiAl_2O_4$ spinel formation. Upon H_2 reduction, spinel-derived Ni shows superior dispersion, stronger metal-support interaction, and adjacent oxygen vacancies that enable efficient H_2O dissociation, and cyclic coke gasification via a Mars-van Krevelen mechanism. Comparatively, Ni from NiO promotes tubular carbon due to poor anchoring and limited surface oxygen, while Ni from $NiAl_2O_4$ ensures coke resistance through a self-regenerating redox cycle. Thus, optimal macroporosity (~250nm) is key to maximizing spinel formation and sustaining catalytic stability under BRM conditions.

P촉매금-61

Coke-Free XW9Ni@Al Catalysts via Dynamic Active-Site Transformation during Dry Reforming of Methane

Nguyen Phuong Anh, Azam Jamsaz, Nhiem Pham-Ngoc, Chao Song, 신은우*
울산대
(ewshin@ulsan.ac.kr*)

W-modified Ni/Al_2 O_3 catalysts were developed to achieve coke-free dry reforming of methane (DRM) through dynamic transformation of active sites. A series of XW9Ni@Al_2O_3 catalysts with various W weight percentages (3, 6, 9, 17, 20, 23, and 31 wt%) and a constant ratio of Ni-Al_2O_3 (Ni: Al_2O_3= 9:91 w/w) were synthesized via a facile one-pot method. A distinct phase transformation was observed during operation: upon reduction, $Ni_{1.7}W_3$ alloy phases formed; under DRM conditions, tungsten was converted to WC and its oxide derivatives through carburization, where carbon from Ni deposits migrated to W. $Ni_{1.7}W_3$ initially contributed to CH_4 activation via Ni atoms embedded in its lattice, but decomposed during reaction to metallic Ni, which subsequently sustained CH_4 activation. WC and its derivatives served as the primary CO_2 activation sites, exhibiting a robust carbide/oxycarbide cycle that continuously generated lattice oxygen, promoted CO_2 dissociation, and prevented carbon accumulation. Long-term stability tests confirmed complete coke suppression and sustained performance, underscoring the synergistic roles of Ni, $Ni_{1.7}W_3$, and WC in durable, high-efficiency DRM catalysis.

P촉매금-62

Tracking Pt Cocatalyst Properties and Metal-Support Interactions in Photocatalytic H_2 Evolution to Understand Catalytic Deactivation Behavior over Pt/gC_3N_4 Photocatalysts

Chao Song, Nguyen Phuong Anh, Nhiem Pham-Ngoc, Azam Jamsaz, 신은우*
울산대
(ewshin@ulsan.ac.kr*)

In this study, bulk g-C_3N_4(CN) and oxidized g-C_3N_4(OCN) catalysts containing Pt cocatalyst are prepared to investigate photocatalytic deactivation behavior through tracking changes in Pt properties during photocatalytic H_2 evolution. The high photocatalytic activity of OCN catalysts is caused by the highly dispersed Pt species on chemically oxidized g-C_3N_4 with abundant O-containing functional groups, relating to high separation efficiency of photogenerated electron-hole pairs. Highly dispersed Pt species over fresh OCN are easily and fast agglomerated due to its exfoliated thin-layered g-C_3N_4 structure whereas 3-dimensional multiple-layered g-C_3N_4 structure of CN catalysts hinders the Pt agglomeration on the CN surface. The O-containing functional groups on OCN also causes the fast photocatalytic deactivation via the Pt agglomeration due to a weak metal-support interaction.

P촉매금-63

메탄 분해 촉매의 생산 스케일업에 따른 변화가 촉매의 물리/화학적 특성 및 반응 효율에 미치는 영향

김기철[1,2], 김민철[2], 김민재[2], 윤재랑[2], 정태성[2], 김찬우[2,3], 김성환[1], 이현지[4], 김우현[2*], 전상구[2]
[1]충남대; [2]한국에너지기술연구원; [3]울산과학기술원; [4]충북대
(wkim@kier.re.kr*)

실험실 수준의 촉매 개발 결과를 대량 생산으로 연결하기 위해서는 스케일업 과정이 필수적으로 요구된다. 이 과정에서는 개발 단계와 달리 다양한 문제점이 발생할 수 있으므로, 실험실 제조 과정을 토대로 제조 방법, 시간 및 효율성 등을 고려하고 성능 유지를 위해 조건을 최적화해야 한다. 본 연구에서는 청정 수소 생산 공정의 파일럿 규모 연구를 위해 메탄 분해 촉매를 대량 생산하였으며, 생산 스케일에 따른 변화가 촉매의 물리/화학적 특성 및 반응 효율에 미치는 영향을 살펴보았다. 대량 제조에 사용된 촉매는 Ni/Ce-La 기반으로, 실험실 수준으로 제조된 촉매를 약 1,000배 확대 생산하였다. 지지체는 공침법으로 제조하였으며, 금속 담지는 함침 기술과 침전 기술을 적용해 대량 생산에 최적화된 제조 기술을 도출하고자 하였다. 이렇게 제조된 스케일 업 촉매는 실험실 규모 촉매와 특성 및 반응 효율을 비교 평가하였다.

P촉매금-64

Spectroscopic Insights into Interfacial Behavior in Lithium-Mediated Nitrogen Reduction

손유림, 김우열*
한국에너지공과대
(wkim@kentech.ac.kr*)

Ammonia is gaining attention as a hydrogen carrier for sustainable energy. Conventional Haber-Bosch synthesis demands high energy and harsh conditions, driving interest in alternative methods. Lithium-mediated nitrogen reduction (Li-NRR) in non-aqueous media offers nitrogen activation under mild conditions. Here, operando attenuated total reflectance surface-enhanced infrared absorption spectroscopy (ATR-SEIRAS) is used to probe interfacial phenomena during Li-NRR, focusing on the effects of electrolyte composition and proton sources on the solid electrolyte interphase (SEI). The results provide new insights into how solvent dynamics influence interfacial stability and reaction performance, guiding electrolyte design for efficient, durable ammonia synthesis.

P촉매금-65

실내 대기질 개선을 위한 표면 산소 결함 조절 세륨옥사이드 나노 광촉매

신가혜, 김우열*
한국에너지공과대
(wkim@kentech.ac.kr*)

실내 대기질 관리를 위해서는 톨루엔과 같은 휘발성 유기화합물(VOCs)의 효율적 제거가 필수적이며 방향족 물질의 ring opening 단계는 높은 활성화 에너지를 필요로해 자연 분해가 어렵다. 광촉매 기술은 빛 에너지로 활성산소종을 생성해 VOCs를 완전 제거할 수 있으며 LED 보급으로 환경적 및 경제적 이점이 크다. 본 연구에서는 금속 유기 골격체(MOF)를 전구체로 활용해 나노 CeO_2의 산소 결함을 정밀 제어하였으며 이는 광분해 반응 중 산소 공급과 ring opening 반응 활성점을 제공해 촉매 활성과 장기 안정성을 향상시켰다. 본 연구는 실내 VOCs 제거를 위한 고성능 촉매 설계에 중요한 지침을 제공한다.본 연구는 과학기술정보통신부 한국연구재단(NRF)의 연구비 지원을 받아 수행되었습니다 (No. NRF-2021R1A5A1084921).

P촉매금-66

용융금속 촉매 기반 메탄 열분해 역반응 속도론 분석

이찬준, 위태규, 강윤배*
포항공과대
(ybkang@postech.ac.kr*)

Methane Pyrolysis (MP) for turquoise hydrogen production offers a promising CO_2-free hydrogen generation route in Bubble Column Reactor, especially when molten metal catalysts are used. As methane bubbles rise through the molten metal, MP increases the hydrogen concentration inside the bubbles, stimulating the backward reaction. Since this has received limited attention, the present study investigates whether the backward reaction of MP can be neglected in process analysis. The backward reaction was measured over carbon containing molten metal catalysts, using an electromagnetic levitation melting technique under varying temperature and partial pressures of hydrogen (p_{H2}). Activation energy was derived from temperature dependence, while the reaction order and rate constant with respect to both p_{H2} and carbon activity were examined, enabling a systemic kinetic evaluation.

P촉매금-67

Fe_3C/Fe Single Atom Electrocatalyst Derived by Pyrolysis of Fe-ZIF-L for ORR

DUC VIET NGUYEN[1], NGUYEN[2,3], NAM[4,5], Aniruddha[4,5], 허승현[6,7*]
[1]울산대; [2]University of Ulsan; [3]School of Chemical Engineering; [4]UNIVERSITY OF ULSAN; [5]SCHOOL OF CHEMICAL ENGINEERING; [6]university of ulsan; [7]school of chemical engineering
(shhur@ulsan.ac.kr*)

Designing carbon-based electrocatalysts with abundant accessible active sites and outstanding intrinsic activity for the oxygen reduction reaction (ORR) remains a major challenge. Herein, we report a Fe_3C/Fe single-atom catalyst derived from Fe-ZIF-L through post-synthetic modification and high-temperature pyrolysis. The resulting carbon electrocatalyst offers a high surface area and efficient electron transport pathways, resulting in potential ORR performance with high onset and half-wave potentials compared to the Pt/C catalyst. Moreover, the catalyst exhibits exceptional durability and strong tolerance to methanol crossover in alkaline media. This work demonstrates that structural regulation of Fe-ZIF-L is an effective route to engineer Fe_3C/Fe single-atom sites for enhanced ORR activity in carbon-based electrocatalysts.

P촉매금-68

Pt Immersion TiO2 Photocatalyst For Low Temperature Dry Reforming Of Methane

Thi Tu Anh Nguyen, 코이랄라 아그니 라즈, 이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

Human activities have led to excessive greenhouse gas emissions, posing urgent environmental threats. Dry reforming of methane (DRM) converts these gases into valuable fuels and industrial chemicals, but conventional DRM requires extreme temperatures (>700 ℃), causing catalyst aggregation and coke formation. In contrast, photocatalytic DRM operates at milder conditions (~400 ℃), reducing energy use and coking. Pt/TiO_2 , a highly active and efficient catalyst, is enhanced in our work through nanocrystal engineering and photochemistry, controlling nanoparticle size, dispersion, and support interactions to optimize optical properties and charge separation. This strategy not only advances sustainable catalysis but also strengthens the pathway toward practical, large-scale low-carbon technologies with significant environmental, economic, and societal benefits.

P촉매금-69

α-Phenylcinnamic acid의 불균일계 카이랄 선택적 수소화 반응을 위한 Beta 제올라이트 담지 팔라듐 촉매

이동민, 윤용주*
포항공과대
(yjyun@postech.ac.kr*)

Heterogeneous enantioselective catalysis is a promising strategy for synthesizing optically pure compounds, which are crucial intermediates for pharmaceuticals and fine chemicals. However, enantioselective hydrogenation of C═C bonds over chirally modified Pd catalysts has been less intensively investigated. In this study, beta zeolites (BEA) with different properties like Si/Al ratio and nominal cation form are utilized as a support for palladium catalyst and a series of catalyst with various metal loading (1-5 wt.%) are synthesized by impregnation methods. Enantioselective hydrogenation of α-phenylcinnamic acid is performed with those catalysts and various characterization methods are performed to identify the key parameters determining the enantiomeric excess (ee).

P촉매금-70

Ni/Mg-Al2O3 촉매상에서 CO2 개질 반응에 대한 반응 안정성 연구 : Mg 증진제 영향

박철웅[1,2], 한중진[1], 박정현[1], 변헌수[2]*
[1]한국화학연구원; [2]전남대
(hsbyun@jnu.ac.kr*)

메탄 건식 개질(Dry Reforming of Methane, DRM)은 온실가스인 CH4와 CO2를 동시에 전환하여 합성가스를 생산하는 공정으로, 온실가스 저감과 청정 수소 생산을 동시에 달성할 수 있는 기술이다. Ni 기반 촉매는 우수한 활성도와 경제성으로 널리 사용되지만, 고온 반응 조건에서 코킹(coking)과 소결(sintering)에 따른 비활성화가 주요 한계로 작용한다. 본 연구에서는 소량의 Mg를 증진제로 첨가하여 Al2O3 지지체의 표면 산특성을 조절하고, Al2O3 표면에 형성된 MgAl2O4가 Ni의 결합력 및 분산성을 향상시켜 고온 개질반응에서 안정적인 촉매 활성을 갖는 촉매를 개발하고자 하였다. Mg 함량 비율을 변화시킨 지지체에 Ni 10wt.%를 함침(impregnation)법으로 담지하여 촉매를 합성하였다. 촉매는 BET, XRD, SEM, H_2 -TPR 등의 분석을 통해 물리화학적 특성을 고찰하고, 고정층 반응기에서 DRM 반응을 수행하여 활성과 안정성을 평가하였다.

P촉매금-71

이산화탄소 전환을 위한 역수성가스전이반응(r-WGSR) 촉매 개발

서명기*, 손남규, 정원상, 박윤성, 문건혁, 이수현, 김도준, 김지원
포항산업과학연구원
(5mg@rist.re.kr*)

과도한 온실가스(GHG)로 인한 지구온난화는 현재 가장 심각한 환경적 위협 중 하나입니다. 수증기, 메탄(CH4), 이산화탄소(CO2)와 같은 여러 온실가스 중에서, CO2는 특히 중요합니다. 이는 주로 정유공장, 발전소, 시멘트 생산, 철강 및 철 산업에서 배출되기 때문입니다. 이에 대응하기 위해 여러 CO2 전환 기술들이 제안되었습니다. 유망한 방법 중 하나는 역수성가스 전환(RWGS) 반응으로, 이는 CO2와 수소(H2)를 일산화탄소(CO)와 물로 전환시키며, 이러한 CO는 피셔-트롭슈(FT) 합성 또는 메탄올(MeOH) 생산에 활용될 수 있습니다. 하지만 RWGS 반응은 흡열 반응으로, CO2 전환율의 평형을 달성하기 위해 높은 온도가 필요합니다. 추가로, CO2 메테인화는 부반응으로, 선택적 촉매를 사용하여 최소화해야 합니다. 따라서 높은 CO 선택성과 활성을 가진 열적으로 안정한 촉매를 개발이 필요합니다. 저희는 Cu 기반의 촉매를 개발하여 이를 해결하고자 하였습니다.

P촉매금-72

Theoretical Study of CO_2 Hydrogenation on Fe based Alloy Catalysts

김재웅, 김경학*
한양대
(chemekim@hanyang.ac.kr*)

To address the global climate crisis and energy challenges, the development of catalysts for CO_2 utilization has become crucial. The reverse water-gas shift tandem Fischer-Tropsch (RWGS-FT) reaction is one of the processes that converts CO_2 into valuable hydrocarbons. This process involves the initial conversion of CO_2 to CO, followed by C-C chain growth. Iron (Fe) is a representative catalyst for the RWGS-FT process. However, pure Fe catalysts exhibit poor selectivity for the effective production of hydrocarbons in the RWGS-FTR. To overcome these limitations, Fe-based alloys have been explored to tune the electronc structure of conventional Fe for enhanced catalytic activity. In this study, we screened various Fe-based alloy catalysts using Density Functional Theory (DFT) calculations to fine promising catalysts for high catalytic activity and selectiviey for C-C coupling reaction.

P촉매금-73

Enhancing Ce promoted Ni/Al2O3 Catalysts for Dry Reforming of Methane: Dispersion Control of CeO2 and Ni via Synthesis Methods

서현명, 이재경*
국립부경대
(leejk46@pknu.ac.kr*)

The effects of CeO2 addition (10 wt%) as a promoter on the catalytic performances of Ni catalysts supported on hydrothermally versatile amorphous Al2O3 were studied in the dry reforming of methane (DRM). Ni/CeO2-Al2O3 catalyst was prepared with sequential impregnation and co-impregnation methods using metal nitrate precursors to explore the effect of preparation method on crystallite size of CeO2. The obtained materials were characterized by XRD, H2-TPR, and STEM analysis. Catalytic performance have been explored at 650 ℃ for 24 h. The results showed that the co-impregnation method reduced the CeO2 crystallite size but hindered the reduction of Ni, whereas the sequential impregnation method exhibited the opposite behavior, with these characteristics being clearly manifested in the DRM performance.

P촉매금-74

알칼라인 수전해에서 간편한 self-growing 침전법을 사용하여 합성된 Zn-NiFe LDH 전극의 OER 성능 향상

황주은, 송혜미, 김성탁*
충남대
(sunnykim@cnu.ac.kr*)

Alkaline water electrolysis (AWE) is a green hydrogen production technology that is an efficient and eco-friendly. However, the oxygen evolution reaction (OER) is limited in commercialization due to its slow reaction rate. Therefore, the development of highly active and durable OER catalysts is essential. Layered double hydroxides (LDHs) are valuable due to their abundant active sites, tunable composition, and highly conductive layered structure. In this study, Zn-NiFe LDH was synthesized a facile self-growing precipitation method. It improved the surface area and electronic structure, OER activity, stability, and reaction kinetics. Surface analysis confirmed favorable changes in the oxidation state and bonding environment. The facile self-growing precipitation method provides a cost-effective and scalable approach and demonstrates potential as an OER catalyst.

P촉매금-75

로듐 개질 LDH 촉매를 활용한 대기 CO_2 포집-메탄 생산 통합 기술

이다예[1,2], 김영은[2], 양우석[2], 유천재[1*]
[1]한국과학기술연구원; [2]성균관대
(cjyoo@kist.re.kr*)

Dual-functional material (DFM) catalysts that integrate CO_2 capture and conversion provide a promising pathway toward a carbon circular economy and sustainable energy systems. While most studies have targeted concentrated CO_2 streams (5~15%), direct air capture and methanation (~400 ppm CO_2) impose stricter requirements on adsorption efficiency, catalytic activity, and stability.

In this work, rhodium (Rh) was incorporated into layered double hydroxide (LDH)-based catalysts to achieve high performance in atmospheric CO_2 methanation at low temperatures. The Rh-modified LDH catalyst demonstrated high CO_2 adsorption capacity, achieving 100% methane selectivity and excellent CO_2 conversion in the 250-350 ℃ range. It also maintained stable activity over prolonged operation, confirming its potential for industrial-scale deployment in carbon recycling and sustainable energy applications.

P촉매금-76

Amine-Pd이 기능화 된 MOF-808을 이용해 대기압 조건에서 CO_2 포집 후 Methanol로 전환

이재서[1,2], 최정규[3], 유천재[1*]
[1]한국과학기술연구원; [2]고려대; [3]고려대
(cjyoo@kist.re.kr*)

The continuous increase in atmospheric CO_2 concentration since the Industrial Revolution has intensified concerns over climate change. Among various mitigation strategies, dual-functional materials (DFMs) capable of both CO_2 capture and catalytic conversion have garnered significant attention. In this study, MOF-808 was selected as a DFM owing to its high surface area and ease of post-synthetic amine functionalization. Amine groups, serving as CO_2 adsorption sites, and palladium (Pd) nanoparticles, facilitating hydrogen dissociation, were co-introduced into the MOF-808 framework. This cooperative functionality promoted CO_2 activation and subsequent methanol formation. Unlike conventional CO_2-to-methanol processes that require high temperature and pressure, this work explores a potential reaction pathway operable at atmospheric pressure and 150 ℃. The integrated capture-conversion system demonstrated here offers a promising, energy-efficient route for sustainable methanol production under mild conditions.

P촉매금-77

DFT를 이용한 고온 고분자 전해질 연료전지용 Pt-N, S,F 동시 도핑 MXene의 원자결합 조절에 따른 ORR 성능 및 인산 내성 향상 연구

박범승, 임세영, 유종석*
서울시립대
(jsyoo0927@gmail.com*)

고온 고분자 전해질 연료전지(HT-PEMFC)에서 인산(PA) 독성은 백금(Pt) 촉매의 산소환원반응(ORR) 활성을 저하시켜 전지 성능을 제한한다. 본 연구에서는 Pt-N, S 동시 도핑된 MXene 지지체를 대상으로, 밀도 범함수 이론(DFT) 계산을 통해 PA 내성과 ORR 성능 향상 가능성을 평가하였다.주어진 온도·pH 조건에서 인산 우세종을 규명하고, Pt(111) 및 다양한 도핑된 MXene 표면에서 해당 종과 ORR 중간체의 흡착 거동을 비교하였다. Pourbaix 다이어그램 분석으로 각 표면의 우세종을 확인하였으며, 촉매 표면에서 ORR이 수소 흡착 없이 진행될 수 있음을 밝혔다. 또한 인산 우세종 커버리지 분석을 통해 피독에 따른 ORR 거동 변화를 살폈고, N, S, F 동시 도핑에 따른 MXene 전자 구조 변화를 분석하여 PA 안정 흡착과 Pt 표면 보호 효과를 검증하였다.이러한 결과는 Pt/MXene 기반 촉매의 원자 구조 조정이 고온 연료전지에서의 인산 내성과 전기화학 반응성 향상에 기여할 수 있음을 제시한다.

P촉매금-78

Carbon-Coated MgO supports for Ba-promoted Ru catalysts with Enhanced Ammonia Synthesis under Mild Conditions

고경민[1,2], 이경호[1], 김선형[1], 배윤상[2], 윤형철[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]연세대
(hyoon@kier.re.kr*)

Ammonia (NH_3) has recently emerged as a promising hydrogen carrier, increasing the importance of developing catalysts capable of efficient NH_3 synthesis under mild conditions. Ba-promoted Ru catalysts supported on MgO have shown excellent ammonia synthesis activity at low temperatures and pressures. In this study, we introduced a carbon coating onto the MgO support. The resulting Ru-Ba/C-MgO catalyst exhibited higher NH_3 synthesis activity than the conventional Ru-Ba/MgO. This improvement is attributed to the dual benefits of maintaining the mechanical strength of MgO while enhancing the catalytic activity through electron promotion facilitated by carbon incorporation. This work presents an effective and sustainable strategy for optimizing Ru-based catalysts for NH_3 synthesis.

P촉매금-79

촉매 메탄 분해를 통한 수소와 탄소 나노구조물의 효율적 동시 생산을 위한 회전층 반응기 특성 연구

이윤선[1,2], 박혜원[1,3], 임지선[1,4*], 이수홍[1]
[1]한국화학연구원; [2]충남대; [3]성균관대; [4]과학기술연합대학원
(jsim@krict.re.kr*)

The co-production of hydrogen and carbon nanostructures (CNFs) has attracted considerable attention as a promising strategy to simultaneously achieve clean energy supply and the manufacture of high-value-added materials. To realize this process on an industrial scale, it is essential to design a reactor capable of performing catalytic decomposition of methane (CDM) in a stable and continuous manner.Conventional studies have predominantly employed fixed-bed reactors (FBRs); however, excessive carbon deposition on the catalyst surface leads to particle agglomeration and a loss of fluidity, making long-term operation and large-scale production difficult. To overcome these limitations, it is necessary to develop a continuous reactor system that can introduce fresh catalysts while simultaneously removing deactivated catalysts and deposited carbon.In this context, fluidized bed reactors (FBRs), which offer excellent gas-solid contact and scalability, have been extensively investigated, with successful applications reported in the large-scale synthesis of carbon nanotubes (CNTs).In this study, we propose a novel rotary bed reactor (RBR) that combines the advantages of an FBR with the powder agitation capability of a rotary kiln. The RBR is designed to prevent particle agglomeration through reactor rotation, ensure uniform mixing, and maximize gas-solid contact efficiency under controlled reaction atmospheres. This

P촉매금-80

Enhancing n-Hexadecane Hydroprocessing over Pt-Ni/Beta via Hydrogen Spillover-induced Metal-Acid Interaction

변의림, 이정훈, 함동경, 송현호, Putrakumar Balla, 김성탁*
충남대
(sunnykim@cnu.ac.kr*)

Hydroprocessing of low-value feedstocks such as biomass-driven oil into valuable products is a promising approach from both environmental and economic perspectives. Hydrogen spillover-induced metal-support synergy plays a decisive role in catalytic hydroprocessing performance. In this study, we investigated the effect of hydrogen spillover in n-hexadecane hydroprocessing over Pt-Ni/Beta catalysts, containing 5-20 wt% Ni and 0.1 wt% Pt, prepared via co- and stepwise impregnation. Hydrogen spillover can alter the acidic properties of the support and promote the low-temperature reduction of NiO. Both the metal loading and the impregnation sequence significantly influence the catalytic performance. This study demonstrates that tailoring the composition and structure of Pt-Ni catalysts can simultaneously lower the reaction onset temperature, suppress cracking, and enhance isomer selectivity.

P촉매금-81

소성 온도 제어와 금속 도핑을 통한 알루미나 기반 CF_4 가수분해 촉매 개발

박선영, 이수홍, 이진희, 유영우*
한국화학연구원
(ywyou@krict.re.kr*)

반도체 제조 및 알루미늄 생산 과정에서 배출되는 CF_4는 GWP 7,380의 강력한 온실가스로, 탄소중립 달성을 위해 효과적인 제거가 요구된다. 저에너지 CF_4 제거 방법으로 촉매 가수분해법이 활용되고 있으나, 반응 중 생성되는 HF에 의해 알루미나 촉매가 α상으로 쉽게 전환되어 비활성화되는 문제가 있다. 본 연구에서는 소성온도 제어와 금속 도핑을 통해 내구성이 향상된 알루미나 기반 촉매를 개발하였다. 소성 온도에 따라 변화하는 알루미나의 결정상과 표면 특성(산점, Al^{3+}종류, 표면적)을 조절하여 최적 조건을 도출하였고, 추가적으로 전이금속을 도핑하여 HF에 대한 저항성을 더욱 향상시켰다. 개발된 촉매는 기존 촉매 대비 α상 전환이 억제되었으며, 100시간 이상 안정적인 CF_4 분해 활성을 유지하였다.

P촉매금-82

Advanced Electrochemical Oxidation performance of Biomass-derived 5-Hydroxymethylfurfural using Bimetallic Ni_2Mo_3N/NF focusing on Surface Reconstruction

윤종민, 윤덕현*
강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

Electrochemical oxidation of biomass-derived 5-hydroxymethylfurfural (HMF) to 2,5-furandicarboxylic acid (FDCA) is considered as a promising alternative to oxygen evolution reaction (OER) in electrochemical water splitting. To enhance the catalytic activity toward HMF oxidation reaction, bimetallic Ni_2Mo_3N catalyst was directly synthesized on Ni foam (Ni_2Mo_3N/NF) through a simple one-step annealing method. The resultant Ni_2Mo_3N/NF exhibited high performance in HMF oxidation reaction, achieving HMF conversion of nearly 100%, FDCA yield of 95.25% and FE of 95.97%. Moreover, high stability was maintained after 5 cycles of cycling test. This study highlights that Ni_2Mo_3N/NF catalyst undergoes favorable surface reconstruction through facilitating OH^- adsorption, resulting in enhanced HMF oxidation performance.

P촉매금-83

Self-Supported Ni_3S_2-MoC/NF electrocatalyst for Efficient Overall water splitting in alkaline media.

김도연, 최예지, 윤덕현*
강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

Developing low-cost, stable and highly active non-noble metal electrocatalysts is crucial for the sustainable production of green hydrogen. Achieving high-performance water electrolysis requires efficient catalysts for both the hydrogen evolution reaction (HER) and the oxygen evolution reaction (OER). Herein, a Ni_3S_2-MoC heterostructure was directly synthesized on Ni foam (Ni_3S_2-MoC/NF) via a facile one-step annealing process at 550 ℃ under N_2 gas flow. The Ni_3S_2-MoC/NF catalyst exhibits impressive bifunctional catalytic activity under 1.0 M KOH solution, with low overpotential values of 151.15 mV for HER and 313.77 mV for OER at 50 mA cm^{-2}. Notably, it achieves an overall water splitting (OWS) voltage of 1.55 V at 10 mA cm^{-2}. These results identify it as a promising sustainable electrocatalyst for water splitting.

P촉매금-84

Enhanced Activity and Stability of Ammonia Electrooxidation Using a Pt/CeO_2-rGO Electrocatalyst

하재혁, 윤덕현[1]*
강원대; [1]강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

Ammonia is attracting increasing interest as a hydrogen carrier due to its high hydrogen storage capacity and energy density. Accordingly, the electrochemical ammonia oxidation reaction (AOR) is gaining attention for applications in direct ammonia fuel cells and ammonia electrolysis. Notably, ammonia electrolysis has a theoretical cell potential of only 0.06 V, significantly lower than 1.23 V for water electrolysis. However, AOR is hindered by high overpotential, irreversible reactions, and catalyst poisoning, necessitating efficient catalysts. In this study, we synthesized a Pt/CeO_2-rGO catalyst and evaluated its AOR performance against Pt/rGO. Cerium oxide (CeO_2), known for its Ce^{3+}/Ce^{4+} redox properties, oxygen storage capacity, and oxygen vacancies, facilitates OH_{ad} supply to Pt, enhancing AOR activity. Electrochemical tests confirmed that Pt/CeO_2-rGO exhibits superior AOR activity and stability compared to Pt/rGO, demonstrating its potential as an efficient AOR catalyst.

P촉매금-85

Enhanced Electrochemical Reduction of Nitrate to Ammonia Using Bimetallic Nickel Tungsten Nitride Catalyst

박승환, 윤덕현*
강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

Ammonia is a key raw material in various industries and is also emerging as a carbon-free energy carrier. As a sustainable alternative to energy-intensive Haber-Bosch process, electrochemical nitrate reduction reaction (NITRR) has recently attracted considerable attention for its benefits of producing NH_3 and removing nitrate pollutants. In this study, we report bimetallic nickel tungsten nitride nanoparticles supported on nickel foam (Ni_2W_3N/NF) as an electrocatalyst for NITRR. Ni_2W_3N/NF was synthesized via a facile one-step annealing process at 650 ℃ without toxic gas. Compared with bare NF, Ni_2W_3N/NF exhibited enhanced NITRR performance, achieving a maximum faradaic efficiency of 95% together with lower charge transfer resistance and a larger active surface area, highlighting its high catalytic activity.

P촉매금-86

반복적인 산화-환원 조건에서 알루미나 담지 귀금속 촉매의 동특성 규명

김수현, 김태완, 이귀연[1], 고광섭[1], 서영웅*
한양대; [1]희성촉매(주)
(ywsuh@hanyang.ac.kr*)

자동차 배기가스의 오염물질 정화를 위해 알루미나에 담지된 귀금속 촉매가 널리 사용되고 있다. 공연비 변화에 따라 발생하는 일산화탄소, 질소산화물, 탄화수소는 촉매의 반응물인 동시에 환원성 기체로 작용한다. 이에 따라 자동차 주행 과정에서 촉매는 고온의 반복적인 산화-환원 환경에 노출되며, 알루미나 구조 변형과 귀금속 입자 뭉침으로 인한 활성점 감소가 발생한다. 그러나 최근 강화되는 자동차 배기가스 규제에 대응하여 높은 안정성을 지닌 촉매를 설계하기 위해서는 귀금속 촉매의 동특성에 대한 명확한 이해가 필요함에도, 이에 대한 연구는 여전히 부족하다. 본 연구에서는 자동차 배기가스 모사 조건에서 반복적인 산화-환원 처리에 따른 알루미나 담지 귀금속 촉매의 동특성을 체계적으로 규명하였다.

P촉매금-87

Theoretical Study on Synergistic Effect of Coexisting Ru Single Atom and Nanoclusters for Enhanced Alkaline HER

권성현, 백재훈, 백종범, 곽상규[1]*
울산과학기술원; [1]고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

The hydrogen evolution reaction (HER) in alkaline media suffers from sluggish kinetics, limiting hydrogen production. Ru-based catalysts are promising alternatives to Pt due to lower cost and excellent water dissociation performance. Here, we synthesized a Ru single atom (Ru_1) and nanocluster (RuNC) coexistence catalyst with a tuned Ru_1/RuNC ratio. Among them, Ru/NC-10 with a higher RuNC fraction showed superior HER activity over Pt, Ru_1, and RuNC, achieving 98.5% Faradaic efficiency. Density functional theory (DFT) results reveal that Ru_1 facilitates water splitting with a low barrier, while RuNC optimizes hydrogen adsorption for H_2 recombination. Based on these results, we propose a dual-site pathway in which water is dissociated at the Ru_1 site, and the generated H atom migrates to RuNC for recombination, markedly enhancing HER kinetics in alkaline conditions.

P촉매금-88

Thermally Activated MOF-Derived Catalysts for Efficient CO_2 Reduction Reaction

Nguyen Trinh Phuong Mai, DUC-VIET[1], NAM[1], ANIRUDDHA[1], 허승현[2]*
울산대; [1]UNIVERSITY OF ULSAN; [2]UNIVERSITY OF USLAN
(shhur@ulsan.ac.kr*)

The electrochemical CO_2 reduction reaction (CO_2RR) has emerged as a focal point of global research, driven by its potential to transform CO_2 into valuable chemical products while addressing pressing environmental challenges. Here, we report a facile synthesis of bimetallic Cu/Zn-ZIF-L precursors, which, after controlled thermal activation, yield highly porous carbon catalysts. This thermal treatment not only enhances structural integrity but also promotes the generation of abundant and accessible active sites, as evidenced by the significantly improved catalytic activity and elevated onset potential. Our results showcase a scalable and efficient pathway for engineering MOF-derived Cu/Zn catalysts, paving the way for high-performance CO_2RR systems with both scientific and industrial relevance.

P촉매금-89

메틸사이클로헥세인 기반 수소원을 이용한 CO_2 전환 반응: 촉매 선별 평가

주은, 서영웅[1]*
한양대; [1]한양대
(ywsuh@hanyang.ac.kr*)

The reverse water-gas shift (RWGS) reaction enables efficient CO_2 conversion, as CO is more reactive than CO_2. To address H_2 supply issues, we investigated the tandem reaction to couple with the dehydrogenation of liquid organic hydrogen carriers (LOHC), leading to suppression of competing methanation. Pt-based catalysts from solvent-deficient precipitation (SDP) showed high CO selectivity due to high Pt dispersion. Further improvement was attained by physically integrating SDP-derived Pt/Al_2O_3 with other metal oxides, inducing Pt migration to generate single atoms and modify Pt electronic states. Using methylcyclohexane (MCH) instead of gaseous H_2 enhanced safety and promoted CO selectivity via competitive adsorption on Pt. Consequently, the developed catalyst system afforded ~100% CO selectivity, offering a highly effective strategy for CO_2 conversion via RWGS.

P촉매금-90

전이금속을 함유하지 않은 조건에서의 직접 공기 포집 및 전환 공정을 통한 CO 생성

김경은, 최정규[1], 유천재*
한국과학기술연구원; [1]고려대
(cjyoo@kist.re.kr*)

The reverse water-gas shift (RWGS) reaction is a key pathway for converting CO_2 to CO but typically requires high operating temperatures (500-700 ℃). In integrated CO_2 capture and conversion (ICC) systems, dual-function materials (DFMs) combine CO_2 sorption and catalytic conversion, enabling RWGS to proceed at temperatures below 500 ℃. Most ICC studies to date have targeted concentrated CO_2 streams such as flue gas, and from a catalytic standpoint, both conventional RWGS and ICC-driven RWGS have almost exclusively relied on transition-metal-based active sites. In this study, we demonstrate CO production from atmospheric CO_2 (~400 ppm) without any transition metals by developing a potassium-based DFM using KNO_3 as a precursor. The optimized $6K(NO_3)/Al_2O_3$ exhibited outstanding performance, achieving over 90% CO_2 conversion and 100% CO selectivity at 450 ℃, along with excellent long-term stability under dilute CO_2 conditions. These results highlight the feasibility of transition-metal-free DFMs for efficient ICC-driven CO production from low-concentration CO_2, offering a cost-effective and robust platform that broadens the design space for low-temperature CO_2 utilization technologies.

P촉매금-91

제1원리 계산을 통한 alumina 촉매에서의 CF4 가수분해 반응의 미세동역학 모델링

주상현, 박형규, 사친라우텔라, 서경원, 손유환[1], 이종민[1], 권혁재[1], 함형철*
인하대; [1]삼성종합기술원
(ham.hyungchul@inha.ac.kr*)

Perfluorinated compounds (PFCs), composed of carbon chains with fluorine(F) atoms, have been widely adopted in industrial processes, particularly as etchants in semiconductor manufacturing and cleaning agents for CVD chambers. Tetrafluoromethane(CF_4), the simplest form of PFCs, persists in the atmosphere for about 50,000 years and has 7,390 times higher Global Warming Potential(GWP) than CO_2. Owing to their significant impact on global warming, catalytic hydrolysis is considered as a feasible method to efficiently degrade PFC gases. However, the explicit mechanism of PFC decomposition remains unclear and fluorine poisoning deteriorates catalytic performance. In this study, we investigate the hydrolysis mechanism of CF_4 on Al_2O_3 catalyst through a combination of density functional theory(DFT) calculations and microkinetic simulations.

P촉매금-92

Theoretical design of non-enzymatic electrochemical catalysts for sweat-based glucose sensors

부종찬, 김우현, 김정한, 유종석*
서울시립대
(jsyoo0927@gmail.com*)

최근 바이오센서 기술은 생의학 기기와 건강 모니터링 분야에서 급속히 발전하고 있다. 특히 웨어러블 센서는 비침습적으로 채취한 체외 분비물을 활용해 생물학적 지표를 분석할 수 있어 의료·헬스케어 산업의 핵심 기술로 주목받고 있다. 기존 포도당 모니터링은 혈액 내 효소 반응을 이용해 높은 선택성을 보이나 pH와 온도에 민감해 내구성과 장기 안정성에 한계가 있다. 본 연구는 땀 기반 비효소적 포도당 센서 개발을 목표로, 계산화학을 활용해 생리적 pH에서 높은 활성을 보이는 전이금속 촉매를 스크리닝하고, 땀 성분의 산화 메커니즘을 규명해 선택적 반응 원리를 밝힌다. 이를 바탕으로 고성능 촉매 후보군 데이터베이스를 구축해 센서 개발의 효율성과 예측 가능성을 높이고자 한다. 궁극적으로 본 연구는 차세대 비효소 센서 기술을 구현하여 웨어러블 의료기기 등 개인 맞춤형 건강 모니터링 기술의 발전에 기여할 것으로 기대된다.

P촉매금-93

Layered double hydroxide (LDH) structured NiCo-$MgAl_2O_4$ catalysts for chemical-looping-based dry reforming of methane

Deng Yuchen, Yinzhu Quan, 배종욱*
Sungkyunkwan University
(finejw@skku.edu*)

Chemical-looping-based dry reforming of methane with CO_2 (CL-DRM) reaction is one of the promising alternative methods to replace traditional DRM reaction having severe coke deposition natures. The CL-DRM reaction can effectively regenerate redox catalysts by removing surface coke precursors through reverse Boudouard reaction. The NiCo-incorporated $MgAl_2O_4$ catalysts having layered double hydroxide (LDH) structures were applied for the CL-DRM reaction for 3 successive cycles, which showed a superior catalytic activity and stability with higher H_2 purity through surface carbon conversions and structure stability even at higher temperature of 700 ^oC. The CH_4 decomposition and reverse Boudouard reaction were enhanced by the copresence of the metallic Co and CoO_X metal oxides phases formed during methane decomposition step, which were characterized by various characterization tools.

P촉매금-94

계층구조 촉매 및 유로 변화를 통한 CO2 동시포집 및 전기화학적 공정 개발

박준우, 김동진, 원다혜, 이웅*
한국과학기술연구원
(ulee@kist.re.kr*)

이산화탄소 동시 포집 및 전환 기술은 기존의 포집-재생-전환으로 이어지는 과정을 두 단계로 간소화한 공정으로 각광받고 있다. 이 중 이산화탄소 동시 포집 및 전기화학적 환원 기술은 이산화탄소를 염기성 용액으로 흡수하고 그 용액을 직접 전기화학셀에 투입하는 방법으로서 기상의 이산화탄소를 투입하는 기존의 이산화탄소 전기화학적 환원 공정과 구별된다. 특히, 기상과 액상 시스템의 차이 때문에 기존의 기상 이산화탄소 환원 공정에서 쓰이는 촉매와 차별을 둔 촉매의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 이산화탄소를 포집한 용액의 이산화탄소 전기화학적 환원 공정에 맞는 Ni 단원자 촉매를 개발하였고 물질전달을 높이기 위해서 유로에 다공성 물질을 추가하여 일산화탄소의 선택도를 높이는 것에 집중하였다.

P촉매금-95

Direct CO_2 hydrogenation to dimethyl ether (DME) on mesoporous Cu-Al_2O_3 catalyst encapsulated with SiO_2 overlayers

정혁, 배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

CO_2 hydrogenation is one of the most interesting approaches for CO_2 utilization to produce value-added chemical intermediates. However, low CO_2 conversion as well as low selectivity to methanol and fast deactivation of catalyst have been reported as main hurdles to be commercialized. Therefore, the highly ordered mesoporous Cu-Al_2O_3 catalyst was proposed as the most promising candidate for direct CO_2 hydrogenation with high stability. Mesoporous alumina can induce higher dispersion of active metals, resulting in enhanced productivity of methanol and DME by suppressing reverse water-gas shift (RWGS) reaction. In the present study, the silica-coated mesoporous Cu-Al_2O_3 were prepared by an evaporation induced self-assembly (EISA) method, and the effects of SiO_2 overlayers and content of Cu nanoparticles were investigated for a gas-phase CO_2 hydrogenation to DME and methanol.

P촉매금-96

ZSM-5 촉매에서 메탄올의 BTX 전환 금속 도핑 효과 DFT 연구

장윤희, 송유나, 김민규*
영남대
(mk_kim@ynu.ac.kr*)

The conversion of CO_2 to BTX is a promising route for reducing greenhouse gas emissions while producing high-value chemicals. The stepwise CO_2 → methanol → DME → BTX pathway is industrially attractive, requiring an understanding of active site roles and dopant effects. This study evaluates the influence of various metal dopants on methanol-to-BTX conversion over ZSM-5 zeolites via DFT calculations, focusing on the role of Brønsted acid sites (BAS). Under identical computational criteria, multiple dopant candidates were compared, and results suggest that Mo may effectively tune the electronic structure of BAS, lowering activation barriers for DME formation and aromatization, thereby potentially enhancing BTX selectivity. These findings provide fundamental insight for ZSM-5 catalyst design and improvement of CO_2 conversion efficiency.

P촉매금-97

Bimetallic Synergy in Supported Co-Pt Catalyst: Mechanistic Insights into the Catalytic Transformation of Biomass-Derived Furfural to Cyclopentanone

정선재[1,2], 김범수[1], 최정규[2], 황동원[1,3], 윤광남[1,3]*
[1]한국화학연구원; [2]고려대; [3]과학기술연합대학원대
(gnyun@krict.re.kr*)

The hydrogenation mechanism of biomass-derived furfural (FUR) to cyclopentanone (CPO) was examined in H_2O. A bimetallic CoPt catalyst was prepared via the incipient wetness impregnation (IWI) method, and the catalytic performance was evaluated at 140 ^{o}C under 3 MPa H_2 for 3 h. As a result, complete conversion of FUR and a high selectivity to CPO (92.8%) were achieved, demonstrating excellent catalytic performance. Reactivity evaluations of the intermediates (furfuryl alcohol (FOL), 4-hydroxy-2-cyclopentenone (4-HCP), and 2-cyclopentenone (2-CPEO)) revealed that the reaction proceeds through an irreversible sequential pathway. Kinetic analysis based on the proposed reaction model indicated that H_2 O plays a critical role in controlling the rate-determining step (RDS), particularly by promoting the ring rearrangement of FOL within the overall reaction pathway.

P촉매금-98

Structure-Activity Correlation in ZSM-5 Zeolite for Selective Light Aromatic Hydrocarbon Production

Mansoor Ali, 배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

The selective synthesis of light aromatic hydrocarbons (BTX) is vital for sustainable fuels and chemicals. ZSM-5 zeolite, with its MFI topology, tunable acidity, and shape-selective properties, is an efficient hydrocarbon synthesis catalyst. However, maximizing BTX selectivity while limiting byproducts remains challenging. Tailoring ZSM-5 via controlled acidity modification, mesoporosity creation, and incorporation of metal or carbon-based promoters can enhance diffusion, direct reaction pathways, and improve catalytic performance. Such optimized ZSM-5-based catalysts enable sustainable, cost-effective BTX production from alternative feedstocks, supporting carbon-neutral fuel and chemical manufacturing.

P촉매금-99

유동촉매분해입자로부터의 선택적 바나듐 침출

김덕우, 주지봉*, 최동섭
건국대
(jbjoo@konkuk.ac.kr*)

금속 오염물, 특히 바나듐의 침적은 유동 촉매 분해 공정(Fluid Catalytic Cracking, FCC) 촉매의 활성과 효율을 크게 저하시키는 것으로 알려져 있다. 현재 RFCC 공정은 바나듐의 비활성화(Passivation)에 중점을 두고 있지만, 효과적인 촉매 재생을 위한 세척 및 재활용 공정 개발이 지속적으로 연구되고 있는 실정이다. 기존의 촉매 세정 방법은 산성 용액을 사용하는 것인데, 이 때 촉매로부터 희토류 금속의 불필요한 용출을 유발한다. 본 연구에서는 합성된 제올라이트 기반 모사촉매를 습식 함침법을 통해 바나듐을 도입하고 재생기 환경을 모사하여 사용된 촉매를 재현하였다. 이렇게 제조된 모사 오염 촉매(VC-FCC_는 다양한 용액으로 침출처리되었다. 이때 암모니아수(NH_4OH)를 활용한 선택적 바나듐 침출 및 촉매 재활용 가능성이 높음을 확인하였으며, 따라서 해당 방법이 바나듐을 선택적으로 제거하면서 제올라이트 골격과 핵심 희토류 금속을 보존하는 지속적인 촉매 관리에 적합한 접근법임을 확인하였다.

P촉매금-100

Influence of Ce-ZrO_2 Support Properties on Lactic Acid Selectivity in Pt-Catalyzed Glycerol Dehydrogenation

찬드구데 맥친드라 굴라브라오[1], 오경렬[1], 황영규[1,2]*
[1]한국화학연구원; [2]과학기술연합대학원대
(ykhwang@krict.re.kr*)

AbstractGlycerol valorization represents a sustainable strategy for the conversion of biomass-derived byproducts into high-value chemicals. The catalytic dehydrogenation of glycerol to lactic acid (LA) was investigated over Pt catalysts supported on ZrO_2 and Ce-doped ZrO_2 . Catalyst performance was strongly influenced by support composition, with Pt/5CeZrO_2 achieving an LA yield of 89.5% and a turnover frequency (TOF) of 7603 h^{-1}. Comprehensive physicochemical characterization revealed that the superior performance of Pt/5CeZrO_2 was attributed to a high density of oxygen vacancies and Lewis acid sites, which facilitated the formation of ultrafine Pt nanoclusters (~1 nm) with abundant Pt-support interfacial sites. These features enabled high catalytic activity, stability under harsh conditions (200 °C, 9 M KOH), and industrially relevant metrics, including a space-time yield of 12.6 kg LA L^{-1} day^{-1} and hydrogen generation at 5.8 mol H_2 L^{-1} day^{-1}.

P촉매금-101

비열 플라즈마 반응에서 촉매 결정면이 CO_2 수소화 반응에 미치는 영향

김선호, 최명기, 강명성, 하경수*
서강대
(Philoseus@sogang.ac.kr*)

Hydrogenation of CO_2 to methanol is gaining attention and CeO2 is recognized as a promising catalyst material for this reaction due to its oxygen vacancy formation properties that facilitate CO_2 activation. Moreover, these vacancies have been reported to affect the dispersion and reducibility of surface metal species which directly influence the catalyst activity.To analyze the effect of specific crystal planes on CO_2 hydrogenation under nonthermal plasma irradiation, nanoparticles of various shapes were synthesized. The structural characteristics of synthesized catalysts were analyzed by XRD, BET, SEM, and TEM. The oxygen vacancy characteristics and their influence on the metal species will be examined using XPS and H2-TPR. Activity tests of different types of catalysts were performed in a lab-made nonthermal plasma reactor at room temperature and ambient pressure.

P촉매금-102

Engineering Mo–O–W linkages to accelerate OER kinetics and stability on $CuWO_4$ photoanode

레반남, 허승현*, Duc Viet Nguyen[1], Aniruddha Jaiswal[1], Nguyen Trinh Phuong Mai[1]
울산대; [1]University of Ulsan
(shhur@ulsan.ac.kr*)

In recent years, copper tungsten oxide ($CuWO_4$) has attracted increasing attention as a highly potential candidate for photoelectrochemical (PEC) water splitting, primarily because of its suitable bandgap, which enables efficient light absorption. In this work, we report the fabrication of O vacancies-rich $CuWO_4$ (CW-O_V rich) and BCN/Mo-doped CoP photoanode engineered for enhanced PEC water splitting. The key strategy lies in the formation of Mo–O_V–W interfacial bonding, which suppresses tungsten dissolution and strengthens the interface between $CuWO_4$ and Mo-CoP. The synergistic effect of Mo doping, BCN interlayer buffering, and cocatalyst engineering enables significant improvements in photocurrent density, and long-term stability. This study provides valuable insights into interfacial bonding design for constructing stable and efficient photoelectrodes for solar hydrogen production.

P촉매금-103

Cobalt-Induced Structural Modulation of Electrodeposited CrOx for Enhanced Water Oxidation in AEM Water Electrolyzer

양비룡*, Sk Samim Akhter[1], Mallappa Mahanthapa[1], Shahbaz Ahmed[1], Soon Yong Kweon[2]
국립금오공과대; [1]Kumoh National Institute of Technology; [2]Korea National University of Transportation
(blyang@kumoh.ac.kr*)

Abstarct:The oxygen evolution reaction (OER) poses a significant challenge in water electrolysis because of its slow reaction kinetics and the need for high overpotentials.. This challenge typically requires the use of expensive precious metal catalysts such as iridium and ruthenium oxides, which limits the commercial viability of large-scale hydrogen production. This study introduces a cost-effective electrodeposition synthesis of chromium-mediated cobalt-chromium oxide (CoCrOx) electrocatalysts specifically engineered for enhanced OER performance, where strategic chromium incorporation creates synergistic electronic effects that optimize adsorption energies of OER intermediates. Thin-film XRD confirms the amorphous nature of CoCrOx, which promotes efficient charge transfer by enhancing electronic interaction between Co and Cr sites during the OER process. The CoCrOx catalyst achieves exceptional OER performance with a remarkably low overpotential of 220 mV at 50 mA cm^{-2} in alkaline media, outperforming chromium-based oxide catalysts and benchmark RuO_2 . At the same time, the integrated AEM water electrolyzer delivers an impressive current density of 1.02 A cm^{-2} at 1.85 V cell voltage. This work establishes CoCrOx as a

P촉매금-104

Photocatalytic Dye Degradation using Cu_2O/Ti-MOF Heterojunction Structure

허성민, 문건우, 김창우*
부경대
(kimcw@pknu.ac.kr*)

Single-substance energy conversion materials often face limits in light absorption, electron mobility, and conductivity. Organic-inorganic composites, especially metal-organic frameworks (MOFs), offer high surface area, reactivity, stability, and porosity. Heterojunctions can boost light conversion efficiency and charge transfer. This study examines the photoselective mechanism of Cu_2O@MIL-125-NH_2 using its band gaps. Visible-light-responsive Cu_2O was synthesized on various crystal planes via solvothermal methods with PVP surfactants, then coated with MIL-125-NH_2 . Characterization used SEM, TEM, XRD, XPS, and UV-Vis; photocatalytic activity was tested by dye degradation. Charge transfer of electrons and holes in Cu_2O and the composite was compared, revealing how hybrid structures enhance energy conversion.

P촉매금-105

SE-WGS 수소 생산 향상을 위한 MgO 기반 단일 탄산염 흡착제 연구

진혜지, 김덕우, 최동섭, 최수정, 김나연, 주지봉*
건국대
(jbjoo@konkuk.ac.kr*)

기후 위기 대응과 에너지 지속성 확보를 위해 친환경 에너지와 CO2 저감 기술의 중요성이 부각되고 있다. 특히 반응과 동시에 CO2를 제거하는 흡착 기반 공정이 각광 받고 있다. SE-WGS 공정은 이러한 원리를 활용해 CO2를 실시간 제거하고 반응 평형을 수소 생성 방향으로 이동시켜 고순도 수소를 생산한다. SE-WGS 용 MgO 기반 흡착제는 내열성과 안정성이 우수하나 공정이 복잡하고 제어가 어렵고, 비교적 단순한 MgO 특성에 따른 단일 알칼리 금속 탄산염의 CO2 흡착 거동 연구는 부족하다. 본 연구에서는 다양한 합성법으로 제조한 MgO에 Na2CO3를 담지한 흡착제를 제조·평가하여 구조-성능 상관관계를 규명하고 최적 설계 방향을 제시하였다.

P촉매금-106

물이 있는 환경에서 제올라이트의 친수성과 소수성에 따른 폴리에틸렌 수소분해 영향 분석

김재우, 권태은[1], 원왕연[1], 노인수[1]*
서울과학기술대; [1]고려대
(insooro@korea.ac.kr*)

Catalytic upcycling of polyethylene (PE) is a major challenge in sustainable waste management. While mechanical recycling degrades its quality, catalytic upcycling offers a promising route to valuable hydrocarbons, making catalyst development critical. Previous work showed that water enhances Ru/HY performance in PE hydrocracking when metal and Brønsted acid sites are present. However, this effect is absent in other zeolites like HZSM-5 and HBEA, despite also having Brønsted acid sites. To investigate this, we tested various Ru-supported zeolites. Systematic characterization confirmed this effect is governed not by acidity or metal dispersion, but by the zeolite's surface hydrophilicity and wettability. These findings establish catalyst hydrophilicity, which dictates water-catalyst accessibility, as a key design parameter for efficient hydrocracking of moist plastic waste.

P촉매금-107

빠른 합성 및 자동화 플랫폼을 활용한 고처리량 평가 시스템의 개발

오경희, 강신욱, 박지찬*
한국에너지기술연구원
(jcpark@kier.re.kr*)

To accelerate nanocatalyst development, we established a rapid synthesis, AI-assisted analysis, and high-throughput evaluation platform. High-entropy alloy based nanocatalysts were synthesized using a rapid synthesis system under controlled conditions to ensure fast and reproducible production. An open-source AI tool was used to process XRD data, enabling automated pattern recognition and peak extraction, with particle size estimated via the Scherrer equation. Catalyst performance was evaluated with an automated robotic platform combining two collaborative arms and a UV-Vis spectrometer, using 4-nitrophenol reduction as a model reaction. This workflow rapidly distinguished 24 palladium-based nanocatalysts without further characterization. Among them, the best-performing nanocatalyst was evaluated through 96 unattended measurements over 1,000 min, achieving a throughput of 10 min per sample and confirming reproducibility. This scalable platform provides a robust foundation for data-rich catalyst screening and facilitates integration with AI-guided discovery pipelines.

P촉매금-108

Ti-MOF 광전극 제작 및 광전기화학적 특성 분석

한승재, 정민성[1], 김창우[1]*
국립부경대; [1]부경대
(kimcw@pknu.ac.kr*)

금속-유기 골격구조(MOF)는 촉매, 에너지 저장 및 변환 응용을 위한 기능성 유무기 복합 물질로 널리 연구되어 왔다. 본 연구에서는 전하 분리 효율과 빛 흡수가 좋은 MOF인 MIL-125-NH_2를 전극으로 제조하여 이용한다. FTO 기판에 100 nm의 두께를 가진 TiO_2 박막을 형성하여 전하 재결합을 방지하는 차단층 형성하였다. TiO_2 표면에 PVP을 흡착하여 MOF 성장 기반을 마련하였고, 균일하고 안정적인 Ti-MOF 층을 합성하였다. FTO/TiO_2 기판 위에 MOF를 성장시키기 위해 다양한 실험 방식을 진행하였다. 제조된 MOF 기판을 SEM, XRD, FT-IR 등 분석을 진행하였고, 전극으로 활용하기 위해 전기 분석 실험도 진행하였다. 이 연구를 통해 MOF 기반 촉매의 실용화 가능성을 입증하고 광촉매 및 전기촉매 시스템 개발에 대한 통찰을 제공할 것으로 기대된다.

P촉매금-109

Sustainable CO2-Driven Activation of Hydrocarbons over Metal Carbonate

장한빛, 김창기, 김성은, 윤은서, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Transforming inert aromatic C–H bonds into value-added products is industrially important but typically requires precious-metal catalysts because of high bond dissociation energies. Here, we propose a sustainable strategy that employs metal carbonates. Building on the premise that metal carbonates behave as pre-activated CO_2 species, we screened some metal carbonates for hydrocarbon coupling under appropriate conditions. $NiCO_3$ showed the highest conversion among the tested catalysts. Under identical conditions, NiO was markedly less active and produced only 3.6% of the yield obtained with $NiCO_3$. We infer that CO_2 involvement in the reaction contributes to the observed increase in activity. The approach uses earth abundant components and reduces reliance on precious metals and provides controllable parameters such as temperature that guide selective upgrading of aromatic hydrocarbons.

P촉매금-110

Tandem Methanol Aqueous Phase Reforming and Hydrogenolysis to Upcycle Plastics into Fuels

이준성, 권태은[1], 강기혁[2], 원왕연[1], 노인수[1]*
서울과학기술대; [1]고려대; [2]한국화학연구원
(insooro@korea.ac.kr*)

The annual production of plastics has reached 413.8 Mt in 2023, with polyolefin-based materials such as polyethylene (PE) comprising the majority and less than 10% being recycled. Catalytic hydrogenolysis can convert waste plastics into high-value fuels under mild conditions, but conventional hydrogen sources rely on fossil fuels. We report a sustainable tandem process combining biomass-derived methanol aqueous-phase reforming (APR) for in situ hydrogen generation with PE hydrogenolysis. Bimetallic Ru-Pt/TiO_2 showed the highest PE conversion (85.1%) and selectivity (81.0%) toward liquid fuels and lubricant-range products. Metal composition tuning revealed Pt as optimal for methanol APR and Ru for PE hydrogenolysis. The system maintained high selectivity (75.0-88.9%) for real waste plastics. Acknowledgements: This research was supported by the Green Convergence Technology Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI) funded by the Ministry of Environment (MOE).

P촉매금-111

유전체 장벽 방전 플라즈마를 이용한 PMMA 해중합에 대한 헤테로폴리산의 효과

강명성, 김소연, 하경수*
서강대
(philoseus@sogang.ac.kr*)

Heteropoly acid (HPA) is known to be stronger than other acids. Heteropoly acid(HPA) have been used as strong Brønsted solid acid catalysts for biomass hydrolysis. Also, Brønsted acid can play a role in PMMA Depolymerization, as reported in the references. In this study, the three kinds of Keggin-type heteropoly acids were employed as PMMA Depolymerization catalyst at 300℃ under DBD plasma condition. The physicochemical properties of the heteropoly acids were characterized using XRD, SEM and NH_3-TPD. The activity tests were conducted in α-alumina tube reactor by feeding He gas. The activity of the catalyst was evaluated in a plasma-assisted retrieval of monomers from waste poly(methyl methacrylate).

P촉매금-112

Synthesis and Characterization of Nanosheet MFI Zeolites with Tunable Si/Al Ratios

배시온, 염현지, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Nanosheet MFI(NS-MFI) zeolites were hydrothermally synthesized with diquaternary ammonium surfactants as structure-directing agents. The nanosheets assembled irregularly, forming hierarchical zeolites with mesopores and micropores. Si/Al ratios were controlled by adjusting Al precursor contents in the gel. The resulting zeolites were investigated by XRD, SEM and N_2 adsorption analysis. XRD peaks confirmed the MFI framework in all samples with broader peaks at higher Al content, implying possible reduced domain size or increased structural disorder. SEM images showed thinner unilamellar nanosheets at low Si/Al ratios, suggesting that controlled gel composition may affect crystal growth. N_2 adsorption isotherms indicated mesostructures with varied pore sizes. We expected that the structure of NS-MFI zeolites can enhance diffusion and catalytic performance via Si/Al ratio control.

P촉매금-113

Controlled Morphology of Magnesium Oxide for Efficient CO2 Adsorption

임우성, 임경묵, 장한빛, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Global warming, driven by rising greenhouse gas (GHG) emissions, poses a major environmental threat. As CO2 is a dominant GHG, its efficient capture is essential for climate change mitigation. Magnesium oxide (MgO) has emerged as a promising solid adsorbent due to its high CO2 capture efficiency, strong basicity, low environmental impact, and cost-effectiveness. In this study, MgO with tunable morphologies was synthesized via a precipitation method, where aging temperature and time were systematically varied to control crystal growth and surface structure. CO2 adsorption tests revealed that morphology control significantly improved capture capacity. These results underscore the potential of tailoring MgO morphology through controlled synthesis to develop scalable, high-efficiency sorbents for sustainable CO2 mitigation.

P촉매금-114

Effect of A-site substitution for Pt supported $La_{0.8}A_{0.2}FeO_3$ perovskite for aqueous-phase aerobic oxidation of ethylene glycol to glycolic acid using O_2

권승돈, 염현지, 장한빛, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Selective oxidation of biomass-derived polyols offers a promising route toward sustainable chemical production. Ethylene glycol (EG), with its simple structure and dual hydroxyl groups, is a representative platform molecule. In this study, perovskite-type oxides with the general formula $La_{0.8}A_{0.2}FeO_3$ (A = Mg, Ca, Sr, Ba) were synthesized and impregnated with 1 wt% Pt to investigate structure-activity relationships in the aerobic oxidation of EG to glycolic acid (GA). XPS, H_2-TPR, O_2-TPO, and ethanol chemisorption analyses revealed that A-site substitution modulates Pt dispersion, oxidation state, and oxygen vacancy concentration. Notably, the Sr-substituted catalyst showed high EG conversion and GA selectivity under both ambient and pressurized conditions, attributed to the presence of metallic Pt^0, abundant oxygen vacancies, facile oxygen activation, and strong interactions with -OH containing molecules. These results highlight the importance of A-site engineering in optimizing perovskite-supported Pt catalysts for selective polyol oxidation.

P촉매금-115

Metal Oxide Mediated Sequential CO2 and CH4 Activation for Highly Selective Acetic Acid Production

김하경, 권승돈, 양효근, 유영재, 최유열, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Extensive fossil fuel consumption has elevated atmospheric greenhouse gas concentrations. Mitigating these emissions is imperative for addressing climate change. Carbon capture, utilization, and storage (CCUS) has emerged as a promising strategy in this regard. We developed a sustainable carbon-consuming cycle in which sequential activation of CO2 and CH4 over metal oxides produces CH3COOH. In the initial step, CO2 is activated on the metal oxide surface, leading to formation of partial metal carbonates. Following CH4 adsorption, CH4 is activated near the partial metal carbonates, facilitating proximity-driven C–C coupling to produce CH3COOH. Mesoporous silica-encapsulated cobalt oxide achieved both the highest catalytic stability and CH3COOH yield. These results demonstrate a sustainable carbon-consuming cycle capable of converting CO2 and CH4 into CH3COOH, highlighting its potential for greenhouse gas valorization.

P촉매금-116

Catalytic Systems for Converting Biomass-Derived Intermediates into Oxygenated Platform Chemicals via Carboxylation

안세진, 최유열, 윤은서, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Polyethylene terephthalate (PET), a fossil fuel-based plastic, emits significant CO_2 levels, during production and disposal. In this work, we focused on developing 2,5-furandicarboxylic acid (FDCA), a monomer of polyethylene furandicarboxylate (PEF) as a sustainable alternative to disposable plastics, aiming to utilize CO_2. Our research presents a catalytic strategy converting biomass intermediates into oxygenated chemicals under controlled conditions, screening transition metal catalysts for CO_2 incorporation efficiency and thermal stability. Catalytic performances were evaluated by NMR with proton balance, showing that the product yield with the catalyst exceeded twice that of the blank. This study offers an effective approach for sustained carbon fixation, providing new directions for CO_2 valorization and green polymer chemistry.

P촉매금-117

Improved Conversion of Chloromethane to Light Olefins via Synergistic MgO-Zeolite Catalysis

이은서, 권승돈, 김창기, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Light olefins are versatile building blocks for many value-added chemicals. Most light olefins are produced via naphtha steam cracking, an energy-intensive process with significant CO_2 emissions. The methanol-to-olefins (MTO) process has gained attention as a non-petrochemical route, but its reliance on syngas-derived methanol complicates the overall process. In this context, the chloromethane-to-olefins (CMTO) reaction has recently emerged as a promising alternative. Here, we investigated the CMTO reaction over MgO-impregnated ZSM-5. By tuning the zeolite acidity and MgO loading, we achieved markedly higher CH_3Cl conversion, reaching nearly 100% conversion with 86.5% light olefin selectivity without deactivation. Specifically, synergistic cooperation between zeolitic Brønsted acid sites and basic sites on MgO enhanced catalytic performance. Mechanistically, DRIFTS and FT-IR analyses provided direct evidence for CH_3Cl activation on MgO, followed by methyl spillover onto Brønsted acid sites.

P촉매금-118

Exsolution catalysts based on pyrochlore structure $A_2B_2O_7$ for dry reforming of methane

서보현, 한정우*
서울대
(jwhan98@snu.ac.kr*)

Exsolution is an effective strategy for designing catalysts with highly dispersed and thermally stable active metal nanoparticles. Exsolution phenomena can be controlled through various factor including synthesis method, reduction conditions, metal doping, and A-site deficiency. Upon reduction, active metal particles are exsolved from host oxide and become strongly anchored on the surface. Due to the high operating temperature of DRM, catalysts suffer from deactivation caused by sintering and carbon formation. To overcome these challenges, the pyrochlore structure was employed as the host oxide, resulting in the enhanced catalytic activity and stability of DRM because it possesses high oxygen mobility and thermal stability. These findings shed light on addressing sintering and improving exsolution to advance eco-friendly syngas production via dry reforming.

P촉매금-119

CO_2-CH_4 co-activation toward selective oxygenate production by tuning activation order and conditions

임경묵, 양효근, 권승돈, 최유열, 장한빛, 김창기, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Dry reforming of methane is one of CO_2 -CH_4 co-conversion reaction, which requires substantial energy input and often poisons catalyst performance. We explored an alternative route in which CO_2 -CH_4 are co-activated to directly produce oxygenated compounds and developed cobalt oxide nanoparticles encapsulated in mesoporous silica shell to increase stability and surface area. Reaction parameters, including temperature, pressure, flow rate were optimized, and the post-extraction method was added to improve yield. Product selectivity depended on the activation sequence: pre-activating CO_2 yielded acetic acid with nearly 100% selectivity, whereas pre-activating CH_4 produced methanol with ~90%. FR-IR identified cobalt and activated materials by the reaction sequence.

P촉매금-120

Tailoring Cobalt Catalysts for Enhanced Low-Temperature Reverse Water-Gas Shift Reaction

정주연, 김용석[1], 나경수[1]*
전남대; [1]전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

The reverse water-gas shift (RWGS) reaction produces carbon monoxide from carbon dioxide, serving as a crucial precursor for various synthetic materials and fuels. However, its endothermic nature requires high temperatures, which can result in decreased energy efficiency. This study compared Co based catalysts, finding that a Co-Cu bimetallic system achieved 100% CO selectivity at 200-280 °C. This performance rivals noble metal catalysts, suggesting that cost-effective, non-noble metal combinations from abundant transition metals can be efficient RWGS catalysts. These results provide a promising strategy for developing economically viable, efficient carbon-conversion catalysts and confirm the feasibility of designing high-performance, low-temperature RWGS catalysts based on non-noble metals.

P촉매금-121

열처리를 통한 K-촉진 $Fe/CuAl_2O_4$ 촉매의 CO_2 유래 탄화수소 올레핀-파라핀 선택성 조절

김용석, 염현지, 박종민, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

We synthesized potassium-promoted iron catalysts supported on $CuAl_2O_4$ spinel oxides (FeK/CAO) to precisely tailor hydrocarbon selectivity in CO_2 hydrogenation. Thermal treatment of the $CuAl_2O_4$ support altered its reducibility, oxygen vacancy concentration, and the spatial proximity of active sites, which in turn governed the balance between olefin and paraffin formation. The FeK/CAO catalyst treated at 600 ℃ promoted secondary hydrogenation of olefins, enhancing paraffin yield. In contrast, treatment at 1000 ℃ suppressed hydrogenation due to limited hydrogen spillover from neighboring Cu species, resulting in lower paraffin selectivity. Comprehensive characterization, combined with reaction analysis, revealed that the interplay between active-site reducibility and the distance between hydrogenation and C-C coupling sites critically influenced hydrogen transfer. These findings demonstrate a viable strategy to fine-tune the olefin-to-paraffin ratio in CO_2-derived hydrocarbons through controlled catalyst design.

P촉매금-122

Cu-Fe Interfaces and Oxygen Vacancies for Selective CO_2 to Liquid Hydrocarbon Conversion

김성은, 염현지, 김용석, 임우성, 박종민, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

The growing need to reduce greenhouse gas emissions has accelerated interest in sustainable fuel production, with CO2 hydrogenation emerging as a viable alternative to oil refining. In this study, FeK/CuAl2O4 catalysts were prepared, and their structures were tuned by reduction temperature to selectively produce gasoline-range (C5-11) hydrocarbons. Among them, FeK/CAO_450 showed the best performance, yielding 285.2 mL g_{cat}^{-1} h^{-1} of C5-11 hydrocarbons at 36.4% CO_2 conversion. This was attributed to the synergy between oxygen vacancies, Cu^0–Fe_3O_4 interfaces, and Fe carbides. Oxygen vacancies generated by Cu exsolution enhanced CO_2 adsorption, while hydrogen spillover on Cu^0 promoted H-assisted RWGS. The basicity from vacancies and Fe3O4 facilitated Fe carburization, forming Fe5C2, which—with high H2 dissociation ability—enabled selective C5-11 growth via Fischer-Tropsch synthesis. These results highlight the importance of structural control in optimizing CO2 conversion and hydrocarbon selectivity.

P촉매금-123

Proximity-Engineered Bifunctional Catalysts for Selective CO2 Hydrogenation to C8-10 Aromatics

박종민, 염현지, 김용석, 장한빛, 김성은, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

The direct hydrogenation of CO_2 into SAF-range aromatics offers a promising route for carbon recycling. We developed a bifunctional system combining K-promoted $Fe/CuAl_2O_4$ spinel (FeK/CAO) for CO_2 activation with nanosheet MFI zeolite (NS-HMFI) providing hierarchical porosity for olefin aromatization. Catalyst proximity was tuned via physical mixture (PM), granule mixture (GM), dual-bed (DB), and multi-bed (MB) configurations. GM achieved the highest CO_2 conversion and lowest CO selectivity through enhanced CO_2 adsorption/dissociation from potassium migration and increased surface basicity, while DB maximized aromatic selectivity and minimized the C_{2-4} o/p ratio via spatially separated acid catalysis. All NS-HMFI systems exhibited >95% selectivity for C_{8-10} aromatics among total aromatics, highlighting the role of mesoporous external acid sites in their formation. This work provides mechanistic and structural insights into proximity-engineered bifunctional catalysis for efficient CO_2-to-aromatics conversion.

P촉매금-124

Tuning Hydrocarbon Selectivity in CO_2 Hydrogenation via Zeolite-Based Catalysts for Sustainable Aviation Fuel

염현지, 박종민, 김용석, 김성은, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Sustainable aviation fuel (SAF) is vital for decarbonizing the aviation sector, demanding high specific energy, a paraffin-rich composition, and minimal aromatic and olefin content. Among various production technologies, Power-to-Liquids via direct CO_2 hydrogenation is highly promising due to its high potential for greenhouse gas reduction. However, it still faces challenges, including low yield, and broad hydrocarbon selectivity by the Anderson-Schulz-Flory theory. In this study, $FeK/CuAl_2O_4$ (FKC) catalysts primarily produced olefins, while the introduction of HMFI zeolites altered hydrocarbon selectivity, increasing CO_2 conversion and decreasing CO selectivity. Nanosheet HMFI zeolites (NS) improved heavy hydrocarbon diffusion, increasing C_{5+} yield. Pt introduction on NS with high Si/Al ratio further shifted selectivity toward paraffins in the C_{8-16} SAF-range. This study offers critical insights for oxide-zeolite catalyst design toward SAF feedstock production via CO_2 hydrogenation.

P촉매금-125

지속가능 항공유 생산을 위한 피셔-트롭슈 왁스 업그레이딩 선택성 향상 연구

조예림[1,2], 이동현[2], 김학주[1*]
[1]한국에너지기술연구원; [2]성균관대
(hakjukim@kier.re.kr*)

The Fischer-Tropsch (FT) reaction produces hydrocarbons with a wide range of carbon numbers via a chain-growth mechanism. High-carbon number waxes cannot be directly used as fuels, requiring conversion into gasoline, jet fuel, or diesel through cracking. Since jet fuel must meet freezing point specifications, isomerization is also necessary. Bifunctional catalysts with metal sites for (de)hydrogenation and acid sites for isomerization/cracking have been widely studied. Mesoporous acidic supports promote intermediate desorption, improving selectivity toward medium-carbon number products while suppressing overcracking. In this study, acid/base-treated activated carbon was used as an acidic support. Base treatment generated surface defects and increased mesoporosity, and subsequent nitric acid oxidation introduced oxygen-containing groups, forming Brønsted acid sites. This modified activated carbon exhibited promising performance as an acidic support for selective cracking and isomerization.

P촉매금-126

Facile synthesis of sulfonic acid-based porous organic polymer-supported Pd-Ru catalyst for the one-step conversion of fructose to 2,5-furandicarboxylic Acid

Pillaiyar Puthiaraj, 박종민[1], 최유열[1], 임우성[1], 나경수[1*]
Chonnam National University; [1]전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Directly synthesizing 2,5-furan dicarboxylic acid (FDCA) from biomass-derived fructose using a low-cost catalyst is vital for producing high-value chemicals and polymers. Herein, a sulfonic acid-based cross-linked porous organic polymer (S-CPOP) with high surface area, mesoporosity, and abundant Brønsted acid sites was synthesized cost-effectively. The S-CPOP served both as an acid catalyst for converting fructose to 5-hydroxymethylfurfural and as a solid support for stabilizing monometallic Pd and Ru, as well as bimetallic Pd-Ru nanoparticles. The bimetallic Pd-Ru/S-CPOP catalyst was then applied for the direct synthesis of FDCA from fructose. Recycling and control experiments confirmed its exceptional reusability and stability, maintaining high catalytic activity over five reaction cycles without significant performance loss.

P촉매금-127

Sulfur-Modified CoFeCr Hydroxide Nanosheets for Efficient Oxygen Evolution in Alkaline and Seawater Electrolysis

카니쉬카, 심준호*
대구대
(junhoshim@daegu.ac.kr*)

Sulfur-modified CoFeCr hydroxide (S-CoFeCr) was synthesized via a two-step hydrothermal-sulfurization route to enhance oxygen evolution reaction (OER) activity in both alkaline and saline electrolytes. SEM, TEM, XRD, XPS, and EDS analyses revealed a flower-like nanosheet morphology with homogeneous sulfur incorporation. In 1.0 M KOH, S-CoFeCr achieved an overpotential of 289 mV at 10 mA cm^{-2}, outperforming pristine CoFeCr (304 mV) and commercial Ir/C (308 mV), and exhibited a low Tafel slope of 56.8 mV dec^{-1} with reduced charge-transfer resistance (22.6 Ω vs. 45.8 Ω for CoFeCr). The catalyst operated stably for 40 h at 50 mA cm^{-2} without performance decay. In simulated alkaline seawater (1.0 M KOH + 0.5 M NaCl), S-CoFeCr delivered an overpotential of 317 mV at 50 mA cm^{-2}, surpassing CoFeCr (337 mV), and maintained stability for 40 h at 25 mA cm^{-2}. The improved performance is attributed to synergistic effects of sulfur incorporation and trimetallic composition, which enhance electronic conductivity, promote active site exposure, and suppress competing chlorine evolution. These results highlight sulfur modulation of CoFeCr hydroxides as an effective route to durable, high-activity OER electrocatalysts for both

P촉매금-128

전구체 선택이 촉매 제조 단계에서의 Pd 금속의 핵성과 분산도에 미치는 영향 분석

김주언, 장성열, 유재현, 이재하*
경북대
(jaehalee0913@gmail.com*)

Optimal catalytic performance of platinum group metals requires precise control of metal nuclearity, not merely high dispersion. The nuclearity of the metal precursor in solution can decisively influence the active-metal nuclearity in the catalyst. Aggregated precursors tend to yield metal clusters upon deposition, whereas stable, atomically dispersed species favor single-atom formation. Here, we investigate how counter ions and ligands in Pd precursors affect Pd nuclearity on γ-Al_2O_3 prepared via scalable impregnation. $Pd(NO_3)_2$ readily forms polynuclear hydroxo complexes in water, leading to cluster deposition, whereas $Pd(NH_3)_4(NO_3)_2$ and K_2PdCl_4 exhibit greater solution stability, promoting higher atomic dispersion of Pd. These findings highlight precursor design as a critical lever for achieving precise and reproducible catalyst synthesis.

P촉매금-129

다양한 금속과 가교된 알긴산 염 유래 비드에 의한 수용액 속 납 제거 연구

심규나, 김지현, 이재경*
국립부경대
(leejk46@pknu.ac.kr*)

해조류 유래 바이오매스인 alginate(알지네이트)는 금속 이온과 결합할 수 있어 친환경적 중금속 흡착제로 유망하다. 본 연구는 다양한 금속 이온(Cu^{2+}, Ca^{2+}, Ba^{2+})을 다른 분자량의 알지네이트와 각각 가교시켜 gel 및 dry beads를 제조하였고, FESEM, FTIR, BET를 통해 분석하였다. 이후 24시간 동안 1000ppm 농도의 Pb^{2+} 이온 제거 성능을 평가하였다. 흡착 성능 비교는 beads 상태별로 구분하여 수행하였으며, gel beads끼리, dry beads끼리 비교하였다. Gel beads에서는 알지네이트 분자량이 큰 경우 제거 성능이 우수했고, dry beads에서는 Ca^{2+}>Cu^{2+}>Ba^{2+} 순서로 제거 성능이 우수했다. gel beads에서는 고분자 Ca-alg, dry beads에서는 저분자 Ca-alg가 가장 우수한 성능을 보였다. 본 연구는 납 제거 시 알지네이트 유래 흡착제의 성능이 금속 양이온 종류와 알지네이트의 분자량에 따라 달라짐을 확인하였다.

P촉매금-130

알루미나 상 변이가 Ni/Al_2O_3 촉매의 메탄 건식 개질 반응에 미치는 영향

김수지, 이재경*
국립부경대
(leejk46@pknu.ac.kr*)

메탄 건식 개질 반응은 온실가스(CO_2, CH_4)를 이용해 합성 가스(H_2, CO)로 전환하는 방법이다. Ni/Al_2O_3 촉매는 Ni의 낮은 비용과 높은 활성, γ-Al_2O_3의 높은 표면적과 열안정성으로 널리 쓰이나, DRM은 고온에서 진행돼 Ni 소결과 탄소 증착이 쉽게 일어난다. 본 연구에선 상용 알루미나와 수열 합성한 Rod boehmite를 각각 700, 900, 1100 ℃ 에서 소성하여 결정상을 조절하였다. 여기에 5wt%와 10wt%의 Ni을 담지한 후, 700℃에서 소성, 750℃에서 환원하였다. 제조된 촉매는 TEM, XRD, BET, H_2-TPR로 특성 분석하였으며, DRM 반응은 CH_4:CO_2=1:1 조건에서 750℃에서 수행하였다. 5wt%의 경우, δ상인 5Ni/R900에서 Ni 분산도와 환원도가 가장 높아 DRM 활성이 우수하였고, 10wt% 촉매는 가장 큰 Ni 입자를 가진 γ상의 10Ni/P200에서 가장 높은 활성을 나타냈다. 이를 통해, Ni 함량에 따라 최적 지지체 결정상과 형태가 다르게 나타나며, DRM 성능은 지지체의 형태와 결정상에 큰 영향을 받는다는 것을 확인하였다.

P촉매금-131

Sustainable Upcycling of Waste Plastics via Low-Temperature Catalytic Cracking over Defect-Engineered Zeolites

UPARE DIPALI, Chul Wee Lee[1], Young Soo Kang[2]*
Carbon Resource Conversion Research Center, Korea Institute of Energy Technology (KENTECH), Naju 58330, Republic of Korea; [1]KENTECH; [2]Carbon Resource Conversion Research Center, Korea Institute of Energy Technology (KENTECH), Naju 58330, Republic of Korea.
(yskang@kentech.ac.kr*)

Recycling thermoplastics from waste plays a crucial role in mitigating the environmentalimpacts associated with conventional disposal methods such as landfilling and incineration.Transforming discarded plastics into energy or valuable chemicals is more efficient thanrecycling them over time. A multitude of studies have investigated the catalytic breakdown ofplastic waste polymers to produce useful hydrocarbons, such as gasoline. Zeolites serve asefficient catalysts for the decomposition of waste plastic polymers owing to their high acidity,shape selectivity, large surface area and thermal stability.Thermogravimetric analysis (TGA) is a proficient method for evaluating thermal degradationcharacteristics under various reaction conditions (Isothermal, non-isothermal). This researchutilized thermogravimetry to investigate the low temperature thermocatalytic degradation oflow-density polyethylene (LDPE) in a nitrogen environment. Zeolites such as H-Y, H-ZSM-5, and H-Beta, featuring different pore structures, Si/Al ratios, surface areas, and acidities,were investigated for their efficiency in producing liquid fuels

P촉매금-132

열병합 발전소에서 발생하는 배출 가스 중 NOx 및 CO를 동시에 제거하기 위한 하이브리드 SCR-Pt 산화 촉매 시스템 최적화

백소담, 마동민, 지재완, 장교준, 김아영, 김현아, 김현경, 박해경*
한서대
(super264@naver.com*)

This study aimed to develop a highly efficient hybrid catalyst system combining a selective catalytic reduction (SCR) catalyst with a Pt-based oxidation catalyst for the simultaneous removal of NOx and CO emitted from combined heat and power (CHP) plants. The SCR catalyst was prepared by coating a metal corrugated substrate with a slurry containing 1.2 wt% V_2O_5 and 4 wt% WO_3, while the oxidation catalysts were prepared with Pt loadings of 0.5, 0.75, 1.0, and 1.25 wt%.The simultaneous abatement performance was evaluated in a laboratory-scale micro-atmospheric reactor using simulated flue gas under various conditions. Two catalyst configurations were tested: SCR followed by oxidation (SCR-Ox) and oxidation followed by SCR (Ox-SCR). The SCR-Ox configuration showed higher NOx and CO removal efficiencies than the Ox-SCR configuration, which is attributed to NO_2 formation over the front-end oxidation catalyst that inhibited the SCR reaction.Optimization of Pt loading revealed that increasing Pt content enhanced CO oxidation activity; however, NO_2 formation at excessive Pt loading suppressed NOx reduction. The optimal Pt loading was identified as 1.0 wt%, which achieved simultaneous CO and NOx removal efficiencies of 97.4% and 95.8%, respectively. In contrast, the 1.25 wt% Pt catalyst exhibited reduced overall performance, suggesting that excessive Pt loading may

P촉매금-133

MOF-Directed Assembly of Spinel $NiAl_2O_4$@Fe-ZIF-8 for Overall Water Splitting

EMILY SIXBERTH HHAYUMA, 심준호*
대구대
(junhoshim@daegu.ac.kr*)

Efficient renewable hydrogen production requires high-performance catalysts for both the oxygen evolution reaction (OER) and hydrogen evolution reaction (HER). Spinel-type $NiAl_2O_4$ exhibits promising catalytic activity but is limited by particle aggregation, low surface area, and sluggish mass transport. Here, a solvothermal method was employed to synthesize $NiAl_2O_4$ nanoparticles uniformly anchored onto an Fe-doped ZIF-8 framework, yielding a $NiAl_2O_4$@Fe-ZIF-8 composite with high porosity and well-dispersed active sites. The Fe-ZIF-8 scaffold enhanced catalyst dispersion, increased electrochemically accessible surface area, and improved reactant accessibility. The heterostructured catalyst exhibited an overpotential of 231 mV for OER, 109 mV for HER, and a Tafel slope of 97.45 mV dec^{-1} for OER. These enhancements are attributed to the synergistic interplay between Ni and Fe active sites formed in situ, combined with the porous architecture that facilitates charge transfer and reduces reaction energy barriers. This approach offers a scalable strategy for synthesizing noble-metal-free, low-cost, and durable spinel-MOF composites for overall water splitting.

P촉매금-134

고산성 메조다공성 제올라이트 베타 나노스펀지를 이용한 고효율 트리부티린 전이에스터화 반응

조경민, 조강희*
인하대
(chokanghee@inha.ac.kr*)

The demand for technologies converting waste bio-oils and fats into HEFA biofuels is rapidly rising. A zeolite beta nanosponge was synthesized using a structure-directing surfactant, featuring a highly mesoporous architecture of ultrathin (~5 nm) frameworks. Its catalytic performance was evaluated in the transesterification of tributyrin, a crucial pre-treatment prior to hydroprocessing. The reaction was conducted in a batch reactor at 373 K using a 1:60 M ratio of tributyrin to methanol. Because of the large molecular size of tributyrin, catalysis primarily occurs at acid sites on external surfaces and mesopore walls, rather than within internal micropores. The zeolite beta nanosponge showed a 13.5-fold higher catalytic activity than commercial zeolite beta, and also outperformed Al-MCM-41, a mesoporous material with fewer strong acid sites. Furthermore, the catalyst maintained crystallinity and acidity over five consecutive reaction cycles, demonstrating excellent durability.

P촉매금-135

Catalytic wet peroxide of oxidation of methyl orange with in-situ generated H_2O_2 over Pd/ZIF-67(FeCo) catalysts

VO LE NAM VIET, THI HUYEN TRANG, 정영민*
국립군산대
(ymchung@kunsan.ac.kr*)

Catalytic wet peroxidation (CWPO) is an efficient advanced oxidation process for degrading methyl orange (MO) dye. We present a CWPO method that produces in-situ H_2O_2 from hydrogen and air using ZIF-67(Fe_xCo_y) catalysts (x + y = 10). In conventional CWPO with pre-added H_2O_2 (CWPO-I), ZIF-67(Fe_2Co_8) showed the best performance. In CWPO-II, Pd/ZIF-67(Fe_2Co_8) prepared from K_2PdCl_4 showed superior catalytic activity due to (i) small Pd particles with high Pd^{2+}/Pd^0 ratios enabling sustained H_2O_2 generation, and (ii) the porous ZIF-67 framework with a high Fe^{2+}/Fe^{3+} ratio facilitating hydroxyl radical formation. This approach offers a green and efficient pathway for wastewater treatment without the need for toxic reagents.

P촉매금-136

저온 합성 인산기 탄소 촉매의 메탄올-올레핀(MTO) 전환 성능 향상

김다연[1,2], 조예림[1,3], 김성은[1,2], 강정원[2], 김학주[1]*
[1]한국에너지기술연구원; [2]고려대; [3]성균관대
(hakjukim@kier.re.kr*)

The Methanol-To-Olefin (MTO) reaction is a key catalytic process that converts methanol into high-value light olefins, reducing petroleum dependence and mitigating greenhouse gas emissions. Methanol from biomass, CO_2 conversion, or natural gas reforming makes MTO a pivotal technology for sustainable olefin production. Conventional acidic zeolites (SAPO, H-[B]-ZSM-5) require 400-500 ℃ activation, overlapping with the coke formation range, leading to rapid deactivation and low olefin selectivity. To overcome these drawbacks, we developed a phosphate-functionalized carbonaceous catalyst via one-step green HydroThermal Carbonization (HTC) at 180 ℃ for 6 h in a batch reactor using glucose, VinylPhosphonic Acid (VPA), and water. Catalytic performance was tested in a fixed-bed continuous-flow reactor under atmospheric pressure with a methanol aqueous feed at typical WHSV. Characterization by SEM, BET, TGA, FT-IR, XPS, and NH_3 -TPD revealed that phosphate groups effectively tuned surface acidity and the tailored porous structure. This synergy enhanced light olefin selectivity and extended catalyst lifetime, demonstrating the potential of mild-condition-synthesized acid-functional carbon catalysts for sustainable olefin production.

P촉매금-137

Multi-Metal Synergistic Integration for Electronic Structure Regulation in Mo2Fe0.8Ru0.2P Electrocatalysts: Exceptional Activity and Stability for Alkaline Hydrogen Evolution Reaction

Zhang Peng, Yoo Pil Jin[1]*
성균관대; [1]Sungkyunkwan University
(pjyoo@skku.edu*)

In this study, a series of Schreibersite-type intermetallic compounds, particularly $Mo_2Fe_{0.8}Ru_{0.2}P$, are synthesized through high-temperature solid-phase synthesis. Experimental results demonstrate that the integration of ruthenium significantly improves the kinetics of proton adsorption and desorption during the HER. Additionally, the pronounced d-orbital hybridization effect of iron within the structure plays a crucial role in the transfer of hydroxide ions and the maintenance of material durability during alkaline HER processes. Impressively, $Mo_2Fe_{0.8}Ru_{0.2}P$ exhibits extraordinary alkaline HER activity. After prolonged operation of 1,000 h at high current densities, the activity decline remains minimal, under 4%. These results demonstrate the potential of strategically combining metallic elements to design high-performance industrial-grade electrocatalysts.

P촉매금-138

CO_2 전환 효율 향상을 위한 전기화 직접 가열 반응기 기반 촉매 개발 및 로딩 방법의 실험적 분석

이원석[1,2], 김용태[1,3]*
[1]한국화학연구원; [2]고려대; [3]University of Science and Technology
(ytkim@krict.re.kr*)

이산화탄소(CO_2)는 대표적 온실가스로, 이를 합성가스(syngas)로 전환하는 역수성가스화(RWGS) 반응은 지속가능성이 중요해진 최근, 관심이 커진 공정이다. 그러나 기존 반응기는 에너지 효율 한계가 있다. 본 연구는 직접 가열 전기화 반응기를 적용해 CO_2 전환을 수행하고, Rapid Pulse Heating(RPH)과 Continuous Joule Heating(CJH) 방식을 비교하였다. Carbon felt 전극에 Ni 촉매를 로딩해 사용하였으며, 로딩에는 스프레이 코팅방식을 이용하였다. 실험 결과, 전기화 반응기는 기존 대비 에너지 소비를 15~20% 절감하였고, CJH는 전극 탄화가 발생했으나 RPH는 안정성과 촉매 활성 유지가 우수했다. 다만 선택도는 기존 방식에 비해 다소 낮았다. 본 연구는 RWGS 전기화 가능성과 효율 향상 잠재력을 입증했으며, 선택도 개선이 향후 과제로 제시된다.

P촉매금-139

Enhanced Alkaline Hydrogen Evolution Performance through Ru-Incorporated Electronic Structure Modification: Transitioning from Mo3P to Mo2RuP

Xiangyu Zhang, 유필진*
성균관대
(piyoo@skku.edu*)

In accordance with the Sabatier principle, Mo-based catalysts typically exhibit lower catalytic activity in the hydrogen evolution reaction (HER) due to strong interactions between Mo and hydrogen within their structures. To overcome this limitation, here, we introduce a novel approach by incorporating Ru into Mo3P to modify its electronic structure, resulting in a novel water splitting cathode material of $\bar{I}$42m structured Mo2RuP. Notably, Mo2RuP demonstrates as an efficient catalyst for alkaline HER, exhibiting outstanding performance with extremely low overpotentials of 29 mV and 62 mV at current densities of 10 mA cm^{-2} and 100 mA cm^{-2}, respectively. It also displays a small Tafel slope (30 mV dec^{-1}) and long-term durability in hydrogen production even at a current density of 100 mA cm^{-2} in a 1 mol/L KOH solution. First-principles density functional theory (DFT) calculations elucidate that Ru-substitution significantly reduces the hydrogen adsorption Gibbs free energy on various crystal facets of Mo2RuP. This alteration facilitates the transformation of the material to the kinetically favorable Volmer-Heyrovsky pathway during the HER. Furthermore, a comprehensive characterization and investigation into the electronic structure of this innovative material

P촉매금-140

Tuning External Acidity of MFI Zeolite Nanosponge for Selective Gasoline-Range Iso-Paraffin Production

김정철*, 조강희[1]
국립한밭대; [1]인하대
(jeongchul@hanbat.ac.kr*)

The production of high-octane iso-paraffins in the gasoline range during Fischer-Tropsch (FT) synthesis is strongly governed by the structural and acidic properties of zeolite supports. In this study, MFI zeolites with systematically varied crystallite thickness and Si/Al ratios were synthesized to modulate external surface area and Brønsted acidity. Cobalt nanoparticles supported on thinner MFI frameworks exhibited superior dispersion, leading to enhanced CO conversion and C5-11 hydrocarbon selectivity. Notably, the MFI nanosponge with ~2.5 nm framework thickness achieved 74% selectivity toward gasoline-range hydrocarbons, with 23% iso-paraffins. Furthermore, tuning the Si/Al ratio revealed that a value of 50 provides an optimal balance between hydroisomerization and hydrocracking, maximizing branched hydrocarbon formation while minimizing over-cracking. These findings highlight the critical role of external acid site accessibility and controlled acidity in tailoring FT product distribution, offering a rational design strategy for bifunctional catalysts aimed at the selective synthesis of high-value gasoline fuels.

P촉매금-141

상온 조건에서의 황 피독 SCR 촉매 재생

차지훈, 이황호, 송인학[1], 전세원, 황건하, 김도희*
서울대; [1]고려대
(dohkim@snu.ac.kr*)

The selective catalytic reduction (SCR) catalysts require a regeneration process after sulfur poisoning. In this study, a novel regeneration strategy to regenerate the SCR activity of a sulfur-poisoned catalyst was developed without additional energy input or the use of chemicals. A novel regeneration method was proposed to expose the SO2-aged catalyst to wet conditions at ambient temperature. The SCR activity of the deactivated VWTi+Z(Zeolite Y) catalyst was almost completely recovered after the AC Regen process. The analysis of a residual amount of sulfur after the regeneration cycles shows that the protocol did not decompose the sulfur species, but changed the spatial distribution of poisoning materials. This devised regeneration method can dramatically reduce the frequency of conventional regeneration process by prolonging the lifetime of the catalyst without any cost.

P촉매금-142

Selective production of fuel-range hydrocarbons via polyolefin hydroconversion over Ru/CeO_2 and BEA mixture catalysts

서준호, 정형동, 최재순[1], 방정업[1], 김도희*
서울대; [1]LG화학
(dohkim@snu.ac.kr*)

Polyolefins(PE, PP) account for approximately 60% of waste plastic, but the recycling rate is extremely low, at less than 9%. Hydroconversion over Ru/CeO2 catalyst exhibits high hydrogenolysis activity, but suffer from a very broad product distribution(C5-C36 or higher) and high methane yields. To address these issues, a physically mixed (PM) catalyst that incorporates the hydrocracking mechanism of BEA zeolite was developed. The PM catalyst mixed with Ru/CeO2 and BEA in a 1:2 ratio showed high PE conversion and low methane yield, and most of the liquid products were selectively obtained in the gasoline range through the synergistic effect of Ru/CeO2 and BEA. In addition, the Ru impregnated on BEA catalyst showed lower PE conversion and wider product distribution compared to the PM catalyst, indicating that it is important to separate Ru and zeolite acid sites.

P촉매금-143

선택적 알파-올레핀 합성 반응을 위한 금속산화물 촉매의 산-염기 특성 연구

이재홍, 장정희, 이지은, 장현성, 윤여진, 서영웅[1]*
고등기술연구원; [1]한양대
(ywsuh@hanyang.ac.kr*)

알파-올레핀(α-olefin)은 알코올의 탈수화반응을 통해서 생산이 가능하지만 알켄과 케톤과 같은 부생성물이 생성되기 때문에 알파-올레핀의 선택적 합성은 매우 중요하다. 선택적으로 알파-올레핀을 생산하기 위해서는 촉매는 산-염기성을 동시에 가지며, 각 양과 세기는 반응에 맞게 최적화하여야 한다.금속산화물(Metal Oxide)은 석유화학 공정에서 범용적으로 사용되는 불균일계 촉매이다. 금속산화물은 특성 개질을 통해 산-염기성을 동시에 조절이 가능하다는 것이다. 따라서 금속산화물 촉매는 산점 혹은 염기점이 활성점으로 작용하는 화학 반응에서 주로 사용되지만, 금속산화물 촉매의 양쪽성(Amphoteric)에 대한 연구는 현재까지 많지 않다.본 연구에서는 알파-올레핀을 선택적으로 합성할 수 있는 양쪽성 촉매를 개발하였다. 또한, 특성 분석을 통해 산-염기 특성 파악하고 반응 메커니즘과 활성점을 규명하였다. 본 발표에서는 이와 같은 내용을 바탕으로 금속산화물 촉매의 산-염기 특성에 대해 깊이 고찰한다.

P촉매금-144

볼밀링 기법을 이용한 Pd-CeO2 상호작용 조절을 통한 습식 메탄 산화 활성 향상

장규현, 김도희*
서울대
(dohkim@snu.ac.kr*)

The development of highly active and water-tolerant catalysts for methane combustion remains a critical challenge in emission control technologies. In this study, Pd/CeO_2 catalysts were synthesized via a ball milling approach with varying milling intensities, and their structural and catalytic properties were systematically investigated. X-ray diffraction, Raman spectroscopy, and STEM analyses revealed that stronger milling intensity promoted the insertion of Pd into the CeO_2 lattice, inducing lattice strain and modifying the electronic structure of the support. In contrast, the Pd/CeO_2-5Hz catalyst predominantly featured Pd nanoparticles dispersed on the CeO_2 surface, accompanied by the highest proportion of low-valent Pd species and coordinatively unsaturated Pd sites. This unique structural configuration resulted in superior methane combustion activity compared to the conventionally prepared incipient wetness impregnation (IWI) catalyst. Furthermore, in-situ DRIFTS measurements provided mechanistic insights, demonstrating that the Pd/CeO_2-5 Hz catalyst facilitated the formation of oxygen-activated carbonate and formate intermediates to a greater extent than other samples, which is closely associated with its enhanced reactivity. These findings highlight the critical role of tailoring Pd-CeO_2 interactions through controlled ball milling in

P촉매금-145

메조포러스 제올라이트 기반 코발트 촉매: FTS에서의 메탄 억제 및 액체연료 생산 효율 향상

박선주, 한승주*, 임재준, 윤양식, 이윤조, 홍원녹, 채호승
한국화학연구원
(hansj@krict.re.kr*)

Fischer-Tropsch synthesis (FTS) is a promising pathway for the conversion of syngas into liquid transportation fuels. However, conventional bifunctional catalysts often exhibit undesirably high methane selectivity, typically exceeding 13%, which reduces the yield of C_5-C_{20} hydrocarbons. To address this, mesoporous zeolites were synthesized via NaOH post-treatment of HZSM-5 and integrated with 15wt.% cobalt catalysts through peptizing, followed by drying, calcination, and reduction, which improved molecular transport and reduced overcracking. Catalytic tests under syngas (H_2 /CO = 2, 20 bar, GHSV = 4000 h^{-1}) showed that these mesoporous zeolite-based catalysts effectively decreased methane formation while enhancing C_5-C_{20} hydrocarbon selectivity, benefits attributed to reduced Brønsted acidity and improved diffusion within mesoporous networks. These results indicate that well-designed mesoporous zeolite-cobalt catalysts can lower methane formation and improve liquid fuel production in FTS.

P촉매금-146

철 제올라이트 촉매에 NH_3를 통한 NO_x-N_2O 동시 선택적 촉매 환원

김성민, 김도희*
서울대
(dohkim@snu.ac.kr*)

Simultaneous abatement of NO_x and N_2O is a key challenge in developing advanced environmental catalysts. Fe-ion exchanged zeolites have emerged as promising candidates, as the α-oxygen mediated redox cycle provides high reactivity. We investigated Fe-zeolite catalysts for the combined removal of NO_x and N_2O under conditions relevant to NH_3 combustion engine exhaust. Various analyses (EPR, UV-Vis, NH_3-TPD, H_2-TPR) revealed that isolated Fe species were preferentially stabilized within the zeolite framework, while determined the distribution/state of Fe^{2+} centers. Catalytic tests demonstrated that optimized Fe(II)-Beta achieved conversion of NO and N_2O conversion above 90% at 400C with NH_3 as a reductant. The in-situ EPR and DRIFT results suggest that N_2O is not merely a target for removal, but also acts as a co-promoter by supplying oxygen to the Fe active centers, thereby facilitating the NH_3-SCR cycle and accelerating NO_x conversion.

P촉매금-147

코어-쉘 MoS2 성장 메커니즘: 응력 유도 주름 및 계면 동역학에 대한 통찰력

이수빈, 조수연*
이화여자대
(s.cho@ewha.ac.kr*)

Two-
dimensional transition metal dichalcogenides (TMDs), particularly
shell MoS_2 via chemical vapor deposition (CVD), focusing on st
induced wrinkling and its influence on structure and function. Grov
dependent strain variations, providing insights into stress-
interface interactions in shaping MoS_2 morphology. To probe fur
shell MoS_2 exhibits enhanced catalytic activity, underscoring the

P촉매금-148

소수성 다공성 표면 설계를 통한 수소 발생 억제 및 전기화학적 질소 환원 반응에서의 암모니아 생성 촉진

하진필, 송지윤[1], 정희태*
한국과학기술원; [1]Northwestern University
(heetae@kaist.ac.kr*)

전기화학적 질소 환원 반응(eNRR)은 최근 들어 하버-보슈 공정을 대체할 수 있는 암모니아 합성법으로 주목 받고 있다. 하지만 수소 발생 반응이 경쟁 반응으로 작용하며 eNRR의 성능을 저해하고 있다. 본 연구에서는 탄소 지지체 위에 전이 금속 나노 입자가 형성된 전극에 소수성 처리를 적용하여, 전극 표면으로의 물과 수소 이온 접근을 억제하고 동시에 나노 기공을 통해 질소가 원활히 공급되는 삼상계면을 조성하였다. 이를 통해 Ru 나노입자 촉매의 암모니아 생산성이 향상되었으며, 특히 페러데이 효율이 크게 증가하였다. 이는 소수성 계면 설계가 eNRR 효율 개선을 위한 효과적인 전략임을 입증한다.

O안전목-1

최적운전 조건 설계를 위한 파이프라인 형상에 따른 암모니아 파이프라인 내 유체 유동해석

김기찬, 김수진, 권휘웅*
순천향대
(khu3603@sch.ac.kr*)

제 29차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP 29) 이후, 전 세계적으로 화석연료 의존도를 줄이고 이산화탄소 배출 감축을 위한 신에너지 정책이 강화되고 있다. 이에 수소캐리어와 연료로서 그린암모니아가 주목받고 있다. 또한 화석연료를 활용한 발전소들의 암모니아 혼소 발전이 확대되고 있으며, 이에 발전소 인근에 대규모 그린암모니아 인수기지를 구축되고 있다. 따라서, 화석연료 사용량을 줄이고 청정에너지 생태계 조성을 위해 암모니아 인수기지 간 대용량 운송수단이 요구된다. 본 연구의 목적은 암모니아의 운송수단으로서 파이프라인 사용 시 유동해석에 기반하여 최적운전 조건을 도출하는 것이다. 본 연구는 직경 200mm 이상 암모니아의 단일 및 이중 직선배관과 이중배관 내에서 기체 및 액체암모니아를 유체로 하여 파이프라인 길이와 형상을 모델링하였으며 온도, 속도 및 압력분포 등 유동현상을 분석하였다. 본 연구는 향후 기체 및 액체 암모니아 파이프라인을 운송수단으로 사용하고자 하는 이해관계자들에게 참고자료로 활용될 것으로 사료된다.

O안전목-2

CFD를 이용한 안전밸브 암모니아 누출 확산 및 방호수막 저감 효과에 관한 연구

이찬우, 정승호*
아주대
(processsafety@ajou.ac.kr*)

중요한 수소 운반체로서 전 세계 에너지 산업에서 사용되고 있는 암모니아는 상온·대기압에서 기체 상태로 존재하므로, 대용량의 암모니아는 냉동 시스템을 통해 액화 상태로 저장된다. 그러나 암모니아 저장탱크는 단열재 손상이나 외부 열원에 의해 내부 온도가 상승할 수 있으며, 이 과정에서 증가한 압력을 방출하기 위해 안전밸브를 설치해야 한다. 안전밸브를 통해 암모니아가 방출되어 주변으로 확산될 경우 인체와 환경에 유해한 영향을 미치므로, 위험성을 평가하고 완화 대책을 마련하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 OpenFOAM 기반의 CFD 프로그램을 사용하여 안전밸브에서 방출된 암모니아의 확산 거동을 해석하였으며, 농도별로 후각 감지 한계, ERPG(Emergency Response Planning Guidelines), LFL(Lower Flammability Limit), UFL(Upper Flammability Limit)을 분석하였다. 또한 안전밸브가 설치된 저장탱크 지붕에 방호수막을 설치했을 때 위치별 암모니아 확산 저감 효과를 비교·평가하였다.

O안전목-3

CFD를 활용한 조선업 밀폐공간의 기준 설정에 관한 연구

이근원*, 박지훈, 이찬우, 이승준
아주대
(leekw0@ajou.ac.kr*)

This study aims to propose a more practical classification standard for confined spaces in shipyards by analyzing both domestic and international guidelines, along with the operational characteristics of major confined space environments in the shipbuilding industry. To achieve this, a case study was conducted using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations to evaluate the fluid stream and behavior of asphyxiating gases in representative shipyard confined spaces. Based on these analyses, a revised classification system tailored to the realities of the shipbuilding industry is proposed. * This work was supported by Korea Institute for Advancement of Technology(KIAT) grant funded by the Korea Government(MOTIE) (RS-2025-02263037, HRD Program for Industrial Innovation).

O안전목-4

암모니아 운송배관의 복합센서 기반 AI 안전감시 기술 설계

윤형준*, 이경빈
(주)유티이씨
(hjyoon@utec.kr*)

본 연구는 독성가스인 암모니아의 운송배관에서 발생할 수 있는 누출 및 이상 징후를 조기에 감지하고, 안전사고를 예방하기 위한 복합센서 기반의 AI 안전감시 시스템 설계를 목표로 한다. 주요 기술 구성은 플렉시블 필름형 누출감지 센서와 음향방출(AE) 감지 센서를 포함하는 이중 모니터링 구조로 이루어져 있으며, 이로부터 수집되는 데이터를 기반으로 인공지능(AI) 알고리즘을 활용한 위험 전조 판단 및 안전관리 모니터링 체계를 구축한다. 본 연구에서는 전체 시스템의 구조적 설계 방향, 주요 센서의 배치 논리, AI 안전감시 알고리즘 설계를 중심으로 설명하며, 향후 안전관리 플랫폼 구현 및 현장 실증을 위한 개발 로드맵을 제시한다. 이 연구는 운송배관 내 잠재 위험 요소를 복합적으로 탐지할 수 있는 센싱 기술과, 비전문가도 사용할 수 있는 직관적인 안전감시 시스템 개발의 기반을 제공할 것으로 기대된다.

P안전금-1

도메인 지식 및 데이터 기반 하이브리드 프레임워크를 이용한 화학공정의 동적 위험성 평가

김민현[1,2], 김지용[1*]
[1]성균관대; [2]삼성전자공과대
(jiyongkim@skku.edu*)

전통적으로 화학공정 안전관리는 HAZOP 등과 같은 정성적·정량적 위험성 평가에 의존해왔다. 이러한 평가들은 전문가의 역량에 크게 영향을 미치며, 정적인 평가로 실시간 운전에 대한 동적인 위험을 반영하지 못하는 한계를 가진다. 본 연구에서는 전통적인 안전관리의 한계를 극복하는 방향으로 도메인 지식 기반 위험성 평가 기법과 AI 기반의 이상 탐지 모델을 융합하여 동적 위험성 탐지 및 저감 전략까지 제안하는 하이브리드 프레임워크를 제시하고자 한다. 먼저, 도메인 지식 기반의 HAZOP 등을 진행하여 변수별 이탈, 원인, 결과, 심각도 등을 도출하고, 공정 데이터로 이상 감지 AI모델을 구축한다. 도메인 지식 기반의 결과와 AI모델의 임계치 등을 융합하여 종합 동적 위험 지표를 개발하고 위험성 저감방안을 제시한다. 해당 프레임워크를 Tennessee Eastman Process에 적용하여 동적으로 위험 지표 모니터링 및 임계치 도달 시 위험성 저감 방안을 제시하였다.

P안전금-2

Development of a Knowledge Graph-Based Retrieval-Augmented Generation Framework for Reliable Safety Guideline Interpretation

오종환, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

Design errors account for 73% of chemical process accidents, highlighting the need for better understanding of safety guidelines. Yet, these guidelines are extensive and hard to review manually, with limited LLM applications due to structured data challenges. This study proposes a knowledge graph-based retrieval-augmented generation (KG-RAG) framework for precise guideline interpretation. It extracts entities and relationships to build a KG, then uses graph path search for query retrieval. Evaluated on 4 OSHA and 238 KOSHA documents, KG-RAG was compared to a baseline GPT LLM and a fine-tuned LLM. It achieved 95% average accuracy across fill-in-the-blank, multiple-choice, and true/false questions, outperforming baselines via superior precision. The framework aids EHS engineers in assimilating guidelines for improved on-site safety management.

P안전금-3

고압가스 산소 폭발 사고 사례 및 방지대책에 관한 연구

양용호*, 정민철[1]
국립순천대; [1]순천대
(yyh50504@hanmail.net*)

산업현장에서 고압 산소는 금속 절단, 용접, 제철 및 화학 공정 등 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 그러나 산소는 강력한 산화제로서 압력 상승 시 위험성이 배가되며, 점화원만 존재하면 폭발로 이어질 수 있다. 본 연구에서는 산업 현장에서 발생한 고압가스 산소 폭발 사고 사례를 분석하고, 이에 따른 사고 원인과 방지대책을 체계적으로 고찰하였다. 산소는 강력한 산화제로서 고압 상태에서 기름, 금속 분말, 마찰 등에 의해 쉽게 점화되며, 이로 인해 대규모 화재 및 폭발 사고로 이어질 수 있다. 본 발표에서는 국내외 주요 사고 사례를 바탕으로 위험 요인을 정리하고, 관련 법규 및 기술 지침에 근거하여 예방 조치를 제안하였다. 본연구는 순천대학교 교연비에 의해 수행되었다.

P안전금-4

화학 작용제 제독을 위한 플라즈마 활성수의 시너지적 활성화 분석 연구

이지환, 장승민, 김남준, 최현서, 방진아, 변상문, 정현숙, 이상면, 조경민, 정희수*
국방과학연구소
(hsjung@add.re.kr*)

On-site, on-demand production of decontaminants is crucial for effective decontamination. A promising candidate is plasma-treated water(PTW), containing reactive oxygen and nitrogen species from microwave-induced plasma. These species stabilize primarily as nitrite and nitrate. PTW can degrade toxic organophosphorus substances under acidic conditions, but its efficiency is low for certain agents. This study demonstrates a synergistic effect when combining PTW with hydrogen peroxide, significantly enhancing the decomposition efficiency compared to each components. This synergistic activation generated new species, confirmed by UV-Vis spectroscopy and ion chromatography. Iodometric titration revealed increased oxidative power. This research provides mechanistic understanding of the synergistic activation of PTW, supporting development of on-site and on-demand decontamination systems.

P안전금-5

저가연성 친환경 냉매의 국제 안전관리 기준 연구

최유성, 박채이, 황수경, 류세희, 차혜성, 나현빈*
명지대
(hyonbin@mju.ac.kr*)

전 세계적인 온실가스 감축 노력과 국제 협약(몬트리올의정서, 키갈리 개정서 등)에 따라 GWP(Global Warming Potential) 및 ODP(Ozone Depletion Potential)가 낮은 친환경 신냉매(HFO 계열, 천연냉매 등)의 사용이 확대되고 있다. 그러나 일부 신냉매의 경우 가연성 구분이 모호하여 안전관리 체계에 혼선이 발생하고 있으며, 국제 기준과 국내 법령 간 불일치로 인해 관련 시설·제품의 안전 확보에 한계가 존재한다. 본 연구는 친환경 신냉매의 가연성 특성을 국제 규격(ISO 817, ISO 10156, ASHRAE 34, ASTM E681 등) 및 해외 사례(일본 KHKS, 미국 ASHRAE)와 비교·분석하고, 국내 고압가스안전관리법의 가연성 정의와의 차이를 검토하였다. 이를 위해 냉매별 연소한계, 연소속도, 연소열 등 물성을 실험 및 문헌 기반으로 확보하였으며, 약가연성 냉매에 대한 별도 등급 분류 가능성과 방폭 규정 적용 여부를 분석하였다. 연구결과는 친환경 신냉매 정책 변화에 부합하는 합리적 안전관리체계 구축을 위한 기초 자료로 활용될 수 있다.

P안전금-6

조류 응집 기반 미세플라스틱 회수 및 초임계 수열 산화 공정의 환경·경제성 분석

김인혜, 오정재, 임민석, 조성현*
전북대
(shcho5043@jbnu.ac.kr*)

미세플라스틱(Microplastics, MPs)은 장기 잔류성과 독성 잠재성으로 인해 생태계 교란, 먹이사슬 축적, 인체 건강 위해를 유발하는 대표적 신흥 오염물질로, 환경 위해성 관리와 안전한 처리 기술 개발이 시급하다. 본 연구는 조류의 응집 특성을 활용하여 수계에서 MPs를 효과적으로 포집 · 농축하고, 형성된 고함수성 슬러지를 수열 산화(Hydrothermal Oxidation, HTO)로 처리하는 경로를 제안하였다. HTO는 초임계수를 반응 매질로 활용해 건조 공정 없이 고수분 슬러지를 직접 처리할 수 있으며, 완전 산화를 통해 MPs의 잔류 독성과 2차 오염을 근본적으로 제거한다. 산화제로 공기, 산소, 과산화수소를 적용해 산화 효율과 부산물 특성을 비교하였으며, 전과정평가와 기술-경제성 평가를 통해 환경 · 경제적 타당성을 검증하였다. 본 연구는 MPs 저감, 환경 위해성 완화, 자원순환을 동시에 실현할 수 있는 안전하고 지속가능한 처리 기술의 가능성을 제시한다.

P안전금-7

촉매 기반 CWPO-AOP와 슬러지 가스화를 연계한 폐수 처리 통합공정 설계

오정재, 임민석, 김인혜, 조성현*
전북대
(shcho5043@jbnu.ac.kr*)

신흥우려물질(Contaminants of Emerging Concern, CECs)은 기존 생물학·물리화학 공정에서 제거효율이 낮고, 독성·착색·고염분 등으로 처리 안정성을 저해하는 문제가 있다. 이에 따라 방류기준이 강화되고, 처리 과정에서 발생하는 슬러지의 매립·소각 비용과 온실가스 배출이 급증하고 있다. 더불어 의약물질·내분비계교란물질 등 CECs의 지속적 유입은 공정부하와 운전비를 가중시킨다. 이러한 한계를 극복하기 위해 촉매 기반 습식과산화(CWPO)를 핵심으로 한 고급산화공정(Advanced Oxidation Process, AOP)과 슬러지 가스화를 연계한 통합공정을 제안하며, H_2O_2 라디칼에 의한 분해와 합성가스(H_2, CO) 회수를 통해 에너지 자립과 탄소저감을 도모한다.

P안전금-8

안전 및 환경 제약을 고려한 암모니아 분해 수소 생산 공정의 다목적 최적화: NSGA-III와 기계학습 통합 접근법

임민석, 오정재, 김인혜, 조성현*
전북대
(shcho5043@jbnu.ac.kr*)

수소 경제 전환의 핵심인 암모니아 분해 공정은 높은 수소 수율에도 불구하고 경제성과 인체 독성 물질 배출 간 딜레마에 직면해 있다. 본 연구는 이러한 상충 관계를 해결하기 위해 인공지능 강화 시뮬레이션과 NSGA-III를 융합한 최적화 방법론을 제시한다. CatBoost 기법으로 ppm단위의 안전 규제에 적합하도록 시뮬레이션의 수렴성을 개선하고, 경제성(LCOH), NOx 배출, 지구온난화지수(GWP)의 삼중 목표를 동시 최적화하였다. 반응기 설계변수(길이 1-10m, 온도 400-900℃, 압력 1-20bar) 최적화를 통해 66개 파레토 최적해를 도출했으며, 특히 경제 중심, 환경 안전 중심, 기후 중심, 균형 전략의 네 가지 운전 시나리오를 정량화하여 목적별 최적 운전 조건을 명확히 제시했다. 본 연구는 안전과 경제성의 균형점을 찾아 지속가능한 수소 생산 인프라 구축의 지침을 제공한다.

P안전금-9

A methodology for Enhancing the Reliability of LOPA through HAZOP Severity Verification

김동운*, 홍성준
SAMSUNG E&A
(dw5436.kim@samsung.com*)

The target frequency in LOPA is subsequently determined based on the HAZOP severity. However, if the HAZOP severity is overestimated without accounting for occupancy, the target frequency becomes excessively low, necessitating a high SIL. This issue is particularly pronounced when severity is primarily driven by safety, as the qualitative determination of severity often leads to overestimation. This paper introduces a novel methodology to enhance the Reliability of LOPA by leveraging quantitative modeling to derive HAZOP severity. This approach enables the re-establishment of an appropriate target frequency. By providing a more accurate and objective assessment of severity, this methodology reduces the likelihood of overestimating severity and mitigates the need for unnecessarily high SILs, thereby improving the efficiency and effectiveness of risk management processes.

P안전금-10

안전과 비용 효율성을 고려한 Building Risk 비교 분석

박원형, 홍성준*, 민도연, 홍기완
삼성E&A
(sjuun.hong@samsung.com*)

This study presents a comparative analysis of Building Risk Assessment. Despite identical technical and site conditions, the two clients exhibit different approaches to risk tolerance, and design assumptions. One emphasizes a balanced philosophy between safety and cost-efficiency, while the other is characterized by conservative assumptions. Through quantitative comparison of overpressure, building siting decisions, and required protections, the analysis demonstrates that the conservative approach leads to higher capital costs without proportionate risk reduction. The findings raise questions about the trade-off between safety and competitiveness, and whether over-conservatism in design philosophy may undermine project efficiency. This provides data-driven insights for management, safety decision-makers seeking optimal strategies that align with both safety and economic.

P안전금-11

Dispersion modelling collaborated with EI 15 for Hazardous area classification

이서형*
삼성E&A
(seohyung.lee@samsung.com*)

The Energy Institute's (EI's) Model code of safe practice – Part 15: Area classification code for installations handling flammable fluids (hereinafter referred to as EI15) is one of widely recognized industry guidance / criteria for hazardous area classification. One of the approaches outlined in EI15 is the risk-based method, which is applicable to potential release sources where the hole size or release rate is unknown – i.e. secondary sources of release. In this method, the release flow rate is obtained for hole sizes ranging from 1 to 10mm from the table of pre-determined values which has been developed based on dispersion modelling to LFL distance. However, this approach has limitations in that some area of the plant might be missed from hazardous area classification. As this approach of area classification is confined to equipment containing hazardous sources, other sources of release (e.g. valve manifolds, truck loading/unloading location) might not be classified even though flammable substances are processed and/or handled. To cope with these situations, recently, there is a growing trend toward adopting dispersion studies that incorporate worst credible hole size scenarios, commonly 25mm, under actual operation conditions for hazardous area classification. These studies are increasingly being used to complement the requirements of EI15 in certain project cases. By integrating dispersion modelling with EI15 approaches,

P안전금-12

소듐 ISO 탱크의 해체 경험을 통한 소듐 관련 대형 설비의 안전하고 효율적인 해체 및 세정 방법

조영일*, 박기원, 안치현, 김종만[1], 이제환
한국원자력연구원; [1]HC 테크
(yicho@kaeri.re.kr*)

소듐 관련 설비의 해체 작업은 그 특성상 해체 대상 설비의 크기와 구조가 항상 일정하지 않고, 다양한 규격·형태를 갖는 경우가 많다. 또한, 해체 대상물로부터 발생하는 소듐 또는 그 산화물 역시 각각 상이한 형태를 이루기 때문에, 기존의 정형화된 해체 설비나 도구만으로는 효과적인 해체 작업에 한계가 존재한다. 나아가 경험이나 관련된 가이드라인 없이 해체 작업을 수행하기에는 소듐이 갖는 화학적 위험성을 간과할 수 없으므로, 보다 신중하고 근거 있는 접근이 필요하다.이에 본 논문에서는 다소 기초적이고 원시적일 수 있으나 ISO 탱크의 해체 방법과 소듐 세정 방안을 기술하여 대형 소듐 설비에 적용 가능한 해체 방법 및 소듐 제거 방안을 제시하고자 하며, 동시에 그간 시도했던 방법들과 제외 사유, 안전보호구 선정 기준에 대해서도 제안하고자 한다. Due to the nature of dismantling of sodium-related facilities, the size and structure of facilities to be dismantled are not always constant, and there are many cases of various specifications and shapes. In addition, since sodium or its oxides generated from the dismantling object also form different forms, there is a limit to effective dismantling work with only existing standardized dismantling facilities or tools. Furthermore, since the chemical risk of sodium cannot be overlooked to perform dismantling without experience or related guidelines, a more careful and reasonable approach is needed.Therefore, this paper describes the ISO tank dismantling method and sodium cleaning method, although

P안전금-13

CFD 기반 디스플레이 실험실 파이프라인 독성물질 유동해석 및 누출 시뮬레이션

김기찬, 김수진, 권휘웅*
순천향대
(khu3603@sch.ac.kr*)

최근 디스플레이 산업이 성장함에 따라 디스플레이 실험실 및 공정에서 독성물질 사용이 증가하고 있다. 특히 실험실 내 파이프라인을 통한 독성물질 이송 과정에서 발생할 수 있는 누출은 실험실 환경과 인명 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있으나, 이에 대한 안전 대응 지침이 부족한 실정이다. 본 연구의 목적은 독성물질의 물리, 화학적 특성을 조사하고 파이프라인에서의 독성물질 누출시나리오를 CFD 유동해석에 기반하여 분석하는 것이다. 본 연구는 모델 타당성을 검토하고, 경계조건과 유동조건을 설정하여 파이프라인 길이에 따른 압력, 온도, 속도 변화와 누출 상황에 대한 시뮬레이션을 진행하였다. 본 연구는 향후 실험실 안전 설계, 누출 대응 매뉴얼 마련, 사고 피해 최소화 전략 수립과 관련된 이해관계자들에게 참고자료로 활용될 것으로 사료된다.

P안전금-14

An automated framework for Fire & Gas detection system Cause & Effect matrix generation

최원준*, 김주관[1], 엄기문[1]
삼성E&A; [1]삼성이앤에이
(cwj9416@gmail.com*)

This study proposes an automated framework for generating Fire & Gas (F&G) Cause & Effect (C&E) Matrices, a task often repetitive, time-consuming, and error-prone. Logic patterns are created using LLM, while F&G device data from the Engineering Data Platform and these patterns are integrated within a Palantir-based platform. The system classifies devices by Cause and Effect logic and applies pre-defined rules to automate matrix generation, reducing man-hours, minimizing repetitive tasks, and improving consistency and quality.

P안전금-15

Quantitative analysis of fire monitor protection coverage

신동진*, 김주관, 남효석, 김주혁
삼성E&A
(dj00.shin@samsung.com*)

This study aims to develop a program that quantitatively assesses the protective coverage of fire water monitors, a key component of fire prevention systems. Conventional design relies on empirical judgment and qualitative reviews. To address this, an algorithm was designed to quantify coverage and a program was developed to support coverage assessment and design review using 3D design data. Key features include automatic viewpoint creation, safety distance review, performance curve generation, and coverage evaluation. The program enables design optimization and provides verification data. It is expected to enhance design objectivity and consistency, improve stakeholder communication, and ultimately enhance fire safety design quality.

초록집 색인

***( )안의 숫자는 초록집 페이지**

가성빈 P공정금-78(282)
강경수 심(기후)목-1(156)
강경수 심(신진)목-2(150)
강규미 P재료금-145(512)
강기혁 P촉매금-15(539)
강기혁 P촉매금-14(539)
강기혁 O촉매목-3(528)
강기혁 P촉매금-110(563)
강기혁 심(CCUS)목-3(152)
강나영 심(교류)목-5(204)
강다빈 P촉매금-17(540)
강다빈 P촉매금-19(540)
강다영 P에환목-117(392)
강다현 P에환목-21(368)
강도형 P촉매금-3(536)
강동국 P에환목-58(377)
강동근 P공정금-34(271)
강동우 P분리목-41(315)
강동우 P분리목-42(315)
강동우 P분리목-75(323)
강명성 P촉매금-52(548)
강명성 P촉매금-58(550)
강명성 P촉매금-101(561)
강명성 P촉매금-111(563)
강문성 심(양자)금-4(170)
강문성 O재료금-19(475)
강문성 P분리목-43(315)
강문성 P분리목-47(316)
강문성 P분리목-44(315)
강문성 P분리목-45(316)
강문성 P분리목-46(316)
강민수 P재료금-128(507)
강민수 P입자금-28(461)
강민우 P재료금-172(518)
강민주 P생물목-38(341)
강민지 P에환목-16(366)
강보경 P분리목-21(310)
강석태 P에환목-194(411)
강성구 P열역금-37(428)
강성구 P열역금-7(421)
강성구 P분리목-24(310)
강성봉 P촉매금-49(548)
강성봉 O촉매수-1(523)
강성봉 O촉매수-18(527)
강성봉 P촉매금-42(546)
강시연 P에환목-22(368)
강시연 P에환목-24(368)
강신욱 P촉매금-107(562)
강신혁 심(위젯)수-4(207)
강여민 O에환금-4(357)
강여민 P에환목-74(381)
강연진 O열역목-6(415)
강영수 심(탄소)금-1(172)
강영수 P에환목-181(408)
강영수 P촉매금-38(545)
강영수 P에환목-182(408)
강영수 P에환목-53(376)
강영수 P에환목-132(395)
강용수 P고분금-91(238)
강우석 O재료수-3(466)
강우진 P촉매금-35(544)
강유신 P분리목-57(319)
강윤배 P촉매금-66(552)
강윤배 O재료수-3(466)
강윤배 O촉매수-9(525)
강은솔 O공정수-21(254)
강은수 O입자금-3(451)
강은희 P분리목-26(311)
강응수 심(C1)금-1(169)
강이현 P재료금-14(479)
강장훈 O공정금-25(262)
강장훈 P공정금-143(298)
강정원 O열역목-2(414)
강정원 P촉매금-136(569)
강정원 P에환목-146(399)
강종규 O유동목-7(433)
강종규 O유동금-1(433)
강종규 O유동목-1(432)
강주성 P이동금-6(447)
강주원 P에환목-90(385)
강주원 P에환목-91(385)
강주원 P에환목-88(384)
강주환 P열역금-23(425)
강준구 P고분금-27(222)
강지은 P분리목-65(321)
강지현 P재료금-174(519)
강지현 O촉매수-1(523)
강지현 O촉매수-18(527)
강진석 P열역금-33(427)
강진혁 O에환금-9(358)
강찬영 P고분금-98(240)
강충무 P생물목-11(334)
강태우 P이동금-8(447)
강태우 P재료금-64(491)
강태우 P재료금-67(492)
강태욱 P생물목-68(348)
강태현 P고분금-95(239)
강하은 심(고분)금-3(177)
강현석 O촉매수-8(524)
강현석 O에환금-18(360)
강현진 P공정금-124(293)
강홍재 심(재활용)금-1(174)
강회종 P분리목-1(305)
강효 P고분금-74(234)
강효 P고분금-88(237)
강효 P고분금-90(238)
강효 P열역금-46(430)
경소은 P분리목-67(321)
고강석 O유동목-2(432)
고강석 P유동금-17(441)
고강석 P에환목-64(378)
고경민 P촉매금-78(555)
고관영 O생물목-7(329)
고광섭 P촉매금-86(557)
고광용 P에환목-76(381)
고동연 P분리목-5(306)
고동연 O분리금-2(302)
고동연 O공정수-13(252)
고동연 P분리목-6(306)
고동연 O공정수-11(251)
고동연 O촉매목-7(529)
고동연 심(에스)목-7(143)
고동연 O분리금-3(302)
고동연 O촉매금-16(533)
고동연 O분리목-1(300)
고동연 O분리금-1(302)
고동연 O분리금-4(302)
고민재 심(한림)목-5(149)
고상혁 O공정수-22(254)
고상혁 O에환금-23(361)
고서빈 P재료금-70(493)
고서빈 P에환목-2(363)
고서빈 P에환목-3(363)
고성현 P공정금-132(295)
고성현 O공정금-25(262)
고성현 P공정금-143(298)
고세영 O생물금-5(331)
고영수 P고분금-4(216)
고영수 P고분금-8(217)
고영수 P고분금-1(216)
고영수 P고분금-5(217)
고영수 P고분금-9(218)
고영수 P고분금-2(216)
고영수 P고분금-6(217)
고영수 P고분금-20(220)
고영수 P고분금-3(216)
고영수 P고분금-7(217)
고영운 P고분금-37(225)
고영운 P고분금-42(226)
고영운 P고분금-33(224)
고예은 P재료금-76(494)
고우진 P열역금-5(421)
고원지 심(위젯)수-7(208)
고유진 O유동금-1(433)
고윤혁 P촉매금-3(536)
고은미 O공업금-1(243)
고이제 P재료금-130(508)
고장면 P에환목-187(409)
고재락 O에환수-16(353)
고재락 O공정수-23(254)
고재락 O에환수-20(354)
고재현 심(에스)목-6(143)
고재현 O에환수-18(354)
고창현 O촉매수-10(525)
고창현 P촉매금-17(540)
고창현 P촉매금-19(540)
고창현 O촉매수-2(523)
고태언 P공정금-116(291)
고태언 P공정금-112(290)
고태언 P공정금-119(292)
고태언 P공정금-90(285)
고태언 P공정금-115(291)
고현주 P에환목-109(390)
고혜림 P촉매금-45(547)
공수현 O입자금-10(453)
공예진 P분리목-29(312)
공유진 P재료금-80(495)
공준 O에환목-5(356)
공준 P에환목-49(375)
공지현 P에환목-166(404)
곽나영 P에환목-77(382)
곽민국 P에환목-183(408)
곽상규 O재료목-1(469)
곽상규 P분리목-70(322)
곽상규 P열역금-22(424)
곽상규 P촉매금-87(557)
곽상규 O분리목-2(300)
곽상규 P열역금-23(425)
곽상규 P에환목-153(401)
곽상규 O열역목-8(415)
곽상규 O에환금-10(358)
곽성복 P에환목-34(371)
곽성복 P에환목-35(371)
곽성복 P에환목-36(371)
곽성복 P에환목-33(371)
곽영우 O재료목-7(470)
곽예지 P재료금-9(478)
곽자훈 O촉매수-21(528)
곽효욱 P공정금-94(286)
구근호 O촉매금-5(531)

구근호 심(에스)목-3(142)
구기영 심(CCUS)목-2(152)
구기영 O에환목-1(355)
구기영 심(전주기)목-2(154)
구나현 심(위젯)수-4(207)
구도연 P고분금-6(217)
구도연 P고분금-7(217)
구도연 P고분금-20(220)
구동건 P재료금-168(517)
구동건 P재료금-169(518)
구민수 P에환목-119(392)
구민수 P에환목-117(392)
구민수 P에환목-118(392)
구보람 P공정금-126(294)
구보람 O공정금-15(259)
구보람 P공정금-128(294)
구보람 P공정금-101(288)
구보람 P공정금-131(295)
구보람 P공정금-125(294)
구본준 O촉매수-12(525)
구자현 P생물목-63(347)
구진호 P에환목-191(410)
구진호 P에환목-194(411)
구현정 P에환목-14(366)
구현정 P에환목-15(366)
권가연 심(위젯)수-3(207)
권광현 P공정금-39(272)
권광호 심(C1)금-2(169)
권기운 O공정금-5(257)
권기현 O공정수-5(250)
권다애 P생물목-59(346)
권다영 O재료목-4(470)
권대현 O재료목-1(469)
권대현 P에환목-153(401)
권동혁 P분리목-70(322)
권민경 P공정금-110(290)
권석준 P재료금-6(477)
권석준 P이동금-8(447)
권석준 P재료금-64(491)
권석준 P재료금-67(492)
권성완 심(에스)목-10(144)
권성완 P에환목-168(404)
권성완 O촉매목-6(529)
권성완 O촉매금-20(534)
권성완 P재료금-141(511)
권성현 O열역목-8(415)
권성현 P열역금-22(424)
권성현 P촉매금-87(557)
권승돈 P촉매금-114(564)
권승돈 P촉매금-115(564)
권승돈 P촉매금-117(565)
권승돈 P촉매금-119(565)
권예지 O촉매수-7(524)
권예진 P분리목-27(311)
권오채 O유동금-8(435)
권오현 P재료금-175(519)
권오현 P재료금-174(519)
권용우 P재료금-79(495)
권용재 O재료목-3(469)
권용재 O에환수-21(355)
권용재 O재료수-1(466)
권용재 O에환금-7(358)
권용재 O재료수-7(467)
권우석 P에환목-111(390)
권우성 O입자금-14(454)
권우성 P입자금-36(463)
권우성 P입자금-37(464)
권은지 P재료금-154(514)
권은희 P공정금-9(265)
권재민 P에환목-166(404)
권재현 P촉매금-26(542)
권정회 P분리목-19(309)
권태윤 P고분금-64(231)
권태은 P촉매금-110(563)
권태은 O촉매목-3(528)
권태은 P촉매금-106(562)
권혁면 심(공동)금-5(195)
권혁민 O재료금-19(475)
권혁원 P공정금-88(284)
권혁인 P공정금-119(292)
권혁인 P공정금-115(291)
권혁인 P공정금-112(290)
권혁인 P공정금-116(291)
권혁인 P공정금-83(283)
권혁재 P촉매금-91(558)
권혁재 P촉매금-49(548)
권혁진 P고분금-11(218)
권현욱 P재료금-151(513)
권현지 P공정금-98(287)
권형욱 P촉매금-3(536)
권형욱 P촉매금-7(537)
권형욱 P에환목-12(365)
권형욱 P에환목-59(377)
권휘웅 O안전목-1(574)
권휘웅 P안전금-13(578)
권휘웅 P공정금-21(268)
권휘웅 P공정금-117(292)
금예섭 O촉매수-15(526)
금화연 P열역금-1(420)
길진우 P공정금-90(285)
길진우 P공정금-81(283)
김가민 P에환목-161(403)
김가민 P에환목-172(405)
김가민 P에환목-162(403)
김가민 P에환목-164(403)
김가민 P에환목-171(405)
김가영 P열역금-16(423)
김가현 P생물목-24(337)
김가현 P재료금-138(510)
김강엽 P공정금-73(281)
김건국 P에환목-199(412)
김건영 O공정수-10(251)
김건영 O공정금-11(258)
김건우 O생물금-1(330)
김건욱 O재료수-11(468)
김경민 P고분금-82(236)
김경민 P분리목-63(320)
김경민 P입자금-39(464)
김경민 P분리목-64(320)
김경수 P재료금-130(508)
김경수 O재료목-4(470)
김경수 심(에스)목-8(143)
김경수 P재료금-43(486)
김경수 P재료금-136(509)
김경수 심(재활용)금-6(175)
김경수 P재료금-142(511)
김경수 P재료금-148(512)
김경은 P촉매금-90(558)
김경진 P생물목-19(336)
김경진 P에환목-17(367)
김경학 P촉매금-72(553)
김경학 O촉매목-2(528)
김경학 P재료금-134(509)
김경학 O재료금-13(474)
김경학 O촉매금-12(532)
김경호 O생물목-8(329)
김경호 P생물목-25(338)
김관용 P고분금-46(227)
김광영 심(CCUS)목-1(152)
김광영 심(열역)금-5(188)
김광영 심(전주기)목-2(154)
김광현 O촉매수-21(528)
김광호 P공정금-9(265)
김광호 P공정금-1(263)
김광호 P공정금-2(263)
김광호 P공정금-8(264)
김국희 O에환목-4(356)
김귀민 P재료금-137(510)
김귀민 P재료금-78(495)
김귀민 P재료금-82(496)
김규리 P열역금-38(428)
김규태 P에환목-156(401)
김규학 P에환목-150(400)
김규한 P고분금-72(233)
김규한 P고분금-84(236)
김규한 P고분금-75(234)
김규한 P고분금-85(237)
김규한 P고분금-76(234)
김규한 P고분금-92(238)
김규한 P고분금-78(235)
김근영 심(KTR)목-12(166)
김기동 심(수소)목-1(202)
김기민 O이동금-9(445)
김기배 P생물목-2(332)
김기섭 P에환목-150(400)
김기섭 P에환목-146(399)
김기왕 P촉매금-36(544)
김기욱 O재료금-14(474)
김기욱 P재료금-68(492)
김기웅 심(C1)금-3(169)
김기웅 P공정금-118(292)
김기웅 P공정금-141(298)
김기웅 심(CCU)목-5(163)
김기찬 O안전목-1(574)
김기찬 P안전금-13(578)
김기찬 P공정금-117(292)
김기철 P촉매금-63(551)
김기철 P에환목-64(378)
김기철 O촉매수-10(525)
김기태 P고분금-19(220)
김나연 P촉매금-105(562)
김나영 P에환목-128(394)
김나운 P에환목-3(363)
김나해 O공업금-2(243)
김남준 P안전금-4(575)
김남훈 O유동금-1(433)
김남훈 O유동금-4(434)
김남훈 P재료금-141(511)
김다니엘 P에환목-162(403)
김다니엘 P에환목-164(403)
김다니엘 P에환목-171(405)
김다니엘 P에환목-161(403)
김다니엘 P에환목-172(405)
김다미 P공정금-57(277)
김다미 O공정수-1(249)
김다연 P촉매금-136(569)
김다연 P에환목-163(403)
김다연 P에환목-143(398)
김다운 P생물목-65(348)
김다운 P생물목-64(347)
김다윈 P입자금-13(458)
김다인 P촉매금-34(544)
김다흰 P재료금-141(511)
김다흰 O재료금-15(474)
김다흰 P재료금-117(505)
김다흰 P재료금-118(505)
김대영 P에환목-20(367)
김대우 P분리목-31(312)
김대우 P에환목-102(388)
김대우 P촉매금-43(546)
김대우 P에환목-143(398)
김대우 O분리금-6(303)
김대우 P촉매금-47(547)
김대우 P분리목-30(312)
김대우 P에환목-50(375)
김대욱 O유동목-2(432)
김대욱 P유동금-17(441)
김대욱 O에환금-20(361)
김대웅 O입자금-7(452)
김대웅 O입자금-8(452)
김대현 P유동금-12(439)
김대형 P재료금-71(493)
김대희 심(CCUS)목-7(153)
김덕률 P열역금-4(420)

김덕우 P촉매금-99(560)
김덕우 P촉매금-105(562)
김덕준 심(고분)금-1(177)
김도경 심(KTR)목-2(164)
김도경 심(교류)목-5(204)
김도연 P촉매금-83(556)
김도연 P에환목-112(390)
김도연 P재료금-134(509)
김도영 O촉매수-18(527)
김도영 O촉매수-1(523)
김도준 P촉매금-71(553)
김도현 O열역금-10(419)
김도현 O공정수-22(254)
김도현 P공정금-61(278)
김도현 O공정수-2(249)
김도현 P공정금-59(277)
김도현 P공정금-60(277)
김도형 P재료금-90(498)
김도환 O고분금-9(214)
김도환 O재료금-19(475)
김도환 P재료금-102(501)
김도훈 P에환목-110(390)
김도희 P촉매금-141(571)
김도희 P촉매금-1(536)
김도희 P촉매금-142(571)
김도희 O에환금-16(360)
김도희 P촉매금-144(571)
김도희 O에환금-22(361)
김도희 P촉매금-146(572)
김동국 P공정금-66(279)
김동균 O고분목-4(212)
김동근 심(위젯)수-1(207)
김동근 P분리목-14(308)
김동근 P입자금-5(456)
김동룡 O재료금-14(474)
김동민 O촉매수-1(523)
김동석 심(공동)금-6(195)
김동석 P재료금-136(509)
김동성 O촉매수-8(524)
김동언 O재료금-16(474)
김동언 P촉매금-53(549)
김동완 P공정금-63(278)
김동우 P촉매금-36(544)
김동우 P재료금-151(513)
김동욱 심(한화)목-1(145)
김동운 P안전금-9(577)
김동재 O유동금-5(434)
김동재 P이동금-9(447)
김동재 O열역금-8(418)
김동재 O이동금-9(445)
김동재 P열역금-14(422)
김동진 P촉매금-94(559)
김동철 P생물목-68(348)
김동하 심(고분)금-3(177)
김동하 P공정금-41(273)
김동학 P고분금-54(229)
김동학 P고분금-50(228)
김동학 P고분금-53(229)
김동혁 O촉매금-15(533)
김동혁 O생물목-2(328)
김동혁 P생물목-19(336)
김동혁 P생물목-27(338)
김동혁 O생물금-5(331)
김동혁 P생물목-20(336)
김동혁 P생물목-30(339)
김동혁 P생물목-15(335)
김동혁 P생물목-21(337)
김동혁 P공정금-18(267)
김동혁 P생물목-22(337)
김동혁 P에환목-157(402)
김동현 O촉매수-7(524)
김동현 P공정금-32(270)
김동현 P고분금-12(218)
김동호 P재료금-146(512)
김동호 P재료금-147(512)
김동화 P고분금-50(228)
김동환 P에환목-95(386)
김두헌 P고분금-14(219)
김두헌 P고분금-15(219)
김두헌 P재료금-146(512)
김두헌 P재료금-147(512)
김래원 P생물목-36(340)
김량하 P재료금-69(493)
김륜나 P재료금-82(496)
김륜나 O촉매목-6(529)
김륜나 O촉매금-20(534)
김륜나 P재료금-141(511)
김명근 O촉매금-21(535)
김명근 P재료금-145(512)
김명호 O이동금-6(444)
김명환 심(배터리)목-5(200)
김문영 P유동금-14(440)
김문일 P생물목-46(343)
김미르 O촉매수-5(524)
김미연 O촉매수-19(527)
김민 심(재료)목-5(193)
김민 O에환수-12(352)
김민경 P재료금-81(496)
김민규 O열역금-10(419)
김민규 P열역금-15(423)
김민규 P촉매금-96(559)
김민규 P열역금-16(423)
김민규 O열역금-9(418)
김민균 P재료금-115(504)
김민기 P에환목-144(398)
김민기 P분리목-63(320)
김민기 P에환목-147(399)
김민기 P에환목-102(388)
김민기 P에환목-143(398)
김민서 P에환목-198(412)
김민서 O입자금-2(451)
김민성 P고분금-55(229)
김민성 P에환목-89(385)
김민성 P공정금-7(264)
김민성 P공정금-11(265)
김민성 P에환목-132(395)
김민수 P에환목-39(372)
김민수 P재료금-61(491)
김민수 P공정금-99(287)
김민수 P재료금-65(492)
김민수 P재료금-59(490)
김민수 P재료금-86(497)
김민수 P재료금-60(490)
김민수 P분리목-31(312)
김민식 심(C1)금-1(169)
김민영 P촉매금-17(540)
김민우 P고분금-34(224)
김민우 P열역금-11(422)
김민재 P에환목-64(378)
김민재 P공정금-24(268)
김민재 P입자금-11(457)
김민재 O촉매수-10(525)
김민재 P촉매금-63(551)
김민정 P입자금-7(456)
김민정 P고분금-19(220)
김민정 O이동금-1(443)
김민주 P재료금-91(498)
김민주 P에환목-166(404)
김민주 P분리목-37(314)
김민주 심(고분)금-3(177)
김민주 P분리목-42(315)
김민지 P에환목-21(368)
김민지 심(위젯)수-9(209)
김민지 P에환목-93(386)
김민찬 O이동금-4(443)
김민철 O촉매수-10(525)
김민철 P촉매금-63(551)
김민철 P에환목-64(378)
김민현 P안전금-1(575)
김민희 P에환목-161(403)
김민희 P에환목-172(405)
김민희 P에환목-162(403)
김민희 P에환목-164(403)
김민희 P에환목-171(405)
김배정 P공정금-69(280)
김범수 P촉매금-97(560)
김범식 O촉매금-18(534)
김범준 O에환금-18(360)
김범진 P공정금-65(279)
김병관 O고분금-7(214)
김병철 P분리목-7(306)
김병훈 P재료금-181(521)
김병훈 P재료금-182(521)
김병훈 P재료금-183(521)
김병훈 P재료금-184(521)
김보건 P공정금-138(297)
김보미 P생물목-24(337)
김보은 P공정금-126(294)
김보은 P공정금-127(294)
김봉수 심(전문)목-3(205)
김사랑 P에환목-179(407)
김상경 심(고분)금-6(178)
김상도 P에환목-75(381)
김상륜 심(배터리)목-6(200)
김상윤 P재료금-28(482)
김상윤 P공정금-28(269)
김상윤 P공정금-45(274)
김상윤 P공정금-46(274)
김상윤 P공정금-70(280)
김상혁 P에환목-37(372)
김상혁 P에환목-38(372)
김서영 P재료금-131(508)
김서윤 P재료금-24(481)
김서윤 P재료금-25(482)
김서윤 P재료금-26(482)
김서하 P에환목-198(412)
김서현 P에환목-118(392)
김석주 O공정수-22(254)
김석주 O에환금-23(361)
김석호 O재료금-11(473)
김선권 O재료금-19(475)
김선규 P촉매금-23(541)
김선규 심(탄소)금-3(172)
김선규 심(신진)목-1(150)
김선규 P에환목-8(364)
김선민 P재료금-128(507)
김선민 P입자금-27(461)
김선민 P고분금-62(231)
김선욱 P공정금-95(286)
김선이 O에환목-3(355)
김선주 P재료금-2(476)
김선주 P재료금-59(490)
김선주 P재료금-61(491)
김선지 P촉매금-37(545)
김선택 P촉매금-37(545)
김선형 P촉매금-39(545)
김선형 P촉매금-78(555)
김선형 P에환목-125(394)
김선호 P촉매금-101(561)
김선호 P촉매금-58(550)
김성곤 P재료금-87(497)
김성곤 P재료금-88(497)
김성곤 P재료금-89(498)
김성관 O재료수-8(467)
김성렬 O이동금-10(445)
김성령 P분리목-14(308)
김성령 심(위젯)수-1(207)
김성령 O분리목-8(301)
김성민 O에환금-22(361)
김성민 P촉매금-146(572)
김성봉 P생물목-63(347)
김성빈 O재료목-5(470)
김성섭 O재료수-10(468)
김성섭 P재료금-66(492)

김성섭 O재료수-6(467)
김성섭 O에환금-3(357)
김성섭 P재료금-9(478)
김성섭 P재료금-55(489)
김성섭 O재료수-9(468)
김성섭 P재료금-56(489)
김성엽 P에환목-148(399)
김성우 P열역금-5(421)
김성원 P유동금-3(437)
김성원 O유동금-2(434)
김성원 P유동금-15(440)
김성원 P유동금-1(437)
김성윤 심(위젯)수-11(209)
김성은 P재료금-70(493)
김성은 P에환목-163(403)
김성은 심(열역)금-4(187)
김성은 P촉매금-136(569)
김성은 P촉매금-109(563)
김성은 P촉매금-122(566)
김성은 P촉매금-123(566)
김성은 P촉매금-124(566)
김성인 P에환목-126(394)
김성일 O공정수-9(251)
김성일 O공정수-12(251)
김성일 P유동금-16(440)
김성일 P에환목-31(370)
김성주 P에환목-15(366)
김성주 O에환수-1(350)
김성주 O유동금-9(435)
김성주 O에환수-2(350)
김성주 O유동금-10(436)
김성주 P에환목-14(366)
김성준 O재료목-3(469)
김성준 P재료금-132(508)
김성준 P에환목-145(399)
김성탁 P촉매금-74(554)
김성탁 P촉매금-80(555)
김성탁 O촉매수-3(523)
김성탁 O촉매금-17(534)
김성환 P촉매금-63(551)
김성희 P에환목-99(387)
김성희 P에환목-124(393)
김세빈 O고분금-2(213)
김세빈 O열역금-1(416)
김세연 O재료금-2(471)
김세연 P재료금-53(489)
김세연 P재료금-140(510)
김세연 심(위젯)수-8(208)
김세영 심(전기)목-4(158)
김세영 P에환목-20(367)
김세은 P생물목-39(341)
김세중 P공정금-72(280)
김세현 P고분금-11(218)
김세호 P열역금-8(421)
김소연 P촉매금-52(548)
김소연 P촉매금-111(563)
김소연 P입자금-4(455)
김소윤 P공정금-65(279)
김소은 P열역금-42(429)
김소이 P생물목-30(339)
김소희 O이동금-11(445)
김수미 P에환목-73(381)
김수빈 P에환목-2(363)
김수빈 P에환목-3(363)
김수연 P재료금-32(483)
김수연 P재료금-28(482)
김수영 P유동금-15(440)
김수영 P유동금-1(437)
김수영 P유동금-3(437)
김수영 O유동금-2(434)
김수지 P촉매금-130(568)
김수지 O촉매수-2(523)
김수지 P촉매금-17(540)
김수지 P촉매금-19(540)
김수진 O안전목-1(574)
김수진 P안전금-13(578)
김수진 P공정금-117(292)
김수진 O촉매금-10(532)
김수찬 O재료수-5(467)
김수현 P촉매금-86(557)
김수현 심(에환)목-1(185)
김수현 P고분금-29(223)
김수현 P에환목-75(381)
김수환 P분리목-22(310)
김수환 O열역목-1(414)
김승규 O생물목-2(328)
김승열 P공업금-2(245)
김승열 P고분금-80(235)
김승열 P고분금-81(236)
김승우 P에환목-159(402)
김승우 P에환목-165(404)
김승우 O에환금-5(357)
김승우 P열역금-35(427)
김승윤 P재료금-15(479)
김승태 P열역금-11(422)
김승환 O분리금-5(303)
김시은 P분리목-5(306)
김시은 P에환목-71(380)
김시정 O생물금-8(331)
김시현 P에환목-126(394)
김신현 P고분금-23(221)
김신현 P고분금-29(223)
김신현 P고분금-25(222)
김신현 P고분금-26(222)
김신현 P에환목-49(375)
김신현 P고분금-16(219)
김신현 P고분금-27(222)
김신현 O에환목-5(356)
김아연 P에환목-69(380)
김아연 심(KTR)목-7(165)
김아영 P촉매금-132(568)
김애리 O촉매금-2(530)
김어진 O재료수-13(469)
김여진 P에환목-60(377)
김연수 P공정금-113(291)
김연수 P공정금-17(267)
김연수 P공정금-22(268)
김연수 P공정금-52(275)
김연수 심(위젯)수-12(209)
김연휘 P에환목-161(403)
김연휘 P에환목-172(405)
김연휘 P에환목-162(403)
김연휘 P에환목-164(403)
김연휘 P에환목-171(405)
김영 심(에환)목-3(185)
김영건 P고분금-16(219)
김영규 P고분금-59(230)
김영규 P고분금-63(231)
김영규 P고분금-77(235)
김영근 P공정금-21(268)
김영근 P공정금-58(277)
김영기 O재료금-18(475)
김영기 P재료금-51(488)
김영기 P재료금-22(481)
김영기 P재료금-35(484)
김영두 P공정금-9(265)
김영두 P공정금-1(263)
김영두 P공정금-2(263)
김영두 P공정금-8(264)
김영래 P재료금-69(493)
김영률 심(한림)목-6(149)
김영비 O생물목-3(328)
김영상 심(기후)목-4(156)
김영은 P촉매금-75(554)
김영은 심(CCUS)목-1(152)
김영은 심(열역)금-5(188)
김영은 심(전주기)목-2(154)
김영준 P재료금-117(505)
김영진 P공정금-124(293)
김영진 P공업금-3(245)
김영진 심(한화)목-4(145)
김영진 O공업금-3(243)
김영진 P공업금-4(245)
김영진 심(공업)금-1(179)
김영진 O촉매금-4(531)
김영진 O촉매금-16(533)
김영진 심(배터리)목-2(199)
김영찬 P에환목-146(399)
김영한 P분리목-7(306)
김영호 O공정목-6(256)
김영훈 P이동금-9(447)
김예리 P공업금-2(245)
김예리 P고분금-80(235)
김예리 P고분금-81(236)
김예린 P재료금-99(500)
김예린 P재료금-124(506)
김예린 P재료금-126(507)
김예린 P재료금-92(498)
김예린 P고분금-76(234)
김예원 P열역금-8(421)
김예원 P분리목-55(318)
김예은 P공정금-134(296)
김예지 P촉매금-31(543)
김예지 P고분금-10(218)
김예환 P재료금-119(505)
김왕수 O공정금-3(256)
김왕수 O공정금-4(257)
김용민 심(기후)목-6(157)
김용석 P촉매금-123(566)
김용석 P촉매금-120(565)
김용석 P촉매금-124(566)
김용석 P촉매금-121(566)
김용석 P촉매금-122(566)
김용일 P재료금-36(484)
김용주 P에환목-147(399)
김용진 O촉매수-15(526)
김용태 O공정금-15(259)
김용태 심(CCU)목-1(162)
김용태 P촉매금-138(570)
김용태 O촉매수-13(526)
김용태 P공정금-38(272)
김용환 심(C1)금-2(169)
김우경 P에환목-170(405)
김우식 P분리목-27(311)
김우열 O재료목-4(470)
김우열 P촉매금-64(551)
김우열 P촉매금-65(552)
김우현 P유동금-17(441)
김우현 O촉매수-10(525)
김우현 P촉매금-63(551)
김우현 P촉매금-92(558)
김우현 O유동목-2(432)
김원근 P생물목-40(341)
김원배 P재료금-49(488)
김원배 P에환목-183(408)
김원배 P에환목-184(408)
김원영 O열역금-1(416)
김원준 P생물목-3(332)
김원희 P생물목-61(347)
김유경 P고분금-52(228)
김유권 심(C1)금-3(169)
김유권 심(KTR)목-9(166)
김유나 심(재활용)금-1(174)
김유라 O에환금-3(357)
김유리 O공정금-10(258)
김유리 P공정금-66(279)
김유빈 P공정금-113(291)
김유빈 O공정금-12(259)
김유정 P에환목-1(363)
김유정 P에환목-15(366)
김유정 O에환수-1(350)
김유정 P에환목-26(369)
김유정 O에환수-2(350)
김유정 P에환목-14(366)

김유현 P공정금-49(275)
김유현 P공정금-104(288)
김윤상 P공업금-4(245)
김윤서 P공정금-18(267)
김윤석 P유동금-10(439)
김윤주 P공정금-92(285)
김윤지 P분리목-33(313)
김윤호 P재료금-73(494)
김윤호 심(고분)금-4(177)
김은도 P입자금-25(461)
김은비 P생물목-23(337)
김은석 P공정금-136(296)
김은수 P공정금-130(295)
김은중 P생물목-11(334)
김은지 P재료금-24(481)
김은지 P재료금-25(482)
김은지 P재료금-26(482)
김은혜 P재료금-159(515)
김이겸 O에환수-5(351)
김이겸 P에환목-101(388)
김인 심(이동)목-5(190)
김인우 O에환수-15(353)
김인혜 P안전금-6(576)
김인혜 P공정금-87(284)
김인혜 P안전금-7(576)
김인혜 P공정금-89(285)
김인혜 P안전금-8(576)
김인혜 P공정금-79(282)
김일구 P재료금-179(520)
김일구 P재료금-180(520)
김일구 P재료금-177(520)
김일구 P재료금-178(520)
김일태 P에환목-154(401)
김일태 P에환목-77(382)
김일태 P고분금-95(239)
김자영 심(입자)금-4(191)
김자현 P공정금-14(266)
김장민 P재료금-51(488)
김장민 P재료금-22(481)
김재경 심(KTR)목-3(164)
김재봉 O에환목-5(356)
김재봉 P에환목-49(375)
김재성 O촉매금-1(530)
김재성 O생물금-3(330)
김재성 O생물목-5(329)
김재승 P열역금-1(420)
김재승 O에환수-17(354)
김재엽 P재료금-62(491)
김재엽 P재료금-63(491)
김재엽 P재료금-158(515)
김재영 심(CCU)목-4(162)
김재우 P촉매금-106(562)
김재웅 P촉매금-72(553)
김재은 P에환목-20(367)
김재형 P촉매금-39(545)
김재형 P생물목-22(337)
김재형 P생물목-19(336)
김재훈 심(석유)목-4(160)
김점수 P분리목-7(306)
김정 O분리금-5(303)
김정 P분리목-65(321)
김정 P에환목-136(396)
김정규 O에환수-18(354)
김정근 P재료금-116(504)
김정랑 심(에환)목-2(185)
김정민 심(CCU)목-4(162)
김정민 P생물목-36(340)
김정민 P에환목-129(395)
김정철 P촉매금-140(570)
김정태 P재료금-58(490)
김정한 P촉매금-92(558)
김정현 P입자금-2(455)
김정현 O입자금-6(452)
김정현 O입자금-1(451)
김정현 O입자금-3(451)
김정현 O고분금-1(213)
김정현 P입자금-1(455)
김정현 O입자금-4(451)
김정현 O고분금-10(215)
김정현 O입자금-2(451)
김정현 O입자금-5(452)
김정화 O공정금-5(257)
김정환 심(한화)목-6(146)
김정환 P공정금-58(277)
김정환 P공정금-21(268)
김정환 P공정금-99(287)
김정환 P공정금-24(268)
김정환 심(공동)금-8(196)
김정훈 P에환목-149(400)
김정훈 O고분목-4(212)
김정훈 P재료금-138(510)
김종만 P입자금-26(461)
김종만 P안전금-12(577)
김종민 P에환목-139(397)
김종민 P고분금-86(237)
김종성 P재료금-48(487)
김종성 P재료금-50(488)
김종성 P재료금-54(489)
김종수 O에환수-3(350)
김종수 O에환수-4(350)
김종수 P에환목-13(366)
김종수 O에환수-19(354)
김종우 O공정금-16(260)
김종우 O공정금-22(261)
김종우 P공정금-63(278)
김종우 P공정금-65(279)
김종우 P공정금-101(288)
김종은 P재료금-42(486)
김종학 P분리목-81(325)
김종학 P고분금-83(236)
김종학 O에환수-6(351)
김종학 P분리목-31(312)
김종휘 O고분금-9(214)
김주관 P안전금-15(578)
김주관 P안전금-14(578)
김주리 O이동금-8(444)
김주식 심(KTR)목-3(164)
김주언 P촉매금-128(567)
김주연 P입자금-16(458)
김주원 P이동금-13(448)
김주원 P재료금-83(496)
김주원 P재료금-121(506)
김주혁 P안전금-15(578)
김주호 P열역금-26(425)
김주환 O재료금-4(472)
김준 P에환목-29(370)
김준기 P재료금-47(487)
김준석 P공업금-6(246)
김준수 P에환목-142(398)
김준엽 P에환목-21(368)
김준영 P유동금-2(437)
김준영 O공정금-1(256)
김준영 P촉매금-57(550)
김준영 P공정금-48(274)
김준우 O공정금-3(256)
김준우 O공정금-4(257)
김준원 O생물목-1(328)
김준태 P에환목-72(380)
김준혁 O열역금-5(417)
김준형 O생물목-7(329)
김준형 P생물목-29(339)
김준호 O고분금-9(214)
김준호 P에환목-159(402)
김준호 P에환목-165(404)
김중곤 P에환목-185(409)
김중휘 O열역금-1(416)
김지만 P에환목-51(375)
김지만 P에환목-87(384)
김지만 P에환목-63(378)
김지만 P에환목-60(377)
김지만 P에환목-98(387)
김지만 P에환목-79(382)
김지만 P에환목-114(391)
김지만 P에환목-85(384)
김지만 P에환목-131(395)
김지민 P촉매금-57(550)
김지섭 P에환목-167(404)
김지섭 P공정금-55(276)
김지수 P고분금-3(216)
김지수 P고분금-4(216)
김지언 P생물목-29(339)
김지연 P공정금-57(277)
김지연 O공정수-1(249)
김지오 P재료금-101(501)
김지용 P안전금-2(575)
김지용 P공정금-34(271)
김지용 P공정금-40(272)
김지용 P공정금-62(278)
김지용 심(공동)금-7(196)
김지용 P공정금-36(271)
김지용 O촉매금-19(534)
김지용 P안전금-1(575)
김지용 P공정금-29(270)
김지용 P공정금-37(272)
김지용 P공정금-51(275)
김지용 P공업금-1(245)
김지용 P공정금-32(270)
김지용 P공정금-38(272)
김지용 P공정금-56(276)
김지우 P공업금-3(245)
김지우 P공업금-5(246)
김지우 O이동금-1(443)
김지우 P고분금-33(224)
김지우 P고분금-37(225)
김지우 P고분금-42(226)
김지원 P촉매금-71(553)
김지원 O분리금-6(303)
김지원 O촉매금-13(533)
김지원 P입자금-40(464)
김지윤 심(CCUS)목-5(153)
김지윤 P공정금-30(270)
김지윤 심(전기)목-2(158)
김지율 P에환목-155(401)
김지한 O열역금-2(417)
김지한 O열역금-5(417)
김지한 O열역금-6(418)
김지한 P열역금-1(420)
김지한 P열역금-35(427)
김지현 O고분금-7(214)
김지현 P고분금-77(235)
김지현 P촉매금-129(568)
김지현 P고분금-63(231)
김지홍 O고분금-9(214)
김지훈 P에환목-57(377)
김지훈 O공정수-3(249)
김지훈 O촉매금-20(534)
김지훈 P에환목-168(404)
김진 O열역금-8(418)
김진국 P공정금-71(280)
김진국 P공정금-76(281)
김진국 P공정금-141(298)
김진국 P공정금-72(280)
김진국 P공정금-77(282)
김진국 O공정수-7(250)
김진국 P공정금-73(281)
김진국 P공정금-80(282)
김진국 O공정금-20(261)
김진국 P공정금-74(281)
김진국 P공정금-82(283)
김진보 P재료금-138(510)
김진보 P에환목-151(400)
김진수 O공정수-14(252)
김진수 P촉매금-8(537)
김진수 O에환수-9(352)

김진수 P분리목-10(307)
김진수 P촉매금-16(539)
김진수 P재료금-8(477)
김진수 O촉매금-11(532)
김진아 O에환금-11(359)
김진영 P분리목-15(308)
김진영 P분리목-16(308)
김진영 P분리목-71(322)
김진영 P분리목-13(308)
김진우 심(에환)목-1(185)
김진욱 P재료금-85(497)
김진욱 P재료금-101(501)
김진철 P고분금-51(228)
김진태 P재료금-143(511)
김진혁 P에환목-158(402)
김진혁 P에환목-160(402)
김진혁 O에환수-6(351)
김진현 P생물목-31(339)
김진현 P생물목-32(339)
김진현 P생물목-33(340)
김진현 P생물목-28(338)
김찬 O공정수-20(253)
김찬목 P공정금-40(272)
김찬솔 P에환목-143(398)
김찬솔 P에환목-102(388)
김찬솔 P에환목-144(398)
김찬솔 P에환목-147(399)
김찬연 P에환목-111(390)
김찬연 P에환목-95(386)
김찬연 P에환목-113(391)
김찬연 P에환목-97(387)
김찬연 P에환목-135(396)
김찬연 P에환목-110(390)
김찬연 P에환목-148(399)
김찬우 P촉매금-63(551)
김찬우 P에환목-64(378)
김찬호 심(위젯)수-11(209)
김창기 P촉매금-117(565)
김창기 P촉매금-109(563)
김창기 P촉매금-119(565)
김창수 P공정금-143(298)
김창수 O공정금-25(262)
김창수 P공정금-132(295)
김창용 O에환수-19(354)
김창우 P촉매금-104(561)
김창우 P촉매금-108(562)
김창준 O공업금-3(243)
김창준 P공업금-4(245)
김창현 O에환수-8(351)
김창희 O에환금-15(360)
김채린 P에환목-43(373)
김채린 P에환목-86(384)
김채린 P에환목-47(374)
김채린 P에환목-92(385)
김채린 P에환목-48(374)
김채린 P에환목-56(376)
김채빈 P고분금-32(223)
김채빈 P고분금-39(225)
김채빈 P고분금-30(223)
김채빈 P고분금-31(223)
김채원 P생물목-66(348)
김채원 P생물목-67(348)
김춘수 P에환목-161(403)
김춘수 P에환목-172(405)
김춘수 P에환목-162(403)
김춘수 P에환목-164(403)
김춘수 P에환목-171(405)
김태균 P분리목-19(309)
김태성 P재료금-39(485)
김태성 P입자금-23(460)
김태성 P고분금-41(226)
김태성 O재료수-11(468)
김태성 P고분금-44(226)
김태성 P입자금-22(460)
김태성 P재료금-44(486)
김태영 P에환목-10(365)
김태완 P재료금-108(502)
김태완 P촉매금-45(547)
김태완 P촉매금-53(549)
김태완 P촉매금-86(557)
김태용 O촉매수-15(526)
김태용 O재료금-2(471)
김태욱 O입자금-11(453)
김태욱 O입자금-12(453)
김태욱 P입자금-12(457)
김태욱 P입자금-13(458)
김태일 P생물목-1(332)
김태일 P재료금-31(483)
김태일 P입자금-38(464)
김태일 P고분금-49(228)
김태일 P재료금-75(494)
김태일 P재료금-4(476)
김태일 P고분금-35(224)
김태일 P입자금-39(464)
김태일 P재료금-57(490)
김태일 P공정금-137(297)
김태일 P고분금-10(218)
김태일 P고분금-36(224)
김태일 P입자금-40(464)
김태일 P고분금-64(231)
김태일 P재료금-10(478)
김태일 P고분금-38(225)
김태일 P고분금-47(227)
김태일 P고분금-73(234)
김태헌 P분리목-38(314)
김태현 P분리목-87(326)
김태현 심(공업)금-3(179)
김태현 P분리목-88(326)
김태현 P분리목-85(326)
김태현 P에환목-197(411)
김태현 P분리목-86(326)
김태형 P공정금-123(293)
김태호 심(기후)목-3(156)
김태훈 P에환목-184(408)
김태훈 P고분금-63(231)
김택 P촉매금-3(536)
김평순 O공정금-5(257)
김표성 P생물목-50(344)
김하경 P촉매금-115(564)
김하나 O에환금-20(361)
김하림 P생물목-2(332)
김하림 P생물목-3(332)
김하정 P재료금-155(514)
김하정 P재료금-156(514)
김학주 P촉매금-136(569)
김학주 P에환목-163(403)
김학주 심(에환)목-4(185)
김학주 P촉매금-125(567)
김한솔 P에환목-51(375)
김한슬 P재료금-145(512)
김해원 P열역금-28(425)
김해창 O공정금-8(258)
김현경 P촉매금-132(568)
김현구 P촉매금-37(545)
김현동 P재료금-65(492)
김현민 P재료금-60(490)
김현석 O에환수-5(351)
김현석 P에환목-101(388)
김현섭 O에환금-22(361)
김현섭 P분리목-56(318)
김현아 P촉매금-132(568)
김현영 O공정금-19(260)
김현욱 O공정수-21(254)
김현욱 P생물목-9(334)
김현욱 심(CCU)목-4(162)
김현욱 P생물목-3(332)
김현욱 P에환목-82(383)
김현욱 P에환목-84(383)
김현욱 심(탄소)금-4(172)
김현욱 P분리목-59(319)
김현웅 P이동금-1(446)
김현웅 O열역목-8(415)
김현일 P에환목-19(367)
김현정 P촉매금-16(539)
김현종 P공업금-8(246)
김현종 P공업금-9(247)
김현종 P공정금-136(296)
김현주 P재료금-133(509)
김현준 P공업금-6(246)
김현중 O에환수-5(351)
김현중 P분리목-6(306)
김현중 P재료금-43(486)
김현진 P재료금-176(519)
김현진 P에환목-162(403)
김현진 P에환목-164(403)
김현진 P에환목-171(405)
김현진 P에환목-161(403)
김현진 P에환목-172(405)
김현진 O생물금-1(330)
김현철 P에환목-120(392)
김현탁 심(KTR)목-12(166)
김현태 O유동목-1(432)
김현태 O유동금-1(433)
김현호 P열역금-8(421)
김현희 P재료금-5(477)
김형록 P촉매금-47(547)
김형우 P에환목-114(391)
김형준 P재료금-79(495)
김형준 O공정수-7(250)
김형진 O에환수-3(350)
김형진 P에환목-13(366)
김형찬 P에환목-194(411)
김형찬 P에환목-191(410)
김형훈 P재료금-20(480)
김혜란 P고분금-6(217)
김혜린 P분리목-15(308)
김혜린 P분리목-16(308)
김혜린 P분리목-13(308)
김혜빈 P에환목-185(409)
김혜은 P촉매금-33(544)
김혜인 O에환수-13(353)
김혜인 P에환목-28(369)
김혜인 O재료금-18(475)
김혜인 O재료수-2(466)
김혜정 P생물목-18(336)
김호리 P고분금-55(229)
김호영 O재료목-4(470)
김호용 O공정금-12(259)
김호준 P에환목-193(410)
김호중 P공정금-3(263)
김홍대 심(써모)목-4(147)
김홍대 O촉매금-15(533)
김홍석 O공정금-5(257)
김홍석 P에환목-89(385)
김홍희 O열역금-6(418)
김화정 P고분금-63(231)
김화정 P고분금-77(235)
김화정 P고분금-59(230)
김화평 P재료금-68(492)
김환 P생물목-53(345)
김회준 P재료금-125(507)
김효정 P분리목-17(309)
김효준 심(석유)목-6(161)
김훈관 O공업금-4(243)
김휘동 O유동목-1(432)
김휘동 O유동금-4(434)
김휘동 P재료금-141(511)
김휘동 O유동목-7(433)
김휘동 O촉매목-6(529)
김휘동 P에환목-168(404)
김휘동 O유동금-1(433)
김휘동 O촉매금-20(534)
김휘동 심(에스)목-10(144)
김휘동 P재료금-82(496)

김휘찬 심(C1)금-2(169)
김흔세 P공정금-42(273)
김희성 O열역목-4(414)
김희수 P에환목-159(402)
김희수 P에환목-165(404)
김희식 심(CCU)목-3(162)
김희정 O공정수-17(253)
김희주 심(위젯)수-12(209)
김희주 심(전기)목-2(158)
김희주 심(CCUS)목-5(153)
김희진 P공정금-123(293)
김희한 P공업금-8(246)
김희한 P공업금-9(247)
김희한 P공정금-136(296)
김희향 O공정금-5(257)
나경수 P촉매금-113(564)
나경수 P촉매금-117(565)
나경수 P촉매금-122(566)
나경수 심(C1)금-3(169)
나경수 P촉매금-114(564)
나경수 P촉매금-119(565)
나경수 P촉매금-123(566)
나경수 P촉매금-109(563)
나경수 P촉매금-115(564)
나경수 P촉매금-120(565)
나경수 P촉매금-124(566)
나경수 P촉매금-112(563)
나경수 P촉매금-116(564)
나경수 P촉매금-121(566)
나경수 P촉매금-126(567)
나영우 P생물목-54(345)
나장한 P재료금-33(484)
나정걸 P생물목-35(340)
나정걸 P분리목-62(320)
나정걸 P생물목-43(342)
나정걸 심(C1)금-2(169)
나정걸 P생물목-55(345)
나정걸 P생물목-34(340)
나정걸 P생물목-56(345)
나정호 P재료금-176(519)
나종걸 P촉매금-35(544)
나종걸 P공정금-64(278)
나종걸 P공정금-49(275)
나종걸 P공정금-104(288)
나종걸 O공정수-8(250)
나종걸 O공정금-13(259)
나종걸 P공정금-122(293)
나종걸 P공정금-26(269)
나종걸 심(위젯)수-14(210)
나주영 심(위젯)수-15(210)
나현빈 P안전금-5(576)
나현빈 P입자금-20(459)
나현빈 심(위젯)수-13(210)
나홍빈 P재료금-88(497)
남경완 P에환목-72(380)
남궁혁준 P공업금-4(245)
남기성 P재료금-59(490)
남기성 P재료금-65(492)
남대현 심(탄소)금-5(173)
남유진 P에환목-77(382)
남인호 O재료금-2(471)
남인호 P재료금-176(519)
남인호 P재료금-140(510)
남인호 P재료금-174(519)
남인호 P재료금-175(519)
남재욱 P공정금-6(264)
남재욱 O이동금-7(444)
남재욱 심(이동)목-7(190)
남재욱 O이동금-2(443)
남지영 P유동금-2(437)
남창우 O재료목-7(470)
남창우 O에환금-9(358)
남창우 P고분금-70(233)
남창우 P에환목-80(382)
남형석 P유동금-14(440)
남형석 O에환금-24(362)
남혜린 P재료금-48(487)
남효석 P안전금-15(578)
노고산 O공정수-1(249)
노고산 P공정금-57(277)
노고산 심(CCU)목-5(163)
노고산 P공정금-140(297)
노고산 P공정금-50(275)
노고산 P공정금-141(298)
노고산 O공정금-12(259)
노균 심(한림)목-4(148)
노남선 P공정금-8(264)
노남선 P공정금-2(263)
노남선 P공정금-9(265)
노남선 P유동금-17(441)
노남선 P공정금-1(263)
노명현 P생물목-27(338)
노상철 P고분금-98(240)
노상철 P고분금-94(239)
노상철 P고분금-97(240)
노선균 P에환목-10(365)
노선재 P재료금-142(511)
노성준 P분리목-77(324)
노승건 O분리목-2(300)
노승건 P분리목-70(322)
노승환 O재료금-19(475)
노시욱 P공업금-1(245)
노예진 P생물목-51(344)
노예진 P생물목-53(345)
노윤호 P이동금-1(446)
노인수 O촉매수-5(524)
노인수 O촉매목-3(528)
노인수 P촉매금-106(562)
노인수 심(재활용)금-3(174)
노인수 P촉매금-110(563)
노정철 심(양자)금-6(171)
노지왕 P에환목-8(364)
노지왕 P촉매금-23(541)
노채연 O공정금-13(259)
노해랑 O공정수-18(253)
노혁진 O에환수-6(351)
노현 심(위젯)수-14(210)
노현석 P에환목-17(367)
노현석 O에환금-18(360)
노현석 O촉매수-8(524)
노혜영 P입자금-17(459)
노혜진 P고분금-25(222)
도명환 P공정금-4(263)
도명환 P공정금-102(288)
도영진 O에환금-4(357)
도영진 O에환금-5(357)
도윤곤 P생물목-57(346)
도윤곤 P생물목-60(346)
도윤정 P공정금-96(286)
뚜자산 P분리목-11(307)
뚜자산 O분리목-4(300)
라호원 P유동금-4(437)
라호원 O유동금-9(435)
라호원 O유동금-10(436)
레반남 P촉매금-102(561)
류경훈 O촉매수-1(523)
류경훈 O촉매수-18(527)
류명두 P재료금-128(507)
류민우 P공정금-50(275)
류범찬 O열역목-2(414)
류병곤 P생물목-36(340)
류보은 P재료금-139(510)
류보은 P고분금-96(239)
류삼곤 O공업금-1(243)
류세희 심(위젯)수-13(210)
류세희 P안전금-5(576)
류세희 P입자금-20(459)
류승헌 P에환목-105(389)
류승희 심(써모)목-2(147)
류영철 O촉매금-9(532)
류유빈 P공정금-26(269)
류재용 P생물목-3(332)
류재윤 P공정금-6(264)
류정호 P분리목-61(320)
류준형 P분리목-22(310)
류진우 심(에환)목-3(185)
류창국 O유동금-9(435)
류태우 O유동목-6(433)
류혜원 O공정금-5(257)
류호정 O유동목-2(432)
류호정 P유동금-17(441)
류호정 O에환금-20(361)
류희도 O공정수-14(252)
리웬우 P에환목-46(374)
마동민 P촉매금-132(568)
마현종 O재료금-12(473)
맹도영 P분리목-81(325)
맹도영 P에환목-160(402)
맹도영 P에환목-158(402)
맹민영 P생물목-49(344)
맹준범 P에환목-183(408)
맹현준 P에환목-196(411)
메갈라 P재료금-1(476)
명수민 P고분금-56(229)
명수완 O공정금-12(259)
명주연 P이동금-2(446)
명진석 심(이동)목-5(190)
목정훈 P열역금-9(421)
목정훈 P열역금-5(421)
목정훈 O열역목-3(414)
목탄 P입자금-31(462)
목탄 O공정금-18(260)
문건우 P촉매금-104(561)
문건혁 P촉매금-71(553)
문동규 심(CCU)목-4(162)
문명훈 심(C1)금-1(169)
문병욱 P재료금-143(511)
문서현 P재료금-2(476)
문석윤 P열역금-20(424)
문석윤 O열역금-8(418)
문석준 P이동금-1(446)
문선영 심(에환)목-3(185)
문성용 P분리목-1(305)
문성주 P열역금-5(421)
문성준 P재료금-95(499)
문수인 심(위젯)수-1(207)
문수인 P분리목-14(308)
문우진 O에환수-6(351)
문유진 P고분금-35(224)
문일 P공정금-99(287)
문조현 P생물목-27(338)
문종호 P분리목-13(308)
문종호 O공정수-19(253)
문종호 P공정금-67(279)
문종호 P분리목-15(308)
문종호 O공정금-9(258)
문종호 P공정금-111(290)
문종호 P분리목-16(308)
문종호 P분리목-50(317)
문종호 O분리목-6(301)
문종호 P분리목-20(309)
문종호 P분리목-51(317)
문준혁 O재료수-4(466)
문준혁 P재료금-23(481)
문지현 P고분금-90(238)
문지혜 P분리목-29(312)
문지홍 O유동목-6(433)
문지홍 P유동금-13(440)
문지훈 P분리목-74(323)
문진욱 O촉매금-13(533)
문채란 P공정금-122(293)
문채린 P재료금-174(519)
문채린 P재료금-175(519)
문천우 P생물목-9(334)

문천우 O생물금-7(331)
문태영 O유동금-10(436)
문태영 O유동금-9(435)
문형준 P이동금-13(448)
문혜연 P생물목-36(340)
문호준 P고분금-39(225)
민경석 P에환목-22(368)
민경석 P에환목-23(368)
민경석 P에환목-24(368)
민경석 P에환목-25(369)
민경선 P고분금-17(220)
민대홍 P입자금-28(461)
민도연 P안전금-10(577)
민동현 P에환목-46(374)
민병준 P에환목-10(365)
민병철 P분리목-70(322)
민성구 O유동금-9(435)
민성구 O유동금-10(436)
민성배 O이동금-3(443)
민주원 O공정금-23(261)
민준원 P생물목-68(348)
민지호 O생물목-6(329)
민지호 O생물금-4(330)
민지호 P생물목-7(333)
민지호 P생물목-13(335)
민지호 P생물목-8(333)
민지호 O생물금-6(331)
민지호 O생물목-4(328)
민지호 P생물목-10(334)
민지호 O생물금-8(331)
민형기 심(에환)목-2(185)
민형기 O촉매금-2(530)
민효준 P분리목-31(312)
박건 P공정금-14(266)
박건우 O재료목-3(469)
박건한 P이동금-3(446)
박경두 O에환금-24(362)
박경모 P에환목-53(376)
박경민 O촉매목-1(528)
박경민 P분리목-54(318)
박경배 O촉매수-4(523)
박경배 O재료수-13(469)
박경수 O공정금-5(257)
박경영 P유동금-12(439)
박경영 O유동금-3(434)
박경원 P에환목-134(396)
박경태 P공정금-15(266)
박경태 P공정금-16(266)
박관중 P촉매금-19(540)
박관중 O촉매수- 2(523)
박관중 P촉매금-17(540)
박광해 P에환목-63(378)
박광호 O공정금-5(257)
박권우 심(C1)금-1(169)
박규태 P생물목-16(335)
박근용 O유동금-7(435)
박근용 O유동목-1(432)
박근용 O유동목-7(433)
박근용 O유동금-1(433)
박근우 P촉매금-48(547)
박금환 P재료금-97(500)
박금환 P재료금-123(506)
박기대 P에환목-29(370)
박기용 P재료금-126(507)
박기용 P재료금-92(498)
박기용 P재료금-99(500)
박기용 P재료금-124(506)
박기원 P안전금-12(577)
박기태 O에환금-5(357)
박기태 심(탄소)금-2(172)
박기태 심(에스)목-5(143)
박기태 P에환목-74(381)
박기태 O에환금-4(357)
박기호 O공정수-10(251)
박기호 P공정금-94(286)
박기호 P공정금-42(273)
박기호 O공정금-11(258)
박기호 심(분리)금-1(182)
박기호 P공정금-92(285)
박나림 P입자금-14(458)
박노국 O에환금-24(362)
박다현 P고분금-77(235)
박담대 O공정금-14(259)
박대근 P에환목-1(363)
박대근 P에환목-26(369)
박대성 심(CCUS)목-3(152)
박대성 P촉매금-9(538)
박대성 P촉매금-10(538)
박대성 심(교류)목-5(204)
박덕수 심(교류)목-4(204)
박도운 P재료금-106(502)
박동수 P생물목-39(341)
박동창 O공업금-3(243)
박동혁 심(위젯)수-10(209)
박루빈 P재료금-18(480)
박류홍 P생물목-25(338)
박리나 P유동금-4(437)
박리나 P유동금-10(439)
박명준 심(에환)목-2(185)
박미현 P재료금-104(501)
박민범 P촉매금-40(545)
박민범 P촉매금-42(546)
박민성 P공정금-62(278)
박민영 P분리목-62(320)
박민욱 심(공정)목-4(180)
박민욱 P재료금-76(494)
박민정 P재료금-170(518)
박민지 P고분금-87(237)
박백수 심(KTR)목-1(164)
박범승 P촉매금-77(555)
박범준 P생물목-18(336)
박범준 P분리목-49(317)
박범준 P입자금-26(461)
박범준 P분리목-27(311)
박범준 P입자금-34(463)
박병건 P재료금-91(498)
박병건 P재료금-144(511)
박병락 P공정금-14(266)
박병준 P공업금-2(245)
박병준 P고분금-80(235)
박병준 P고분금-81(236)
박병찬 P재료금-156(514)
박병찬 P재료금-155(514)
박병학 P고분금-36(224)
박병훈 P생물목-55(345)
박병흥 P에환목-141(398)
박병흥 P에환목-152(400)
박병흥 P에환목-122(393)
박상률 O이동금-5(444)
박상욱 O재료금-10(473)
박상욱 P에환목-193(410)
박상웅 P공정금-75(281)
박상준 O촉매목-1(528)
박서연 P이동금-2(446)
박서영 O촉매금-8(531)
박서정 P공정금-18(267)
박서현 P공정금-19(267)
박서현 P입자금-33(463)
박선영 심(CCUS)목-3(152)
박선영 P촉매금-14(539)
박선영 P촉매금-15(539)
박선영 P촉매금-5(537)
박선영 P생물목-51(344)
박선영 P생물목-53(345)
박선영 P촉매금-81(556)
박선주 P촉매금-145(572)
박선혜 P재료금-105(502)
박성민 P생물목-51(344)
박성민 P생물목-53(345)
박성민 O재료수-1(466)
박성민 O고분금-9(214)
박성빈 P재료금-80(495)
박성완 O입자금-9(453)
박성윤 P재료금-83(496)
박성윤 P재료금-121(506)
박성윤 P이동금-13(448)
박성준 심(성균)목-3(167)
박성진 O유동금-10(436)
박성진 O유동금-9(435)
박성진 P유동금-13(440)
박세웅 P촉매금-44(546)
박세원 P고분금-58(230)
박세은 O에환금-14(359)
박세현 P생물목-58(346)
박소연 P재료금-14(479)
박소예 P입자금-36(463)
박소임 P재료금-91(498)
박소정 O공정금-18(260)
박소정 P공정금-120(292)
박소현 P입자금-32(462)
박소희 P에환목-134(396)
박수민 P재료금-140(510)
박수민 심(위젯)수-8(208)
박수민 O재료금-2(471)
박수민 P재료금-53(489)
박승근 P재료금-176(519)
박승진 P재료금-87(497)
박승현 심(공업)금-3(179)
박승환 P촉매금-85(557)
박시우 P공정금-23(268)
박영권 P에환목-6(364)
박영권 P유동금-6(438)
박영돈 심(위젯)수-4(207)
박영석 심(한화)목-2(145)
박영준 P에환목-156(401)
박영준 O재료수-3(466)
박영준 O열역금-11(419)
박영준 O촉매수-9(525)
박영준 O에환금-13(359)
박영준 O열역목-6(415)
박영준 O분리금-8(303)
박영철 심(CCU)목-4(162)
박영철 심(탄소)금-4(172)
박영환 P공정금-14(266)
박예린 P고분금-82(236)
박예은 P이동금-7(447)
박예준 P공정금-7(264)
박예준 P공정금-11(265)
박예진 P에환목-113(391)
박예찬 P유동금-8(438)
박예찬 O공정금-21(261)
박용기 심(CCU)목-5(163)
박용기 P촉매금-9(538)
박용기 P촉매금-10(538)
박용기 심(교류)목-5(204)
박용일 P재료금-90(498)
박용일 P재료금-116(504)
박용일 P재료금-120(505)
박용일 O재료수-12(468)
박용하 O에환목-1(355)
박용하 심(전주기)목-2(154)
박용하 심(CCUS)목-2(152)
박원형 P안전금-10(577)
박윤성 P촉매금-71(553)
박윤진 P에환목-195(411)
박윤태 O재료목-8(471)
박윤태 P재료금-58(490)
박은솔 P고분금-75(234)
박은수 P재료금-1(476)
박인규 O에환금-13(359)
박인준 O분리목-1(300)
박인철 심(이동)목-1(189)
박인환 O분리금-1(302)
박일규 P재료금-145(512)

박일송 P재료금-131(508)
박일용 P에환목-5(364)
박재득 심(CCU)목-5(163)
박재민 O에환금-16(360)
박재성 심(이동)목-5(190)
박재우 P입자금-14(458)
박재현 심(CCU)목-4(162)
박재현 P공정금-141(298)
박재현 O분리목-3(300)
박재현 P에환목-178(407)
박재현 P에환목-50(375)
박재형 심(위젯)수-6(208)
박재형 심(위젯)수-11(209)
박재형 P재료금-83(496)
박재형 P재료금-121(506)
박정원 P입자금-11(457)
박정원 P재료금-5(477)
박정원 P재료금-74(494)
박정원 P공정금-6(264)
박정원 P에환목-126(394)
박정원 P입자금-6(456)
박정원 심(기후)목-7(157)
박정은 P재료금-131(508)
박정현 P촉매금-24(541)
박정현 P촉매금-44(546)
박정현 P촉매금-70(553)
박정호 P열역금-17(423)
박정훈 P분리목-18(309)
박정훈 P분리목-26(311)
박정훈 P분리목-73(323)
박정훈 P재료금-55(489)
박제성 P에환목-11(365)
박제성 P에환목-30(370)
박종민 P촉매금-123(566)
박종민 P촉매금-126(567)
박종민 P촉매금-122(566)
박종민 P촉매금-121(566)
박종민 P촉매금-124(566)
박종석 O촉매금-21(535)
박종연 P고분금-89(238)
박종연 P에환목-175(406)
박종혁 P에환목-169(405)
박종현 O촉매목-3(528)
박종호 P분리목-69(322)
박종휘 P에환목-168(404)
박종휘 심(에스)목-10(144)
박종휘 O촉매목-6(529)
박종휘 P재료금-141(511)
박주성 P에환목-191(410)
박주성 P에환목-194(411)
박주혁 P촉매금-28(542)
박주현 P에환목-157(402)
박주현 P고분금-17(220)
박주현 심(위젯)수-7(208)
박주형 P에환목-18(367)
박준동 심(이동)목-6(190)
박준동 O이동금-8(444)
박준동 O이동금-10(445)
박준동 P이동금-11(448)
박준서 P재료금-107(502)
박준성 P촉매금-42(546)
박준영 P공정금-83(283)
박준영 P공정금-115(291)
박준영 O생물목-2(328)
박준영 P공정금-78(282)
박준영 P에환목-14(366)
박준영 P생물목-30(339)
박준영 P생물목-19(336)
박준영 P생물목-22(337)
박준영 P생물목-27(338)
박준영 P에환목-15(366)
박준영 P재료금-148(512)
박준용 P고분금-32(223)
박준우 P공정금-130(295)
박준우 P촉매금-94(559)
박준우 O공정수-6(250)
박준우 P분리목-35(313)
박준혁 P열역금-34(427)
박준현 O공정수-13(252)
박중현 O유동금-4(434)
박중현 O유동목-7(433)
박중현 O유동금-1(433)
박중현 심(에스)목-10(144)
박지명 P재료금-60(490)
박지석 P촉매금-42(546)
박지선 O공정수-12(251)
박지선 O공정수-9(251)
박지수 O에환수-18(354)
박지수 P공정금-135(296)
박지수 P재료금-138(510)
박지수 O촉매금-10(532)
박지인 P에환목-134(396)
박지찬 P촉매금-107(562)
박지혁 P에환목-3(363)
박지혁 P에환목-2(363)
박지혜 O분리목-4(300)
박지혜 P분리목-11(307)
박지환 심(위젯)수-5(208)
박지훈 P촉매금-5(537)
박지훈 O공정수-20(253)
박지훈 O촉매금-4(531)
박지훈 O공정수-18(253)
박지훈 O안전목-3(574)
박진규 P재료금-125(507)
박진수 P에환목-169(405)
박진영 P고분금-18(220)
박진영 심(기후)목-4(156)
박진완 P생물목-21(337)
박진우 P재료금-61(491)
박찬경 P공정금-127(294)
박찬영 P에환목-2(363)
박찬영 P에환목-3(363)
박찬영 P재료금-70(493)
박찬영 O에환수-13(353)
박찬우 P에환목-77(382)
박찬우 P촉매금-51(548)
박찬호 O공업금-3(243)
박찬호 P공업금-4(245)
박찬훈 심(공정)목-5(181)
박채린 P고분금-41(226)
박채이 심(위젯)수-13(210)
박채이 P안전금-5(576)
박채이 P입자금-20(459)
박철웅 P촉매금-70(553)
박치균 P고분금-48(227)
박치훈 심(분리)금-3(182)
박태성 P에환목-3(363)
박태현 P고분금-87(237)
박태현 P고분금-93(239)
박하린 P공정금-82(283)
박하린 O공정금-20(261)
박해경 P촉매금-132(568)
박해구 심(에환)목-2(185)
박해구 O촉매금-2(530)
박해웅 O촉매금-18(534)
박현도 P공정금-124(293)
박현민 P공정금-20(267)
박현서 P에환목-195(411)
박현설 심(CCU)목-4(162)
박현진 P입자금-37(464)
박현호 P재료금-112(503)
박형규 P촉매금-91(558)
박형민 P고분금-56(229)
박형민 심(위젯)수-5(208)
박혜원 P유동금-5(438)
박혜원 P촉매금-79(555)
박혜윤 P이동금-2(446)
박혜진 P생물목-51(344)
박혜진 P생물목-53(345)
박혜진 P유동금-7(438)
박혜진 P유동금-8(438)
박호룡 P에환목-17(367)
박호빈 P생물목-10(334)
박호석 P에환목-120(392)
박호석 P에환목-142(398)
박호석 P에환목-46(374)
박홍범 O에환금-22(361)
박홍준 P재료금-136(509)
박환서 P공정금-5(264)
박효경 P에환목-15(366)
박효경 O에환수-1(350)
박효경 O에환수-2(350)
박효경 P에환목-14(366)
박희정 O에환금-8(358)
반민경 P재료금-132(508)
방승혁 P공정금-71(280)
방영은 P이동금-7(447)
방인아 O생물목-2(328)
방인아 O생물금-5(331)
방인아 P생물목-22(337)
방정업 P촉매금-142(571)
방정은 P생물목-24(337)
방준하 P이동금-14(449)
방준하 O이동금-4(443)
방준하 O이동금-11(445)
방준호 P재료금-12(478)
방지현 P유동금-15(440)
방진아 P안전금-4(575)
배가현 P재료금-16(479)
배민철 P공정금-54(276)
배상현 P에환목-191(410)
배상현 P에환목-194(411)
배성국 P고분금-100(240)
배성국 P고분금-102(241)
배성윤 O분리목-6(301)
배성윤 O공정수-19(253)
배성윤 P분리목-13(308)
배성윤 O공정금-9(258)
배성윤 P분리목-15(308)
배성윤 P공정금-67(279)
배성윤 P분리목-16(308)
배성윤 P공정금-111(290)
배성재 P재료금-151(513)
배시온 P촉매금-112(563)
배시우 P재료금-43(486)
배예은 P재료금-174(519)
배완기 심(양자)금-2(170)
배용균 심(기후)목-4(156)
배우진 P입자금-6(456)
배윤상 P분리목-53(318)
배윤상 O촉매수-13(526)
배윤상 P분리목-54(318)
배윤상 O촉매수-17(527)
배윤상 P분리목-58(319)
배윤상 P촉매금-39(545)
배윤상 P촉매금-78(555)
배은채 P생물목-51(344)
배은채 P생물목-53(345)
배인경 P촉매금-23(541)
배인희 P고분금-88(237)
배인희 P고분금-90(238)
배인희 P생물목-29(339)
배정빈 P재료금-163(516)
배정연 P고분금-18(220)
배종성 P에환목-77(382)
배종욱 P촉매금-30(543)
배종욱 P촉매금-50(548)
배종욱 P촉매금-95(559)
배종욱 P촉매금-26(542)
배종욱 P촉매금-31(543)
배종욱 P촉매금-55(549)
배종욱 P촉매금-98(560)
배종욱 P촉매금-28(542)
배종욱 P촉매금-48(547)

배종욱 P촉매금-57(550)
배종욱 O에환금-24(362)
배종욱 P촉매금-29(543)
배종욱 O에환금-20(361)
배종욱 P촉매금-93(559)
배종일 O공정수-15(252)
배종일 O에환수-12(352)
배주언 P공정금-13(266)
배주영 P고분금-21(221)
배준호 P에환목-124(393)
배태성 P에환목-134(396)
배태언 O열역금-2(417)
배태현 P분리목-23(310)
배태현 심(전주기)목-5(155)
배태현 P분리목-32(312)
배태현 P분리목-12(307)
배태현 P분리목-39(314)
배태현 O분리금-7(303)
배태현 P분리목-74(323)
배효인 P재료금-93(499)
백금지 P입자금-23(460)
백도현 심(성균)목-1(167)
백동엽 P생물목-20(336)
백무현 P고분금-84(236)
백민준 P재료금-61(491)
백서인 O열역금-3(417)
백서인 심(한화)목-3(145)
백성현 P에환목-25(369)
백성현 P에환목-22(368)
백성현 P에환목-23(368)
백성현 P에환목-24(368)
백세웅 심(신진)목-3(150)
백소담 P촉매금-132(568)
백승룡 P재료금-34(484)
백승룡 P재료금-37(485)
백승룡 P재료금-32(483)
백승준 O공정금-15(259)
백승준 O공정금-23(261)
백승필 O생물금-3(330)
백승호 P재료금-40(485)
백예준 P촉매금-46(547)
백자연 O촉매수-15(526)
백재민 심(위젯)수-3(207)
백재호 심(한화)목-4(145)
백재호 P공정금-124(293)
백재호 P공정금-88(284)
백재호 P공정금-115(291)
백재호 P공정금-78(282)
백재호 P공정금-90(285)
백재호 P공정금-116(291)
백재호 P공정금-81(283)
백재호 P공정금-109(290)
백재호 P공정금-119(292)
백재호 P공정금-83(283)
백재호 P공정금-112(290)
백재훈 P촉매금-87(557)
백종민 심(에환)목-1(185)
백종범 P촉매금-4(536)
백종범 P촉매금-87(557)
백종범 심(기후)목-2(156)
백종필 P분리목-46(316)
백준현 O촉매수-5(524)
백준현 심(C1)금-3(169)
백지원 P고분금-40(225)
백지원 P고분금-66(232)
백지혜 P재료금-51(488)
백지혜 P재료금-22(481)
백태종 P재료금-124(506)
백태종 P재료금-92(498)
백태종 P재료금-126(507)
백태종 P재료금-96(499)
백태종 P재료금-99(500)
백현우 P공정금-79(282)
백혜림 O입자금-8(452)
변상문 P안전금-4(575)
변상우 P촉매금-49(548)
변선미 P재료금-131(508)
변우영 심(열역)금-4(187)
변의림 P촉매금-80(555)
변재원 O공정수-5(250)
변재호 O재료목-4(470)
변재호 P재료금-132(508)
변종현 P공업금-2(245)
변종현 P고분금-80(235)
변종현 P고분금-81(236)
변창희 O유동금-8(435)
변헌수 P열역금-10(422)
변헌수 P촉매금-24(541)
변헌수 P촉매금-70(553)
봉기완 P이동금-1(446)
봉기완 O이동금-1(443)
봉성일 P에환목-156(401)
부종찬 P촉매금-92(558)
부지영 심(위젯)수-10(209)
사정훈 P열역금-39(428)
사정훈 P열역금-46(430)
사정훈 P열역금-43(429)
사정훈 P공정금-138(297)
사정훈 P열역금-44(429)
사정훈 P열역금-45(430)
상병인 심(석유)목-3(160)
상병인 P고분금-91(238)
샤헤드 P에환목-175(406)
서강민 O에환금-15(360)
서경원 P촉매금-91(558)
서관용 P입자금-32(462)
서동주 O분리금-8(303)
서동화 P에환목-193(410)
서동화 O에환수-17(354)
서동화 P재료금-151(513)
서동화 P재료금-161(516)
서두원 심(전기)목-4(158)
서명기 P촉매금-71(553)
서명원 P유동금-6(438)
서명원 O유동금-4(434)
서명원 P유동금-9(439)
서명원 O유동금-10(436)
서명원 P유동금-10(439)
서명원 P유동금-4(437)
서명원 P유동금-11(439)
서민혜 심(에환)목-1(185)
서범준 P열역금-12(422)
서범준 P열역금-8(421)
서보경 P고분금-43(226)
서보경 P고분금-46(227)
서보현 P촉매금-118(565)
서상우 O생물금-1(330)
서상혁 O촉매금-15(533)
서석훈 P고분금-46(227)
서석훈 P고분금-99(240)
서성제 P분리목-1(305)
서세정 O입자금-14(454)
서순민 P고분금-61(231)
서승환 P입자금-32(462)
서영웅 O에환금-1(356)
서영웅 P촉매금-86(557)
서영웅 P촉매금-41(546)
서영웅 P촉매금-89(558)
서영웅 P촉매금-45(547)
서영웅 P촉매금-143(571)
서영웅 P촉매금-53(549)
서요한 P재료금-180(520)
서요한 P재료금-179(520)
서요한 P재료금-177(520)
서요한 P재료금-178(520)
서용원 O열역목-3(414)
서용원 P열역금-5(421)
서용원 P열역금-9(421)
서용원 심(열역)금-2(187)
서원빈 P열역금-17(423)
서원선 P고분금-15(219)
서유택 심(열역)금-3(187)
서의진 P생물목-60(346)
서의진 P생물목-57(346)
서의진 P생물목-59(346)
서의진 P생물목-62(347)
서재우 P재료금-102(501)
서재욱 O에환금-12(359)
서정길 심(석유)목-5(160)
서정길 O에환금-1(356)
서정길 심(전주기)목-6(155)
서정철 O촉매금-2(530)
서종수 심(신진)목-2(150)
서종수 심(고분)금-6(178)
서종우 P에환목-97(387)
서주영 P분리목-36(313)
서준교 P열역금-18(423)
서준원 P유동금-4(437)
서준호 P촉매금-142(571)
서지민 P공정금-15(266)
서지애 P이동금-1(446)
서지우 P열역금-2(420)
서지훈 P이동금-1(446)
서창일 심(생물)금-1(183)
서태석 P입자금-31(462)
서태석 O공정금-18(260)
서태석 P공정금-120(292)
서태석 P공정금-121(293)
서필원 심(CCUS)목-3(152)
서필원 P촉매금-14(539)
서해원 O에환목-4(356)
서혁준 O분리금-3(302)
서혁준 O분리금-4(302)
서현 P에환목-16(366)
서현명 P촉매금-73(554)
서형기 P에환목-175(406)
서형기 P고분금-89(238)
서형석 P에환목-22(368)
서형석 P에환목-25(369)
서화경 O촉매금-7(531)
석지훈 P재료금-182(521)
석현호 O재료수-11(468)
선양국 P재료금-169(518)
선양국 P재료금-167(517)
선양국 P재료금-164(516)
선양국 P재료금-168(517)
선양국 P재료금-165(517)
선양국 P재료금-166(517)
선은규 P분리목-86(326)
선은규 P분리목-88(326)
성다은 P생물목-63(347)
성민지 P에환목-45(374)
성수환 심(전기)목-2(158)
성수환 심(CCUS)목-5(153)
성수환 P공정금-30(270)
성영훈 심(전기)목-4(158)
성우창 P촉매금-57(550)
성유경 O에환금-13(359)
성의현 P고분금-97(240)
성정호 O에환금-17(360)
성준영 P생물목-20(336)
성치호 P에환목-41(373)
성하일 P분리목-63(320)
성하일 P분리목-64(320)
소주희 P재료금-24(481)
소주희 P재료금-25(482)
소주희 P재료금-26(482)
소중섭 O촉매목-7(529)
소중섭 O촉매금-16(533)
소중섭 O촉매금-4(531)
소중섭 P분리목-6(306)
손남규 P촉매금-71(553)
손다은 심(위젯)수-4(207)
손보민 P입자금-32(462)

손상환 P공정금-54(276)
손상환 P공정금-55(276)
손상환 O공정수-3(249)
손상환 P공정금-91(285)
손상환 O공정금-10(258)
손상환 P공정금-93(286)
손성민 O공정목-2(255)
손수원 P공정금-118(292)
손수현 P열역금-44(429)
손시훈 O재료수-11(468)
손영곤 P고분금-54(229)
손영우 P공정금-12(265)
손영우 O공정수-20(253)
손영우 P공정금-39(272)
손우혁 P촉매금-25(542)
손우혁 P촉매금-32(543)
손유림 P촉매금-64(551)
손유일 P공정금-106(289)
손유환 P촉매금-91(558)
손일 O재료수-3(466)
손재성 P에환목-200(412)
손재성 P에환목-198(412)
손재성 P에환목-199(412)
손준수 O열역목-7(415)
손준수 P열역금-38(428)
손진경 심(이동)목-5(190)
손채린 O열역금-9(418)
손하은 P유동금-15(440)
손하은 P유동금-1(437)
손하은 P유동금-3(437)
손하은 O유동금-2(434)
손현수 O열역목-11(416)
손현수 O재료금-10(473)
손현지 P공정금-104(288)
손혜정 P분리목-4(305)
손호인 P에환목-20(367)
손호진 P고분금-96(239)
손호진 P재료금-139(510)
손희상 P재료금-109(503)
손희상 P재료금-149(513)
송광섭 P공업금-10(247)
송근서 O공정수-8(250)
송기창 심(공업)금-4(179)
송기창 O공업금-4(243)
송대성 P공정금-97(287)
송대성 P공정금-3(263)
송대성 P공정금-19(267)
송덕모 P생물목-42(342)
송도연 P촉매금-9(538)
송도연 P촉매금-10(538)
송명훈 P에환목-153(401)
송민재 O입자금-8(452)
송민주 심(위젯)수-5(208)
송병관 P재료금-135(509)
송병관 P재료금-91(498)
송상혁 P공정금-85(284)
송석호 P생물목-37(341)
송석호 P생물목-38(341)
송성훈 P공정금-108(289)
송성훈 P공정금-68(279)
송수민 P에환목-1(363)
송수빈 P고분금-66(232)
송슬기 O고분목-3(212)
송슬기 P입자금-35(463)
송슬기 O입자금-10(453)
송슬기 O입자금-13(454)
송슬기 P입자금-33(463)
송승완 P에환목-58(377)
송승완 P에환목-73(381)
송승완 P에환목-76(381)
송어진 P공정금-89(285)
송용재 P공정금-72(280)
송용재 P공정금-74(281)
송우진 심(고분)금-5(178)
송우진 P에환목-68(379)
송우진 P에환목-73(381)
송우진 심(위젯)수-5(208)
송유나 P촉매금-96(559)
송유나 P열역금-15(423)
송유엽 P재료금-161(516)
송윤주 심(C1)금-2(169)
송은서 P생물목-25(338)
송인서 O공정수-10(251)
송인학 P촉매금-141(571)
송인학 P촉매금-51(548)
송인학 O에환금-22(361)
송인학 P에환목-78(382)
송인협 O공정금-15(259)
송재규 P에환목-30(370)
송지수 심(이동)목-7(190)
송지윤 P촉매금-148(572)
송지희 P에환목-55(376)
송지희 P에환목-43(373)
송지희 P에환목-92(385)
송지희 P에환목-47(374)
송지희 P에환목-48(374)
송채연 O이동금-3(443)
송치경 P에환목-73(381)
송치경 P에환목-68(379)
송태준 O공정목-2(255)
송혁재 P입자금-27(461)
송현비 P분리목-43(315)
송현비 P분리목-45(316)
송현지 O생물금-3(330)
송현호 P촉매금-80(555)
송혜미 P촉매금-74(554)
송호준 P공정금-107(289)
송호현 심(재활용)금-1(174)
쉬량량 P재료금-132(508)
신가혜 P촉매금-65(552)
신규식 심(입자)금-3(191)
신규진 P이동금-3(446)
신길환 O공정금-23(261)
신나경 P재료금-23(481)
신내철 P재료금-80(495)
신다빈 P고분금-55(229)
신동명 P촉매금-55(549)
신동민 P이동금-1(446)
신동민 O이동금-1(443)
신동우 P에환목-77(382)
신동일 심(공동)목-3(195)
신동준 P공정금-5(264)
신동진 P안전금-15(578)
신명철 P에환목-15(366)
신명철 O에환수-1(350)
신명철 O에환수-2(350)
신명철 P에환목-14(366)
신미소 P입자금-18(459)
신민규 O재료수-7(467)
신민규 O에환금-7(358)
신민용 P공정금-22(268)
신민창 P분리목-26(311)
신백경 O촉매목-1(528)
신봉경 P에환목-17(367)
신선규 P공정금-26(269)
신선호 P재료금-163(516)
신성호 O공정수-8(250)
신소연 심(위젯)수-10(209)
신솔 심(위젯)수-6(208)
신수빈 P에환목-110(390)
신승수 P입자금-26(461)
신승수 P생물목-18(336)
신영광 P재료금-10(478)
신예봄 P열역금-45(430)
신완섭 P고분금-24(221)
신용희 P생물목-68(348)
신우찬 심(기후)목-4(156)
신웅철 O분리금-4(302)
신은우 P촉매금-61(551)
신은우 P촉매금-62(551)
신은우 P촉매금-59(550)
신은우 P촉매금-60(550)
신재권 P분리목-70(322)
신재권 O분리목-2(300)
신재권 O에환금-10(358)
신재만 P재료금-59(490)
신재만 P재료금-61(491)
신재훈 P에환목-24(368)
신재훈 P에환목-23(368)
신정윤 P생물목-55(345)
신주호 O고분금-8(214)
신주호 O에환금-17(360)
신주환 P입자금-38(464)
신준협 O재료금-2(471)
신중훈 O공정금-5(257)
신지수 P재료금-35(484)
신지윤 P에환목-23(368)
신지윤 P에환목-25(369)
신지호 P공정금-118(292)
신지호 심(교류)목-5(204)
신지훈 P생물목-41(342)
신창돈 P분리목-60(319)
신창범 P공정금-112(290)
신창범 P공정금-116(291)
신창범 P공정금-81(283)
신창범 P공정금-119(292)
신창범 P공정금-83(283)
신창범 P공정금-115(291)
신충연 P재료금-163(516)
신태원 P고분금-101(241)
신태원 P고분금-103(241)
신헌용 P열역금-26(425)
신헌용 P열역금-18(423)
신현우 P촉매금-49(548)
신현지 P에환목-72(380)
신혜선 심(전주기)목-3(154)
신홍석 P생물목-63(347)
신희성 P재료금-150(513)
심규나 P촉매금-129(568)
심규빈 P분리목-48(316)
심규빈 P분리목-35(313)
심규석 P에환목-152(400)
심대은 P분리목-19(309)
심승보 O분리금-7(303)
심왕근 P분리목-37(314)
심우성 P생물목-35(340)
심우현 O유동금-8(435)
심유리 P공정금-119(292)
심유리 P공정금-112(290)
심유리 P공정금-115(291)
심유리 P공정금-116(291)
심유빈 P에환목-12(365)
심재승 P재료금-4(476)
심재오 O에환수-8(351)
심재진 P에환목-170(405)
심재학 P고분금-46(227)
심재학 P고분금-69(233)
심재학 P고분금-99(240)
심재학 P고분금-43(226)
심준목 P촉매금-39(545)
심준호 P촉매금-127(567)
심준호 P촉매금-133(569)
심지빈 P유동금-9(439)
심지빈 P유동금-10(439)
심현우 P에환목-86(384)
심현우 P고분금-44(226)
심현우 P에환목-56(376)
심현우 P재료금-39(485)
심홍섭 O에환수-7(351)
아그니 O재료목-4(470)
아그니 O재료목-6(470)
아그니 P재료금-130(508)
안경현 O이동금-5(444)
안경현 P이동금-6(447)

안경현 O고분목-1(212)
안광진 O촉매수-20(527)
안광진 P촉매금-21(541)
안광진 O촉매수-19(527)
안광진 P촉매금-20(540)
안기훈 P에환목-73(381)
안기훈 P에환목-76(381)
안나현 심(한화)목-4(145)
안나현 P공정금-78(282)
안다희 P생물목-41(342)
안동준 O재료금-11(473)
안병준 P재료금-162(516)
안상윤 심(열역)금-4(187)
안서준 P고분금-69(233)
안서준 P고분금-48(227)
안서준 P고분금-68(232)
안세진 P촉매금-116(564)
안소연 P재료금-1(476)
안소희 P입자금-28(461)
안승희 P이동금-10(448)
안언형 P재료금-71(493)
안언형 P재료금-73(494)
안연우 P재료금-143(511)
안용남 P열역금-2(420)
안용남 P에환목-77(382)
안용남 P열역금-3(420)
안용남 P열역금-4(420)
안용남 O열역금-4(417)
안용상 P공정금-83(283)
안용상 P공정금-78(282)
안용상 P공정금-112(290)
안용상 P공정금-115(291)
안윤호 O열역금-7(418)
안익성 P분리목-57(319)
안익성 P분리목-76(323)
안일주 P생물목-40(341)
안재빈 P입자금-24(460)
안재석 O촉매금-10(532)
안재원 O재료목-9(471)
안정호 심(생물)금-5(184)
안종복 O재료수-5(467)
안지환 O재료목-3(469)
안진주 P공정금-135(296)
안진주 O공정금-23(261)
안찬혁 P이동금-6(447)
안채은 P에환목-89(385)
안치현 P안전금-12(577)
안태규 P고분금-11(218)
안태규 P고분금-45(227)
안태휘 P유동금-10(439)
안태휘 P유동금-11(439)
안태휘 P유동금-4(437)
안태휘 P유동금-6(438)
안태휘 P유동금-9(439)
안해준 P촉매금-37(545)
안형균 P공업금-6(246)
안형준 O에환목-4(356)
안효범 P공정금-105(289)
안효철 P에환목-45(374)
안희성 P분리목-38(314)
안희성 P재료금-61(491)
안희연 P재료금-113(504)
안희연 P재료금-122(506)
안희연 P재료금-91(498)
안희연 P재료금-135(509)
안희연 P재료금-107(502)
안희연 P재료금-144(511)
안희정 P고분금-90(238)
양관수 심(이동)목-5(190)
양미옥 P고분금-31(223)
양보름 P생물목-64(347)
양보름 P생물목-65(348)
양비룡 P촉매금-103(561)
양비룡 P에환목-130(395)
양비룡 P에환목-133(396)
양성윤 P에환목-160(402)
양승민 O촉매수-4(523)
양승민 O재료수-13(469)
양시현 P공정금-82(283)
양시현 P공정금-76(281)
양아현 P재료금-111(503)
양예지 P고분금-36(224)
양용호 P안전금-3(575)
양우경 P재료금-56(489)
양우석 P촉매금-75(554)
양우석 P입자금-28(461)
양우영 O열역목-6(415)
양원 심(KTR)목-8(165)
양원 O유동금-8(435)
양원 O공정수-9(251)
양원 O공정수-12(251)
양원 P유동금-16(440)
양유정 O촉매금-2(530)
양윤서 P공정금-108(289)
양인환 P공업금-7(246)
양인환 O공업금-2(243)
양정우 P에환목-28(369)
양정은 P생물목-3(332)
양정은 P생물목-17(336)
양정은 P생물목-38(341)
양주은 P재료금-97(500)
양주은 P재료금-123(506)
양준호 O유동목-3(432)
양지웅 O재료금-12(473)
양지웅 P재료금-72(493)
양지웅 O재료금-14(474)
양지웅 P재료금-73(494)
양지웅 P재료금-68(492)
양지웅 P재료금-71(493)
양진성 P촉매금-13(539)
양진아 O생물금-1(330)
양현 P공정금-38(272)
양현민 P분리목-74(323)
양호창 P재료금-179(520)
양호창 P재료금-180(520)
양호창 P재료금-177(520)
양호창 P재료금-178(520)
양효근 P촉매금-115(564)
양효근 P촉매금-119(565)
어진 O재료수-1(466)
엄기문 P안전금-14(578)
엄병환 O에환수-1(350)
엄병환 P에환목-19(367)
엄준호 P공정금-48(274)
엄지현 P생물목-28(338)
엄태준 O이동금-11(445)
엄호선 O공업금-3(243)
엄호선 P공업금-5(246)
엄호선 P공업금-3(245)
엄호종 P재료금-174(519)
엄호현 O에환수-13(353)
엘비스 P재료금-102(501)
여민경 P공정금-49(275)
여민경 심(위젯)수-14(210)
여수연 P재료금-67(492)
여수호 P생물목-4(332)
여수호 P생물목-5(333)
여수호 P생물목-6(333)
여정구 P공정금-74(281)
연민주 P생물목-28(338)
연영주 P생물목-51(344)
연영주 P생물목-53(345)
염경민 P에환목-98(387)
염규민 P분리목-53(318)
염규민 P분리목-54(318)
염동선 심(전기)목-6(159)
염승호 P공정금-58(277)
염현지 P촉매금-112(563)
염현지 P촉매금-123(566)
염현지 P촉매금-114(564)
염현지 P촉매금-124(566)
염현지 P촉매금-121(566)
염현지 P촉매금-122(566)
예영신 P재료금-31(483)
오경근 P공업금-6(246)
오경렬 P촉매금-11(538)
오경렬 O촉매수-14(526)
오경렬 P촉매금-100(560)
오경희 P촉매금-107(562)
오광석 O재료금-18(475)
오광현 P분리목-53(318)
오대원 O촉매수-19(527)
오대원 P촉매금-20(540)
오동락 P에환목-179(407)
오동현 P재료금-21(481)
오륜 P고분금-94(239)
오명환 P재료금-172(518)
오명환 P재료금-173(519)
오명환 심(재료)목-7(194)
오민경 P분리목-15(308)
오민경 P분리목-16(308)
오민경 O분리목-6(301)
오민경 P분리목-50(317)
오민경 P분리목-13(308)
오민경 P분리목-51(317)
오민규 심(C1)금-2(169)
오민석 심(전기)목-5(159)
오반석 O분리금-3(302)
오상재 P에환목-104(388)
오상재 P에환목-103(388)
오상호 O이동금-2(443)
오선영 P공정금-128(294)
오세훈 P재료금-7(477)
오소정 O이동금-10(445)
오수연 P재료금-57(490)
오승연 P재료금-171(518)
오승정 O분리금-1(302)
오승학 O열역목-8(415)
오예은 P유동금-10(439)
오예은 P유동금-11(439)
오우석 P에환목-115(391)
오유민 O재료수-7(467)
오윤진 P고분금-23(221)
오인환 P입자금-34(463)
오정목 P촉매금-13(539)
오정재 P안전금-6(576)
오정재 P공정금-87(284)
오정재 P안전금-7(576)
오정재 P안전금-8(576)
오정재 P공정금-85(284)
오종환 P안전금-2(575)
오주영 P공정금-31(270)
오주영 P에환목-38(372)
오준원 O에환금-5(357)
오준학 P고분금-55(229)
오준형 P에환목-19(367)
오지연 P생물목-1(332)
오지훈 O에환수-14(353)
오지훈 P에환목-45(374)
오진영 P에환목-14(366)
오하영 O재료금-19(475)
오현지 P생물목-31(339)
오형석 심(CCU)목-2(162)
오형석 심(에환)목-5(186)
오희묵 P이동금-11(448)
오희진 P공정금-65(279)
옥다경 P열역금-42(429)
옥유성 O열역금-11(419)
옥제형 P고분금-49(228)
왕슈아이 P분리목-78(324)
왕슈아이 P분리목-79(324)
왕태수 심(위젯)수-5(208)
용기중 P재료금-7(477)
용기중 P재료금-42(486)

용기중 P재료금-27(482)
용기중 P재료금-46(487)
용기중 P재료금-30(483)
용기중 P재료금-115(504)
용기중 P재료금-3(476)
용기중 P재료금-38(485)
용기중 P재료금-127(507)
우라윤 P촉매금-39(545)
우상혁 P고분금-32(223)
우상현 심(위젯)수-5(208)
우상현 P에환목-68(379)
우성화 P생물목-20(336)
우승민 P재료금-145(512)
우제훈 P에환목-156(401)
우준혁 P분리목-74(323)
우지훈 O생물목-2(328)
우지훈 P생물목-27(338)
우지훈 P생물목-19(336)
우지훈 P생물목-20(336)
우지훈 P생물목-21(337)
우채연 P재료금-65(492)
우태용 P공정금-46(274)
우태용 P공정금-70(280)
우태용 P공정금-45(274)
우형주 P분리목-1(305)
우호영 P재료금-124(506)
우호영 P재료금-126(507)
우호영 P재료금-92(498)
우호영 P재료금-99(500)
우휘연 P촉매금-50(548)
원다혜 P촉매금-94(559)
원세연 P촉매금-9(538)
원세연 P촉매금-10(538)
원왕연 P공정금-35(271)
원왕연 P공정금-102(288)
원왕연 P공정금-4(263)
원왕연 P촉매금-110(563)
원왕연 O촉매목-3(528)
원왕연 P에환목-3(363)
원왕연 P촉매금-106(562)
원유섭 P에환목-82(383)
원유섭 P에환목-84(383)
원유찬 P재료금-80(495)
위서은 P고분금-57(230)
위정수 O분리금-3(302)
위정재 P고분금-39(225)
위태규 O촉매수-9(525)
위태규 P촉매금-66(552)
위태규 O재료수-3(466)
유가연 P분리목-40(314)
유강용 P분리목-19(309)
유경환 심(전기)목-3(158)
유경환 P재료금-86(497)
유경환 P공정금-30(270)
유경환 P공정금-127(294)
유경환 P공정금-84(283)
유경환 P공정금-86(284)
유근웅 P고분금-56(229)
유기현 O유동목-6(433)
유도협 P재료금-174(519)
유래형 P공정금-18(267)
유미연 P에환목-12(365)
유서윤 P고분금-28(222)
유선욱 O에환금-6(357)
유선호 P에환목-77(382)
유성종 O촉매금-21(535)
유성종 P재료금-145(512)
유세한 P에환목-159(402)
유세한 P에환목-165(404)
유수빈 심(고분)금-3(177)
유승정 O공업금-1(243)
유승호 O에환금-10(358)
유승호 P에환목-144(398)
유연정 P촉매금-19(540)
유엽 P공정금-90(285)
유영돈 심(에환)목-1(185)
유영빈 P분리목-64(320)
유영우 O촉매금-16(533)
유영우 P촉매금-81(556)
유영우 P촉매금-5(537)
유영우 O촉매금-4(531)
유영재 P촉매금-115(564)
유은욱 O공정수-19(253)
유은욱 O공정금-9(258)
유은욱 P공정금-67(279)
유은욱 O분리목-6(301)
유은욱 P공정금-111(290)
유재범 P생물목-40(341)
유재범 P분리목-55(318)
유재현 P촉매금-128(567)
유정균 P분리목-78(324)
유정균 P에환목-3(363)
유정근 심(이동)목-3(189)
유종석 O촉매금-9(532)
유종석 P촉매금-77(555)
유종석 O촉매수-6(524)
유종석 P촉매금-92(558)
유종석 O촉매목-8(530)
유주현 P열역금-33(427)
유준재 P공정금-25(269)
유준재 P공정금-47(274)
유준재 P공정금-41(273)
유준재 P공정금-43(273)
유준재 P공정금-44(273)
유지수 P에환목-37(372)
유지수 P에환목-38(372)
유지웅 P열역금-11(422)
유지원 P에환목-77(382)
유지윤 O에환수-9(352)
유지윤 O에환금-1(356)
유지호 P에환목-75(381)
유지호 P재료금-70(493)
유지호 심(KTR)목-8(165)
유찬서 P에환목-9(365)
유창규 P공정금-28(269)
유창규 P공정금-45(274)
유창규 P공정금-46(274)
유창규 P공정금-27(269)
유창규 P공정금-70(280)
유창환 P에환목-54(376)
유채연 P이동금-11(448)
유천재 심(에스)목-8(143)
유천재 P촉매금-90(558)
유천재 O촉매금-16(533)
유천재 심(KTR)목-6(165)
유천재 P촉매금-75(554)
유천재 P촉매금-6(537)
유천재 P촉매금-76(554)
유필진 P촉매금-139(570)
유필진 O재료수-5(467)
유필진 P고분금-12(218)
유필진 P재료금-11(478)
유현서 P분리목-29(312)
유현정 P에환목-7(364)
유현중 O재료수-12(468)
유현중 P재료금-90(498)
유혜성 P재료금-83(496)
유혜성 P재료금-121(506)
유혜은 P공정금-57(277)
유희지 P에환목-43(373)
유희지 P에환목-48(374)
유희지 P에환목-86(384)
유희지 P에환목-92(385)
윤건 P재료금-3(476)
윤경석 P고분금-91(238)
윤광남 P촉매금-11(538)
윤광남 P촉매금-97(560)
윤기영 P분리목-47(316)
윤대훈 O촉매수-4(523)
윤덕현 P촉매금-84(556)
윤덕현 P촉매금-85(557)
윤덕현 P촉매금-82(556)
윤덕현 P촉매금-83(556)
윤두후 P촉매금-41(546)
윤민서 P분리목-20(309)
윤민서 P분리목-50(317)
윤민서 P분리목-51(317)
윤민서 P분리목-16(308)
윤민서 O분리목-6(301)
윤민영 심(위젯)수-2(207)
윤민영 P고분금-13(219)
윤민혜 심(전주기)목-2(154)
윤민혜 심(CCUS)목-1(152)
윤민혜 심(열역)금-5(188)
윤병선 O촉매수-10(525)
윤병선 P촉매금-17(540)
윤병선 P촉매금-19(540)
윤보영 P입자금-26(461)
윤상준 P유동금-13(440)
윤상준 O유동금-9(435)
윤서현 P재료금-69(493)
윤선중 심(위젯)수-10(209)
윤설화 P에환목-37(372)
윤설화 P에환목-38(372)
윤성민 O유동금-9(435)
윤성민 O유동금-10(436)
윤성민 P유동금-4(437)
윤성현 O분리금-10(304)
윤성현 P분리목-60(319)
윤성현 P열역금-21(424)
윤성현 P분리목-52(317)
윤성호 심(C1)금-4(169)
윤성호 심(에스)목-9(144)
윤성환 P에환목-1(363)
윤성환 P에환목-26(369)
윤성희 P공정금-31(270)
윤성희 P에환목-38(372)
윤소연 P재료금-38(485)
윤수근 P에환목-57(377)
윤수근 P재료금-103(501)
윤순도 P열역금-10(422)
윤순도 P촉매금-44(546)
윤승관 심(한화)목-4(145)
윤시경 O공정수-18(253)
윤아영 P고분금-70(233)
윤양식 P촉매금-145(572)
윤여명 P고분금-39(225)
윤여일 심(전주기)목-4(154)
윤여일 P공정금-31(270)
윤여일 P에환목-38(372)
윤여진 P에환목-190(410)
윤여진 P에환목-137(397)
윤여진 P촉매금-143(571)
윤여진 P에환목-188(409)
윤여진 P에환목-192(410)
윤영민 O에환금-20(361)
윤영준 O촉매목-2(528)
윤예지 O촉매금-14(533)
윤용주 P촉매금-69(553)
윤용주 심(한화)목-5(146)
윤용주 P촉매금-13(539)
윤용주 O촉매금-10(532)
윤원근 P공정금-123(293)
윤원찬 O에환수-13(353)
윤원찬 P에환목-28(369)
윤은서 P촉매금-109(563)
윤은서 P촉매금-116(564)
윤은수 O에환수-8(351)
윤재랑 P촉매금-63(551)
윤재랑 O촉매수-10(525)
윤정우 P에환목-159(402)
윤정우 P에환목-165(404)
윤정호 O공정금-4(257)
윤정호 O공정금-3(256)

윤종민 P촉매금-82(556)
윤주형 O에환수-19(354)
윤주형 O에환수-4(350)
윤주형 P에환목-13(366)
윤지섭 P공정금-118(292)
윤지수 O재료금-7(472)
윤지영 P재료금-2(476)
윤지웅 O분리목-7(301)
윤지호 P열역금-31(426)
윤지호 P에환목-41(373)
윤지호 P공정금-61(278)
윤지호 O공정수-2(249)
윤지호 P공정금-59(277)
윤지호 P공정금-60(277)
윤진성 심(이동)목-2(189)
윤창훈 P고분금-96(239)
윤창훈 P재료금-139(510)
윤채민 O에환수-8(351)
윤채원 P공정금-122(293)
윤태준 P열역금-17(423)
윤하늘 P재료금-136(509)
윤하늘 P재료금-142(511)
윤하늘 P재료금-148(512)
윤현빈 P에환목-74(381)
윤현식 O에환목-5(356)
윤현식 P에환목-49(375)
윤현식 P에환목-65(379)
윤현식 P에환목-66(379)
윤현식 P에환목-71(380)
윤현정 P열역금-34(427)
윤형돈 P생물목-47(343)
윤형돈 P생물목-52(344)
윤형돈 P생물목-48(343)
윤형돈 P생물목-54(345)
윤형돈 P생물목-49(344)
윤형돈 P생물목-42(342)
윤형돈 P생물목-50(344)
윤형로 P공정금-20(267)
윤형준 심(공동)금-6(195)
윤형준 O안전목-4(574)
윤형진 P분리목-69(322)
윤형철 P촉매금-54(549)
윤형철 P촉매금-78(555)
윤형철 O에환금-8(358)
윤형철 P에환목-125(394)
윤형철 P촉매금-39(545)
윤혜주 P재료금-27(482)
윤호병 P고분금-54(229)
윤호준 P고분금-72(233)
윤호준 P고분금-78(235)
윤홍석 P재료금-65(492)
윤효원 P공정금-26(269)
윤희선 P에환목-15(366)
윤희선 O에환수-1(350)
윤희선 O에환수-2(350)
윤희선 P에환목-14(366)
은진아 P촉매금-6(537)
이가연 P재료금-34(484)
이가연 P재료금-37(485)
이가영 O공정수-15(252)
이가영 O에환금-6(357)
이가은 P생물목-13(335)
이가현 O에환금-15(360)
이가현 O에환금-8(358)
이강미 P에환목-81(383)
이강미 P에환목-83(383)
이강연 P분리목-64(320)
이강택 P재료금-17(480)
이강택 P재료금-19(480)
이강택 P재료금-40(485)
이강택 P재료금-41(486)
이강현 O재료금-2(471)
이강현 P재료금-53(489)
이강현 P재료금-52(488)
이건재 P생물목-62(347)
이건형 O촉매수-8(524)
이건희 심(재료)목-8(194)
이경빈 O안전목-4(574)
이경빈 P에환목-16(366)
이경원 P분리목-69(322)
이경진 O촉매수-16(526)
이경호 P촉매금-2(536)
이경호 P촉매금-39(545)
이경호 P촉매금-78(555)
이경호 P에환목-125(394)
이경훈 P재료금-73(494)
이고은 P에환목-86(384)
이고은 P에환목-56(376)
이공수 심(성균)목-4(167)
이관희 P고분금-90(238)
이광복 P분리목-11(307)
이광복 O분리목-4(300)
이권우 P분리목-20(309)
이권우 P분리목-50(317)
이권우 P분리목-51(317)
이권홍 심(입자)금-3(191)
이귀연 P촉매금-86(557)
이규민 O생물금-5(331)
이규복 O촉매수-12(525)
이규복 P에환목-84(383)
이규복 O촉매수-7(524)
이규복 P에환목-125(394)
이규복 P에환목-82(383)
이규원 P재료금-69(493)
이규하 P에환목-4(363)
이근원 O안전목-3(574)
이금비 P재료금-14(479)
이금비 P재료금-21(481)
이금비 P재료금-15(479)
이금비 P재료금-16(479)
이금비 P재료금-13(479)
이금비 P재료금-18(480)
이기봉 P분리목-35(313)
이기봉 O공정금-14(259)
이기봉 P에환목-89(385)
이기봉 P분리목-24(310)
이기봉 P분리목-36(313)
이기봉 P에환목-54(376)
이기봉 P분리목-40(314)
이기봉 P분리목-25(311)
이기봉 P분리목-48(316)
이기봉 P분리목-69(322)
이기봉 P분리목-28(311)
이기봉 P분리목-52(317)
이기봉 P분리목-84(325)
이기원 P고분금-34(224)
이기원 P고분금-56(229)
이나경 O공정금-16(260)
이나영 P촉매금-42(546)
이남일 심(생물)금-4(183)
이다경 O에환수-19(354)
이다연 O에환수-13(353)
이다연 P에환목-28(369)
이다예 P촉매금-75(554)
이다원 P재료금-99(500)
이다원 P재료금-124(506)
이다원 P재료금-126(507)
이다원 P재료금-92(498)
이다원 P재료금-96(499)
이다현 심(위젯)수-7(208)
이대연 O고분목-5(212)
이대연 O촉매금-21(535)
이대훈 심(재활용)금-1(174)
이도경 P입자금-29(462)
이도연 P에환목-88(384)
이도연 P에환목-90(385)
이도연 P에환목-91(385)
이도창 P재료금-82(496)
이도창 O재료목-4(470)
이도창 P재료금-78(495)
이도창 P재료금-110(503)
이도창 O재료목-6(470)
이도창 P재료금-84(496)
이도창 P재료금-130(508)
이도창 P재료금-43(486)
이도창 P재료금-98(500)
이도창 P재료금-137(510)
이도창 심(양자)금-1(170)
이도창 P촉매금-68(552)
이도창 P재료금-108(502)
이도헌 P에환목-125(394)
이도형 심(성균)목-2(167)
이동건 심(CCUS)목-5(153)
이동건 심(전기)목-2(158)
이동규 O열역목-5(415)
이동규 P열역금-30(426)
이동균 P공정금-99(287)
이동근 P분리목-57(319)
이동근 심(기후)목-4(156)
이동기 O공정금-15(259)
이동렬 P에환목-153(401)
이동민 P촉매금-69(553)
이동우 심(한화)목-2(145)
이동욱 O열역목-10(416)
이동욱 P고분금-39(225)
이동욱 P재료금-173(519)
이동주 P에환목-36(371)
이동주 P에환목-33(371)
이동주 P에환목-34(371)
이동주 P에환목-35(371)
이동준 P분리목-28(311)
이동준 P에환목-185(409)
이동하 P에환목-149(400)
이동현 P에환목-185(409)
이동현 P촉매금-57(550)
이동현 P촉매금-125(567)
이동현 P유동금-5(438)
이동현 P입자금-21(460)
이동현 P고분금-1(216)
이동현 P고분금-8(217)
이동현 P고분금-9(218)
이동호 심(CCU)목-4(162)
이동호 P에환목-82(383)
이동호 P에환목-84(383)
이동호 P입자금-12(457)
이동화 O고분목-3(212)
이동훈 P고분금-30(223)
이두진 심(위젯)수-9(209)
이두환 O에환수-11(352)
이두환 P입자금-14(458)
이두환 O에환수-7(351)
이루미 O열역목-3(414)
이루미 P열역금-9(421)
이류하 심(CCUS)목-5(153)
이류하 심(전기)목-2(158)
이맹강 P에환목-186(409)
이명진 심(써모)목-4(147)
이명진 O촉매금-15(533)
이민영 P에환목-154(401)
이민용 O분리금-4(302)
이민우 P에환목-122(393)
이민정 P에환목-12(365)
이민지 P유동금-3(437)
이민진 P촉매금-37(545)
이민호 P고분금-52(228)
이민호 P재료금-131(508)
이민환 O고분금-2(213)
이민희 심(위젯)수-12(209)
이병연 P공정금-114(291)
이병원 P유동금-6(438)
이병현 P재료금-130(508)
이병화 P고분금-14(219)
이보름 O공정수-22(254)
이보름 O에환금-23(361)

이보문 P입자금-3(455)
이봉섭 P열역금-29(426)
이봉섭 P에환목-150(400)
이상경 심(위젯)수-7(208)
이상구 P공업금-2(245)
이상구 P고분금-80(235)
이상구 P고분금-81(236)
이상균 P공정금-123(293)
이상면 P안전금-4(575)
이상목 O생물목-2(328)
이상목 P생물목-22(337)
이상민 P재료금-35(484)
이상민 심(생물)금-2(183)
이상엽 O고분금-6(214)
이상엽 P생물목-2(332)
이상엽 O촉매수-11(525)
이상엽 P생물목-41(342)
이상엽 P생물목-3(332)
이상엽 O생물금-7(331)
이상엽 P생물목-45(343)
이상엽 O공정수-1(249)
이상엽 P생물목-37(341)
이상엽 P공정금-57(277)
이상엽 P생물목-9(334)
이상엽 P생물목-38(341)
이상엽 O고분목-5(212)
이상영 O열역금-1(416)
이상욱 O이동금-1(443)
이상은 P재료금-160(515)
이상준 P에환목-129(395)
이상지 P재료금-101(501)
이상철 P고분금-46(227)
이상철 P유동금-6(438)
이상현 P생물목-59(346)
이상호 심(써모)목-3(147)
이상화 P입자금-7(456)
이상화 P입자금-30(462)
이상화 P촉매금-18(540)
이상화 P고분금-24(221)
이상화 P입자금-4(455)
이상화 P에환목-27(369)
이상훈 O유동목-6(433)
이상휴 P에환목-139(397)
이서연 O열역금-11(419)
이서윤 P이동금-11(448)
이서형 P안전금-11(577)
이선영 P촉매금-25(542)
이선영 P에환목-70(380)
이선이 P입자금-32(462)
이선준 P이동금-12(448)
이성규 P분리목-6(306)
이성규 O공업금-5(244)
이성규 P재료금-152(513)
이성규 P재료금-153(514)
이성민 P공정금-126(294)
이성민 P공정금-21(268)
이성원 P열역금-30(426)
이성준 P에환목-154(401)
이성준 P열역금-15(423)
이성준 P열역금-16(423)
이성준 O열역금-10(419)
이성준 심(한림)목-1(148)
이성준 P촉매금-49(548)
이성지 P분리목-1(305)
이성훈 P공정금-74(281)
이성훈 P공정금-82(283)
이세림 P재료금-123(506)
이세림 P재료금-97(500)
이세영 P고분금-93(239)
이세영 P공정금-83(283)
이세영 P공정금-109(290)
이세영 P공정금-115(291)
이세영 P공정금-81(283)
이세희 P입자금-1(455)
이소미 P재료금-28(482)
이소미 P재료금-32(483)
이소연 P재료금-72(493)
이소연 O재료금-19(475)
이소정 P재료금-47(487)
이소정 P촉매금-1(536)
이소헌 P생물목-57(346)
이소헌 P생물목-60(346)
이소휘 P에환목-66(379)
이송렬 P재료금-116(504)
이수경 O분리목-7(301)
이수경 P분리목-80(324)
이수민 P재료금-45(487)
이수민 P공정금-81(283)
이수빈 P고분금-60(230)
이수빈 P촉매금-147(572)
이수빈 O생물목-6(329)
이수연 P에환목-135(396)
이수연 P공정금-122(293)
이수연 심(양자)금-3(170)
이수용 P고분금-77(235)
이수진 P에환목-131(395)
이수출 O에환금-24(362)
이수현 P촉매금-71(553)
이수현 P에환목-102(388)
이수현 P생물목-33(340)
이수형 P재료금-13(479)
이수홍 P유동금-5(438)
이수홍 P촉매금-79(555)
이수홍 P촉매금-81(556)
이순혁 P에환목-155(401)
이슬기 P에환목-57(377)
이슬기 P재료금-103(501)
이슬기 P이동금-5(446)
이슬희 심(전기)목-4(158)
이승규 P고분금-1(216)
이승규 P고분금-8(217)
이승규 P고분금-9(218)
이승목 P고분금-59(230)
이승무 P생물목-51(344)
이승무 P생물목-53(345)
이승민 P에환목-153(401)
이승민 P열역금-22(424)
이승아 P이동금-3(446)
이승연 O에환금-21(361)
이승연 O재료수-3(466)
이승용 P에환목-3(363)
이승익 O입자금-4(451)
이승재 P에환목-80(382)
이승재 P에환목-64(378)
이승준 O안전목-3(574)
이승진 O재료수-9(468)
이승한 O재료금-19(475)
이승현 P재료금-179(520)
이승현 P재료금-178(520)
이승현 P재료금-180(520)
이승현 P재료금-177(520)
이승현 P재료금-178(520)
이승현 O촉매목-6(529)
이승현 심(KTR)목-8(165)
이승훈 O공정금-22(261)
이시연 P재료금-91(498)
이시우 O촉매금-14(533)
이시훈 O촉매목-4(529)
이시훈 P유동금-7(438)
이시훈 O공정금-21(261)
이시훈 P유동금-8(438)
이시훈 P공정금-134(296)
이시훈 O재료목-9(471)
이신범 O공정목-3(255)
이신우 P분리목-21(310)
이신재 P촉매금-21(541)
이신혁 P고분금-95(239)
이연구 P재료금-84(496)
이열림 O촉매수-8(524)
이열림 O에환금-18(360)
이영원 P공정금-64(278)
이영재 O공정수-9(251)
이영재 O유동금-6(435)
이영재 심(KTR)목-8(165)
이영준 P생물목-3(332)
이영준 P생물목-38(341)
이영혜 P입자금-35(463)
이영환 P고분금-97(240)
이영훈 P유동금-6(438)
이예람 P생물목-39(341)
이예은 P재료금-118(505)
이예지 P재료금-72(493)
이예진 P생물목-7(333)
이요한 P입자금-8(456)
이용건 P재료금-20(480)
이용경 P고분금-21(221)
이용상 O촉매금-19(534)
이용선 P에환목-84(383)
이용선 P에환목-82(383)
이용운 심(KTR)목-8(165)
이용진 P열역금-34(427)
이우석 P에환목-197(411)
이우석 P분리목-8(306)
이우진 P공정금-132(295)
이우황 심(재활용)금-7(175)
이우황 O분리목-7(301)
이웅 심(에스)목-2(142)
이웅 O공정수-21(254)
이웅 P에환목-123(393)
이웅 O공정수-6(250)
이웅 O공정금-14(259)
이웅 P공정금-129(295)
이웅 심(에스)목-8(143)
이웅 O공정금-19(260)
이웅 P공정금-130(295)
이웅 O공정수-16(252)
이웅 P촉매금-94(559)
이원미 심(재료)목-9(194)
이원보 P열역금-8(421)
이원보 P촉매금-35(544)
이원보 O고분금-2(213)
이원보 P열역금-11(422)
이원보 O열역금-1(416)
이원빈 P생물목-60(346)
이원석 P촉매금-138(570)
이원재 P촉매금-30(543)
이원형 O열역금-7(418)
이원호 O공정수-4(249)
이위진 O에환수-16(353)
이위진 O에환수-20(354)
이위진 O공정수-23(254)
이유섭 O이동금-11(445)
이유진 O유동금-1(433)
이유진 O재료금-2(471)
이유진 P재료금-53(489)
이유진 P재료금-140(510)
이윤규 P공정금-107(289)
이윤규 P공정금-133(296)
이윤서 P생물목-43(342)
이윤서 P입자금-15(458)
이윤선 P촉매금-79(555)
이윤성 P분리목-59(319)
이윤성 P재료금-1(476)
이윤재 O에환금-1(356)
이윤재 O에환금-2(356)
이윤조 P촉매금-145(572)
이윤진 P에환목-65(379)
이윤희 심(입자)금-2(191)
이은도 심(KTR)목-8(165)
이은도 O유동금-1(433)
이은도 O유동금-6(435)
이은도 O유동목-6(433)
이은도 심(에스)목-10(144)
이은도 O유동금-7(435)

이은도 O유동목-1(432)
이은도 O유동목-7(433)
이은도 O공정수-9(251)
이은도 O촉매목-6(529)
이은도 O유동목-3(432)
이은도 O촉매수-9(525)
이은도 O유동금-4(434)
이은도 P재료금-141(511)
이은서 P촉매금-117(565)
이은석 P고분금-92(238)
이은정 P생물목-39(341)
이은정 P생물목-40(341)
이은지 P재료금-69(493)
이은지 심(KTR)목-8(165)
이은진 O생물목-2(328)
이은혜 O열역목-8(415)
이은호 O고분목-3(212)
이인성 O고분금-10(215)
이인희 P재료금-63(491)
이일송 P재료금-137(510)
이일송 P재료금-78(495)
이장용 P재료금-132(508)
이재경 P촉매금-130(568)
이재경 P촉매금-73(554)
이재경 P촉매금-129(568)
이재범 O공정금-9(258)
이재범 P공정금-67(279)
이재범 P공정금-111(290)
이재서 P촉매금-76(554)
이재성 심(전문)목-4(205)
이재성 P촉매금-4(536)
이재승 P이동금-8(447)
이재식 P고분금-50(228)
이재식 P고분금-53(229)
이재식 P고분금-54(229)
이재용 P에환목-34(371)
이재용 P에환목-35(371)
이재용 P에환목-36(371)
이재용 P에환목-33(371)
이재우 심(한림)목-2(148)
이재우 O분리금-4(302)
이재우 P에환목-101(388)
이재우 O에환수-5(351)
이재우 O열역금-7(418)
이재우 P분리목-6(306)
이재우 P에환목-28(369)
이재우 심(열역)금-1(187)
이재우 O에환수-13(353)
이재우 P재료금-43(486)
이재욱 O공정금-17(260)
이재욱 O에환금-2(356)
이재욱 P공정금-39(272)
이재욱 O유동금-8(435)
이재웅 O열역금-2(417)
이재원 심(한화)목-4(145)
이재원 P재료금-155(514)
이재원 P공정금-90(285)
이재원 P공정금-119(292)
이재원 P재료금-156(514)
이재원 P에환목-186(409)
이재원 P공정금-109(290)
이재원 P공정금-124(293)
이재원 P공정금-115(291)
이재원 P공정금-88(284)
이재원 P공정금-116(291)
이재원 O촉매수-11(525)
이재원 P생물목-37(341)
이재원 P공정금-112(290)
이재준 P재료금-69(493)
이재진 P고분금-22(221)
이재철 O열역금-7(418)
이재철 P생물목-36(340)
이재하 P촉매금-128(567)
이재헌 심(위젯)수-13(210)
이재헌 O입자금-1(451)
이재혁 P입자금-27(461)
이재현 P에환목-33(371)
이재현 P에환목-34(371)
이재현 P에환목-35(371)
이재현 P에환목-36(371)
이재형 O공정수-11(251)
이재호 P공업금-4(245)
이재호 O입자금-12(453)
이재홍 P에환목-190(410)
이재홍 P에환목-192(410)
이재홍 P에환목-137(397)
이재홍 P촉매금-143(571)
이재홍 P에환목-188(409)
이재훈 심(신진)목-2(150)
이재훈 심(고분)금-6(178)
이정규 O에환금-14(359)
이정규 P에환목-140(397)
이정규 O촉매금-8(531)
이정규 O에환금-12(359)
이정민 P에환목-48(374)
이정민 P에환목-55(376)
이정민 P공정금-25(269)
이정민 P재료금-89(498)
이정수 P에환목-200(412)
이정연 O공정수-6(250)
이정연 P고분금-95(239)
이정우 O유동목-6(433)
이정욱 P생물목-58(346)
이정욱 P생물목-62(347)
이정욱 P생물목-59(346)
이정욱 심(C1)금-2(169)
이정욱 P생물목-60(346)
이정욱 P생물목-57(346)
이정욱 P생물목-61(347)
이정윤 P재료금-85(497)
이정인 P분리목-27(311)
이정인 심(전주기)목-1(154)
이정준 P공정금-20(267)
이정철 O공정금-10(258)
이정철 P공정금-133(296)
이정현 P에환목-158(402)
이정현 P에환목-160(402)
이정현 P에환목-2(363)
이정현 P공정금-74(281)
이정현 P에환목-37(372)
이정훈 O촉매금-17(534)
이정훈 P촉매금-80(555)
이정훈 O촉매수-8(524)
이제건 O촉매수-11(525)
이제환 P안전금-12(577)
이종대 P에환목-81(383)
이종대 P에환목-83(383)
이종민 P재료금-163(516)
이종민 심(전문)목-1(205)
이종민 심(한화)목-2(145)
이종민 O공정수-20(253)
이종민 P촉매금-91(558)
이종민 P공정금-12(265)
이종민 P공정금-33(271)
이종민 P공정금-20(267)
이종민 P공정금-39(272)
이종민 심(공동)금-4(195)
이종민 O공정수-18(253)
이종민 O공정금-8(258)
이종석 O고분금-8(214)
이종석 P분리목-17(309)
이종석 O분리금-9(304)
이종석 O분리목-7(301)
이종석 O에환금-17(360)
이종혁 P열역금-9(421)
이종혁 O열역목-3(414)
이종환 P열역금-45(430)
이종환 P열역금-46(430)
이종훈 심(에환)목-3(185)
이종휘 P고분금-57(230)
이종휘 P고분금-58(230)
이종휘 P고분금-60(230)
이주나 P재료금-33(484)
이주성 P고분금-67(232)
이주성 O이동금-12(445)
이주영 P분리목-25(311)
이주원 P촉매금-35(544)
이주화 P공정금-72(280)
이주화 P공정금-82(283)
이주환 O고분금-1(213)
이준배 P이동금-11(448)
이준섭 심(열역)금-4(187)
이준성 P촉매금-110(563)
이준영 P촉매금-3(536)
이준영 P고분금-82(236)
이준영 P생물목-25(338)
이준영 O에환수-21(355)
이준영 P공정금-77(282)
이준협 P이동금-2(446)
이준협 P이동금-3(446)
이준형 O유동금-7(435)
이준호 P고분금-5(217)
이준환 P재료금-155(514)
이준환 P재료금-156(514)
이준희 심(위젯)수-3(207)
이중엽 P촉매금-1(536)
이지량 P재료금-6(477)
이지민 P에환목-147(399)
이지선 P생물목-58(346)
이지성 P열역금-39(428)
이지성 P열역금-43(429)
이지수 P공정금-105(289)
이지영 P생물목-29(339)
이지영 P공정금-35(271)
이지우 P고분금-26(222)
이지원 P재료금-172(518)
이지윤 O열역목-9(416)
이지윤 P재료금-129(508)
이지윤 O촉매수- 3(523)
이지은 P에환목-190(410)
이지은 P에환목-137(397)
이지은 심(위젯)수-15(210)
이지은 P촉매금-143(571)
이지은 P에환목-188(409)
이지은 P에환목-192(410)
이지은 P공정금-16(266)
이지혁 P분리목-82(325)
이지현 P분리목-46(316)
이지현 P분리목-47(316)
이지현 P이동금-11(448)
이지현 P분리목-44(315)
이지홍 P재료금-103(501)
이지환 P안전금-4(575)
이지훈 O재료목-1(469)
이지훈 P고분금-11(218)
이지훈 P에환목-157(402)
이진규 P분리목-78(324)
이진기 O에환수-2(350)
이진기 P에환목-14(366)
이진기 P에환목-15(366)
이진기 O에환수-1(350)
이진실 P재료금-76(494)
이진실 심(공정)목-4(180)
이진우 P열역금-40(428)
이진우 P열역금-41(429)
이진우 P재료금-100(500)
이진우 P재료금-125(507)
이진우 O재료목-4(470)
이진우 P재료금-101(501)
이진우 P재료금-132(508)
이진우 O촉매금-13(533)
이진우 P재료금-105(502)
이진우 P재료금-85(497)
이진우 P재료금-114(504)

이진욱 P고분금-14(219)
이진원 심(C1)금-2(169)
이진원 P생물목-26(338)
이진원 P생물목-55(345)
이진원 P생물목-34(340)
이진원 P생물목-56(345)
이진원 P생물목-35(340)
이진원 P분리목-62(320)
이진원 P생물목-43(342)
이진주 O촉매수-13(526)
이진협 O생물금-3(330)
이진형 O공정수-5(250)
이진호 P재료금-5(477)
이진홍 심(배터리)목-8(200)
이진희 O촉매금-4(531)
이진희 O공정금-23(261)
이진희 P촉매금-5(537)
이진희 P촉매금-81(556)
이진희 심(KTR)목-12(166)
이찬영 P유동금-11(439)
이찬영 P유동금-9(439)
이찬용 O고분금-5(213)
이찬우 O안전목-3(574)
이찬우 O안전목-2(574)
이찬우 심(CCU)목-7(163)
이찬준 P촉매금-66(552)
이찬현 P분리목-59(319)
이찬현 P분리목-76(323)
이찬현 O분리목-3(300)
이찬현 P분리목-57(319)
이창민 P재료금-86(497)
이창민 P입자금-9(457)
이창수 P분리목-4(305)
이창수 O생물금-3(330)
이창수 O생물목-5(329)
이창재 P고분금-19(220)
이채연 P생물목-31(339)
이채원 P에환목-171(405)
이채은 O공정금-13(259)
이채진 P분리목-49(317)
이철연 P고분금-63(231)
이철위 P촉매금-38(545)
이철진 O공정목-4(255)
이철진 P공정금-69(280)
이철진 P공정금-13(266)
이철진 P공정금-23(268)
이청범 O재료금-13(474)
이태경 O열역목-7(415)
이태경 P열역금-32(426)
이태경 O열역목-9(416)
이태경 O재료금-10(473)
이태경 O열역목-11(416)
이태경 P열역금-38(428)
이태경 O열역목-5(415)
이태경 P열역금-30(426)
이태경 P재료금-129(508)
이태용 P에환목-45(374)
이태원 P유동금-9(439)
이태형 P생물목-56(345)
이태훈 심(분리)금-4(182)
이택기 P열역금-19(424)
이택기 P열역금-21(424)
이택기 P열역금-28(425)
이평찬 P고분금-79(235)
이평찬 P재료금-94(499)
이평찬 P고분금-65(232)
이하린 P재료금-37(485)
이하린 P재료금-32(483)
이하린 P재료금-139(510)
이하린 P재료금-34(484)
이하린 P고분금-96(239)
이하영 P생물목-26(338)
이하영 P열역금-40(428)
이하영 P열역금-41(429)
이하은 P공정금-134(296)
이하은 O촉매목-4(529)
이하은 O공정금-21(261)
이한솔 P고분금-21(221)
이한승 P재료금-93(499)
이해우 P재료금-76(494)
이해우 심(공정)목-4(180)
이해인 P공정금-33(271)
이현건 O촉매수-20(527)
이현국 P재료금-62(491)
이현규 P에환목-73(381)
이현기 P재료금-151(513)
이현아 P고분금-53(229)
이현정 심(배터리)목-7(200)
이현조 P생물목-34(340)
이현종 P재료금-161(516)
이현주 O촉매수-11(525)
이현준 심(기후)목-1(156)
이현준 P재료금-108(502)
이현지 P촉매금-63(551)
이현지 P공정금-112(290)
이현지 P공정금-115(291)
이현지 P공정금-116(291)
이현지 P분리목-68(321)
이현지 P공정금-119(292)
이현희 P공정금-69(280)
이형건 P에환목-123(393)
이혜인 P촉매금-36(544)
이호성 심(한화)목-2(145)
이호재 P에환목-44(373)
이호재 P공정금-61(278)
이호재 P공정금-53(276)
이호재 P공정금-59(277)
이호재 O공정수-2(249)
이호재 P공정금-60(277)
이호준 O분리금-9(304)
이홍섭 P입자금-2(455)
이홍진 P유동금-17(441)
이화수 심(전문)목-2(205)
이황호 P촉매금-141(571)
이회석 P생물목-51(344)
이회석 P생물목-53(345)
이효민 P에환목-154(401)
이효원 심(위젯)수-13(210)
이효은 P에환목-141(398)
이효진 심(전기)목-3(158)
이효철 P재료금-68(492)
이희수 심(재활용)금-1(174)
이희수 O촉매금-15(533)
이희영 P입자금-9(457)
이희영 P입자금-16(458)
이희영 P입자금-17(459)
이희영 P입자금-8(456)
이희정 P재료금-95(499)
이희정 O재료금-4(472)
이희진 O입자금-11(453)
인수일 P재료금-68(492)
임건태 P에환목-58(377)
임경묵 P촉매금-113(564)
임경묵 P촉매금-119(565)
임경민 P촉매금-8(537)
임경민 O촉매금-11(532)
임광수 P촉매금-12(538)
임근배 심(CCUS)목-1(152)
임근배 심(열역)금-5(188)
임근배 심(전주기)목-2(154)
임기성 P촉매금-18(540)
임대순 P촉매금-25(542)
임도연 심(위젯)수-12(209)
임도진 P이동금-12(448)
임동희 O에환금-11(359)
임동희 P에환목-121(393)
임두현 P에환목-124(393)
임두현 P에환목-134(396)
임명균 P공정금-141(298)
임민석 P공정금-87(284)
임민석 P안전금-6(576)
임민석 P공정금-105(289)
임민석 P안전금-7(576)
임민석 P안전금-8(576)
임민수 P공정금-89(285)
임상순 P에환목-89(385)
임석진 P고분금-18(220)
임석현 P공정금-2(263)
임석현 P공정금-8(264)
임석현 P공정금-9(265)
임석현 P공정금-1(263)
임성갑 O분리금-4(302)
임성균 P재료금-64(491)
임성민 P재료금-143(511)
임성민 P에환목-116(391)
임성선 심(열역)금-4(187)
임세라 P고분금-82(236)
임세미 O에환수-21(355)
임세영 P촉매금-77(555)
임수연 P공정금-6(264)
임연호 P재료금-121(506)
임연호 P재료금-143(511)
임연호 P이동금-13(448)
임연호 P재료금-83(496)
임영수 O고분금-9(214)
임영원 P재료금-94(499)
임영일 O유동목-3(432)
임영일 O유동금-6(435)
임영하 P공정금-93(286)
임예진 O에환금-7(358)
임오성 P촉매금-40(545)
임우성 P촉매금-122(566)
임우성 P촉매금-113(564)
임우성 P촉매금-126(567)
임재준 P촉매금-145(572)
임재학 O에환수-8(351)
임재훈 P재료금-79(495)
임정규 심(위젯)수-9(209)
임정균 P생물목-12(334)
임정균 P생물목-16(335)
임정욱 P공정금-6(264)
임정은 P재료금-37(485)
임정은 P재료금-34(484)
임정현 O재료수-6(467)
임종구 P공정금-58(277)
임종민 P이동금-7(447)
임주환 P재료금-1(476)
임준택 O공정수-2(249)
임준택 P공정금-61(278)
임준하 P재료금-53(489)
임준하 P재료금-140(510)
임준하 O재료금-2(471)
임준형 O재료금-18(475)
임준형 P재료금-51(488)
임지민 P고분금-70(233)
임지선 P촉매금-79(555)
임지수 심(교류)목-2(204)
임지우 O생물금-4(330)
임지혜 P재료금-85(497)
임진경 P공정금-125(294)
임진규 P생물목-37(341)
임진형 P재료금-103(501)
임창규 심(전기)목-2(158)
임창용 P입자금-13(458)
임창용 O입자금-11(453)
임창용 P입자금-24(460)
임창용 O입자금-12(453)
임창용 P입자금-12(457)
임창현 P재료금-30(483)
임채은 P재료금-127(507)
임탁형 P공정금-142(298)
임태진 O촉매금-12(532)
임하나 P공정금-136(296)
임하나 P공업금-8(246)

임하나 P공업금-9(247)
임혁 P에환목-31(370)
임혁 P에환목-75(381)
임혁성 P에환목-19(367)
임현규 심(생물)금-3(183)
임현서 P공정금-51(275)
임현성 심(기후)목-6(157)
임현아 P고분금-34(224)
임호태 O유동금-9(435)
임호태 O유동금-10(436)
임희대 P재료금-2(476)
장교준 P촉매금-132(568)
장규동 P생물목-41(342)
장규동 P생물목-45(343)
장규현 P촉매금-144(571)
장나희 P유동금-10(439)
장남진 심(한화)목-2(145)
장대희 P에환목-184(408)
장민서 P에환목-157(402)
장민주 P공정금-47(274)
장민준 O분리금-2(302)
장민준 O분리금-4(302)
장민창 P생물목-30(339)
장민창 O생물목-2(328)
장민창 P생물목-20(336)
장민호 O에환금-2(356)
장민호 P공정금-39(272)
장서현 P재료금-176(519)
장성도 P입자금-32(462)
장성열 P촉매금-128(567)
장순호 P이동금-14(449)
장승민 P안전금-4(575)
장연서 P분리목-21(310)
장영수 P생물목-67(348)
장영수 P생물목-64(347)
장영수 P생물목-65(348)
장영수 P생물목-66(348)
장예지 O유동금-1(433)
장예진 P재료금-66(492)
장요셉 심(기후)목-3(156)
장용석 P고분금-52(228)
장용석 P재료금-131(508)
장우대 P생물목-38(341)
장우대 P생물목-41(342)
장우석 P촉매금-43(546)
장우석 P에환목-143(398)
장원익 P생물목-40(341)
장원준 P에환목-166(404)
장윤정 P재료금-72(493)
장윤정 P에환목-145(399)
장윤희 P촉매금-96(559)
장은규 P분리목-45(316)
장은호 O에환금-24(362)
장재영 P촉매금-2(536)
장재준 O에환금-20(361)
장재홍 P재료금-71(493)
장점석 P분리목-61(320)
장점석 P에환목-134(396)
장점석 P에환목-67(379)
장점석 P에환목-99(387)
장점석 P에환목-124(393)
장정운 O촉매목-7(529)
장정운 O촉매금-16(533)
장정희 P에환목-188(409)
장정희 P에환목-190(410)
장정희 P에환목-192(410)
장정희 P촉매금-143(571)
장정희 P에환목-137(397)
장종탁 P공정금-31(270)
장종탁 P에환목-37(372)
장종탁 P에환목-38(372)
장주영 P재료금-77(495)
장지욱 O촉매수-21(528)
장지욱 P촉매금-56(549)
장지욱 P에환목-109(390)
장지욱 P에환목-179(407)
장지웅 O공정수-10(251)
장지은 P에환목-149(400)
장지현 심(배터리)목-1(199)
장지현 P에환목-158(402)
장지훈 P재료금-173(519)
장지희 P이동금-11(448)
장학룡 P분리목-26(311)
장한나 P생물목-53(345)
장한나 P생물목-51(344)
장한빛 P촉매금-114(564)
장한빛 P촉매금-109(563)
장한빛 P촉매금-113(564)
장한빛 P촉매금-119(565)
장한빛 P촉매금-123(566)
장해성 P재료금-176(519)
장해성 P에환목-112(390)
장해성 O재료수-2(466)
장해성 O재료수-8(467)
장해성 P촉매금-33(544)
장현 P열역금-5(421)
장현서 P재료금-29(483)
장현석 O촉매목-1(528)
장현성 P에환목-190(410)
장현성 P에환목-137(397)
장현성 P촉매금-143(571)
장현성 P에환목-188(409)
장현성 P에환목-192(410)
장현지 P재료금-69(493)
장호욱 P에환목-44(373)
장희선 P분리목-30(312)
장희연 P입자금-32(462)
전건욱 P입자금-38(464)
전경원 O에환수-8(351)
전기원 심(에환)목-2(185)
전나영 P공정금-28(269)
전남기 O에환목-4(356)
전동혁 심(CCU)목-4(162)
전동혁 P에환목-31(370)
전동현 P공정금-80(282)
전동현 P공정금-82(283)
전민석 P에환목-21(368)
전병준 P열역금-12(422)
전병진 심(이동)목-2(189)
전상구 P유동금-17(441)
전상구 P촉매금-63(551)
전상구 P에환목-64(378)
전상구 O촉매수-10(525)
전상민 O입자금-7(452)
전상민 O입자금-8(452)
전상민 P입자금-3(455)
전상준 O공정금-17(260)
전상혁 P공정금-44(273)
전세원 P촉매금-141(571)
전수민 P에환목-197(411)
전수진 P공정금-48(274)
전시은 P재료금-107(502)
전시은 P재료금-144(511)
전시은 P재료금-113(504)
전시은 P재료금-122(506)
전시은 P재료금-91(498)
전시은 P재료금-135(509)
전여준 P에환목-85(384)
전영시 P재료금-116(504)
전영운 O고분목-3(212)
전영현 O촉매수-6(524)
전예린 P공정금-84(283)
전예린 P공정금-86(284)
전예은 P촉매금-17(540)
전용군 P입자금-6(456)
전용군 P에환목-126(394)
전용하 P고분금-31(223)
전우송 O촉매수-13(526)
전이정 O에환수-8(351)
전재훈 P공정금-67(279)
전재훈 P공정금-111(290)
전종기 P촉매금-1(536)
전종인 P유동금-2(437)
전종현 P촉매금-58(550)
전채원 P재료금-54(489)
전파랑 P에환목-93(386)
전필립 P분리목-66(321)
전필립 P분리목-83(325)
전필립 P분리목-68(321)
전필립 P분리목-71(322)
전필립 P분리목-77(324)
전해진 O재료금-15(474)
전혁준 P촉매금-13(539)
전현우 P재료금-114(504)
전혜리 P고분금-32(223)
전혜린 P에환목-88(384)
전혜린 P에환목-90(385)
전호균 P고분금-15(219)
전호균 P재료금-146(512)
전호균 P재료금-147(512)
전호균 P고분금-14(219)
전홍준 P공정금-50(275)
전화연 심(석유)목-1(160)
정갑진 P에환목-5(364)
정건영 P재료금-20(480)
정경열 P생물목-28(338)
정경원 심(전문)목-5(206)
정경호 P공정금-96(286)
정경환 P에환목-9(365)
정관영 P에환목-40(372)
정규열 P생물목-20(336)
정규열 P생물목-27(338)
정규태 P생물목-55(345)
정균성 P고분금-13(219)
정균성 심(위젯)수-2(207)
정근호 P촉매금-3(536)
정기준 O생물목-8(329)
정기준 P생물목-25(338)
정남조 O에환목-3(355)
정다빈 P공정금-52(275)
정다연 P열역금-26(425)
정다정 P생물목-53(345)
정다정 P생물목-51(344)
정다진 P공정금-68(279)
정대성 O촉매목-3(528)
정대혁 P재료금-86(497)
정동영 심(기후)목-5(157)
정동인 P공정금-37(272)
정동휘 P공정금-107(289)
정동휘 P공정금-133(296)
정동휘 O공정금-10(258)
정동휘 P공정금-66(279)
정문택 P에환목-16(366)
정민경 P공정금-103(288)
정민석 P에환목-138(397)
정민석 P에환목-149(400)
정민성 P촉매금-108(562)
정민수 P에환목-93(386)
정민영 P재료금-155(514)
정민영 P재료금-156(514)
정민욱 P에환목-119(392)
정민제 O공정금-22(261)
정민주 O이동금-1(443)
정민철 P안전금-3(575)
정민철 P에환목-16(366)
정민호 심(재활용)금-1(174)
정민호 O재료수-4(466)
정민환 P에환목-39(372)
정병국 심(재료)목-4(193)
정병남 P에환목-16(366)
정병훈 O공업금-3(243)
정병훈 심(공업)금-2(179)
정보라 심(써모)목-4(147)
정보라 O촉매금-15(533)

정부영 P고분금-99(240)
정상문 P에환목-29(370)
정상문 P에환목-32(370)
정상철 P에환목-9(365)
정상화 심(입자)금-5(192)
정상훈 P생물목-44(342)
정서형 P고분금-91(238)
정선민 심(위젯)수-9(209)
정선욱 P생물목-14(335)
정선재 P촉매금-97(560)
정세민 O분리목-7(301)
정소담 O열역목-10(416)
정소담 P고분금-39(225)
정소담 O열역목-4(414)
정소희 O촉매금-20(534)
정소희 P에환목-168(404)
정수웅 P공업금-7(246)
정수화 P에환목-13(366)
정수화 심(재활용)금-2(174)
정수화 O에환수-19(354)
정수화 O에환수-3(350)
정수화 O에환수-4(350)
정승묵 P에환목-91(385)
정승묵 P에환목-88(384)
정승묵 P에환목-90(385)
정승우 P생물목-8(333)
정승호 O안전목-2(574)
정시연 O열역목- 2(414)
정시윤 P열역금-39(428)
정시윤 P열역금-43(429)
정아라 P고분금-85(237)
정영민 P촉매금-34(544)
정영민 P촉매금-135(569)
정영민 심(CCUS)목-6(153)
정영호 P촉매금-38(545)
정예진 P고분금-37(225)
정예진 P고분금-42(226)
정예진 P고분금-33(224)
정용균 P유동금-13(440)
정용석 P고분금-16(219)
정용욱 P입자금-25(461)
정용욱 P고분금-45(227)
정용철 P열역금-27(425)
정용철 P분리목-60(319)
정용철 P열역금-28(425)
정용철 P분리목-72(322)
정용철 P분리목-5(306)
정용철 P분리목-52(317)
정용철 O분리금-2(302)
정용철 P열역금-21(424)
정용철 O분리금-10(304)
정용철 P열역금-19(424)
정우석 P분리목-36(313)
정우석 P재료금-70(493)
정우성 P분리목-12(307)
정우창 P공정금-56(276)
정운호 심(CCUS)목-2(152)
정운호 O에환목-1(355)
정운호 심(전주기)목-2(154)
정원규 P에환목-5(364)
정원상 P촉매금-71(553)
정원석 P공정금-129(295)
정원종 P재료금-41(486)
정원준 P분리목-76(323)
정원호 P생물목-26(338)
정유나 P에환목-55(376)
정유나 P에환목-43(373)
정유나 P에환목-92(385)
정유나 P에환목-47(374)
정유나 P에환목-48(374)
정유라 O생물목-7(329)
정유림 심(위젯)수-14(210)
정유성 P공정금-6(264)
정유진 O공정금-7(257)
정유혁 P공정금-131(295)
정윤석 P에환목-157(402)
정윤석 P에환목-156(401)
정윤성 P공정금-39(272)
정윤철 O에환목-3(355)
정윤호 P재료금-49(488)
정의명 P유동금-4(437)
정의명 P유동금-9(439)
정의명 P유동금-10(439)
정의철 P에환목-101(388)
정인애 심(위젯)수-5(208)
정인영 P이동금-8(447)
정인영 P재료금-64(491)
정인영 P재료금-67(492)
정재민 P공정금-100(287)
정재연 O재료금-1(471)
정재은 P공정금-84(283)
정재철 O촉매금-8(531)
정재한 P열역금-22(424)
정재현 O고분금-9(214)
정재현 P재료금-19(480)
정재형 P분리목-52(317)
정재훈 심(KTR)목-12(166)
정재훈 P분리목-48(316)
정재훈 O재료수-10(468)
정제연 O고분금-2(213)
정주연 P재료금-10(478)
정주연 P촉매금-120(565)
정주형 O공정목-2(255)
정주희 P에환목-83(383)
정주희 P에환목-81(383)
정준교 P에환목-49(375)
정준교 O에환목-5(356)
정지민 P공정금-100(287)
정지철 O촉매금-18(534)
정지훈 P공업금-5(246)
정지훈 P공업금-3(245)
정지훈 O공업금-3(243)
정지훈 P공업금-4(245)
정진석 P촉매금-22(541)
정찬미 심(재활용)금-1(174)
정찬혁 P촉매금-58(550)
정찬혁 P공정금-45(274)
정찬혁 P공정금-70(280)
정찬호 P에환목-52(375)
정찬호 P재료금-75(494)
정찬화 O재료목-2(469)
정찬화 P재료금-37(485)
정찬화 P재료금-28(482)
정찬화 P재료금-32(483)
정찬화 P재료금-34(484)
정채연 P고분금-44(226)
정천우 심(C1)금-3(169)
정태성 P촉매금-63(551)
정태성 P에환목-64(378)
정태성 O촉매수-10(525)
정하린 P공정금-91(285)
정하영 O촉매수-15(526)
정한빛 P에환목-77(382)
정한샘 P촉매금-35(544)
정해권 P공정금-29(270)
정해민 P생물목-41(342)
정해성 심(위젯)수-1(207)
정해성 P분리목-14(308)
정해성 P입자금-5(456)
정해성 P분리목-21(310)
정해성 P분리목-8(306)
정해성 P공정금-20(267)
정해성 O분리목-8(301)
정향수 심(기후)목-6(157)
정헌호 P이동금-10(448)
정헌호 P생물목-23(337)
정혁 P촉매금-95(559)
정현교 P입자금-32(462)
정현동 O열역금-3(417)
정현숙 O공업금-1(243)
정현숙 P안전금-4(575)
정현승 P촉매금-57(550)
정현욱 심(이동)목-2(189)
정현욱 P촉매금-11(538)
정형동 P촉매금-142(571)
정형동 O에환금-22(361)
정혜민 P유동금-6(438)
정혜연 P에환목-100(387)
정호원 P촉매금-39(545)
정호진 심(써모)목-2(147)
정효빈 P생물목-13(335)
정훈기 P에환목-69(380)
정훈기 P에환목-72(380)
정희석 P에환목-134(396)
정희수 O공업금-1(243)
정희수 P안전금-4(575)
정희태 P촉매금-148(572)
정희태 심(고분)금-2(177)
정희태 O재료금-7(472)
제갈본 P생물목-63(347)
제보경 P에환목-93(386)
조강희 P촉매금-140(570)
조강희 P촉매금-134(569)
조경민 P촉매금-134(569)
조경민 P안전금-4(575)
조경호 O분리목-7(301)
조광민 P고분금-33(224)
조광민 P고분금-37(225)
조광민 P고분금-42(226)
조국영 P에환목-57(377)
조길원 P재료금-155(514)
조길원 P재료금-156(514)
조남정 심(이동)목-5(190)
조동완 P에환목-7(364)
조동우 심(전기)목-1(158)
조동현 심(재활용)금-1(174)
조동희 O분리목-7(301)
조문경 P분리목-36(313)
조문경 P분리목-40(314)
조문경 P분리목-84(325)
조문경 P분리목-25(311)
조문경 P분리목-28(311)
조민우 P에환목-200(412)
조삼연 P재료금-66(492)
조삼연 P재료금-9(478)
조삼연 P재료금-55(489)
조삼연 P재료금-56(489)
조성규 P에환목-20(367)
조성규 P에환목-21(368)
조성용 P에환목-10(365)
조성우 P입자금-18(459)
조성우 P입자금-19(459)
조성재 P이동금-14(449)
조성준 O촉매수-21(528)
조성현 P안전금-6(576)
조성현 P공정금-85(284)
조성현 P안전금-7(576)
조성현 P공정금-87(284)
조성현 P안전금-8(576)
조성현 P공정금-89(285)
조성현 P공정금-79(282)
조성현 P공정금-105(289)
조성호 심(CCU)목-4(162)
조성호 O유동금-9(435)
조수연 P재료금-133(509)
조수연 P촉매금-147(572)
조수연 P재료금-29(483)
조수연 P재료금-170(518)
조수연 O에환금-21(361)
조수연 P재료금-171(518)
조수연 심(위젯)수-2(207)
조수연 P고분금-13(219)
조숙형 P생물목-35(340)
조숙형 P생물목-43(342)

조숙형 P생물목-26(338)
조숙형 P분리목-62(320)
조숙형 P생물목-34(340)
조승연 P생물목-56(345)
조승현 P공정금-20(267)
조신흠 심(재료)목-6(194)
조아연 P에환목-147(399)
조연수 P고분금-74(234)
조연수 P열역금-46(430)
조연수 P고분금-88(237)
조영상 O촉매목-5(529)
조영인 P재료금-65(492)
조영일 P안전금-12(577)
조영일 P에환목-39(372)
조예림 P에환목-163(403)
조예림 P촉매금-125(567)
조예림 P촉매금-136(569)
조예은 P공정금-60(277)
조예은 O공정수-2(249)
조예은 P공정금-61(278)
조예은 P공정금-53(276)
조예은 P공정금-59(277)
조용 P촉매금-29(543)
조웅비 P고분금-39(225)
조유미 O재료목-1(469)
조유빈 O열역목-9(416)
조유빈 P재료금-129(508)
조유이 심(위젯)수-10(209)
조유진 P에환목-67(379)
조유진 심(위젯)수-6(208)
조윤서 P촉매금-5(537)
조윤영 O생물금-6(331)
조은범 O재료목-8(471)
조은범 P재료금-45(487)
조은범 P재료금-52(488)
조은범 P재료금-58(490)
조은별 O공정금-14(259)
조은수 P재료금-22(481)
조은수 P재료금-51(488)
조재민 P고분금-80(235)
조재민 P고분금-81(236)
조재민 P공업금-2(245)
조재성 O생물금-7(331)
조재원 P촉매금-56(549)
조재준 심(위젯)수-12(209)
조재호 O에환수-7(351)
조재환 심(C1)금-1(169)
조정현 O촉매금-18(534)
조정현 심(위젯)수-2(207)
조정현 P고분금-13(219)
조정호 O재료금-19(475)
조준희 P고분금-86(237)
조진녕 P에환목-163(403)
조진한 O촉매금-21(535)
조창범 P재료금-142(511)
조창신 심(신진)목-5(151)
조창신 P재료금-101(501)
조창신 P재료금-49(488)
조창신 P재료금-106(502)
조창신 P재료금-77(495)
조창신 P재료금-112(503)
조창신 O재료수-3(466)
조창신 P재료금-81(496)
조창신 P재료금-119(505)
조한익 P촉매금-25(542)
조한익 P촉매금-32(543)
조한익 P에환목-70(380)
조현빈 P에환목-34(371)
조현빈 O유동금-10(436)
조현빈 P에환목-33(371)
조현빈 O유동금-9(435)
조형준 P재료금-165(517)
조형준 P재료금-164(516)
조형태 P공정금-88(284)
조형태 P공정금-78(282)
조형태 P공정금-90(285)
조형태 P공정금-81(283)
조형태 P공정금-109(290)
조형태 P공정금-83(283)
조형태 P공정금-124(293)
조혜연 P고분금-50(228)
조혜인 P재료금-46(487)
좌은진 O에환목-3(355)
좌은진 P공정금-50(275)
주가은 P생물목-32(339)
주경재 O재료목-3(469)
주상현 P촉매금-91(558)
주선정 O재료목-7(470)
주영환 P공정금-1(263)
주영환 P공정금-9(265)
주영환 P공정금-2(263)
주영환 P공정금-11(265)
주영환 P공정금-7(264)
주영환 P공정금-8(264)
주용완 P에환목-116(391)
주용완 P에환목-138(397)
주용완 P에환목-106(389)
주용완 P에환목-105(389)
주용완 P에환목-115(391)
주용태 O에환수-19(354)
주우언 P에환목-36(371)
주은 P촉매금-89(558)
주은지 P분리목-75(323)
주종효 P공정금-58(277)
주종효 P공정금-24(268)
주종훈 O에환금-8(358)
주종훈 O에환금-15(360)
주지봉 P촉매금-99(560)
주지봉 P촉매금-105(562)
주지봉 P에환목-127(394)
주지봉 심(CCUS)목-4(152)
주지봉 P에환목-155(401)
주지영 P에환목-4(363)
주진혁 O이동금-4(443)
주형준 P공정금-17(267)
지근혁 P재료금-179(520)
지근혁 P재료금-180(520)
지근혁 P재료금-178(520)
지근혁 P재료금-177(520)
지승혁 O재료금-8(473)
지영남 O공정금-16(260)
지원석 심(위젯)수-15(210)
지원석 P분리목-2(305)
지원석 P분리목-3(305)
지원석 P분리목-33(313)
지재완 P촉매금-132(568)
진경석 심(CCU)목-6(163)
진상준 O공정금-5(257)
진성민 P촉매금-6(537)
진장현 심(위젯)수-8(208)
진혜지 P촉매금-105(562)
진혜지 P에환목-127(394)
차민규 P분리목-24(310)
차안재 P재료금-148(512)
차재원 P에환목-91(385)
차재원 P에환목-88(384)
차재원 P에환목-90(385)
차정민 심(위젯)수-2(207)
차정민 P고분금-13(219)
차정범 O에환수-12(352)
차지훈 O에환금-22(361)
차지훈 P촉매금-141(571)
차혜성 P안전금-5(576)
차형준 심(한림)목-3(148)
차혜성 P입자금-20(459)
채경희 심(고분)금-3(177)
채동언 P생물목-41(342)
채민경 P재료금-91(498)
채소룡 O분리목-5(301)
채소룡 O에환목-2(355)
채수연 P재료금-53(489)
채수연 P재료금-140(510)
채수연 심(위젯)수-8(208)
채수연 O재료금-2(471)
채수종 P에환목-8(364)
채연수 P재료금-172(518)
채영현 O공정금-19(260)
채원석 P열역금-20(424)
채원식 P에환목-67(379)
채태영 O유동금-8(435)
채태영 P유동금-16(440)
채호승 P촉매금-145(572)
채호진 O에환금-24(362)
천동준 P공정금-59(277)
천동준 P공정금-61(278)
천동준 O공정수-2(249)
천동현 심(전주기)목-2(154)
천동현 심(CCUS)목-1(152)
천동현 심(열역)금-5(188)
천무진 O공정수-11(251)
천무진 O공정수-13(252)
천윤하 P생물목-48(343)
천정미 P고분금-48(227)
천정미 P고분금-68(232)
천진녕 P재료금-159(515)
천진녕 P재료금-162(516)
첸유 P열역금-19(424)
첸유 P열역금-21(424)
최강현 P공정금-140(297)
최강호 P생물목-53(345)
최강호 P생물목-51(344)
최건 P재료금-69(493)
최건우 O분리금-4(302)
최경환 P분리목-29(312)
최고봉 심(한화)목-2(145)
최광호 P생물목-29(339)
최광호 P고분금-74(234)
최기인 P촉매금-37(545)
최기홍 O이동금-4(443)
최대섭 P재료금-22(481)
최대섭 P재료금-51(488)
최대은 P재료금-105(502)
최대은 P재료금-100(500)
최동섭 P촉매금-99(560)
최동섭 P촉매금-105(562)
최동섭 P에환목-127(394)
최동호 P공정금-81(283)
최동호 P공정금-83(283)
최동환 P재료금-44(486)
최두영 P고분금-71(233)
최명규 P유동금-12(439)
최명규 O유동금-3(434)
최명기 P촉매금-58(550)
최명기 P촉매금-101(561)
최명룡 심(위젯)수-7(208)
최문기 O재료금-14(474)
최문기 P재료금-71(493)
최문기 P재료금-73(494)
최민교 O에환수-10(352)
최민기 P촉매금-46(547)
최민기 P공정금-14(266)
최민기 O촉매수-16(526)
최민기 O재료금-8(473)
최민재 심(위젯)수-3(207)
최민철 P재료금-36(484)
최민환 P에환목-77(382)
최민환 O열역금-4(417)
최병찬 P에환목-191(410)
최병찬 P에환목-194(411)
최서영 P고분금-72(233)
최서호 심(위젯)수-9(209)
최석범 P공정금-97(287)
최선연 P열역금-8(421)
최선진 P재료금-102(501)

최선희 P에환목-67(379)
최선희 P에환목-124(393)
최성림 P에환목-60(377)
최성림 P에환목-79(382)
최성림 P에환목-85(384)
최성빈 P촉매금-17(540)
최성빈 P촉매금-19(540)
최성빈 P고분금-73(234)
최소영 P생물목-41(342)
최소영 P생물목-38(341)
최소영 P생물목-37(341)
최수민 P공정금-129(295)
최수빈 심(재활용)금-1(174)
최수원 P에환목-87(384)
최수정 P촉매금-105(562)
최수정 P에환목-127(394)
최수현 P분리목-32(312)
최수현 P에환목-3(363)
최수현 P재료금-70(493)
최수현 P에환목-2(363)
최수형 O고분금-2(213)
최수형 O공정목-1(254)
최슬기 심(위젯)수-4(207)
최승준 O에환금-1(356)
최승현 P재료금-153(514)
최시영 O이동금-3(443)
최시영 P열역금-11(422)
최언준 O에환수-20(354)
최언준 O공정수-23(254)
최언준 O에환수-16(353)
최영선 O재료금-18(475)
최영우 심(고분)금-6(178)
최영우 심(신진)목-2(150)
최예지 P촉매금-83(556)
최예지 O에환목-1(355)
최예지 O에환목-4(356)
최용준 P생물목-14(335)
최우진 심(이동)목-5(190)
최우혁 P고분금-31(223)
최원묵 P에환목-94(386)
최원묵 P에환목-96(386)
최원묵 P에환목-107(389)
최원묵 P에환목-108(389)
최원석 P촉매금-49(548)
최원용 O공정수-6(250)
최원용 O공정금-25(262)
최원용 P공정금-143(298)
최원윤환 P생물목-52(344)
최원준 P안전금-14(578)
최원중 P열역금-40(428)
최원중 P열역금-41(429)
최원중 O열역목-3(414)
최원중 P열역금-42(429)
최원중 P열역금-9(421)
최원혁 심(한화)목-2(145)
최원혁 O고분금-9(214)
최유성 P안전금-5(576)
최유성 P입자금-20(459)
최유열 P촉매금-116(564)
최유열 P촉매금-119(565)
최유열 P촉매금-126(567)
최유열 P촉매금-115(564)
최유진 P분리목-58(319)
최유진 O에환금-20(361)
최유진 P에환목-82(383)
최윤남 P생물목-62(347)
최윤석 P공정금-18(267)
최윤영 P고분금-32(223)
최윤주 P재료금-126(507)
최윤주 P재료금-92(498)
최윤주 P재료금-99(500)
최윤주 P재료금-124(506)
최은나 O생물목-2(328)
최은아 심(위젯)수-14(210)
최은아 P공정금-64(278)
최인수 P재료금-154(514)
최인수 P재료금-157(515)
최인수 P재료금-160(515)
최인희 P재료금-158(515)
최장욱 심(배터리)목-10(201)
최장욱 P에환목-167(404)
최장욱 O에환수-14(353)
최장욱 O에환수-15(353)
최장욱 P에환목-45(374)
최재령 O재료금-3(472)
최재령 O재료금-4(472)
최재령 P재료금-95(499)
최재순 P촉매금-142(571)
최재욱 P촉매금-6(537)
최재환 P생물목-28(338)
최정규 P촉매금-90(558)
최정규 P촉매금-97(560)
최정규 P촉매금-76(554)
최정민 P재료금-157(515)
최정안 심(재활용)금-1(174)
최정우 O입자금-9(453)
최정운 P생물목-47(343)
최정인 P고분금-68(232)
최정화 P에환목-145(399)
최종민 O유동금-5(434)
최종인 심(재활용)금-4(174)
최종인 심(KTR)목-5(165)
최종인 O촉매수-17(527)
최준혁 P열역금-32(426)
최준환 심(써모)목-2(147)
최준희 O이동금-1(443)
최지영 P에환목-138(397)
최지윤 P고분금-62(231)
최지호 심(위젯)수-3(207)
최지훈 O분리금-4(302)
최진섭 P공정금-136(296)
최진섭 P공업금-9(247)
최진영 심(위젯)수-1(207)
최진영 P분리목-14(308)
최진우 O촉매수-6(524)
최태원 O생물목-7(329)
최태훈 P에환목-45(374)
최한별 P생물목-51(344)
최한별 P생물목-53(345)
최한빈 P재료금-102(501)
최항석 P유동금-12(439)
최항석 O유동금-3(434)
최현록 O공정수-12(251)
최현빈 O재료수-11(468)
최현서 O공업금-1(243)
최현서 P안전금-4(575)
최현준 P촉매금-37(545)
최현준 P공정금-21(268)
최현지 P재료금-163(516)
최형윤 P재료금-124(506)
최형윤 P재료금-126(507)
최형윤 P재료금-92(498)
최형윤 P재료금-99(500)
최혜린 P분리목-74(323)
최혜림 P열역금-31(426)
최혜수 P고분금-47(227)
최호경 P에환목-31(370)
최호경 P에환목-75(381)
최호진 O공업금-3(243)
최홍균 P재료금-103(501)
최홍준 P에환목-78(382)
최효민 P분리목-2(305)
최희규 P입자금-29(462)
최희성 P에환목-26(369)
최희현 P공정금-36(271)
추서연 P재료금-79(495)
추승혁 P에환목-140(397)
카니쉬카 P촉매금-127(567)
탁경재 P공정금-75(281)
판민부 P공정금-120(292)
판민부 P입자금-31(462)
판민부 O공정금-18(260)
팜흥하이 P공정금-8(264)
표연성 P분리목-63(320)
푸 P공정금-121(293)
피봉수 O이동금-3(443)
하경수 O촉매금-2(530)
하경수 P촉매금-52(548)
하경수 P촉매금-58(550)
하경수 P촉매금-101(561)
하경수 P촉매금-111(563)
하민영 O고분목-6(213)
하보리나 O재료금-19(475)
하상민 P분리목-39(314)
하영균 심(배터리)목-4(199)
하재언 P유동금-14(440)
하재혁 P촉매금-84(556)
하정명 심(재활용)금-5(175)
하정명 P촉매금-6(537)
하정민 P촉매금-26(542)
하정숙 P재료금-111(503)
하정숙 P에환목-128(394)
하정숙 P재료금-104(501)
하정연 P공정금-85(284)
하정인 P에환목-101(388)
하정인 O에환수-5(351)
하주환 P입자금-22(460)
하준수 P에환목-74(381)
하지연 O재료금-19(475)
하진필 P촉매금-148(572)
한국일 P생물목-36(340)
한기보 P에환목-190(410)
한기보 P에환목-192(410)
한기보 P에환목-137(397)
한기보 P에환목-188(409)
한나라 P분리목-3(305)
한다슬 P에환목-72(380)
한문종 O재료금-17(475)
한상언 O에환금-9(358)
한상영 O촉매목-6(529)
한상일 P분리목-34(313)
한상준 P분리목-16(308)
한상준 P분리목-51(317)
한상준 P분리목-13(308)
한상준 P분리목-15(308)
한상준 O공정금-9(258)
한상준 O분리목-6(301)
한서준 O입자금-5(452)
한성철 P분리목-64(320)
한성철 P분리목-63(320)
한소희 P에환목-64(378)
한솔 O공업금-5(244)
한솔 P재료금-152(513)
한수정 P고분금-44(226)
한승균 P촉매금-25(542)
한승민 P재료금-17(480)
한승재 P촉매금-108(562)
한승주 P촉매금-145(572)
한승필 P분리목-41(315)
한신 P에환목-10(365)
한아름 심(CCUS)목-7(153)
한양수 P에환목-103(388)
한양수 P에환목-104(388)
한영규 O이동금-3(443)
한예진 P열역금-3(420)
한요셉 심(이동)목-5(190)
한용희 O생물금-1(330)
한은새 P에환목-106(389)
한인섭 심(전기)목-4(158)
한인수 P고분금-19(220)
한정우 O촉매수-19(527)
한정우 O생물목-3(328)
한정우 O촉매금-7(531)

한정우 P촉매금-13(539)
한정우 O촉매금-13(533)
한정우 O촉매수-15(526)
한정우 P촉매금-118(565)
한정훈 P촉매금-16(539)
한주연 P분리목-54(318)
한주희 P에환목-8(364)
한중진 P촉매금-44(546)
한중진 P촉매금-70(553)
한중진 P촉매금-24(541)
한지수 P재료금-79(495)
한지연 P분리목-29(312)
한지형 O에환목-3(355)
한지훈 O에환수-9(352)
한지훈 O공정수-15(252)
한지훈 O에환금-6(357)
한지훈 심(KTR)목-4(164)
한지훈 O에환수-10(352)
한지훈 O공정수-17(253)
한지훈 P에환목-49(375)
한지훈 O공정수-4(249)
한지훈 O에환수-12(352)
한지훈 O에환금-1(356)
한지훈 O공정금-24(262)
한지훈 O공정수-5(250)
한지훈 O공정수-14(252)
한지훈 O에환금-2(356)
한진주 P생물목-61(347)
한창훈 P분리목-49(317)
한혁희 P분리목-54(318)
한현수 P촉매금-24(541)
한협조 P에환목-7(364)
함동경 P촉매금-80(555)
함동진 P촉매금-49(548)
함동효 심(양자)금-5(171)
함윤하 P에환목-199(412)
함형철 P열역금-33(427)
함형철 P촉매금-91(558)
허건 심(써모)목-1(147)
허동규 O입자금-6(452)
허성민 P촉매금-104(561)
허성민 O공정금-17(260)
허성민 P공정금-106(289)
허성민 P공정금-95(286)
허성민 P공정금-114(291)
허성민 P공정금-98(287)
허성민 심(신진)목-4(150)
허성민 P공정금-101(288)
허성연 O고분금-5(213)
허성연 P재료금-93(499)
허성연 O재료목-5(470)
허성연 P에환목-100(387)
허성연 O재료금-1(471)
허성연 P재료금-33(484)
허성호 O에환금-10(358)
허수미 O고분금-6(214)
허수미 심(이동)목-4(189)
허승헌 P촉매금-37(545)
허승현 P촉매금-102(561)
허승현 P에환목-180(407)
허승현 P촉매금-67(552)
허승현 P촉매금-88(557)
허승희 P분리목-18(309)
허승희 P분리목-73(323)
허원기 P재료금-11(478)
허인 심(위젯)수-8(208)
허인웅 P입자금-26(461)
허재현 P에환목-183(408)
허재현 P에환목-77(382)
허지웅 O공업금-1(243)
허지윤 심(배터리)목-9(201)
허태영 O고분목-5(212)
허희령 P분리목-6(306)
허희령 O촉매목-7(529)
허희령 O촉매금-16(533)
현지수 P공정금-63(278)
현창봉 P열역금-11(422)
현채은 P공정금-48(274)
현철헌 O이동금-7(444)
홍가람 P에환목-17(367)
홍기완 P안전금-10(577)
홍나현 P재료금-74(494)
홍도영 O촉매수-17(527)
홍도영 심(재활용)금-4(174)
홍도영 심(KTR)목-5(165)
홍무선 P공정금-110(290)
홍사성 심(이동)목-5(190)
홍서화 P고분금-79(235)
홍서화 P고분금-65(232)
홍석범 P분리목-83(325)
홍성국 P재료금-70(493)
홍성민 심(입자)금-1(191)
홍성완 P유동금-12(439)
홍성완 O유동금-3(434)
홍성준 P안전금-9(577)
홍성준 P안전금-10(577)
홍성훈 P에환목-162(403)
홍승범 P분리목-66(321)
홍승희 O에환수-11(352)
홍어진 P재료금-167(517)
홍어진 P재료금-166(517)
홍연기 P분리목-56(318)
홍연기 P분리목-78(324)
홍연기 P분리목-79(324)
홍원녹 P촉매금-145(572)
홍유정 P분리목-23(310)
홍은지 P분리목-19(309)
홍정빈 P재료금-25(482)
홍정빈 P재료금-26(482)
홍정빈 P재료금-24(481)
홍정숙 O고분목-1(212)
홍종섭 O공정수-9(251)
홍지우 P이동금-5(446)
홍창섭 심(분리)금-2(182)
홍형표 심(C1)금-2(169)
홍혜림 P공정금-96(286)
홍혜진 P에환목-43(373)
홍혜진 P에환목-56(376)
홍혜진 P에환목-47(374)
홍혜진 P에환목-86(384)
홍혜진 P에환목-48(374)
홍혜진 P에환목-92(385)
홍혜진 P에환목-55(376)
황건하 P촉매금-141(571)
황교식 O에환목-3(355)
황금래 P생물목-68(348)
황기섭 P고분금-82(236)
황덕영 O공정금-5(257)
황동원 P촉매금-97(560)
황병욱 O유동목-2(432)
황병욱 P유동금-17(441)
황병욱 O에환금-20(361)
황보순호 O에환수-16(353)
황보순호 O에환수-20(354)
황보순호 O공정수-23(254)
황선우 O촉매수-21(528)
황성원 O공정금-2(256)
황성원 P공정금-103(288)
황성원 P공정금-68(279)
황성원 P공정금-108(289)
황성원 P공정금-96(286)
황성원 P공정금-100(287)
황성환 O유동금-8(435)
황성훈 심(공동)금-5(195)
황수경 P입자금-20(459)
황수경 P안전금-5(576)
황수현 P에환목-144(398)
황영규 P촉매금-11(538)
황영규 O촉매수-14(526)
황영규 P촉매금-100(560)
황영규 심(에스)목-4(142)
황윤영 O생물목-4(328)
황윤태 심(CCU)목-4(162)
황윤태 P에환목-82(383)
황인기 P재료금-1(476)
황인섭 P고분금-19(220)
황재연 P분리목-26(311)
황재연 P분리목-73(323)
황정기 P열역금-14(422)
황정선 P에환목-136(396)
황정호 P에환목-1(363)
황정호 P에환목-26(369)
황정호 O에환수-2(350)
황주은 P촉매금-74(554)
황주한 P공정금-43(273)
황준석 P고분금-83(236)
황지현 P에환목-82(383)
황지호 P공정금-6(264)
황지희 P재료금-110(503)
황진하 P재료금-108(502)
황태규 P고분금-81(236)
황태규 P공업금-2(245)
황태규 P고분금-80(235)
황한별 P공정금-57(277)
황현준 P공업금-4(245)
황효정 심(전기)목-4(158)

가이트와드 산지트
구갈 사친 간샵
구달 찬단 찬드루
구달 찬단 찬드루
구달 찬단 찬드루
구달 찬단 찬드루
구달 찬단 찬드루
단돌레 러브쿠마르
라이언 라이블리
러브 쿠마르 단돌레
P분리목-34(313)
P에환목-173(406)
P재료금-28(482)
P재료금-34(484)
O재료목-2(469)
P재료금-32(483)
P재료금-37(485)
P에환목-67(379)
O분리금-4(302)
P분리목-61(320)
로버트 리글먼
마이클 빈즈
모하마드 리프키 기파리
바티 알리 하산
사떼 아니루따 빔라오
사친라우텔라
샤우캇 알리 마자리
샤우캇 알리 마자리
서아브라함
서아브라함
O고분목-5(212)
P공정금-74(281)
P생물목-9(334)
P촉매금-14(539)
P에환목-67(379)
P촉매금-91(558)
P공정금-111(290)
P분리목-16(308)
P재료금-53(489)
O재료금-2(471)

서아브라함 P재료금-140(510)
세발 건더즈 O촉매금-1(530)
슌파파 아잉 P분리목-11(307)
시누 라비 P분리목-54(318)
시누 라비 P분리목-58(319)
신디 프리시리아 P생물목-9(334)
신디 프리시리아 O생물금-7(331)
싱 사티암 P에환목-174(406)
아민 아이라 O촉매금-20(534)
악사 칼리드 P촉매금-38(545)
안킷 벨바제 P분리목-20(309)
오란치멕 쿨란 P입자금-29(462)
우밋 오즈칸 O촉매금-1(530)
이루미 O열역목-3(414)
자오 구오빈 P분리목-52(317)
자오 구오빈 P분리목-5(306)
조지 조이 조몬 P고분금-51(228)
찌웨이 루오 O생물금-7(331)
찬드구데 맥친드라 굴라브라오 P촉매금-100(560)
카나세 아시시 발크리슈나 P분리목-61(320)
칸 우마이스 P공정금-70(280)
칸 우마이스 P공정금-45(274)
코이 낫 팜 O생물금-5(331)
코이랄라 아그니 라즈 P촉매금-68(552)
트란 바오 우옌 심(공업)금-3(179)
하산 무하마드 P분리목-72(322)
Abbs Muzafar O유동금-1(433)
Abdullah P고분금-89(238)
Adusumalli Venkata Nanda Kishor Babu O재료수-12(468)
Ahmed Hafiz Anus P촉매금-54(549)
Ahmed Shahbaz P에환목-133(396)
Aira Amin O유동목-7(433)
Ajaysing S Nimbalkar O유동목-1(432)
Ajaysing Sunilrao Nimbalkar O유동목-7(433)
Alagar Srinivasan P에환목-29(370)
Albert Tianxiang Liu O입자금-9(453)
Ali Awad O촉매수-14(526)
Ali Usama P공정금-70(280)
Amin Aira O유동목-1(432)
Amin Aira O유동금-1(433)
Amol U. Pawar P에환목-174(406)
Amol U. Pawar P에환목-176(406)
Amol U. Pawar P에환목-173(406)
Amol Uttam Pawar P에환목-177(407)
Anh Ngoc Thi Cao P촉매금-15(539)
Aniruddha P촉매금-88(557)
Aniruddha P촉매금-67(552)
Aniruddha Jaiswal P촉매금-102(561)
Anki Reddy Mule O재료목-2(469)
Ankit Belbase O분리목-6(301)
Ankit Belbase P분리목-50(317)
Ankit Belbase P분리목-51(317)
Aoyang Zhang O유동목-5(433)
Aqsa Khalid P에환목-182(408)
Ashique Kotta P고분금-89(238)
Ashwin Kishore M.R. O촉매목-8(530)
Asriadi Sakka P재료금-70(493)
Austria Diana May P고분금-3(216)
Austria Diana May P고분금-4(216)
Azam Jamsaz P촉매금-60(550)
Azam Jamsaz P촉매금-62(551)
Azam Jamsaz P촉매금-59(550)
Azam Jamsaz P촉매금-61(551)
Bagus Saputra P에환목-75(381)
Bang Thanh Le O유동금-6(435)
Beena Mol Babu P에환목-94(386)
Beena Mol Babu P에환목-96(386)
Bhanupratap S. Solanki O재료금-6(472)
Bhanupratap Singh Solanki O촉매목-4(529)
Bogdan Dorneanu O공정금-20(261)
Bommireddy Naveen P입자금-30(462)
Calvin Tsay O공정수-11(251)
Can Li O공정금-8(258)
Carmel Majidi P재료금-75(494)
Carmel Majidi P고분금-47(227)
Chao Song P촉매금-60(550)
Chao Song P촉매금-62(551)
Chao Song P촉매금-59(550)
Chao Song P촉매금-61(551)
Chitra Sarkar 심(재활용)금-4(174)
Chul Wee Lee P촉매금-131(568)
Chulwee Lee P에환목-182(408)
Chunsheng Hu O유동목-5(433)
Dang Khoi Le P에환목-12(365)
Danial Aiman Bin Kamaruzaman O재료수-12(468)
Danial Aiman Bin Kamaruzaman P재료금-120(505)
Daocheng Liu O촉매금-3(530)
Daun Kim P생물목-67(348)
Daun Kim P생물목-66(348)
Debora Christiane Lepanda Komanda P열역금-23(425)
Deng Yuchen P촉매금-93(559)
Dipali P. Upare P에환목-182(408)
Dirk Lauinger O공정수-8(250)
Dongfang Li O유동목-5(433)
Dong-Yeun Koh P분리목-9(307)
Duc Viet Nguyen P촉매금-102(561)
Duc Viet Nguyen P촉매금-67(552)
Duc-Viet P촉매금-88(557)
Duc-Viet Nguyen P에환목-180(407)
Dung Tien Tuan Vu P에환목-76(381)
Dung Tien Tuan Vu P에환목-73(381)
Duong Quan P촉매금-27(542)
Efremov Vladimir O촉매금-9(532)
Emily Sixberth Hhayuma P촉매금-133(569)
Fatemeh Khaniaghesmaeili P에환목-6(364)
Fengjia Fan 심(재료)목-2(193)
Fitriasari Eprillia Intan O공정목-4(255)
Gayathri Sureshkumar P공정금-121(293)
Gayatri Ingale O유동목-1(432)
Gayatri Ingale O유동금-1(433)
Gaytri Udaysinh Ingale O유동목-7(433)
Gbadago Dela Quarme O공정금-2(256)

Grabriella Pasya Irianti O고분금-6(214)
Gyan Raj Koirala P공정금-139(297)
Ha Eun Lee O재료금-6(472)
Ha Eun Lee O공정목-5(255)
Hafis Hakkeem P에환목-32(370)
Hafiz Ghulam Abbas P재료금-72(493)
Hai Hung Pham P공정금-9(265)
Hang Duong Do Thanh P재료금-184(521)
Hao An P고분금-52(228)
Hao Chen O공정금-8(258)
Hao Quoc Nguyen P재료금-8(477)
Harish Reddy Inta P에환목-173(406)
Harvey Arellano-Garcia O공정금-20(261)
Hebisch Karoline P분리목-9(307)
Hiep Van Nguyen P입자금-31(462)
Hiep Van Nguyen P공정금-120(292)
Hiep Van Nguyen O공정금-18(260)
Hiep Van Nguyen P공정금-121(293)
Hin Kiu Lee P고분금-38(225)
Hoki Lee 심(반도체)금-3(198)
Hong Kyoon Choi P에환목-62(378)
Hung Hai Pham P공정금-1(263)
Huong Dang P재료금-183(521)
Huyen Thi Dao P재료금-8(477)
Ingale Gayatri Udaysinh O유동금-7(435)
Injun Park P분리목-9(307)
Israel Ayodamola Bayode P공정금-46(274)
Jae Su Yu O재료목-2(469)
Jaeho Min 심(반도체)금-3(198)
Jaiswal Aniruddha P에환목-180(407)
Jang-Yeon Hwang 심(배터리)목-3(199)
Jeong Wook Lee O생물금-2(330)
Jeonghee Han P촉매금-16(539)
Jester Lih Jie Ling O공정금-21(261)
Jester Lih Jie Ling O재료금-6(472)
Jester Ling Lih Jie O공정목-5(255)
Jester Ling Lih Jie P유동금-8(438)
Ji Soo Byun O재료목-2(469)
Jianfeng Zang 심(재료)목-1(193)
Jihoon Kim P에환목-61(378)
Jin-Heong Yim P에환목-62(378)
Jinsoo Kim P촉매금-27(542)
Jun Ho Seok O재료목-2(469)
Jun Park 심(공정)목-3(180)
Jung Kyu Kim O재료목-2(469)
K. S. S. V. Prasad Reddy P열역금-37(428)
K.S.S.V. Prasad Reddy P분리목-24(310)
Khalid Tasmia O유동금-7(435)
Khalid Tasmia O유동목-1(432)
Khalid Tasmia Khalid Tasmia O유동금-1(433)
Krishnadash Singh Kshetrimayum O공정금-6(257)
Kweon Soon-Yong P에환목-133(396)
Kyujin Jang 심(반도체)금-3(198)
Laudimer Tye Tan P에환목-61(378)
Lawrence Yoon Suk Lee P촉매금-8(537)
Laxamana Justienne Rei P고분금-4(216)
Laxamana Justienne Rei P고분금-3(216)
Lee Zhen Hao P공정금-118(292)
Liangyong Chen O촉매금-3(530)
Lili Guo P공정금-137(297)
Lin Li O유동목-4(432)
Linh Mai Tran 심(Ktr)목-10(166)
Long Yang P에환목-176(406)
Lunbo Duan P에환목-201(412)
Lunbo Duan O유동목-4(432)
Macchindra G Chandgude O촉매수-14(526)
Maftun Salimov P분리목-80(324)
Mahesh B. Naikwade P고분금-24(221)
Mahmoud Kiannejad Amiri P공정금-28(269)
Mallappa Mahanthapa P촉매금-103(561)
Mallappa Mahanthappa P에환목-130(395)
Mallappa Mahanthappa P에환목-133(396)
Manianglung Clinton P고분금-6(217)
Manianglung Clinton P고분금-20(220)
Manianglung Clinton P고분금-7(217)
Mansoor Ali P촉매금-98(560)
Margareth O공정수-16(252)
Maritoni Buenviaje P에환목-62(378)
Md Riad Al Rabbi Abir P에환목-170(405)
Md. Homayun Kabir P분리목-85(326)
Michael John Binns P공정금-77(282)
Min Bum Park P에환목-42(373)
Min Bum Park 심(Ktr)목-10(166)
Mohammad Moosazadeh P공정금-27(269)
Mohammad Moosazadeh P공정금-28(269)
Mohammad Moosazadeh P공정금-46(274)
Monica Malik P열역금-7(421)
Muhammad Abu Bakar O촉매수-14(526)
Muhammad Mehtab P재료금-143(511)
Muhammad Younas O촉매수-14(526)
Muthiah Rezky Zachraini P에환목-31(370)
Muzafar Abbas O유동금-7(435)
Muzafar Abbas O유동목-7(433)
Muzafar Abbas O유동목-1(432)
Naima Niaz P에환목-174(406)
Naima Niaz P에환목-181(408)
Nam P촉매금-88(557)
Nam Le P에환목-180(407)
Nam P촉매금-67(552)
Natasya Vanny P촉매금-6(537)
Negar Ataei P에환목-6(364)
Ngo Ich Son O유동금-6(435)
Ngo Ich Son O유동목-3(432)
Nguyen P촉매금-67(552)
Nguyen Cong Phuong P촉매금-7(537)
Nguyen Hoai Thanh O공정금-18(260)
Nguyen Phuong Anh P촉매금-59(550)
Nguyen Phuong Anh P촉매금-61(551)
Nguyen Phuong Anh P촉매금-60(550)
Nguyen Phuong Anh P촉매금-62(551)
Nguyen Quoc Hao P촉매금-8(537)
Nguyen Trinh Phuong Mai P촉매금-102(561)

Nguyen Trinh Phuong Mai P촉매금-88(557)
Nguyen Van Lam P촉매금-40(545)
Nguyen Van Quyn O유동목-1(432)
Nguyen Van Quynh O유동금-1(433)
Nguyen Van Quynh O유동목-7(433)
Nhiem Pham-Ngoc P촉매금-60(550)
Nhiem Pham-Ngoc P촉매금-62(551)
Nhiem Pham-Ngoc P촉매금-59(550)
Nhiem Pham-Ngoc P촉매금-61(551)
Nimbalkar Ajaysing Sunilrao O유동금-1(433)
Nong Khanh Linh P생물목-15(335)
Noritatsu Tsubaki P촉매금-57(550)
Nzisso Konan Alain Cedric P공정금-87(284)
Oblepias Jernette Louise P고분금-2(216)
Oh-Hyun Kim 심(반도체)금-4(198)
Oh-Hyun Kim 심(성균)목-6(168)
Pavitra Varaganti P고분금-61(231)
Pei Ying P유동금-16(440)
Periyasamy Anushkkaran P에환목-124(393)
Periyasamy Anushkkaran P에환목-134(396)
Pham Anh Dung P유동금-17(441)
Pham Hai Hung P공정금-2(263)
Pham Minh Toan P촉매금-8(537)
Pham Minh Toan O촉매금-11(532)
Pham Van Duy P촉매금-14(539)
Phat Ngoc Nguyen P분리목-10(307)
Pho Nguyen Danh P에환목-59(377)
Pil J. Yoo O재료목-2(469)
Pillaiyar Puthiaraj P촉매금-126(567)
Poonchi Sivasankaran Ramesh P에환목-176(406)
Poonchi Sivasankaran Ramesh P에환목-173(406)
Poonchi Sivasankaran Ramesh P에환목-177(407)
Pragyan Sharma P촉매금-22(541)
Pran Krisna Das P에환목-176(406)
Pranav Kalidas Katkar P에환목-27(369)
Putrakumar Balla P촉매금-80(555)
Putrakumar Balla O촉매수- 3 (523)
Quoc Hao Nguyen P촉매금-16(539)
Quoc Thang Phan O고분금-6(214)
Ravishankar Chinthala P생물목-12(334)
Razote Bernard Jomari O고분목-1(212)
Reeta Rani P에환목-6(364)
Reza Farahmandpour P공정금-27(269)
Saira Kanwal 심(Ktr)목-5(165)
Salvador García Muñoz 심(공정)목-2(180)
Samim Akhter P에환목-130(395)
Sang Uck Lee O재료목-2(469)
Sangwha Lee P입자금-10(457)
Sanjay Kumar Arasumani P에환목-94(386)
Sanjeev Gupta P에환목-177(407)
Sathya Sheela Subramanian O촉매금-5(531)
See Hoon Lee O공정목-5(255)
See Hoon Lee O재료금-6(472)
Senthil Kannan P분리목-88(326)
Seongjun Park 심(반도체)금-1(198)
Seongkyu Yoon 심(공정)목-1(180)
Seul Gi Lee P에환목-61(378)
Shahbaz Ahmed P에환목-130(395)
Shahbaz Ahmed P촉매금-103(561)
Shahzeb Tariq P공정금-45(274)
Shahzeb Tariq P공정금-70(280)
Shaosheng Fang O유동목-5(433)
Shaukat Ali O분리목-6(301)
Shaukat Ali Mazari P분리목-15(308)
Shaukat Ali Mazari P공정금-67(279)
Shaukat Ali Mazari P분리목-13(308)
Shaukat Ali Mazari P분리목-50(317)
Shi Li P재료금-71(493)
Shik Rou Kong O분리금-8(303)
Shilpa Thekoot P재료금-50(488)
Shraddha Chauhan O생물금-2(330)
Shuo Zhang P에환목-201(412)
Sk Samim Akhter P촉매금-103(561)
Sk Samim Akther P에환목-133(396)
Sofina Binti Najib P에환목-121(393)
Soo Hong Lee 심(KTR목-11(166)
Soon Hyung Kang P에환목-176(406)
Soon Yong Kweon P에환목-130(395)
Soon Yong Kweon P촉매금-103(561)
Stefan Ringe P재료금-72(493)
Stephen Michael Mirando P고분금-1(216)
Stephen Michael Mirando P고분금-9(218)
Stephen Michael Mirando P고분금-8(217)
Sukeun Yoon P에환목-62(378)
Sukeun Yoon P에환목-61(378)
Sungjoon Kweon 심(Ktr)목-10(166)
Surya Ayuati Ning Asih O에환수-5(351)
Syed Shaheryar Ali Shamsi P공정금-142(298)
Syryll Maynard Olidan P에환목-61(378)
Syryll Maynard Olidan P에환목-62(378)
Syryll Olidan P에환목-57(377)
Tasmia Khalid O유동목-7(433)
Thi Bich Tram Bui P열역금-37(428)
Thi Huyen Trang P촉매금-135(569)
Thi Thuy Huong Nguyen P공정금-121(293)
Thi Tu Anh Nguyen P촉매금-68(552)
Thinh Viet Dang P생물목-46(343)
Thong Siah P열역금-27(425)
Tien Nguyen Ngoc Thuy P재료금-181(521)
Toan Minh Pham P촉매금-27(542)
Toan Minh Pham P촉매금-16(539)
Tooba Sarwar P공정금-10(265)
Tran Hoang Khai P입자금-10(457)
Tran Thi Ha Giang O입자금-13(454)
Tran Van Tam P에환목-107(389)
Trieu Ngan Tran Pham P고분금-61(231)
Trinh Nguyen Thuan Khiet P에환목-42(373)
Trinh Thuan Khiet Nguyen 심(Ktr)목-10(166)
Trung Le P에환목-108(389)
Tu Tran Ngoc Dang P촉매금-15(539)
Upare Dipali P촉매금-131(568)
Usama Ali P공정금-45(274)

Varunaa Ramaraj	O촉매목-8(530)
Veetil Kavya	P분리목-87(326)
Venkata Nanda Kishor Babu Adusumalli	P재료금-120(505)
Vijaya Brahma Chowdavaram	P고분금-61(231)
Vo Le Nam Viet	P촉매금-135(569)
Wang Nianfang	P재료금-98(500)
Waris Mamoona	P촉매금-15(539)
Wathone Oo	P분리목-11(307)
Wathone Oo	O분리목-4(300)
Weiyi Fan	P에환목-201(412)
Win May Zaw	O분리목-4(300)
Win May Zaw	P분리목-11(307)
Wong Min Jin Karen	P유동금-7(438)
Wong Min Jin Karen	P공정금-134(296)
Wong Min Jin Karen	O재료금-6(472)
Xavier Banquy	O고분금-6(214)
Xiangqian Du	P에환목-201(412)
Xiangyu Zhang	P촉매금-139(570)
Yen Hai Thi Tran	P에환목-76(381)
Yinzhu Quan	P촉매금-93(559)
Yoo Pil Jin	P촉매금-137(570)
Young Soo Kang	P에환목-174(406)
Young Soo Kang	P에환목-176(406)
Young Soo Kang	P에환목-173(406)
Young Soo Kang	P촉매금-131(568)
Young Soo Kang	P에환목-177(407)
Younggwan Ko	심(반도체)금-2(198)
Younggwan Ko	심(성균)목-5(168)
Yuetong Hou	P고분금-38(225)
Yuichiro Himeda	심(에스)목-1(142)
Yujin Lee	P에환목-42(373)
Yulian Huang	O유동목-5(433)
Zhang Peng	P촉매금-137(570)
Zhao Pengyu	P열역금-36(427)
Zhen Li	P촉매금-8(537)
Zhenkun Sun	O유동목-4(432)
Ziwei Xia	P에환목-96(386)
Ziwei Xia	P에환목-108(389)
Ziwei Xia	P에환목-107(389)