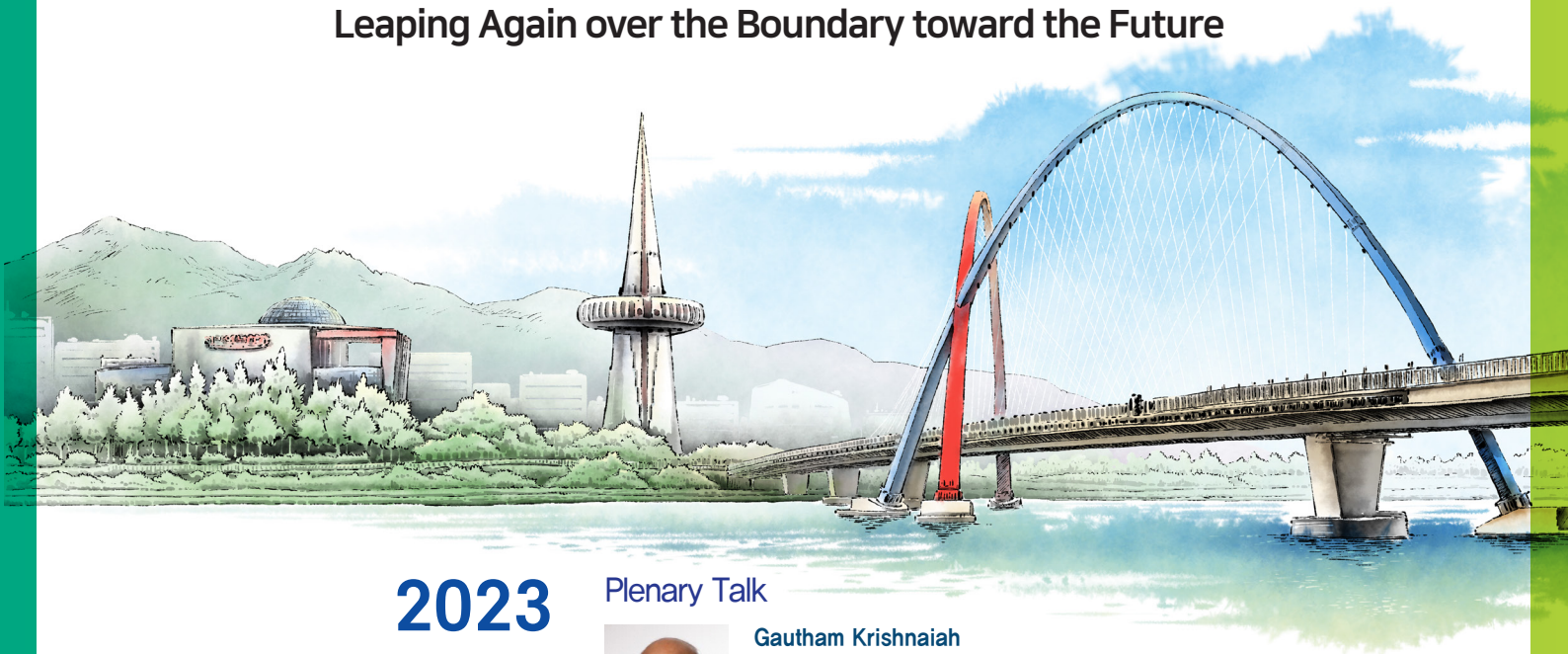
ISSN 2384-1370
http://www.kiche.or.kr

한국화학공학회 2023년도
가을 총회 및 국제 학술대회

2023 KIChE Fall Meeting and International Symposium

새로운 시작: 다시 도약하는 화학공학, 경계를 넘어 미래로

Beginning New Era of Chemical Engineering: Leaping Again over the Boundary toward the Future



2023
10. 25(Wed)~27(Fri)
Daejeon Convention Center

Plenary Talk

Gautham Krishnaiah

Present: Vice President (CTO), Innovation & Technology, KBR
- 30+ years of experience in the Oil and Gas industry in companies like W. R. Grace, Caltex Petroleum Corporation, Stone & Webster, etc.
- Co-founder of Vorbeck Materials Corp

Lecture topic: Energy Transition – the Challenge and the Promise

Special Event

- 해외석학 keynote 강연
- Chem Frontier Fun & Fun Festival(금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학 후원)
- 한국화학공학회-CEJ special issue

Special Symposium/Program

- [에쓰-오일 과학문화재단] 탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄
- [GS칼텍스] 에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한 차세대 촉매/공정 기술 심포지엄
- [LG화학] 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄
- [SK이노베이션] 이산화탄소 분리 및 활용기술 심포지엄
- [한화솔루션/한화토탈에너지스] 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄
- [HD현대오일뱅크] 최신 수소 및 연료전지 연구개발 동향 심포지엄
- International Symposium on Solar Fuels and Chemicals

Topical Conference

① 계산화학 ② 기능성 소재/반도체 및 전자재료 ③ 생체모방 탄소자원화기술
④ 수소 생산, 저장 및 활용 기술 ⑤ 이산화탄소 분리 및 활용기술 ⑥ 이차전지 소재 및 공정기술
⑦ 탄소저감 공정기술/스마트공정 ⑧ 화학공학일반

주최 사단법인 한국화학공학회 THE KOREAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS

후원 ISU 이수스페셜티케미컬 · 에쓰-오일 과학문화재단 S-OIL Science Prodigy and Culture Foundation · GS칼텍스 · LG화학 · SK이노베이션 · 한화솔루션 · Hanwha TotalEnergies · HD현대오일뱅크 · KOFST 한국과학기술단체총연합회 · 대전광역시 DAEJEON METROPOLITAN CITY · DAEJEON 대전관광공사

한국화학공학회 2023년도 봄 총회 및 학술대회

"새로운 시작: 다시 도약하는 화학공학, 경계를 넘어 미래로"

2 회장 인사말
3 대전컨벤션센터 발표장 안내
4 Time Table
8 해외석학강연
12 학회상 수상자 강연
14 평의원회/제33차 CEO 포럼
15 발표코드

[Symposiums]
16 [에쓰-오일 과학문화재단] 탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄
18 [GS칼텍스] 에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한 차세대 촉매/공정 기술 심포지엄
19 [LG화학] 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄
20 [SK이노베이션] 이산화탄소 분리 및 활용기술 심포지엄
21 [한화솔루션/한화토탈에너지스] 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄
22 [HD현대오일뱅크] 최신 수소 및 연료전지 연구개발 동향 심포지엄
23 International Symposium on Solar Fuels and Chemicals
24 [KIER] CCU N-Lab: e-Fuel A to Z, 원료-생산-활용기술
25 [KRICT] 그린메탄올 기술동향 및 전망 심포지엄
26 [EPiC] 제3회 에너지 · 환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄

[Topical Conferences]
27 계산화학
28 기능성 소재/반도체 및 전자재료
29 생체모방 탄소자원화기술
30 수소 생산, 저장 및 활용 기술
33 이산화탄소 분리 및 활용 기술
34 이차전지 소재 및 공정기술
35 탄소저감 공정기술/스마트공정

[General Events]
36 제5회 프로필렌과 다운스트림 기술교류 심포지엄
37 뉴노멀시대에 화학공학인이 진출할 수 있는 진로 멘토링
38 제7회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄
39 재일한인과학자 스페셜 세션
40 화학 및 분리공정 기술의 발전과 적용 동향 심포지엄
41 WISET 2023 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과발표대회
42 2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당

[Tutorials]
51 Tutorial 1: 탄소중립을 위한 엔지니어링 설계 및 통합 평가(경제성평가, 전과정 평가, 최적화 등)
52 Tutorial 2: 분자 모사의 기초 원리와 응용
53 Tutorial 3: 유동층 반응기 기술 입문-14
54 Tutorial 4: COMSOL을 활용한 전기화학 전산모사 기초
55 화학공학일반 구두 발표 프로그램
68 화학공학일반 포스터 발표 프로그램
100 학회상 수상자
105 Organizers 명단
107 Chairs 명단
109 홍보전시회 참여 업체
113 대전컨벤션센터 오시는 길
114 등록 및 회비 안내

[Plenary Talk]
115 Energy Transition – the Challenge and the Promise
[Gautham Krishnaiah(KBR)]

[Symposiums 초록]
117 [에쓰-오일 과학문화재단] 탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄
120 [GS칼텍스] 에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한 차세대 촉매/공정 기술 심포지엄
122 [LG화학] 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄
124 [SK이노베이션] 이산화탄소 분리 및 활용기술 심포지엄
126 [한화솔루션/한화토탈에너지스] 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄
128 [HD현대오일뱅크] 최신 수소 및 연료전지 연구개발 동향 심포지엄
130 International Symposium on Solar Fuels and Chemicals
132 [KRICT] 그린메탄올 기술동향 및 전망 심포지엄
134 [EPiC] 제3회 에너지 · 환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄

[Topical Conferences 초록]
137 계산화학
139 기능성 소재/반도체 및 전자재료
141 생체모방 탄소자원화기술
143 수소 생산, 저장 및 활용 기술
148 이산화탄소 분리 및 활용 기술
150 이차전지 소재 및 공정기술
152 탄소저감 공정기술/스마트공정

[General Events 초록]
155 제5회 프로필렌과 다운스트림 기술교류 심포지엄
157 제7회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄
159 재일한인과학자 스페셜 세션
161 화학 및 분리공정 기술의 발전과 적용 동향 심포지엄
163 WISET 2023 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과발표대회

[화학공학일반 초록]
169 화학공학일반(부문위원회)-구두 발표
232 화학공학일반(부문위원회)-포스터 발표
467 초록집 색인

발행 2023년 10월 25일 | **발행인** 류승호 | **발행처** 사단법인 한국화학공학회 | **홈페이지** http://www.kiche.or.kr
주소 (02856) 서울특별시 성북구 안암로 119 한국화학회관 5층, Tel: 02-458-3078~9, Fax: 0507-804-0669, E-mail: kiche@kiche.or.kr
편집 한림원(주), Tel: 02-2273-4201, http://www.hanrimwon.com

새로운 시작: 다시 도약하는 화학공학, 경계를 넘어 미래로

(Beginning New Era of Chemical Engineering: Leaping Again over the Boundary toward the Future)

회장 류승호

안녕하십니까?

화학공학은 인류의 역사와 더불어 빈곤을 타파하고 풍요를 더해주는 기술로 자리매김해 왔습니다. 작은 비닐, 포장용기 같은 일상환경부터 산업의 근간이 되는 연료와 전기, 편리를 더해주는 첨단소재까지 화학공학의 손이 닿지 않는 분야가 없을 정도로 광범위하게 인류 발전에 이바지하였습니다. 반면 환경, 사회적 이슈인 [탄소중립]과 [지속가능경영]이 전세계적 화두가 되고 있는 현재 화석연료 자원을 기반으로 하는 우리 화학공학 산업의 어깨가 무거워지고 있는 것 또한 중요한 부분입니다. 학계와 기업 연구소에서 많은 인력과 높은 비용을 투자하여 관련 성과를 창출하고 있으며 이에 발 맞추어 우리 화공학회도 산학연 협력을 더욱 활성화하고 화학산업의 새로운 도약을 위해 미래로 나아가는 방향을 제시해야 할 것입니다.

이에 2023년 가을 총회 및 국제 학술대회는 대전컨벤션센터에서 “새로운 시작: 다시 도약하는 화학공학, 경계를 넘어 미래로”라는 주제로 개최됩니다. 특히 이번 학술대회는 지속가능 화학산업을 위한 많은 행사가 준비되어 있습니다. 금년 학술대회는 형당교육상 및 기술상 수상자의 기조강연과 함께 세계적인 기업인 KBR(Kellogg Brown & Root)사의 최고기술책임자인 Gautham Krishnaiah의 강연을 포함하여 세계적인 석학들의 강연이 진행될 예정입니다. 에쓰-오일 과학문화재단, GS칼텍스, LG화학, SK이노베이션, 한화솔루션/한화토탈에너지스, 현대오일뱅크 등의 기업 후원으로 탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄, 에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한 차세대 촉매/공정 기술 심포지엄, 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄, 이산화탄소 분리 및 활용기술 심포지엄, 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄, 최신 수소 및 연료전지 연구개발 동향 심포지엄의 특별 심포지엄을 개최하여 지속가능 화학산업을 위한 산업계의 도약을 확인해 볼 수 있을 것입니다. 또한, ‘계산화학, 기능성 소재/반도체 및 전자재료, 생체모방 탄소자원화 기술, 수소 생산, 저장 및 활용기술, 이산화탄소 분리 및 활용기술, 이차전지 소재 및 공정기술, 탄소 저감 공정기술/스마트공정’ 등의 키워드 세션도 준비되어 있습니다.

특히 미래의 화학공학인들을 위한 연구 및 발표의 장이 될 “2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당”을 학술대회 기간에 개최합니다. 특별히 금년 대회는 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학, 에코프로로부터 새로이 지원받아 미래의 화학공학 인재들이 참신한 아이디어를 발표하는 더 큰 기회의 장을 제공할 것입니다. 더불어 ‘Green Circular Economy’ 주제의 학술발표들은 화학공학 분야의 세계적인 학술지인 Chemical Engineering Journal에도 게재될 예정입니다.

한국화학공학회가 미래의 화학공학 인재를 양성하고 지속가능한 화학산업으로 도약할 수 있도록 회원 여러분들의 적극적인 학술대회 참여를 부탁드립니다.

단풍이 짙어지는 10월, 연구중심의 도시인 대전에서 많은 회원들을 만날 수 있기를 기원합니다. 감사합니다.

대전컨벤션센터 발표장 안내

1F

2F

3F

- Plenary Talk, 총회, 학회상 수상자 강연, Fun&Fun Festival: A발표장(201호)
- 간친회: B발표장(202호)
- 사전·현장등록처, 인생네컷, 물품보관소: 1층 로비
- 심포지엄 및 구두발표: 1~3층 발표장

※ 대전컨벤션센터 내 무선인터넷 사용 가능

- Coffee Lounge: 1층 중회의장 로비, 전시홀
- 포스터발표, 경품추첨, 시상식[회명 대학원 연구상/DL케미칼 대학원 논문상/각 경진(시)대회 대(금)상], 홍보전시회: 1층 전시홀
- VIP Lounge, 연사휴게실: 201호 맞은편

2023년도 가을 총회 및 국제 학술대회 진행표 1

10월 25일(수): 대전컨벤션센터

	A발표장 (201호)	B발표장 (202호)	C발표장 (204호)	D발표장 (205호)	E발표장 (206+207+208호)	F발표장 (209+210+211호)	G발표장 (101호)	H발표장 (102호)	I발표장 (103호)	J발표장 (104호)	K발표장 (105호)	L발표장 (106호)	M발표장 (107호)	N발표장 (108호)	O발표장 (301호)
11:00~18:00	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)														
	등 록														
09:00~12:00	[2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당] (11:00~18:00)												[전문대학 위원회] 제7회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄 (10:00~12:00)		
13:00~18:00	[2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당] 제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회 (PPT 발표 I) (12:30~16:00)	[2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당] 제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회 (PPT 발표 II) (12:30~16:00)	[2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당] 제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회 (동영상 발표 I) (12:30~16:00)		[2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당] 제15회 대학생 전문대학 창의설계 경진대회 (PPT 발표) (12:30~16:00)	[2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당] 제15회 대학생 전문대학 창의설계 경진대회 (동영상 발표) (12:30~16:00)	[Tutorial 1] 탄소중립을 위한 엔지니어링 설계 및 통합 평가 (경제성평가, 전과정 평가, 최적화 등) (13:00~18:00)		[Tutorial 2] 분자 모사의 기초 원리와 응용 (13:00~18:00)	[Tutorial 3] 유동층 반응기 기술 입문-14 (유동층 화학반응기 이론 및 개발과 상용화) (13:00~18:00)	[Tutorial 4] COMSOL을 활용한 전기화학 전산모사 기초 (13:00~18:00)		[여성위원회] WISET 2023 여대핵원생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과 발표대회 (13:00~17:40)	[KIER] CCU N-Lab: e-Fuel A to Z, 원료-생산-활용기술 (13:00~17:30)	[2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당] 제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회 (동영상 발표 II) (12:30~16:00)
12:30~16:00	[2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당] 제19회 창의설계 경진대회(일반/심화과정 작품전시 및 포스터 발표)(2, 3층 로비)														

10월 25일(수): 롯데시티호텔 대전, 1층 '크리스탈 볼룸'

15:30~16:30	업무위원장 / 지부장 / 부문위원장 회의
16:30~17:00	평의원 등록
17:00~18:20	평의원회(한국화학공학회 중장기발전 계획안 발표(이진원 수석부회장) 포함)
18:20~20:00	평의원 만찬

10월 26일(목): 대전컨벤션센터

	A발표장 (201호)	B발표장 (202호)	C발표장 (204호)	D발표장 (205호)	E발표장 (206+207+208호)	F발표장 (209+210+211호)	G발표장 (101호)	H발표장 (102호)	I발표장 (103호)	J발표장 (104호)	K발표장 (105호)	L발표장 (106호)	M발표장 (107호)	N발표장 (108호)	O발표장 (301호)
08:00~18:00	등 록(도너츠&커피 제공)														
08:30~10:00	포스터 발표 I(08:30~10:00): 공업화학, 분리기술, 에너지 환경, 유동층(1층 전시홀)														
09:30~11:50			[여성위원회] 뉴노멀시대에 여성화학공학인이 진출할 수 있는 진로 멘토링 (09:30~11:50)	화학공학일반 구두 발표 (열역학분자모사) (09:00~11:50)	계산화학 구두 발표 (09:30~11:50)	화학공학일반 구두 발표 (에너지 환경 I) (09:00~11:40)	[에쓰-오일 과학문화재단] 탄소중립을 위한 지속가능 항공유 기술 심포지엄 (09:30~11:40)	화학공학일반 구두 발표 (공정시스템 I) (09:00~11:50)	수소 생산, 저장 및 활용 기술 I (09:30~11:40)	화학공학일반 구두 발표 (촉매 및 반응공학 I) (09:30~11:10)	생체모방 탄소자원화기술 (09:30~11:30)	이산화탄소 분리 및 활용 기술 구두 발표 (09:30~11:50)	탄소저감 공정기술/ 스마트공정 구두 발표 (09:30~11:45)	화학공학일반 구두 발표 (재료 I) (09:10~11:30)	International Symposium on Solar Fuels and Chemicals (09:30~11:30)
11:50~12:10	학회상 수상자 강연[형당교육상](A발표장 201호)														
12:10~12:40	총 회(A발표장 201호)														
12:40~14:00	간친회(참석대상: 사전 신청한 총회 참석 정회원)(B발표장 202호)														
13:30~15:00	포스터 발표 II(13:30~15:00): 고분자, 공정시스템, 생물화공, 이동현상, 입자기술, 화학공정안전(1층 전시홀)														
14:30~17:40			화학공학일반 구두 발표 (입자기술) (14:30~16:10) 화학공학일반 구두 발표 (공업화학) (16:30~17:30) 공업화학부문위원회	화학공학일반 구두 발표 (화학공정안전) (14:30~15:30) 유동층부문위원회 화학공학일반 구두 발표 (유동층) (15:40~17:10)	[공정시스템] 화학 및 분리 공정 기술의 발전과 적용 동향 심포지엄 (14:30~17:00) 분리기술부문위원회 열역학분자모사부문위원회	기능성 소재/ 반도체 및 전자재료 (14:30~17:35) 입자기술부문위원회	[에쓰-오일 과학문화재단] 탄소중립을 위한 지속가능 항공유 기술 심포지엄 (14:30~17:40)	[LG화학] 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄 (14:30~17:15) 공정시스템부문위원회 화학공정안전부문위원회	[현화솔루션/ 현화토탈에너지스] 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄 (14:30~17:40)	[HD현대 오일뱅크] 최신 수소 및 연료전지 연구 개발 동향 심포지엄 (14:30~17:40) 재료부문위원회	[GS칼텍스] 에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한 차세대 촉매/ 공정 기술 심포지엄 (14:30~17:40) 생물화공부문위원회	[SK이노베이션] 이산화탄소 분리 및 활용 기술 심포지엄 (14:30~17:50) 에너지 환경부문위원회	[KRICT] 그린메탄올 기술동향 및 전망 심포지엄 (14:30~17:40) 이동현상부문위원회	이차전지 소재 및 공정기술 구두 발표 (14:30~17:20) 고분자부문위원회	International Symposium on Solar Fuels and Chemicals (14:30~17:20) 촉매부문위원회
17:40~18:00	경품 추첨(1층 전시홀)														
09:00~18:00	홍보전시회(1층 전시홀)														

2023년도 가을 총회 및 국제 학술대회 진행표 2

10월 26일(목): 롯데시티호텔 대전 1층 '루비룸' / 롯데스카이힐 부여CC

제33차 CEO 포럼(참석대상: 사전 신청한 CEO 클럽 회원)		
15:30~16:00	등록 및 커피	
16:00~16:05	참석자 소개 및 환영	권영운(한국화학공학회 산업계 부회장)
16:05~16:10	개회사	이진원(한국화학공학회 CEO클럽 부위원장)
16:10~17:10	강연 1: 게임체인저 미래차가 온다	이우종(아모그린텍 부회장)
17:10~18:10	강연 2: 볼 것이냐 아니면 지나칠 것이냐?	김인규(문화재청 학예연구관)
18:10~19:00	만찬교류회	

10월 27일(금): 대전컨벤션센터

	A발표장 (201호)	B발표장 (202호)	C발표장 (204호)	D발표장 (205호)	E발표장 (206+207+208호)	F발표장 (209+210+211호)	G발표장 (101호)	H발표장 (102호)	I발표장 (103호)	J발표장 (104호)	K발표장 (105호)	L발표장 (106호)	M발표장 (107호)	N발표장 (108호)	O발표장 (301호)
08:00~17:00	등 록(도너츠&커피 제공)														
08:30~11:10			화학공학일반 구두 발표 (고분자) (08:30~11:00)		[기술교류회] 제5회 프로필렌과 다운스트림 심포지엄 (08:30~11:10)	화학공학일반 학생 구두 발표 (에너지 환경 II) (08:30~10:50)	화학공학일반 구두 발표 (분리기술 I) (08:30~11:20)	화학공학일반 학생 구두 발표 (공정시스템 II) (09:00~11:10)	수소 생산, 저장 및 활용 기술 II (08:30~11:00)	[EPIC] 제3회 에너지 · 환경소재 공정조합설계 연구단 기술교류 심포지엄 (08:30~11:10)	화학공학일반 구두 발표 (생물화공 I) (08:30~11:10)	[일본지부] 재일한인과학자 스페셜 세션 (08:30~11:10)	화학공학일반 구두 발표 (이동현상 I) (08:30~11:10)	화학공학일반 학생 구두 발표 (재료 II) (08:30~11:15)	화학공학일반 학생 구두 발표 (촉매 및 반응공학 II) (08:30~11:20)
11:20~12:00	Plenary talk: Gautham Krishnaiah(KBR CTO)(A발표장 201호)														
12:00~13:00	점 심														
13:00~16:00						화학공학일반 학생 구두 발표 (에너지 환경 III) (13:00~15:20)	화학공학일반 구두 발표 (분리기술 II) (13:00~16:00)	화학공학일반 학생 구두 발표 (공정시스템 III) (13:00~15:30)	수소 생산, 저장 및 활용 기술 III (13:00~15:20)		화학공학일반 구두 발표 (생물화공 II) (13:00~15:50)		화학공학일반 구두 발표 (이동현상 II) (13:00~16:00)	화학공학일반 학생 구두 발표 (재료 III) (13:00~15:45)	화학공학일반 학생 구두 발표 (촉매 및 반응공학 III) (13:00~15:40)
15:30~17:00	포스터 발표 III: 열역학분자모사, 재료, 촉매 및 반응공학(1층 전시홀)														
09:00~17:00	홍보전시회(1층 전시홀)														
17:00~17:30	Closing ceremony(시상 및 경품추첨)(1층 전시홀) 시상: 회명 대학원 연구상, DL케미칼 대학원 논문상, 각 경진(시)대회 대(금)상														

부문위원회 시간 안내

10월 26일(목)

고분자부문위원회	N발표장(108호)	17:40~18:00
공업화학부문위원회	C발표장(204호)	17:30~17:50
공정시스템부문위원회	H발표장(102호)	17:20~17:40
분리기술부문위원회	E발표장(206+207+208호)	17:00~17:20
생물화공부문위원회	K발표장(105호)	17:40~18:00
에너지 환경부문위원회	L발표장(106호)	17:40~18:00
열역학분자모사부문위원회	E발표장(206+207+208호)	17:20~17:40
유동층부문위원회	D발표장(205호)	15:30~15:40
이동현상부문위원회	M발표장(107호)	17:40~18:00
입자기술부문위원회	F발표장(209+210+211호)	17:40~18:00
재료부문위원회	J발표장(104호)	17:40~18:00
촉매부문위원회	O발표장(301호)	17:20~17:40
화학공정안전부문위원회	H발표장(102호)	17:40~18:00

※ 등록비에는 식비와 숙박비가 포함되지 않으며, 주차료 지원은 없습니다.

2023 KIChE Fall Meeting and International Symposium Time Table 1

October 25 (Wed): Daejeon Convention Center

	Room A (201)	Room B (202)	Room C (204)	Room D (205)	Room E (206+207+208)	Room F (209+210+211)	Room G (101)	Room H (102)	Room I (103)	Room J (104)	Room K (105)	Room L (106)	Room M (107)	Room N (108)	Room O (301)
	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)														
11:00~18:00	Registration														
09:00~12:00	**[2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival]** (11:00~18:00)												**[Support Committee]** 7th Symposium on Technical Education for University College (10:00~12:00)		
13:00~18:00	**[2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival]** The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students (Oral Presentation I) (12:30~16:00)	**[2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival]** The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students (Oral Presentation II) (12:30~16:00)	**[2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival]** The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students (Video Presentation I) (12:30~16:00)		**[2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival]** Creative Design Competition for Technical College Students (Oral Presentation) (12:30~16:00)	**[2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival]** Creative Design Competition for Technical College Students (Video Presentation) (12:30~16:00)	**[Tutorial 1]** Engineering Design and Assessment for Carbon Neutrality; TEA, LCA, and Optimization (13:00~18:00)		**[Tutorial 2]** Fundamentals and Applications of molecular simulations (13:00~18:00)	**[Tutorial 3]** Introduction to Fluidized Bed Reactor–14 (13:00~18:00)	**[Tutorial 4]** Introduction to Computational Modeling Utilizing COMSOL for Electrochemistry (13:00~18:00)		**[Women's Initiatives Committee]** WISET 2023 STEM Research Team Project Intensive Course/Regular Course Results Presentation Competition (13:00~17:40)	**[KIER]** CCU N-Lab: e-Fuel A to Z, Feedstock-Production-Utilization (13:00~17:30)	**[2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival]** The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students (Video Presentation II) (12:30~16:00)
12:30~16:00	**[2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival] The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students(Exhibition & Poster Posting)(2~3F, Lobby)**														

October 25 (Wed): Lotte City Hotel Daejeon, 1F, Crystal Ballroom

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

October 26 (Thu): Daejeon Convention Center

	Room A (201)	Room B (202)	Room C (204)	Room D (205)	Room E (206+207+208)	Room F (209+210+211)	Room G (101)	Room H (102)	Room I (103)	Room J (104)	Room K (105)	Room L (106)	Room M (107)	Room N (108)	Room O (301)
08:00~18:00	Registration														
08:30~10:00	**Poster Posting I(08:30~10:00): Industrial Chemistry, Separation Technology, Energy and Environment, Fluidization(1F Exhibition Hall)**														
09:30~11:50			**[Women's Initiatives Committee]** Carrier Mentoring for Chemical Engineers in the "New Normal" (09:30~11:50)	General Topics Oral Presentation (Thermody-namics and Molecular Simulation) (09:00~11:50)	Computational Chemistry Oral Presentation (09:30~11:50)	General Topics Oral Presentation (Energy and Environment I) (09:00~11:40)	**[S-OIL Science Prodigy and Culture Foundation]** Symposium on Sustainable Aviation Fuel (SAF) Technology for Carbon Neutrality (09:30~11:40)	General Topics Oral Presentation (Process Systems Engineering I) (09:00~11:50)	Hydrogen Production, Storage, and Utilization Oral Presentation I (09:30~11:40)	General Topics Oral Presentation (Catalysis and Reaction Engineering I) (09:30~11:10)	Biomimetic Technologies for Carbon Utilization Oral Presentation (09:30~11:30)	Carbon Dioxide Separation and Utilization Oral Presentation (09:30~11:50)	Carbon Reduction Process/Smart Process Oral PresentationI (09:30~11:45)	General Topics Oral Presentation (Materials I) (09:10~11:30)	International Symposium on Solar Fuels and Chemicals (09:30~11:30)
11:50~12:10	**KIChE Award Lecture [Hyung-Dang Award](Room A(201))**														
12:10~12:40	**General Assembly](Room A(201))**														
12:40~14:00	**Reception(Attendees: Only for regular members pre-registered for General Assembly)(Room B(202))**														
13:30~15:00	**Poster Posting II(13:30~15:00): Polymer, Process Systems Engineering, Biochemical Engineering, Particles Technology, Transport Phenomena, Processe Safety(1F Exhibition Hall)**														
14:30~17:40			General Topics Oral Presentation (Particle Technology) (14:30~16:10) General Topics Oral Presentation (Industrial Chemistry) (16:30~17:30) Industrial Chemistry	General Topics Oral Presentation (Process Safety) (14:30~15:30) Fluidization General Topics Oral Presentation (Fluidization) (15:40~17:10)	Symposium on Development and Application Trend of Chemical and Separation Process Technologies (14:30~17:00) Separation Technology Thermodynamics and Molecular Simulation	Functional Materials/ Semiconductors and Electronic Materials Oral Presentation (14:30~17:35) Particle Technology	**[S-OIL Science Prodigy and Culture Foundation]** Symposium on Sustainable Aviation Fuel (SAF) Technology for Carbon Neutrality (14:30~17:40)	**[LG Chem]** Symposium on Materials and Catalysts for Renewable Energy (14:30~17:15) Process Systems Engineering Process Safety	**[Hanwha Solutions/ Hanwha Total Energies]** Symposium on R&D trends and prospects of eco-friendly hydrogen production technologies (14:30~17:40)	**[HD Hyundai Oilbank]** Symposium on Recent Hydrogen and Fuel Cell Research Trend (14:30~17:40) Materials	**[GS Caltex]** Symposium on Next Genera-tion Catalyst/ Process Technologies for Sustainable Future in the Energy Transition Era (14:30~17:40) Biochemical Engineering	**[SK Innovation]** Symposium on CO_2 separation and utilization (14:30~17:50) Energy and Environment	**[KRICT]** Symposium on Green Methanol Technology Trend and Prospects (14:30~17:40) Transport Phenomena	Second-ary Battery Materials and Process Oral Presentation (14:30~17:20) Polymer	International Symposium on Solar Fuels and Chemicals (14:30~17:20) Catalysis and Reaction Engineering
17:40~18:00	**Raffle Prize Giveaway(1F Exhibition Hall)**														
09:00~18:00	**Promotion & Exhibition(1F Exhibition Hall)**														

2023 KIChE Fall Meeting and International Symposium Time Table 2

October 26 (Thu): Lotte City Hotel Daejeon 1F, Ruby Room

The 33th 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	**Lecture 1: Future Car**
17:10~18:10	**Lecture 2: Cultural Heritage Liberal Arts Lecture**
18:10~19:00	**Banquet**

October 27 (Fri): Daejeon Convention Center

	Room A (201)	Room B (202)	Room C (204)	Room D (205)	Room E (206+207+208)	Room F (209+210+211)	Room G (101)	Room H (102)	Room I (103)	Room J (104)	Room K (105)	Room L (106)	Room M (107)	Room N (108)	Room O (301)
08:00~17:00	Registration														
08:30~11:10			General Topics Oral Presentation (Polymer) (08:30~11:00)		**[Industrial User Session]** 5th Symposium on Propylene and Downstream Technology (08:30~11:10)	General Topics Student Oral Presentation (Energy and Environment II) (08:30~10:50)	General Topics Oral Presentation (Separation Technology I) (08:30~11:20)	General Topics Student Oral Presentation (Process Systems Engineering II) (09:00~11:10)	Hydrogen Production, Storage, and Utilization Oral Presentation II (08:30~11:00)	**[EPiC]** 3rd Symposium on Energy and Environmental Materials Process Integration Research (08:30~11:10)	General Topics Oral Presentation (Biochemical Engineering I) (08:30~11:10)	**[Japan region]** Special Session for Korean Researchers in Japan (08:30~11:10)	General Topics Oral Presentation (Transport Phenomena I) (08:30~11:10)	General Topics Student Oral Presentation (Materials II) (08:30~11:15)	General Topics Student Oral Presentation (Catalysis and Reaction Engineering II) (08:30~11:20)
11:20~12:00	**Plenary talk: Gautham Krishnaiah(KBR CTO)(Room A(201))**														
12:00~13:00	Lunch														
13:00~16:00						General Topics Student Oral Presentation (Energy and Environment III) (13:00~15:20)	General Topics Oral Presentation (Separation Technology II) (13:00~16:00)	General Topics Student Oral Presentation (Process Systems Engineering III) (13:00~15:30)	Hydrogen Production, Storage, and Utilization Oral Presentation III (13:00~15:20)		General Topics Oral Presentation (Biochemical Engineering II) (13:00~15:50)		General Topics Oral Presentation (Transport Phenomena II) (13:00~16:00)	General Topics Student Oral Presentation (Materials III) (13:00~15:45)	General Topics Student Oral Presentation (Catalysis and Reaction Engineering III) (13:00~15:40)
15:30~17:00	**Poster Posting III: Thermodynamics and Molecular Simulation, Materials, Catalysis and Reaction Engineering(1F Exhibition Hall)**														
09:00~17:00	**Promotion & Exhibition(1F Exhibition Hall)**														
17:00~17:30	**Free Gift by Lot and Awards(1F Exhibition Hall)** **Awards Ceremony: Hoi Myung Graduate Award, DL Chemical Graduate Award, Each Contest Award**														

Division General Meeting Time Schedule

October 26 (Thu)

Division of Polymer	Room N(108)	17:40~18:00
Division of Industrial Chemistry	Room C(204)	17:30~17:50
Division of Process Systems Engineering	Room H(102)	17:20~17:40
Division of Separation Technology	Room E(206+207+208)	17:00~17:20
Division of Biochemical Engineering	Room K(105)	17:40~18:00
Division of Energy and Environment	Room L(106)	17:40~18:00
Division of Thermodynamics	Room E(206+207+208)	17:20~17:40
Division of Fluidization	Room D(205)	15:30~15:40
Division of Transport Phenomena	Room M(107)	17:40~18:00
Division of Particle Technology	Room F(209+210+211)	17:40~18:00
Division of Materials	Room J(104)	17:40~18:00
Division of Catalysis and Reaction Engineering	Room O(301)	17:20~17:40
Division of Processe Safety	Room H(102)	17:40~18:00

※ The registraion fee does not include lunch and accommodation.

해외석학강연

(Distinguished Lectures)

Can Li
Dalian Inst. of Chemical Physics

Charge separation and water oxidation in photocatalysis for artificial photosynthesis

2023. 10. 26(Thu) 14:30~15:10, Room O(301)

Abstract The solar hydrogen can be produced via water splitting by photocatalysis, photoelectrocatalysis and/or electrolysis with renewable energy. While the photocatalysis water splitting efficiency is not yet high enough currently for large scale application. The great challenge of solar energy conversion via photocatalysis lies in its complicated processes including light absorption (harvesting), charge dynamics (separation and transfer), and catalytic reactions, particularly water oxidation. The lecture will present the research progress made in charge dynamics mainly charge separation and transfer in photocatalyst particles.

Chulsung Bae
Rensselaer Polytechnic Inst.

Molecular engineering of ion-conducting polymer membranes for green hydrogen and decarbonization technologies

2023. 10. 26(Thu) 15:10~15:40, Room I(103)

Abstract Ion-conducting polymers, either proton- or anion-conducting, are used as polymer electrolyte membranes, which are a key component of electrochemical energy conversion and storage technologies such as hydrogen fuel cells, water electrolyzers, CO_2 electrolyzers, and flow batteries. The use of ion-conducting polymers in these electrochemical energy technologies has a long history but the lack of suitable low-cost, high-performance ion-conducting polymers has hampered wide adoption of these emerging energy technologies. In this presentation, a few highlights of recent progress in the development of advanced ion-conducting (H^+ and OH^-) polymers, their state-of-the-art performance in fuel cells and water electrolyzers, and technology transfer activity to commercialize materials for real world applications will be presented.

Dr.-Ing. Christian Breuer
Heraeus Precious Metals

Catalytic challenges from H_2 production to NH_3 transport and fuel cell applications-precious metals catalysts as key enabler for the hydrogen economy

2023. 10. 26(Thu) 10:30~11:00, Room I(103)

Abstract In this presentation we will speak about precious metal catalysts as an enabler for the complete hydrogen value chain:

1. Production of Hydrogen:
   - Advanced electrolysis catalysts with low Iridium-loading for PEM EL
   - Purification of Hydrogen (and Oxygen) post-electrolysis
2. Transport and Storage:
   - Highly active Ruthenium catalysts for low temperature NH_3 cracking
3. Decentral Energy Supply:
   - State-of-the-art catalysts for the balance of plant in SOFCs
4. Recycling of spent precious metal catalysts

John Van Scoter
Solid Power

Solid Power's strategic vision for market adoption of sulfide-based solid-state batteries

2023. 10. 26(Thu) 16:10~16:40, Room N(108)

Abstract Many believe all solid-state batteries (ASSBs) are the future of electric mobility, but they have yet to be commercialized for passenger electric vehicles. In this presentation, Solid Power's Chief Executive Officer, Mr. Van Scoter, will outline Solid Power's strategy to (1) commercialize sulfide-based ASSBs, (2) mass produce sulfide electrolytes, the enabling component of ASSBs, and (3) expand its presence in Korea to support strategic partners. An update will also be given on Solid Power's EV cell production and progress towards producing "A-Sample" EV cells for strategic partners. More importantly, progress towards achieving a minimum of 30 MT per year capacity production rate of sulfide electrolyte at Solid Power's new facility will be presented. Mr. Van Scoter will give the audience a holistic look on Solid Power's strategy to commercialize sulfide-based batteries and electrolytes as well as the importance of engagement in Korea for Solid Power's commercial success.

Kazunari Domen
Univ. of Tokyo

Photocatalytic water splitting for solar hydrogen and fuels production

2023. 10. 26(Thu) 09:40~10:20, Room O(301)

Abstract Sunlight-driven water splitting using particulate photocatalysts has been attracting growing interest as a means of producing renewable solar hydrogen on a large scale. A solar hydrogen production system based on 100-m^2 arrayed photocatalytic water splitting panels and an oxyhydrogen gas-separation module was built, and its performance and system characteristics including safety issues were reported recently. Nevertheless, it is essential to radically improve the solar-to-hydrogen energy conversion efficiency (STH) of particulate photocatalysts and develop suitable reaction systems. In my talk, recent progress in photocatalytic materials and reaction systems for solar fuel production will be presented.

Kyoung-Shin Choi
Univ.of Wisconsin-Madison

The impact of varying the photoanode/catalyst interfacial composition on solar water splitting

2023. 10. 26(Thu) 10:20~11:00, Room O(301)

Abstract Photoanodes used in a water-splitting photoelectrochemical cell are always paired with an oxygen evolution catalyst (OEC) to efficiently utilize photon-generated holes for water oxidation. Suppressing electron-hole recombination at the photoanode/OEC interface is critical for efficient photocurrent generation. In order to explicitly demonstrate and investigate how the detailed features of the photoanode/OEC interface affect interfacial charge transfer, we prepared two $BiVO_4$(010)/FeOOH photoanodes with different Bi:V ratios at the outermost layer of the $BiVO_4$ interface (close to stoichiometric vs Bi-rich) while keeping all other factors in the bulk $BiVO_4$ and FeOOH layers identical. The resulting two photoanodes show a striking difference in the photocurrent onset potential and the photocurrent density for water oxidation. Using experimental and computational studies, we explain the atomic origin of the experimentally observed differences in electron and hole transfer and solar water oxidation performance of the two photoanodes having different interfacial compositions.

Noritatsu Tsubaki
Univ. of Toyama

New C1 chemistry synthesis method of carbon-free jet fuels

2023. 10. 26(Thu) 09:40~10:10, Room G(101)

Abstract Recently, the development of aviation industry causes serious energy and environmental problems. In order to efficiently produce carbon-free jet fuels, our group developed some new synthesis methods for hydrogenating CO/CO_2 into jet fuels. We loaded cobalt nanoparticles on alkaline ions modified mesoporous Y-zeolite for CO hydrogenation. By tuning the porosity and acidity of zeolite, outstanding selectivity of jet fuel (72%) was achieved in CO hydrogenation. A new Anti-ASF mathematic model was also proposed to elucidate these. As elastomer seals in jet engine, aromatics are needed in jet fuel (8% ~ 25%) to prevent leakage. We designed some metal-zeolite hybrid catalysts for synthesizing aromatics from CO/CO_2 hydrogenation. After regulating physicochemical properties of zeolite, high aromatics selectivities were achieved in both CO (76.4%) and CO_2 (76.8%) hydrogenation. In summary, these new synthesis methods showed great potential of C1 chemistry in carbon-free jet fuels production.

Seung Woo Lee
Georgia Tech.

Designing nanostructured electrodes and electrolytes for high-performance rechargeable batteries

2023. 10. 26(Thu) 15:40~16:10, Room N(108)

Abstract A technology with potential to replace conventional rechargeable batteries uses Li or Na metal anodes to boost energy density. However, the practical application faces hurdles due to safety concerns from uncontrolled Li/Na dendrite growth. In pursuit of these advanced technologies, Dr. Lee's research focuses on harnessing the electrochemical reactions between electrode and electrolyte materials for alkali metal batteries. The research strategy adopted by Dr. Lee encompasses the following aspects: 1) comprehending the bulk and surface structures of electrode and electrolyte materials, 2) establishing correlations between these electrode/electrolyte structures and their electrochemical properties, and 3) demonstrating the feasibility of high-performance metal batteries by integrating them with commercial cathode materials. During this presentation, we will delve into two key topics: 1) the utilization of 3D nanostructured electrolytes to enable stable operation of solid-state Li metal batteries, and 2) the use of 3D nanostructured hosts to enable anode-free Na-metal batteries.

Soyrong Chae
Univ. of Cincinnati

Global development strategies for sustainable aviation fuel: Current status, challenges, and opportunities

2023. 10. 26(Thu) 15:00~15:30, Room G(101)

Abstract Sustainable alternative fuels (SAFs) are recognized for their lower carbon footprints and reduced greenhouse gas emissions. As carbon-neutral alternatives designed to be drop-in fuels, SAFs offer a promising path towards sustainable aviation. Moreover, SAFs have demonstrated the ability to reduce other emissions such as NO_x, particulates, and CO_2 emissions depending on the production methods used. By engineering innovative fuels and production pathways, it's possible to not only lower emissions but also reduce the costs associated with aircraft system design and operation, ultimately leading to more affordable air travel. This presentation encompasses a comprehensive review of global SAF development strategies, including state-of-the-art certified technologies, potential feedstock options, a comparison of techno-economic and environmental performance metrics for SAF production routes, airline commitments to promoting greater biofuel usage, and global initiatives and policies in this regard.

Uisung Lee
Argonne Nat'l Lab.

The implications of life-cycle analysis of sustainable aviation fuels using GREET

2023. 10. 26(Thu) 10:10~10:40, Room G(101)

Abstract Sustainable aviation fuel (SAF) plays an important role in decarbonizing the aviation sector. To quantify greenhouse gas (GHG) emission reduction benefits, life-cycle analysis (LCA) is used, which evaluates the supply chains of various SAF production pathways starting farming to fuel combustion. The life-cycle GHG emissions of various SAF pathways are then compared with that of petroleum jet fuel baseline (89 gCO_2e/MJ). Argonne National Laboratory's Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Technologies (GREET) model enables conducting comprehensive LCA of the SAF pathways including but not limited to gasification/Fischer-Tropsch, hydro-processed esters and fatty acids (HEFA), and alcohol-to-jet technologies with crops, agricultural residues, and waste feedstocks. In this presentation, the LCA results of major SAF pathways using the GREET model are presented, and the key impacting parameters and outstanding issues such as land-use change and soil organic carbon change are discussed. In addition, further decarbonization activities to make net-zero carbon SAFs are introduced.

Yuriy Román-Leshkov
MIT

Metalloenzyme-like Lewis acid zeolites for the conversion of biomass-derived oxygenates

2023. 10. 26(Thu) 10:50~11:30, Room K(105)

Abstract In an increasingly carbon-constrained world, lignocellulosic biomass, natural gas, water, and carbon dioxide have emerged as attractive options to supply energy, fuels, and chemicals at scale in a cleaner and more sustainable manner. However, the unique chemical makeup of these alternative energy sources has created daunting conversion challenges, requiring the development a new generation of catalysts to promote selective bond-breaking events.
In this talk, I will show how advanced synthesis techniques can be coupled with rigorous reactivity and characterization studies to unearth unique synergies in nanostructured catalysts. More specifically, I will discuss the use of molecular engineering tools to design nanostructured earth abundant catalysts. In particular, the use of metalloenzyme-like Lewis acid zeolites as catalysts for the conversion of biomass-derived oxygenates will be presented

Continuous hydrodeoxygenation of lignin to jet-range aromatic hydrocarbons

2023. 10. 26(Thu) 14:30~15:00, Room G(101)

Abstract Processes that can generate high volumes of sustainable aviation fuels (SAFs) are essential to meet air travel demand while eliminating carbon emissions. Lignin is an abundant and renewable aromatic biopolymer that comprises 15%–30% of all lignocellulosic biomass but remains underutilized due to its chemical recalcitrance. In this talk, a method for the conversion of lignin to jet-range aromatic hydrocarbons with high atom economy is introduced using a molybdenum carbide hydrodeoxygenation catalyst. The resulting products feature favorable properties for use in aviation fuel.

학회상 수상자 강연

(KIChE Award Lecture)

* 형당교육상

화학공학 연구데이터의 신뢰성

일시: 2023년 10월 26일(목), 11:50~12:10 / 장소: A발표장(201호)

강정원
고려대학교

● 학력 및 경력

1988	고려대학교 화학공학과 학사
1990	고려대학교 화학공학과 석사
2001	고려대학교 화학공학화 박사
1990~1995	㈜현대엔지니어링 연구원
2001~2002	덴마크 공대(DTU) 연구교수
2019~2021	㈔대한연구환경안전협회 회장
2002~현 재	고려대학교 화공생명공학과 교수
2009~현 재	미국 표준연구원(NIST) 객원연구원

● 형당교육상 수상 업적

수상자는 석/박사 시절부터 연구해오던 정통화학공학 분야의 핵심인 열역학 분야에서 꾸준히 교육과 연구를 진행하여 열역학 데이터베이스 분야에서 세계 최고 수준의 컨텐츠 제공을 추구하고 있으며, 아울러 한국화학공학회에서도 산업체 교육, 분리공정 교육 등 다양한 교육활동을 수행하였으며, 또한 교육과 연구에서 기본이 되는 안전한 실험실 환경 구축을 위하여 다양한 노력을 해오고 있음.

1. KDB (Korean thermophysical properties Data Bank)_개발 및 무료 제공
   - 1993년부터 개발 시작, 현재 〈열역학 물성데이터센터〉 운영 중
   - 1997년부터 〈한국화학공학 연구정보센터〉 홈페이지를 통하여 무료 제공
   - 2000년대부터 매년 100만 이상의 접속 기록
   - Univ.of Texas, Univ. of Arkon 등 해외 대학 홈페이지에 소개됨,
   - 데이터 검증 관련 약 10여편의 국제 공동논문 개제
   - 2017년 공로를 인정받아 〈과학의날 국무총리 표창〉〈한국화학공학회 전통화학공학상〉 수상
   - 2007년 〈산업통상자원부〉 지정 국가참조표준 센터로 선정됨 (현재까지 진행)
   - 2021년 국가참조표준 데이터센터장 협의회장 (약 30여개 센터)
   - 최근 빅데이터와 머신러닝을 연계하여 물성예측 프로그램 개발

2. 한국화학공학회의 다양한 교육 활동 참여
   - 2002년 고려대 부임이후 화학공학회를 통한 다양한 교육활동 참여
     – 2004~2005 한국화학공학회 Student Chapter 지도위원으로 활동
     – 2013~2014 한국화학공학회 주관 화학공학 재교육 프로그램 기획 및 실행
     – 2015~2017 결정기능화 공정센터 주관 1/2/3회 결정화 아카데미 강의
     – 기타 열역학 및 공정 기술 강의 다수

3. 학생들의 연구안전을 위한 공헌
   - 화학공학 분야의 학생들의 교육에 있어서 연구 안전은 기본이면서도 가장 중요한 요소임. 추천자는 학생들의 안전을 위하여 봉사하는 태도로서 연구안전분야에서 많은 기여를 하였음. 안전한 연구환경 구축을 위하여 〈연구책임자의 교육〉 〈시약 줄이기 운동〉 등을 전개하였음. 다음과 같은 교내외 활동을 통하여 연구 안전을 위한 노력을 지속하고 있음.
     – 2019~2020 고려대학교 공과대학 안전 위원회 위원장
     – 2017~2020 ㈔대한연구환경안전협회 이사
     – 2020~2021 ㈔대한연구환경안전협회 회장직 수행
     – 2021~2022 교육시설 화재실험실 안전위원회 위원활동
     – 2022~현재 ㈜롯데케미칼 ESG 위원회 활동

학회상 수상자 강연

(KIChE Award Lecture)

＊ 기술상

플라스틱 제조업의 환경과제 대응: 저탄소 원료의 채용과 플라스틱 폐기물 저감을 위한 Toray의 노력

김영섭
도레이첨단소재

● 학력 및 경력

1986	한양대학교 화학공학과 학사	2006~2013 도레이첨단소재 METALOYAL 사업부장
1988	한양대학교 화학공학과 석사	2014~2017 도레이첨단소재 IT사업부장(상무)
2013	서울대학교 경영대학원 AMP과정	2018~현 재 도레이첨단소재 FILM사업본부장(부사장)
2000~2005	도레이새한 경영기획관리실 팀장	2023~현 재 도레이배터리세퍼레이터필름한국 대표(겸)

● 기술상 수상 업적

– 1989년 7월, 도레이첨단소재의 전신인 제일합섬에 입사하여 기술연구소와 생산기술센터, 필름개발팀, 필름생산팀에 근무하면서 기초소재 및 생산/기술에 대한 지식을 습득하였고, 1999년, 도레이새한으로 회사가 변경된 이후, 경영기획관리실 팀장으로 근무하면서 투자 유치 및 신규사업 검토를 추진하여, 2004년에는 구미 국가산업 제 4단지에 FDI 1억 달러를 포함한 총 4억 달러 규모의 신규투자를 이끌어 내었음. 이후, 구미 국가산업 제 4단지에 설립된 도레이첨단소재 구미 4공장(당시 3공장)에서 Metaloyal(2층박막FCCL) 사업과 MLCC 제조용 이형필름, 편광판 이형필름의 사업화를 추진하였으며, 현재까지 필름가공사업 및 베이스필름 사업을 총괄하고 있음.

– 수상자가 신규사업화한 Metaloyal 사업은 디스플레이 기기의 COF(Chip On Film)용 회로재료로서, 특히 평판 디스플레이 기기의 대면적화, slim화를 위해서는 반드시 필요한 재료임. 기존 수입산에 의존하고 있던 COF용 회로재료에 대하여 일본 도레이로부터 기술이전과 투자를 이끌어 냄으로써 한국의 평판 디스플레이산업 성장에 지대한 공헌을 하였음. 또한 단순히 기술이전 및 양산에 그치지 않고 독자적인 기술 개발 활동을 통하여, 2014년에는 세계최초로 양면 Metaloyal(2–Metal) 제품을 개발하였고, 이는 삼성의 Galaxy S 시리즈 및 Apple의 i–Phone 플렉서블 디스플레이에 적용되어 스마트 모바일 기기의 발달에 핵심적인 역할을 함.

– MLCC는 전자제품 산업의 “쌀”이라고 불릴 만큼 전자산업의 기초 재료이며, 기존 일본 기업이 시장을 지배하고 있었으나 국내에서 삼성전기가 사업에 진출하여 확대함에 따라 MLCC 제조에 필요한 MLCC 이형필름을 개발하여 공급하였음. MLCC 이형필름은 MLCC에 세라믹을 적층하는 공정에 사용되며 MLCC 제품 품질에 결정적인 영향을 미치는 핵심 소재임. MLCC 이형필름 역시 도레이첨단소재가 국내 최초로 사업화에 성공하여, 기존에 사용하던 일본산 제품을 국산화하는 데 공헌함.

– 편광판 사업 역시 기존 일본업체가 시장을 지배하고 있었으나, 국내에서 엘지화학과 삼성SDI가 편광판 사업에 신규진출하여 확대하였음. 편광판 이형필름은 편광판에 점착층을 코팅하는 공정에 사용되는 핵심 소재이며 관련 소재 역시 기존 일본산 제품을 주로 사용하였으나 도레이첨단소재가 국내에서 최초로 사업화하여 국산화에 성공하였음. 최초에는 도레이 기술을 도입하였으나 이후, 자체적인 기술개발을 통하여 국내 고객사에 적합하도록 제품을 개발해 왔으며, 현재까지도 편광판 이형필름을 사업화한 기업은 한국에서는 도레이첨단소재가 유일함.

– 2000년대 중반 이후, 한국의 평판 디스플레이 산업은 급속도로 성장하여 전세계 디스플레이 산업의 중심이 되었으나, 디스플레이 및 IT기기의 핵심부품 및 소재는 대부분 해외에 의존하고 있었음. 후보자는 회로재, MLCC, 편광판 생산 핵심소재 및 부품을 국산화함으로써 국내 디스플레이 산업 및 전기전자 산업의 성장을 가능케 하였으며, 지속적인 제품 개발을 통하여 고객사의 경쟁력 강화 및 혁신적인 제품 개발에 공헌함.

평의원회

롯데시티호텔 대전, 1층 '크리스탈 볼룸' 2023년 10월 25일(수), 17:00~18:20

사 회: 김도희, 한국화학공학회 총무이사

16:30 **평 의 원 등 록**

17:00 **평 의 원 회**

1. 보고사항
   (1) 주요회무
   (2) 차기 수석부회장 선거결과
   (3) 한국화학공학회 중장기 발전 계획안 / 이진원 수석부회장
2. 승인사항
   (1) 기술정보지(NICE) 편집장 선출
3. 심의사항
   (1) 2024년도 사업계획(안) 및 예산(안)
   (2) 제55대 임원, 운영위원회 구성(안)
   (3) 제55대 감사 선출
4. 학회상 시상
   - 범석논문상, 심강논문상, 석명우수화공인상, 형당교육상, 윤창구상, 박선원 학술상, 양정 생물화공상, 최창균 이동현상부문상, 우성일 재료상

18:30 **평의원만찬**

제33차 CEO 포럼

롯데시티호텔 대전, 1층 '루비룸' 2023년 10월 26일(목), 15:30~19:00

사 회: 권영운, 한국화학공학회 산업계부회장

15:30	등록 및 커피	
16:00	참석자 소개 및 환영	권영운(한국화학공학회 산업계 부회장)
16:05	개회사	이진원(한국화학공학회 CEO클럽 부위원장)
16:10	강연 1: 게임체인저 미래차가 온다	이우종(아모그린텍 부회장)
17:10	강연 2: 볼 것이냐 아니면 지나칠 것이냐?	김인규(문화재청 학예연구관)
18:10	만찬교류회	

발 표 코 드

심포지엄 / 구두 발표 코드

심/O	고분	A	목	-	1
발표종류	발표분야	발표장소	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] 탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄-심(에쓰)
[GS칼텍스] 에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한 차세대 촉매/공정 기술 심포지엄-심(GS)
[LG화학] 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄-심(LG)
[SK이노베이션] 이산화탄소 분리 및 활용기술 심포지엄-심(SK)
[한화솔루션/한화토탈에너지스] 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄-심(한화)
[HD현대오일뱅크] 최신 수소 및 연료전지 연구개발 동향 심포지엄-심(현대)
International Symposium on Solar Fuels and Chemicals-심(촉매)
[KRICT] 청정메탄올 기술동향 및 전망 심포지엄-심(화연)
[EPiC] 제3회 에너지 · 환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄-심(설계)

Topical Conference 구두/포스터 발표
계산화학 | Computational Chemistry-O계산
기능성 소재/반도체 및 전자재료 | Functional Materials/Semiconductors and Electronic Materials-O소재
생체모방 탄소자원화기술 | Biomimetic Technologies for Carbon Utilization-O생체
수소 생산, 저장 및 활용 기술 | Hydrogen Production, Storage, and Utilization-O수소
이산화탄소 분리 및 활용기술 | Carbon Dioxide Separation and Utilization-O이산화
이차전지 소재 및 공정기술 | Secondary Battery Materials and Process-O전지
탄소저감 공정기술/스마트공정 | Carbon Reduction Process/Smart Process-O탄소
화학공학일반(부문위원회 발표)-O부문위원회/P부문위원회

General Events
제5회 프로필렌과 다운스트림 기술교류 심포지엄-심(교류)
제7회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄-심(전문)
재일한인과학자 스페셜 세션-심(일본)
화학 및 분리공정 기술의 발전과 적용 동향 심포지엄-심(공정)
WISET 2023 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과발표대회-심(위셋)

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
화학공정안전 = 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.

■ 포스터 발표자
- 포스터 보드에 발표자료를 붙일 수 있는 크기는 약 가로 96cm×세로 120cm입니다(보드 전체 사이즈 100cm×200cm).
- 발표 내용물을 부착할 수 있는 시침핀을 각자 준비하시기 바랍니다.
- 발표자는 발표시작 30분전까지 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 게시와 철거 상황은 별도로 확인할 예정입니다.

탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄 I

(Symposium on Sustainable Aviation Fuel (SAF) Technology for Carbon Neutrality I)

공동주관: 한국화학공학회, 에쓰-오일 과학문화재단
후　　원: 에쓰-오일 과학문화재단

대전컨벤센센터 G발표장(101호) 2023년 10월 26일(목), 09:30~11:40

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

09:30	Opening remarks	이동우, 에쓰-오일 *(Dong Woo Lee, S-OIL)*
09:40 심(에쓰)G목-1	New C1 chemistry synthesis method of carbon-free jet fuels	Noritatsu Tsubaki, Univ. of Toyama
10:10 심(에쓰)G목-2	GREET 모델을 이용한 지속가능 항공연료의 전주기분석의 영향 *(The implications of life-cycle analysis of sustainable aviation fuels using GREET)*	이의성, 아르곤 국립연구소 *(Uisung Lee, Argonne Nat'l Lab.)*
10:40 심(에쓰)G목-3	에탄올 발효산물 업그레이딩을 통한 항공유급 바이오 연료 생산 기술 *(Preparation of aviation fuel based on bio ethanol)*	박주현, LT메탈 *(Joo-Hyeon Park, LT Metal LTD.)*
11:10 심(에쓰)G목-4	이산화탄소와 수소로부터 지속가능항공유(e-SAF) 생산기술 동향 및 전망 *(Technology trends and outlook for sustainable aviation fuel(e-SAF) production from carbon dioxide and hydrogen)*	천동현, 한국에너지기술연구원 *(Dong Hyun Chun, KIER)*

Opening Remarks

이동우, 에쓰-오일
Dong Woo Lee, S-OIL
2013 충남대 고분자공학 박사
2017 롯데케미칼(주) 타이탄 대표이사
현 재 에쓰-오일 Chemical기술개발 부문 부문장

Invited Speaker

Noritatsu Tsubaki, Univ. of Toyama
1995 Univ. of Tokyo 응용화학 박사
2001 Univ. of Tokyo 부교수
현 재 Univ. of Toyama 응용화학과 교수

이의성, 아르곤 국립연구소
Uisung Lee, Argonne Nat'l Lab.
2014 Univ. of Florida, 기계공학 박사
현 재 미국 Argonne Nat'l Lab. 연구원 (Principal Energy Systems Analyst)

박주현, LT메탈
Joo-Hyeon Park, LT Metal LTD.
2005 서울대 화학공학 박사
2020 LT메탈 연구소장
현 재 LT메탈 Chemical 사업부장

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

Organizer/Chair

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

이동욱, 울산과학기술원
Dong Woog Lee, UNIST
2014 UC Santa Barbara 화학공학 박사
2016 UC Santa Barbara 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지화학공학과 부교수

Organizer

안광진, 울산과학기술원
Kwangjin An, UNIST
2009 서울대 화학생물공학 박사
2015 UC 버클리 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지화학공학과 부교수

탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄 II

(Symposium on Sustainable Aviation Fuel (SAF) Technology for Carbon Neutrality II)

공동주관: 한국화학공학회, 에쓰-오일 과학문화재단
후　　원: 에쓰-오일 과학문화재단

대전컨벤센센터 G발표장(101호) **2023년 10월 26일(목), 14:30~17:40**

Chair: 이동욱, 울산과학기술원 (Dong Woog Lee, UNIST)

14:30 심(에쓰)G목-5	Continuous hydrodeoxygenation of lignin to jet-range aromatic hydrocarbons	Yuriy Román-Leshkov, MIT
15:00 심(에쓰)G목-6	지속가능한 항공유 개발을 위한 기술 전략: 현재 상황, 극복해야 할 과제, 그리고 향후 기술 발전 방향 *(Global development strategies for sustainable aviation fuel: Current status, challenges, and opportunities)*	채소룡, 신시내티대학교 *(Soyrong Chae, Univ. of Cincinnati)*
15:30 심(에쓰)G목-7	목질계 바이오매스 열분해오일 기반 지속가능 항공유 생산 촉매화학공정 기술 *(Catalytic chemical process for the sustainable aviation fuels based on the lignocellulose pyrolysis oil)*	하정명, 한국과학기술연구원 *(Jeong-Myeong Ha, KIST)*
16:00	Coffee break	
16:10 심(에쓰)G목-8	지속가능한 항공유 정책 및 기술 동향 *(Sustainable aviation fuel policy and technology trends)*	김재훈, 성균관대학교 *(Jaehoon Kim, Sungkyunkwan Univ.)*
16:40 심(에쓰)G목-9	바이오매스로부터 항공유 제조를 위한 금속담지 제올라이트 촉매 *(Metal-supported zeolite catalysts for jet fuel synthesis from biomass)*	전종기, 국립공주대학교 *(Jong Ki Jeon, Kongju Nat'l Univ.)*
17:10 심(에쓰)G목-10	지속 가능한 바이오 연료 생산을 위한 지방산 화합물의 촉매 전환 기술개발 *(Chemoselective catalytic transformation of fatty acid compounds for the production of sustainable biofuels)*	윤광남, 한국화학연구원 *(Gwang-Nam Yun, KRICT)*

Invited Speaker

Yuriy Román-Leshkov, Massachusetts Inst. of Tech.
2008 Univ. of Wisconsin-Madison 화학공학 박사
2008 California Inst. of Tech. 박사후연구원
현 재 MIT 화학공학과 교수

채소룡, 신시내티대학교
Soyrong Chae, Univ. of Cincinnati
2004 KAIST 건설환경공학 박사
2014 Univ. of Sydney Senior Lecturer
현 재 Univ. of Cincinnati 화공환경공학과 부교수

하정명, 한국과학기술연구원
Jeong-Myeong Ha, KIST
2006 Univ. of Minneosta at Twin Cities 화학공학 박사
2010 Univ. of California at Berkeleye 박사후연구원
현 재 KIST 청정에너지연구센터 책임연구원

김재훈, 성균관대학교
Jaehoon Kim, Sungkyunkwan Univ.
2005 North Carolina State Univ. 화학생물공학 박사
2013 KIST 청정에너지연구센터 선임연구원
현 재 성균관대 화학공학/기계공학/나노공학과 교수

전종기, 국립공주대학교
Jong Ki Jeon, Kongju Nat'l Univ.
1995 KAIST 화학공학 박사
2000 현대석유화학(주) 연구소 차장
현 재 국립공주대 화학공학부 교수

윤광남, 한국화학연구원
Gwang-Nam Yun, KRICT
2017 Univ. of Tokyo 박사
2019 Virginia Tech 박사후연구원
현 재 KRICT 선임연구원

Organizer/Chair

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

이동욱, 울산과학기술원
Dong Woog Lee, UNIST
2014 UC Santa Barbara 화학공학 박사
2016 UC Santa Barbara 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지화학공학과 부교수

Organizer

안광진, 울산과학기술원
Kwangjin An, UNIST
2009 서울대 화학생물공학 박사
2015 UC 버클리 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지화학공학과 부교수

에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한 차세대 촉매/공정 기술 심포지엄

(Symposium on Next Generation Catalyst/Process Technologies for Sustainable Future in the Energy Transition Era)

공동주관: 한국화학공학회, GS칼텍스
후　　원: GS칼텍스

대전컨벤션센터 K발표장(105호) **2023년 10월 26일(목), 14:30~17:40**

Chair: 이현주, 한국과학기술원 (Hyunjoo Lee, KAIST)

14:30	Opening remarks	권영운, GS칼텍스 *(Youngwoon Kwon, GS Caltex)*
14:40 심(GS)K목-1	Energy Transition 대응을 위한 GS칼텍스 친환경 사업 및 R&D 현황 *(Introduction of GS Caltex's eco-friendly business and R&D for energy transition)*	이정준, GS칼텍스 *(Jung-Joon Lee, GS Caltex)*
15:00 심(GS)K목-2	지속가능 바이오연료 생산을 위한 최신기술 리뷰 *(Review of recent advances on sustainable biofuel production)*	서영웅, 한양대학교 *(Young-Woong Suh, Hanyang Univ.)*
15:30 심(GS)K목-3	탄소중립연료로서 수송용 바이오연료의 개발과 상용화 방향 *(Development and commercialization direction of transportation biofuels as a carbon-neutral fuel)*	김재곤, 한국석유관리원 *(Jaekon Kim, KPetro)*
16:00	Coffee break	
16:10 심(GS)K목-4	저온저압 암모니아 합성용 촉매 설계 *(Rational design of catalysts for ammonia synthesis under mild conditions)*	최민기, 한국과학기술원 *(Minkee Choi, KAIST)*
16:40 심(GS)K목-5	에너지 전환 시대–암모니아 분해를 통한 청정 수소 생산 *(Energy transition-H_2 from ammonia cracking technology (H2ACT^{SM}))*	박남수, KBR *(Namsoo Park, KBR)*
17:10 심(GS)K목-6	올레핀 및 방향족화합물의 생산을 위한 CO_2 수소화 촉매 반응기 설계 *(CO_2 hydrogenation with catalytic reactor design for the production of olefins and aromatics)*	김용태, 한국화학연구원 *(Yong Tae Kim, KRICT)*

Invited Speaker

이정준, GS칼텍스
Jung-Joon Lee, GS Caltex
2004 서울대 화학공학 박사
2011 Power Carbon Technology CTO
현 재 GS칼텍스 기술연구소 에너지기술개발팀장

서영웅, 한양대학교
Young-Woong Suh, Hanyang Univ.
2003 서울대 응용화학 박사
2011 KIST 선임연구원
현 재 한양대 화학공학과 교수

김재곤, 한국석유관리원
Jaekon Kim, KPetro
2003 부산대 화학 박사
2006 Univ. of Pittsburgh 화학과 박사후연구원
현 재 KPetro 미래기술연구소 팀장

최민기, 한국과학기술원
Minkee Choi, KAIST
2007 KAIST 화학 박사
2010 UC Berkeley 화학공학과 박사후연구원
현 재 KAIST 생명화학공학과 교수

박남수, KBR
Namsoo Park, KBR
1992 서울대학교 화학공학 석사
1997 유공 (현, SK innovation)
2012 Aspen Technology
현 재 KBR 한국지사 대표 / KBR Technology 동북아시아 영업 대표

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

Organizer

김현욱, 한국과학기술원
Hyun Uk Kim, KAIST
2011 KAIST 생명화학공학 박사
2014 Technical Univ. of Denmark 방문선임연구원
현 재 KAIST 생명화학공학과 부교수

Chair

이현주, 한국과학기술원
Hyunjoo Lee, KAIST
2005 Caltech 화학공학 박사
2007 UC Berkeley, Lawrence Berkeley Nat'l Lab 박사후연구원
현 재 KAIST 생명화학공학과 교수

신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄

(Symposium on Materials and Catalysts for Renewable Energy)

공동주관: 한국화학공학회, LG화학
후　　원: LG화학

대전컨벤션센터 H발표장(102호)　　2023년 10월 26일(목), 14:30~17:15

Chair: 하경수, 서강대학교 (Kyoung-Su Ha, Sogang Univ.)
정용진, 한국교통대학교 (Yongjin Chung, Korea Nat'l Univ. of Transportation)

14:30 심(LG)H목-1	태양광 에너지 활용을 위한 금속할라이드 페로브스카이트 소재 *(Metal halide perovskite materials for the utilization of solar energy)*	임상혁, 고려대학교 *(Sang Hyuk Im, Korea Univ.)*
14:55 심(LG)H목-2	KIER의 암모니아 크래킹 기술 개발 현황 *(Development status of ammonia cracking technology in KIER)*	정운호, 한국에너지기술연구원 *(Unho Jung, KIER)*
15:20 심(LG)H목-3	지속가능한 CCU 와 수소에너지 *(Sustainable process design for CCU and hydrogen energy)*	이철진, 중앙대학교 *(Chul-Jin Lee, Chung-Ang Univ.)*
15:45	Coffee break	
16:00 심(LG)H목-4	페로브스카이트 태양전지의 안정성 및 봉지화 기술 *(Stability and encapsulation techniques of perovskite solar cells)*	서장원, 한국과학기술원 *(Jangwon Seo, KAIST)*
16:25 심(LG)H목-5	고효율 태양광 발전을 위한 POE 소재 개발 *(Development of POE materials for high-efficiency solar cell encapsulant)*	이은정, LG화학 *(EunJung Lee, LG Chem.)*
16:50 심(LG)H목-6	태양광 모듈용 POE 봉지재에 대한 접착특성 개선 *(Adhesion enhancement of polyolefin elastomer for a photovoltaic module encapsulant)*	황석호, 단국대학교 *(Seok-Ho Hwang, Dankook Univ.)*

Invited Speaker

임상혁, 고려대학교
Sang Hyuk Im, Korea Univ.
2003 KAIST 생명화학공학 박사
2009 LG화학기술연구원 차장
현 재 고려대 화공생명공학과 교수

정운호, 한국에너지기술연구원
Unho Jung, KIER
2006 고려대 화학공학 박사
현 재 KIER 책임연구원

이철진, 중앙대학교
Chul-Jin Lee, Chung-Ang Univ.
2012 서울대 화학생물공학 박사
2014 삼성엔지니어링 기본설계팀 책임엔지니어
현 재 중앙대 화학신소재공학부/지능형에너지산업융합학과 부교수

서장원, 한국과학기술원
Jangwon Seo, KAIST
2006 서울대 재료공학 박사
2021 KRICT 선임-책임 연구원
현 재 KAIST 생명화학공학과 부교수

이은정, LG화학
EunJung Lee, LG Chem.
1999 서강대 화학과 석사
2000 LG화학 PO연구소 연구원
현 재 LG화학 Sustainability 사업부 연구위원

황석호, 단국대학교
Seok-Ho Hwang, Dankook Univ.
2006 Univ. of Akron, Polymer Science 박사
2009 한국생산기술연구원 선임연구원
현 재 단국대 고분자시스템공학부 교수

Organizer/Chair

하경수, 서강대학교
Kyoung-Su Ha, Sogang Univ.
2001 서울대 화학공학 박사
2014 KRICT 책임연구원
현 재 서강대 화공생명공학과 교수

정용진, 한국교통대학교
Yongjin Chung, Korea Nat'l Univ. of Transportation
2016 서울과기대 신에너지공학 박사
2017 전략물자관리원 선임연구원
현 재 한국교통대 화공생물공학과 부교수

Organizer

신준호, LG화학
Joonho Shin, LG Chem
1997 KAIST 화학공학과 박사
2016 LG화학 석유화학연구소 연구위원
현 재 LG화학 석유화학연구소 공정개발담당

이산화탄소 분리 및 활용기술 심포지엄

(Symposium on CO_2 separation and utilization)

공동주관: 한국화학공학회, SK이노베이션
후　　원: SK이노베이션

대전컨벤션센터 L발표장(106호) **2023년 10월 26일(목), 14:30~17:50**

Chair: 유종석, 서울시립대학교 (Jong Suk Yoo, Univ. of Seoul)

14:30	Opening remaks	임종호, SK 이노베이션 *(Jongho Lim, SK innovation)*
14:40 심(SK)L목-1	전기화학적 CO_2 전환 e-Chemical 생산 연구 *(Electrochemical CO_2 conversion to e-chemical production)*	오형석, 한국과학기술연구원 *(Hyung-Suk Oh, KIST)*
15:10 심(SK)L목-2	정유산업 이산화탄소 저감을 위한 on-site CCU 기술 개발 *(Development of on-site CCU technology for petroleum industry)*	황선미, 한국에너지기술연구원 *(Sun-Mi Hwang, KIER)*
15:40 심(SK)L목-3	이산화탄소 기반 고분자 모노머 합성 *(CO_2 based monomer synthesis)*	이진희, 한국화학연구원 *(Jin Hee Lee, KRICT)*
16:10	Coffee break	
16:20 심(SK)L목-4	이산화탄소 활용기술과 전망 *(Recent progress and prospects of CCU technologies)*	정광덕, 한국과학기술연구원 *(Kwang Deog Jung, KIST)*
16:50 심(SK)L목-5	불확실성을 고려한 이산화탄소 활용 공정 평가 *(Evaluation of CCU processes considering uncertainty)*	허성민, 한국과학기술원 *(Seongmin Heo, KAIST)*
17:20 심(SK)L목-6	Development of low-temperature methanol production technology with simultaneous CO_2 capture and conversion	이　웅, 한국과학기술연구원 *(Ung Lee, KIST)*

Invited Speaker

오형석, 한국과학기술연구원
Hyung-Suk Oh, KIST
2012 연세대 화공생명공학과 박사
2017 베를린공대 박사후연구원
현 재 KIST 책임연구원

황선미, 한국에너지기술연구원
Sun-Mi Hwang, KIER
2011 서울대 화학생물공학 박사
2019 KRICT 선임연구원
현 재 KIER 책임연구원

이진희, 한국화학연구원
Jin Hee Lee, KRICT
2011 POSTECH 화학 박사
2016 ETHZ/PSI 박사후연구원
현 재 KRICT 책임연구원

정광덕, 한국과학기술연구원
Kwang Deog Jung, KIST
1996 KAIST 화학공학 박사
1997 버클리대 박사후연구원
현 재 KIST 청정에너지연구센터 책임연구원

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

이 웅, 한국과학기술연구원
Ung Lee, KIST
2014 서울대 화학생물공학 박사
2017 KIST 선임연구원
현 재 KIST 책임연구원

Organizer/Chair

유종석, 서울시립대학교
Jong Suk Yoo, Univ. of Seoul
2016 Stanford 화학공학 박사
2018 MIT 박사후연구원
현 재 서울시립대 화학공학과 부교수

Organizer

김석기, 아주대
Seok Ki Kim, Ajou Univ.
2011 서울대 화학생물공학 박사
2022 KRICT 선임연구원
현 재 아주대 화학공학과 조교수

친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄

(Symposium on R&D trends and Prospects of Eco-Friendly Hydrogen Production Technologies)

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

대전컨벤션센터 I발표장(103호) **2023년 10월 26일(목), 14:30~17:40**

Chair: 김학주, 한국에너지기술연구원 (HakJoo Kim, KIER)

14:30	Opening remarks	양재춘, 한화솔루션 *(Jaechoon Yang, Hanwha Solutions)*
14:40 심(한화)목-1	[Keynote Lecture] 음이온교환막 전해조 시스템 연구개발 동향 및 전망 *(R&D trend and propects of anoin exchange membrane(AEM) electrolyzer system)*	양재춘, 한화솔루션 *(Jaechoon Yang, Hanwha Solutions)*
15:10 심(한화)목-2	그린 수소 및 탈탄소화 기술을 위한 이온 전도성 고분자막의 분자 공학 *(Molecular engineering of ion-conducting polymer membranes for green hydrogen and decarbonization technologies)*	배철성, Rensselaer Polytechnic Institute *(Chulsung Bae, Rensselaer Polytechnic Institute)*
15:40 심(한화)목-3	부하변동 대응형 니켈계 알칼라인 수전해 전극 기술 개발 *(Development of stable ni-based electrodes for alkaline water electrolyzers under dynamic operation)*	김민중, 한국에너지기술연구원 *(MinJoong Kim, KIER)*

Chair: 이지은, 전남대학교 (Ji Eun Lee, Chonnam Nat'l Univ.)

16:10 심(한화)목-4	한화토탈에너지스의 탄소중립을 위한 친환경 수소 활용 *(Eco-friendly hydrogen application for carbon neutralization in Hanwha-TotalEnergies)*	최현철, 한화토탈에너지스 *(Hyunchul Choi, Hanwha TotalEnergies)*
16:40 심(한화)목-5	친환경 수소 생산을 위한 암모니아 활용기술 *(Ammonia utilization technology for eco-friendly hydrogen production)*	서영웅, 한양대학교 *(Young-Woong Suh, Hanyang Univ.)*
17:10 심(한화)목-6	글로벌 수전해 기술동향 *(Technology trends in electrolysers for green hydrogen production)*	이혜진, 수소융합얼라이언스 *(Hyejin Lee, H2KOREA)*

Keynote Lecture Speaker

양재춘, 한화솔루션
Jaechoon Yang, Hanwha Solutions
1997 연세대 화학공학 박사
2020 ㈜엘지화학 중앙연구소 PL
2023 ㈜두산 퓨얼셀파워 연구소장
현 재 한화솔루션 수소기술연구센터장

최현철, 한화토탈에너지스
Hyunchul Choi, Hanwha TotalEnergies
1997 POSTECH 화학공학 박사
현 재 한화토탈에너지스 상무

Invited Speaker

배철성, Rensselaer Polytechnic Institute
Chulsung Bae, Rensselaer Polytechnic Institute
2002 Univ. of Southern California, PhD
2004 Yale Univ., Postdoc
현 재 Current, RPI, Ford Foundation Chair Professor

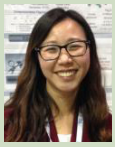
서영웅, 한양대학교
Young-Woong Suh, Hanyang Univ.
2003 서울대 응용화학 박사
2011 KIST 선임연구원
현 재 한양대 화학공학과 교수

김민중, 한국에너지기술연구원
MinJoong Kim, KIER
2013 KAIST 신소재공학 박사
2019 KU Leuven, Research associate
현 재 KIER 책임연구원

이혜진, 수소융합얼라이언스
Hyejin Lee, H2KOREA
2019 서울대 농업 · 자원경제학 박사
2023 Advisor of 2050 Carbon Neutral Strategy and 2030 NDC technical experts
현 재 H2KOREA Director

Organizer/Chair

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



이지은, 전남대학교
Ji Eun Lee, Chonnam Nat'l Univ.
2011 서울대 화학생물공학 박사
2020 한국전기연구원 전기재료본부 선임연구원
현 재 전남대 화학공학부 조교수

최신 수소 및 연료전지 연구개발 동향 심포지엄

(Symposium on Recent Hydrogen and Fuel Cell Research Trend)

공동주관: 한국화학공학회, HD현대오일뱅크
후　　원: HD현대오일뱅크

대전컨벤션센터 J발표장(104호)　　2023년 10월 26일(목), 14:30~17:40

Chair: 장지현, 울산과학기술원 (Ji-hyun Jang, UNIST)

14:30 심(현대)목-1	HD현대오일뱅크 수소 관련 사업 추진 방향 및 현황 *(Hydrogen research direction and trend of HD Hyundai Oilbank)*	한장선, HD현대오일뱅크 *(Changsun Han, HD Hyundai Oilbank)*
15:00 심(현대)목-2	음이온교환막을 이용한 연료전지와 수전해 *(Anion exchange membranes for fuel cell and water electrolysis)*	이영무, 한양대학교 *(Young Moo Lee, Hanyang Univ.)*
15:30 심(현대)목-3	비차량 연료전지용 MEA 개발 *(Development of membrane electrode assembly (MEA) for off-road vehicle application)*	이성철, 현대모비스 *(Sungchul Lee, Hyundai Mobis)*
16:00	Coffee break	
16:10 심(현대)목-4	고분자 전해질형 수전해 시스템 동적 모델링 및 시뮬레이션 *(Dynamic modeling and simulation of polymer electrolyte membrane electrolysis system)*	강상규, 서울대학교 *(Sanggyu Kang, Seoul Nat'l Univ.)*
16:40 심(현대)목-5	고분자전해질막 수전해용 MEA 연구개발 동향 *(R&D status of water electrolyzer MEAs with polymer electrolyte membranes)*	김상경, 한국에너지기술연구원 *(Sang-Kyung Kim, KIER)*
17:10 심(현대)목-6	수소기술을 위한 전기화학 *(Electrochemistry for hydrogen technology)*	성영은, 서울대학교 *(Yung-Eun Sung, Seoul Nat'l Univ.)*

Invited Speaker

한장선, HD현대오일뱅크
Changsun Han, HD Hyundai Oilbank
1995 KAIST 화학공학 박사
2020 LG화학 석유화학연구소 연구소장
현 재 HD현대오일뱅크 중앙기술연구원장

이영무, 한양대학교
Young Moo Lee, Hanyang Univ.
1986 NCSU, Fiber & Polymer Sci. 박사
1987 RPI 박사후연구원
현 재 한양대 에너지공학과 석좌교수

이성철, 현대모비스
Sungchul Lee, Hyundai Mobis
2005 경희대 화학공학 박사
2016 삼성SDI 수석연구원
현 재 현대모비스 전동화BU 책임연구원

강상규, 서울대학교
Sanggyu Kang, Seoul Nat'l Univ.
2010 서울대 기계항공공학 박사
2019 KIMM 선임연구원
현 재 서울대 조선해양공학과 부교수

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

성영은, 서울대학교
Yung-Eun Sung, Seoul Nat'l Univ.
1996 UIUC 박사
1998 UT Austin 박사후연구원
현 재 서울대 화학생물공학부 교수

Organizer/Chair

장지현, 울산과학기술원
Ji-hyun Jang, UNIST
2003 KAIST 화학 박사
2009 MIT 재료공학과 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지 화학공학과 교수

Organizer

서명원, 서울시립대학교
Myung Won Seo, Univ. of Seoul
2011 KAIST 생명화학공학 박사
2022 KIER 책임연구원
현 재 서울시립대 환경공학부 조교수

International Symposium on Solar Fuels and Chemicals

Co-host: Division of Catalysis and Reaction Engineering, Yonsei and UNIST Brainlink Project
Support: Yonsei and UNIST Brainlink Project

대전컨벤션센터 O발표장(301호) 2023. 10. 26.(Thu), 09:30~17:20

Chair: Eun Duck Park, Ajou Univ.

09:30	Congratulatory message	Kwan-Young Lee, Korea Univ.
09:40 심(촉매)O목-1	Photocatalytic water splitting for solar hydrogen and fuels production	Kazunari Domen, Univ. of Tokyo
10:20 심(촉매)O목-2	The impact of varying the photoanode/catalyst interfacial composition on solar water splitting	Kyoung-Shin Choi, Univ. of Wisconsin-Madison
11:00 심(촉매)O목-3	e-Chemical production by CO_2 electrolysis	Hyung-Suk Oh, KIST
11:30	Lunch	

Chair: Ji-Wook Jang, UNIST

14:30 심(촉매)O목-4	Charge separation and water oxidation in photocatalysis for artificial photosynthesis	Can Li, Dalian Inst. of Chemical Physics
15:10 심(촉매)O목-5	Photosynthesis of H_2O_2 through photo(electro)catalytic methods	Wonyong Choi, KENTECH
15:40 심(촉매)O목-6	Electro-oxidation catalysts for solar fuel	Ki Tae Nam, Seoul Nat'l Univ.
16:10 심(촉매)O목-7	Overall water splitting by lead halide perovskite photoelectrodes	Jong Hyeok Park, Yonsei Univ.
16:40 심(촉매)O목-8	My 25 years to produce solar hydrogen by water splitting	Jae Sung Lee, UNIST

Invited Speaker

Kazunari Domen, Univ. of Tokyo

1982 PhD, the Univ. of Tokyo, School of Science
Present Special Contract Prof. of Research Initiative for Supra-Materials(RISM), Shinshu Univ.
Prof., the Univ. of Tokyo.

Kyoung-Shin Choi, Univ. of Wisconsin-Madison

2000 PhD, Chemistry Michigan State Univ.
Present Prof. of Chemistry, Univ. of Wisconsin-Madison

Hyung-Suk Oh, KIST

2012 PhD, Chem. & Bio. Eng. Yonsei Univ.
Present Principal Researcher, KIST
Adjunct Prof. Carbon Neutral Research Center, KIST-SKKU

Can Li, Dalian Inst. of Chemical Physics

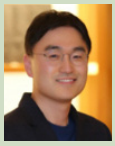
1988 PhD, Physical Chemistry/ Catalysis Chemistry, DICP, CAS, China
Present Prof., DICP, CAS
Director, Fundamental Research Center of "Artificial hotosynthesis", NSFC

Wonyong Choi, KENTECH

1996 PhD, CALTECH
2022 Prof., POSTECH
Present Distinguished Prof., Korea Inst. of Energy Technol. (KENTECH)

Ki Tae Nam, Seoul Nat'l Univ.

2007 PhD, Massachusetts Inst. of Technology
Present Director, SOFT Foundry, Seoul Nat'l Univ.
Prof., Seoul Nat'l Univ.



Jong Hyeok Park, Yonsei Univ.

2004 PhD, Chem. and Biomol. Eng. KAIST
2006 LG Chem. R&D center
Present Prof., Chem. and Biomol. Eng, Yonsei Univ.

Jae Sung Lee, UNIST

1984 PhD, Chem. Eng. Stanford Univ.
2013 Prof., Chem. Eng. POSTECH
Present Prof., Energy and Chem. Eng. UNIST

Organizer/Chair

Eun Duck Park, Ajou Univ.

2001 PhD, Chem. Eng. POSTECH
Present Vice president, C1 gas refinery R&D center
Prof., Chem. Eng., Ajou Univ.

Ji-Wook Jang, UNIST

2012 PhD, Chem. Eng. POSTECH
2016 Helrm Berlin, Postdoc
Present Assoc. Prof., Energy and Chem. Eng. UNIST

CCU KIER N-Lab: e-Fuel A to Z, 원료-생산-활용기술

(CCU KIER N-Lab: e-Fuel A to Z, Feedstock-Production-Utilization)

공동주관: 한국화학공학회, 한국에너지기술연구원
후　　원: 한국에너지기술연구원

대전컨벤션센터 N발표장(108호) 2023년 10월 25일(수), 13:00~17:30

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

13:00	Opening remarks	
13:30	수송부문 e-Fuel 활용 동력기술 *(e-Fuel application on power technology in transportation)*	배충식, 한국과학기술원 *(Choongsik Bae, KAIST)*
14:00	e-Fuel과 CCU: 현황과 전망 *(e-Fuel and CCU: Status and prospect)*	이재성, 울산과학기술원 *(Jae Sung Lee, UNIST)*
14:30	직접공기포집(Direct air capture: DAC) 기술 현황 *(The surrent status of direct air capture technology)*	박영철, 한국에너지기술연구원 *(Young Cheol Park, KIER)*
15:00	Coffee break	
15:20	그린수소 생산을 위한 저온 수전해 기술개발 동향 *(R&D status of low temperature water electrolysis for green hydrogen production)*	조현석, 한국에너지기술연구원 *(Hyun-Seok Cho, KIER)*
15:40	역수성가스전환(RGSW) 반응을 통한 CO_2 수소화로부터 합성가스 생산 기술 *(Syngas production technology from CO_2 hydrogenation via reverse water-gas shift(RWGS))*	구기영, 한국에너지기술연구원 *(Kee Young Koo, KIER)*
16:00	피셔트롭쉬 합성을 통한 e-Fuel 생산기술 *(e-Fuel production technology via fischer-tropsch synthesis)*	윤민혜, 한국에너지기술연구원 *(Min Hye Youn, KIER)*
16:20	메탄올 선박연료 시장동향 및 제조기술 *(Methanol production technology and market trend as marine fuel)*	김학주, 한국에너지기술연구원 *(HakJoo Kim, KIER , KIER)*
16:40	재생합성연료(e-Fuel) 산업 및 활용 기술 동향 *(Trends in renewable synthetic fuel(e-Fuel) industry and utilization technology)*	권석주, 한국자동차연구원 *(Seokjoo Kwon, KATECH)*
17:00	종합토론	

Speaker

배충식, 한국과학기술원
Choongsik Bae, KAIST
1994 Imperial College London 기계공학 박사
현 재 세계자동차학회 석학회원
KAIST 기계공학과 교수

이재성, 울산과학기술원
Jae Sung Lee, UNIST
1984 Stanford Univ. 화학공학 박사
2013 POSTECH 화학공학과 교수
현 재 UNIST 에너지화공과 교수

박영철, 한국에너지기술연구원
Young Cheol Park, KIER
2007 KAIST 생명화학공학 박사
2022 KIER 온실가스연구단 책임연구원
현 재 KIER 기후변화연구본부장

조현석, 한국에너지기술연구원
Hyun-Seok Cho, KIER
2013 Univ. of South Carolina 화학공학 박사
2016 현대자동차 책임연구원
현 재 KIER 수소연구단 책임연구원

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

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

Organizer/Chair

권석주, 한국자동차연구원
Seokjoo Kwon, KATECH
2019 한양대 융합기계공학 박사
2013 KATECH 선임연구원
현 재 KATECH 친환경기술연구소 대체연료동력기술부문 책임연구원

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

Organizer/Speaker

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

그린메탄올 기술동향 및 전망 심포지엄

(Symposium on Green Methanol Technology Trend and Prospects)

주 관: 한국화학연구원
후 원: 한국화학연구원

대전컨벤션센터 M발표장(107호) 2023년 10월 26일(목), 14:30~17:40

Chair: 채호정, 한국화학연구원 (Ho Jeong Chae, KRICT)

14:30	개회사 *(Opening remarks)*	채호정, 한국화학연구원 *(Ho Jeong Chae, KRICT)*
14:40 심(화연)M목-1	왜 청정메탄올인가? *(Why clean methanol?)*	김기동, 딜로이트 컨설팅 *(Gi dong Kim, Deloitte)*
15:05 심(화연)M목-2	청정메탄올 생산을 위한 Solution package 방안 *(Solution package for clean methanol production)*	오승환, SK에코플랜트 *(Sung Hwan Oh, SK ecoplant)*
15:30 심(화연)M목-3	HD현대중공업의 선박용 메탄올 엔진 개발 *(Methanol engine development for marine application)*	박현춘, HD현대중공업 *(Hyun Chun Park, HD Hyundai Heavy Industries)*
15:55	Coffee break	
16:10 심(화연)M목-4	메탄올 합성촉매 소개 *(Introduction to methanol synthesis catalysts)*	박은덕, 아주대학교 *(Eun Duck Park, Ajou Univ.)*
16:35 심(화연)M목-5	바이오 메탄올 생산 기술 현황 *(Status of bio-methanol production technology)*	이윤조, 한국화학연구원 *(Yun Jo Lee, KRICT)*
17:00 심(화연)M목-6	이산화탄소의 수소화 반응을 통한 메탄올 제조 기술동향 *(Survey on methanol synthesis technology by direct hydrogenation of carbon dioxide)*	김학주, 한국에너지기술연구원 *(Hak Joo Kim, KIER)*

Speaker

김기동, 딜로이트 컨설팅
Gi dong Kim, Deloitte
1994 POSTECH 화학공학 석사
2022 한국가스공사 책임연구원
현 재 딜로이트 컨설팅 상무

오승환, SK에코플랜트
Sung Hwan Oh, SK ecoplant
2007 서울대 산업공학 학사
2022 SK에코플랜트 수소사업담당 임원
현 재 SK에코플랜트 분산에너지사업 담당 임원

박현춘, HD현대중공업
Hyun Chun Park, HD Hyundai Heavy Industries
2021 스위스 취리히 연방공대 기계공학 박사
현 재 국제내연기관협회 가스엔진 워킹그룹멤버
HD현대중공업 엔진연구소 책임연구원

박은덕, 아주대학교
Eun Duck Park, Ajou Univ.
2001 POSTECH 화학공학 박사
현 재 C1 가스 리파이너리 사업단 Vice president
아주대 화학공학과 교수

이윤조, 한국화학연구원
Yun Jo Lee, KRICT
1996 KAIST 화학 박사
1998 Queen's Univ. 박사후연구원
현 재 KRICT 탄소자원화플랫폼화합물 연구단 단장

김학주, 한국에너지기술연구원
Hak Joo Kim, KIER
2004 고려대 화학공학 박사
2005 동경대 응용화학과 박사후연구원
현 재 KIER 탄소전환연구실 책임연구원

Organizer

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

Chair

채호정, 한국화학연구원
Ho Jeong Chae, KRICT
2001 POSTECH 화학공학 박사
2007 삼성정밀화학 책임/LG화학 차장
현 재 KRICT 수소 · C1가스연구센터 센터장

제3회 에너지·환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄

(3rd Symposium on Energy and Environmental Materials Process Integration Research)

주 관: 에너지·환경소재공정조합설계연구단
후 원: 한국연구재단

대전컨벤션센터 J발표장(104호) 2023년 10월 27일(금), 08:30~11:10

Chair: 정선엽, 단국대학교 (Seonyeop Jung, Dankook Univ.)

08:30 심(설계)J-1	코팅 유동과 건조 공정에서 입자 동력학 분석 *(Analysis of particle dynamics in coating flows and drying processes)*	정현욱, 고려대학교 *(Hyunwook Jung, Korea Univ.)*
08:55 심(설계)J-2	HNBR중의 ACN함량이 PVDF용액의 혼합, 형태와 분산에 미치는 영향 *(Effect of ACN content in HNBR on miscibility, morphology, and dispersion of PVDF solutions)*	이원보, 서울대학교 *(Wonbo Lee, Seoul Nat'l Univ.)*
09:20 심(설계)J-3	도전재-바인더 도메인과 리튬이차전지 후막 전극 성능 간의 상관관계에 대한 연구 *(Exploring the effect of the conductive additive-binder domain in thick cathodes of Li-Ion batteries)*	유정근, 한국재료연구원 *(Jeongkeun Yoo, KIMS)*
09:45 심(설계)J-4	전기변색 스마트 윈도우를 위한 고분자 겔 전해질 개발 *(Polymer gel electrolytes for electrochromic smart windows)*	강민지, 한국화학연구원 *(Minji Kang, KRICT)*
10:10 심(설계)J-5	배터리 급속 충전을 위한 맞춤형 전해질 연구 *(Customized electrolytes for fast chargeable batteries)*	최장욱, 서울대학교 *(Jangwook Choi, Seoul Nat'l Univ.)*
10:35 심(설계)J-6	요변성 유체의 혼합 거동 해석 및 배터리 슬러리에의 적용 *(Numerical investigation of the mixing of thixotropic fluids and its applications to battery slurries)*	정선엽, 단국대학교 *(Seonyeop Jung, Dankook Univ.)*

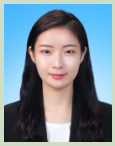
Speaker

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

이원보, 서울대학교
Wonbo Lee, Seoul Nat'l Univ.
2007 U.of California Santa Barbara 공학박사
2008 Max Planck Inst. for Polymer Res. 박사후연구원
현 재 서울대 화학생물공학부 교수

유정근, 한국재료연구원
Jeongkeun Yoo, KIMS
2015 KAIST 신소재공학 박사
2017 LG화학 전지사업본부 배터리 연구소 책임연구원
현 재 KIMS 복합재료연구본부 책임연구원

최장욱, 서울대학교
Jangwook Choi, Seoul Nat'l Univ.
2007 Caltech 공학박사
2008 Stanford Univ. 박사후연구원
현 재 서울대 화학생물공학부 교수



강민지, 한국화학연구원
Minji Kang, KRICT
2016 GIST 신소재공학 박사
2018 KIST 박사후연구원
현 재 KRICT 화학플랫폼연구본부 선임연구원

Chair/Speaker

정선엽, 단국대학교
Seonyeop Jung, Dankook Univ.
2019 서울대 화학생물공학 박사
2020 The Pennsylvania State Univ. 박사후연구원
현 재 단국대 화학공학과 조교수

Organizer

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

박준동, 숙명여자대학교
Jundong Park, Sookmyung Women's Univ.
2016 서울대 화학생물공학 박사
2019 Univ. of Illinois at Urbana-Champaign 박사후연구원
현 재 숙명여대 화공생명공학부 조교수

계산화학

(Computational Chemistry)

대전컨벤션센터 E발표장(206+207+208호) 2023년 10월 26일(목), 09:30~11:50

Chair: 박치훈, 경상국립대학교(Chi Hoon Park, Gyeongsang Nat'l Univ.)

09:30 O계산E목-1 **[Keynote Lecture]** 전기이중층의 이해 — 조용석, 경상국립대학교
(Inside Electric Double Layer) — *(YongSeok Jho, GyeongSang Nat'l Univ.)*

10:00 O계산E목-2 **[Keynote Lecture]** Natural and artificial design of porous materials — 김지한, 한국과학기술원
(Jihan Kim, KAIST)

10:30 O계산E목-3 **[Keynote Lecture]** Computational molecular engineering for advanced materials — 이용진, 인하대학교
(Yongjin Lee, Inha Univ.)

11:00 Coffee break

Chair: 정용철, 부산대학교(Yongchul G. Chung, Pusan Nat'l Univ.)

11:10 O계산E목-4 제일원리계산 기반 질소 환원 반응을 위한 기능화된 그래핀의 효율적인 전이 금속(V, Mo, W) 단일 원자 촉매 개발 — Senthamaraikannan Thillai Govindaraja, 충북대학교
(Efficient transition metal (V, Mo, W) single-atom electro catalysts on functionalized graphene for nitrogen reduction reaction: A first-principles investigation) — *(Senthamaraikannan Thillai Govindaraja, Chungbuk Nat'l Univ.)*

11:30 O계산E목-5 비국지적 구조특성을 고려한 비금속 결함 탄소 재료에서의 화학반응 해석 — 최근수, 울산과학기술원
(Interpretation of chemical reactions in metal-free defective carbon materials considering the non-local structural property) — *(Keunsu Choi, UNIST)*

Keynote Lecture Speaker

조용석, 경상국립대학교
YongSeok Jho, Gyeongsang Nat'l Univ.
2006 KAIST 물리학 박사
2012 아시아태평양이론 물리센터 JRG 그룹 리더
현 재 경상국립대 물리학과 교수

김지한, 한국과학기술원
Jihan Kim, KAIST
2009 Univ. of Illinois at Urbana-Champaign 전기공학 박사
2013 UC Berkeley 박사후연구원
현 재 KAIST 생명화학공학 부교수

이용진, 인하대학교
Yongjin Lee, Inha Univ.
2014 Univ. of Texas at Austin, 화학공학 박사
2017 ShanghaiTech Univ. 조교수
현 재 인하대 화학공학과 부교수

Organizer/Chair

박치훈, 경상국립대학교
Chi Hoon Park, Gyeongsang Nat'l Univ.
2010 한양대 화학공학 박사
2011 ITM-CNR 박사후연구원
현 재 경상국립대 에너지공학과 교수

정용철, 부산대학교
Yongchul G. Chung, Pusan Nat'l Univ.
2013 Case Western Reserve Univ. 화학공학 박사
2016 Northwestern Univ. 박사후연구원
현 재 부산대 화공생명공학 부교수

기능성 소재/반도체 및 전자재료

(Functional Materials/Semiconductors and Electronic Materials)

대전컨벤션센터 F발표장(209+210+211호) 2023년 10월 26일(목), 14:30~17:35

Chair: 최종민, 대구경북과학기술원 (Jongmin Choi, DGIST)

14:30 O소재목-1	[Keynote Lecture] 열전 응용을 위한 콜로이드 잉크의 3D 프린팅 기술 *(3D printing of particle-based inks for thermoelectric applications)*	손재성, 포항공과대학교 *(Jae Sung Son, POSTECH)*
15:00 O소재목-2	[Keynote Lecture] 컨포말 티슈-디바이스 인터페이스를 위한 유연 전극 소재 *(Intrinsically-soft conductors for conformal tissue-device interfacing)*	김대형, 서울대학교 *(Dae-Hyeong Kim, Seoul Nat'l Univ.)*
15:30 O소재목-3	[Keynote Lecture] 발광소자 및 광화학 반응 응용을 위한 양자점 소재 *(Quantum dots in light-emitting devices and photochemical reactions)*	이도창, 한국과학기술원 *(Doh C. Lee, KAIST)*
16:00	Coffee break	

Chair: 권우성, 숙명여자대학교 (Woosung Kwon, Sookmyung Women's Univ.)

16:20 O소재목-4	Eco-Friendly process of environment-monitoring sensors using organic-inorganic hybrid perovskite nanocrystals	김 민, 전북대학교 *(Min Kim, Jeonbuk Nat'l Univ.)*
16:35 O소재목-5	Unveiling the role of functional groups for improving nonvolatile characteristics of conjugated polymers-based neuromorphic devices	이은호, 국립금오공과대학교 *(Eunho Lee, Kumoh Nat'l Inst. of Tech.)*
16:50 O소재목-6	Electromagnetically porous cube-on-cube semiconductor plasmonic nanocrystals and near-field dense infrared response	조신흠, 계명대학교 *(Shin Hum Cho, Keimyung Univ.)*
17:05 O소재목-7	천연자원으로부터 지속가능한 열경화성 고분자 합성 및 재활용가능 연성 전자소자로의 응용 *(Biomass-derived closed-loop recyclable polymer network composites for green soft electronics)*	최청룡, 국립금오공과대학교 *(Chungryong Choi, Kumoh Nat'l Inst. of Tech.)*
17:20 O소재목-8	Modulating light scattering and absorption for active structural colors *(Modulating light scattering and absorption for active structural colors)*	현가담, 이화여자대학교 *(Jerome K. Hyun, Ewha Womans Univ.)*

Keynote Lecture Speaker

손재성, 포항공과대학교
Jae Sung Son, POSTECH
2011 서울대 나노과학기술 박사
2023 UNIST 신소재공학과 교수
현 재 POSTECH 화학공학과 교수

김대형, 서울대학교
Dae-Hyeong Kim, Seoul Nat'l Univ.
2009 일리노이주립대 재료공학 박사
현 재 기초과학연구원 나노입자 연구단 부단장
서울대 화학생물공학부 교수

이도창, 한국과학기술원
Doh C. Lee, KAIST
2007 Univ. of Texas at Austin 화학공학 박사
2010 Los Alamos Nat'l Lab. 박사후연구원
현 재 KAIST 생명화학공학과 교수

Organizer

김영기, 포항공과대학교
Youngki Kim, POSTECH
2015 Kent State Univ., Chemical Physics 박사
2019 Cornell Univ., 박사후연구원
현 재 POSTECH 화학공학과 부교수

차효정, 경북대학교
Hyojung Cha, Kyungpook Nat'l Univ.
2014 POSTECH 화학공학 박사
2020 Imperial College London 박사후연구원
현 재 경북대 수소 및 신재생에너지학과 조교수

Chair

최종민, 대구경북과학기술원
Jongmin Choi, DGIST
2016 POSTECH 화학공학 박사
2018 Univ. of Toronto 박사후연구원
현 재 DGIST 에너지공학과 부교수

권우성, 숙명여자대학교
Woosung Kwon, Sookmyung Women's Univ.
2013 POSTECH 화학공학 박사
2015 Stanford Univ. 박사후연구원
현 재 숙명여대 화공생명공학부 부교수

생체모방 탄소자원화기술

(Biomimetic Technologies for Carbon Utilization)

후 원: UNIST 태양단백질 알키미스트 사업단
UNIST ERC 미세플라스틱 대응사업단(SMILE)

대전컨벤션센터 K발표장(105호) 2023년 10월 26일(목), 09:30~11:30

Chair: 안광진, 울산과학기술원 (Kwangjin An, UNIST)
주정찬, 가톨릭대학교 (Jeong Chan Joo, The Catholic Univ. of Korea)

09:30 O생체K목-1 **[Keynote Lecture]** Bioinspired redox neutral electrochemical reactions for CO_2 conversion — 남기태, 서울대학교 *(Ki Tae Nam, Seoul Nat'l Univ.)*

09:50 O생체K목-2 **[Keynote Lecture]** 공기 중 이산화탄소의 동시 포집 전환 기술 개발 동향 *(Reactive capture and conversion technologies for mitigating atmospheric CO_2)* — 이현주, 한국과학기술연구원 *(Hyunjoo Lee, KIST)*

10:10 O생체K목-3 **[Keynote Lecture]** 현장 규모 다단 연속 효소 기체 전환 반응기의 설계에 대한 사례 연구 *(Case study on design of plant-scale multi-stage continuous enzymatic gas-conversion reactor)* — 김준우, CJ제일제당 *(Jun-Woo Kim, CJ Cheil Jedang)*

10:30 O생체K목-4 **[Keynote Lecture]** 생체모방 공기 태양단백질 생합성 기술과 전망 *(Solar protein biosynthesis from Air)* — 장지욱, 울산과학기술원 *(Ji-Wook Jang, UNIST)*

10:50 O생체K목-5 **[Keynote Lecture]** Metalloenzyme-like zeolites for the conversion of biomass-derived oxygenates — Yuriy Román-Leshkov, Massachusetts Inst. of Tech.

Keynote Lecture Speaker

남기태, 서울대학교
Ki Tae Nam, Seoul Nat'l Univ.
2007 MIT 재료공학 박사
2010 로렌스 버클리 연구소 박사후연구원
현 재 서울대 재료공학부 교수

이현주, 한국과학기술연구원
Hyunjoo Lee, KIST
2003 서강대 화학 박사
2023 KIST 스쿨 대표교수
현 재 KIST 청정에너지연구센터 책임연구원

김준우, CJ제일제당
Jun-Woo Kim, CJ Cheil Jedang
2013 서강대 화공생명공학 박사
현 재 CJ제일제당 BIO기술연구소 Process Engineering 센터장

장지욱, 울산과학기술원
Ji-Wook Jang, UNIST
2012 POSTECH 화학공학 박사
2016 베를린 헬름홀츠 연구소 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지화학공학과 부교수

Yuriy Román-Leshkov, Massachusetts Inst. of Tech.
2008 Univ. of Wisconsin-Madison 화학공학 박사
2008 California Inst. of Tech. 박사후연구원
현 재 MIT 화학공학과 교수

Organizer/Chair

안광진, 울산과학기술원
Kwangjin An, UNIST
2009 서울대 화학생물공학 박사
2015 UC 버클리 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지화학공학과 부교수

주정찬, 가톨릭대학교
Jeong Chan Joo, The Catholic Univ. of Korea
2011 서울대 생물화공 박사
2015 토론토대 박사후연구원
2020 KRICT 선임연구원
현 재 가톨릭대 생명공학과 조교수

수소 생산, 저장 및 활용 기술 I

(Hydrogen Production, Storage, and Utilization I)

대전컨벤션센터 I발표장(103호) 2023년 10월 26일(목), 09:30~11:40

Chair: 김재엽, 단국대학교 (Jae-Yup Kim, Dankook Univ.)

09:30 O수소목-1 **[Keynote Lecture]** 고분자전해질막 수전해 장치를 위한 Ir 및 Ni 촉매 기술 개발 *(Developing Ir- or Ni-based catalysts for polymer exchange membrane water electrolyzer)* — 이현주, 한국과학기술원 *(Hyunjoo Lee, KAIST)*

10:00 O수소목-2 **[Keynote Lecture]** Atomically dispersed electrocatalysts for low temperature fuel cells and water electrolysis — 이진우, 한국과학기술원 *(Jinwoo Lee, KAIST)*

Chair: 이성규, 금오공과 대학교 (Seonggyu Lee, Kumoh Nat'l Inst. of Tech.)

10:30 O수소목-3 **[Keynote Lecture]** Catalytic challenges from H_2 production to NH_3 transport and fuel cell applications – precious metals catalysts as key enabler for the hydrogen economy — Christian Breuer, Heraeus Precious Metals

11:00 O수소목-4 Exsolved nickel from a two-dimensional nickel silicate material as an effective catalyst for ammonia decomposition — 안광진, 울산과학기술원 *(Kwangjin An, UNIST)*

11:20 O수소목-5 케미컬루핑 메탄 수증기 개질 반응을 위한 산소 캐리어의 개발 *(Development of oxygen carriers for chemical looping methane steam reforming reaction)* — 성기명, 수원대학교 *(Gimyeong Seong, The Univ. of Suwon)*

Keynote Lecture Speaker

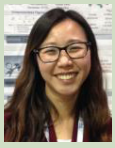
이현주, 한국과학기술원
Hyunjoo Lee, KAIST
2005 Caltech 화학공학 박사
2007 UC Berkeley & LBNL 박사후연구원
현 재 KAIST 생명화학공학과 교수

이진우, 한국과학기술원
Jinwoo Lee, KAIST
2003 서울대 화학생물공학 박사
2008 POSTECH 화학공학과 교수
현 재 KAIST 생명화학공학과 교수

Christian Breuer, Heraeus Precious Metals
2008 PhD, Technische Universität Darmstadt
2015 Project Manager, Heraeus Precious Metals GmbH & Co. KG
Present Global Technology & Application Manager, Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG

Organizer

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



이지은, 전남대학교
Ji Eun Lee, Chonnam Nat'l Univ.
2011 서울대 화학생물공학 박사
2020 한국전기연구원 전기재료본부 선임연구원
현 재 전남대 화학공학부 조교수

장지현, 울산과학기술원
Ji-Hyun Jang, UNIST
2003 KAIST 화학 박사
2009 MIT 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지 화학공학과 교수

Chair

고강석, 한국에너지기술연구원
Kangseok Go, KIER
2010 KAIST 생명화학공학 박사
2022 UC Santa Barbara 박사후연구원
현 재 KIER 책임연구원

김재엽, 단국대학교
Jae-Yup Kim, Dankook Univ.
2012 서울대 화학생물공학부 박사
2016 KIST 박사후연구원
현 재 단국대 화학공학과 부교수

이성규, 금오공과대학교
Seonggyu Lee, Kumoh Nat'l Inst. of Tech.
2019 POSTECH 화학공학 박사
2022 삼성전자 반도체연구소 책임연구원
현 재 금오공대 화학공학과 조교수

수소 생산, 저장 및 활용 기술 II

(Hydrogen Production, Storage, and Utilization II)

대전컨벤션센터 I발표장(103호) 2023년 10월 27일(금), 08:30~11:00

Chair: 하돈형, 중앙대학교 (Donhyung Ha, Chung-Ang Univ.)

08:30 O수소금-1	[Keynote Lecture] 동적운전 조건에서의 수전해 열화메커니즘에 대한 이해 *(Understanding the degradation mechanism under dynamic operation in low-temperature water electrolysis cells)*	조현석, 한국에너지기술연구원 *(Hyun-Seok Cho, KIER)*
09:00 O수소금-2	[Keynote Lecture] Boosting charge transport property of hematite for an efficient water splitting system	장지현, 울산과학기술원 *(Ji-Hyun Jang, UNIST)*
09:30 O수소금-3	[Keynote Lecture] 수소 생산, 저장 및 활용을 위한 촉매의 계산과학 기반 합리적 설계 *(Computation-based rational design of catalysts for hydrogen production, storage, and utilization)*	한정우, 서울대학교 *(Jeong Woo Han, Seoul Nat'l Univ.)*

Chair: 한대훈, 전남대학교 (Daehoon Han, Chonnam Nat'l Univ.)

10:00 O수소금-4	GIS 기반 세계 태양 수소 잠재력 분석 *(GIS-based analysis of global solar hydrogen potentials)*	유 준, 부경대학교 *(J. Jay Liu, Pukyong Nat'l Univ.)*
10:20 O수소금-5	Highly efficient nano structured Cu_2O photocathode on textured Si as substrate for photoelectrochemical water spiting	김진현, École Polytechnique Fédérale de Lausanne *(JinHyun Kim, École Polytechnique Fédérale de Lausanne)*
10:40 O수소금-6	Economic and environmental potential of green hydrogen carriers (GHCs) produced viaReduction of amine-captured CO_2	김창수, 한국과학기술연구원 *(Changsoo Kim, KIST)*

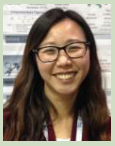
Keynote Lecture Speaker

조현석, 한국에너지기술연구원
Hyun-Seok Cho, KIER
2013 Univ. of South Carolina 화학공학 박사
2016 현대자동차 책임연구원
현 재 KIER 책임연구원

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

Organizer

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



이지은, 전남대학교
Ji Eun Lee, Chonnam Nat'l Univ.
2011 서울대 화학생물공학 박사
2020 한국전기연구원 전기재료본부 선임연구원
현 재 전남대 화학공학부 조교수

Organizer/Keynote Lecture Speaker

장지현, 울산과학기술원
Ji-Hyun Jang, UNIST
2003 KAIST 화학 박사
2009 MIT 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지 화학공학과 교수

Chair

고강석, 한국에너지기술연구원
Kangseok Go, KIER
2010 KAIST 생명화학공학 박사
2022 UC Santa Barbara 박사후연구원
현 재 KIER 책임연구원

하돈형, 중앙대학교
Don-Hyung Ha, Chung-Ang Univ.
2015 코넬대 재료공학 박사
2016 MIT 박사후연구원
현 재 중앙대 융합공학부 부교수

한대훈, 전남대학교
Daehoon Han, Chonnam Nat'l Univ.
2020 럿거스대 기계공학 박사
2022 미네소타대 기계공학 박사후연구원
현 재 전남대 화학공학부 조교수

수소 생산, 저장 및 활용 기술 III

(Hydrogen Production, Storage, and Utilization III)

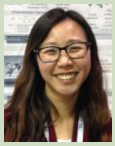
대전컨벤션센터 I발표장(103호) 2023년 10월 27일(금), 13:00~15:20

Chair: 고강석, 한국에너지기술연구원 (Kang Seok Go, KIER)
이수홍, 한국화학연구원 (Soo Hong Lee, KRICT)

13:00 O수소금-7	효과적인 수소 동위원소 분리를 위한 지스몬딘형 제올라이트의 이상 흡착 특성 탐색 *(Exploring the abnormal sorption properties of gismondine-type zeolites for effective hydrogen isotopes separation)*	소순형, 울산과학기술원 *(Soon Hyeong So, UNIST)*
13:20 O수소금-8	Volume-of-fluid computational fluid dynamics (VOF-CFD) modeling of catalytic and non-catalytic methane pyrolysis in a molten-metal bubble column reactor for cleaner hydrogen production	Ngo Ich Son, 한경대학교 *(Ngo Ich Son, Hankyong Nat'l Univ.)*
13:40 O수소금-9	Investigating the hydrogen liquefaction process: Methods, challenges and solutions	Masoud Taghavi, 중앙대학교 *(Masoud Taghavi, Chung-Ang Univ.)*
14:00 O수소금-10	Fabrication of porous Zn1-xCdxSe from inorganic-organic ZnSe(en)0.5 on ZnO nanorod photoanode for photoelectrochemical solar hydrogen production	Ruturaj P. Patil, 전북대학교 *(Ruturaj P. Patil, Jeonbuk Nat'l Univ.)*
14:20 O수소금-11	Synergistic role of oxygen vacancies and TiO_2 nanorod/nanotube interface reconstruction in gold loaded H-TiO_2 NR/NT for photoelectrochemical bacterial inactivation and water splitting	Mahadik Mahadeo A, 전북대학교 *(Mahadik Mahadeo A, Jeonbuk Nat'l Univ.)*
15:00 O수소금-12	Mechanisms of SO_2 and H_2S adsorption activated carbons	Moises Bastos-Neto, Federal Univ. of Ceara

Organizer

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



이지은, 전남대학교
Ji Eun Lee, Chonnam Nat'l Univ.
2011 서울대 화학생물공학 박사
2020 한국전기연구원 전기재료본부 선임연구원
현 재 전남대 화학공학부 조교수

장지현, 울산과학기술원
Ji-Hyun Jang, UNIST
2003 KAIST 화학 박사
2009 MIT 박사후연구원
현 재 UNIST 에너지 화학공학과 교수

Organizer/Chair

고강석, 한국에너지기술연구원
Kangseok Go, KIER
2010 KAIST 생명화학공학 박사
2022 UC Santa Barbara 박사후연구원
현 재 KIER 책임연구원

Chair

이수홍, 한국화학연구원
Soo Hong Lee, KRICT
2018 서울대 화학생물공학 박사
2022 Lawrence Berkeley Nat'l Lab. 박사후연구원
현 재 KRICT 선임연구원

이산화탄소 분리 및 활용 기술

(Carbon Dioxide Separation and Utilization)

대전컨벤션센터 L발표장(106호) 2023년 10월 26일(목), 09:30~11:50

Chair: 김우열, 한국에너지공과대학교 (Wooyul Kim, KENTECH)

09:30 OO산화_목-1 **[Keynote Lecture] 이산화탄소 흡착을 위한 고체 흡착제 개발**
(Design of solid adsorbents for CO_2 capture)
최민기, 한국과학기술원
(Minkee Choi, KAIST)

10:00 OO산화_목-2 Predicting ionic behavior of CO_2 induced aqueous amine species in blended aminoehtylethanolamine and diisopropanolamine
Shaukat Ali, Chungbuk Nat'l Univ.

10:20 OO산화_목-3 동해가스전 실증 사업을 고려한 CO_2 주입 시스템 Pilot Scale 실증 연구 및 시스템 레벨의 CFD 분석
(Pilot scale research and system scale computational fluid dynamics (CFD) analysis of CO_2 injection system for donghae CO_2 injection project)
이준섭, HD한국조선해양
(Joonseop Lee, HD Korea Shipbuilding & Offshore Engineering)

10:40 OO산화_목-4 **[Keynote Lecture] 이산화탄소의 수소화 반응을 통한 고부가화합물 생산 기술**
(Production of value-added chemicals by CO_2 hydrogenation)
배종욱, 성균관대학교
(Jong Wook Bae, Sungkyunkwan Univ.)

11:10 OO산화_목-5 혼소 연료 생산을 위한 발전소 배기가스 CO_2 기반 미세조류 대규모 옥외배양 시스템
(Outdoor microalgae cultivation near the coal-fired power plant for CO_2 sequestration to produce direct combustion fuel)
성영준, 숙명여자대학교
(Young Joon Sung, Sookmyung Women's Univ.)

11:30 OO산화_목-6 마이크로채널 반응기에서의 E-Fuel 생산
(E-Fuel production in a microchannel reactor)
김 영, 한국기계연구원
(Young Kim, KIMM)

Keynote Lecture Speaker

최민기, 한국과학기술원
Minkee Choi, KAIST
2007 KAIST 화학 박사
2010 Berkeley 화학공학과 박사후연구원
현 재 KAIST 생명화학공학과 교수

배종욱, 성균관대학교
Jong Wook Bae, Sungkyunkwan Univ.
2003 POSTECH 화학공학 박사
2006 LG화학기술연구원 책임연구원
2011 KRICT 책임연구원
현 재 성균관대 화학공학/고분자공학부 교수

Organizer

유종석, 서울시립대학교
Jong Suk Yoo, Univ. of Seoul
2016 Stanford 화학공학 박사
2018 MIT 박사후연구원
현 재 서울시립대 화학공학과 부교수

김석기, 아주대학교
Seok Ki Kim, Ajou Univ.
2011 서울대 화학생물공학 박사
2022 KRICT 선임연구원
현 재 아주대 화학공학과 조교수

Chair

김우열, 한국에너지공과대학교
Wooyul Kim, KENTECH
2012 POSTECH 환경공학 박사
2022 숙명여자대 화공생명공학부 조/부교수
현 재 KENTECH 에너지공학부 부교수

이차전지 소재 및 공정기술

(Secondary Battery Materials and Process)

대전컨벤션센터 N발표장(108호) 2023년 10월 26일(목), 14:30~17:20

Chair: 송우진, 충남대학교 (Woo-Jin Song, Chungnam Nat'l Univ.)
김정훈, 연세대학교 (Jeonghun Kim, Yonsei Univ.)

14:30 O전지N목-1	차세대 아연이온 전지 개발 *(Development of advanced zinc-ion batteries)*	송우진, 충남대학교 *(Woo-Jin Song, Chungnam Nat'l Univ.)*
14:50 O전지N목-2	[Keynote Lecture] 하이브리드전해질 기반 반고체전지 *(Scalable semi-solid batteries based on hybrid electrolytes)*	이상영, 연세대학교 *(Sang-Young Lee, Yonsei Univ.)*
15:20 O전지N목-3	디지털 트윈 배터리 모델링 기술 *(Digital twin battery modeling and simulations)*	이용민, 대구경북과학기술원 *(Yong Min Lee, DGIST)*
15:40 O전지N목-4	[Keynote Lecture] 고성능 이차전지를 위한 나노 구조 전극과 전해질 디자인 *(Designing nanostructured electrodes and electrolytes for high-performance rechargeable batteries)*	이승우, 조지아 공과대학 *(Seung Woo Lee, Georgia Inst. of Tech.)*
16:10 O전지N목-5	[Keynote Lecture] Solid Power's strategic vision for market adoption of sulfide-based solid-state batteries	John Van Scoter, Solid Power, Inc.
16:40 O전지N목-6	고상형 리튬 금속 전지용 단일 리튬 이온 전도 나노복합 고분자 전해질 개발 *(Single-ion conducting nanocomposite polymer electrolytes for solid-state lithium metal batteries)*	최우혁, 인하대학교 *(U Hyeok Choi, Inha Univ.)*
17:00 O전지N목-7	입자계 시스템의 분산도 정량화 및 단면 정보로부터 입도 분포 재건 *(Quantification of dispersion and size distribution reconstruction of particle system)*	김동재, 순천향대학교 *(Dongjae Kim, Soonchunhyang Univ.)*

Keynote Lecture Speaker

이상영, 연세대학교
Sang-Young Lee, Yonsei Univ.
1997 KAIST 화학공학 박사
2008 LG화학 배터리연구소 책임연구원
현 재 연세대 화공생명공학과 교수

이승우, Georgia Tech.
Seung Woo Lee, Georgia Tech.
2010 Massachusetts Inst. of Tech. 박사
2012 Massachusetts Inst. of Tech. 박사후연구원
현 재 Georgia Tech. 부교수

John Van Scoter, Solid Power Inc.
1983 Bachelor of Sci. in Mechanical Eng., Univ. of Vermont, College of Eng.
2010 Senior VP, Texas Instruments Inc.
2018 President, CEO and Chairman, eSolar Inc.
2023 VP, General Manager Products, SRI International, Inc.
Present President, CEO, and Class I Director, Solid Power, Inc.

Organizer/Chair

김정훈, 연세대학교
Jeonghun Kim, Yonsei Univ.
2012 연세대 화공생명공학 박사
2019 Univ. of Queensland 박사후연구원
현 재 연세대 화공생명공학과 조교수

Organizer

이재원, 충남대학교
Jaewon Lee, Chungnam Nat'l Univ.
2014 POSTECH 화학공학 박사
2020 Univ. of California Santa Barbara 박사후연구원
현 재 충남대 응용화학공학과 조교수

박준동, 숙명여자대학교
Jun Dong Park, Sookmyung Women's Univ.
2016 서울대 화공생명공학 박사
2019 Univ. of Illinois at Urbana-Champaign 박사후연구원
현 재 숙명여대 화공생명공학부 조교수

Chair

송우진, 충남대학교
Woo-Jin Song, Chungnam Nat'l Univ.
2018 UNIST 에너지공학과 박사
2019 스탠퍼드 대학교 박사후 연구원
현 재 충남대 유기재료공학과 조교수

탄소저감 공정기술/스마트공정

(Carbon Reduction Process/Smart Process)

대전컨벤션센터 M발표장(107호) 2023년 10월 26일(목), 09:30~11:45

Chair: 박경태, 숙명여자대학교(Kyungtae Park, Sookmyung Women's Univ.)

09:30 O탄소M목-1 **[Keynote Lecture] 분리막을 이용한 탄소포집공정 설계**
(Process design of membrane carbon capture system)
이선근, 에어레인
(Lee Sun Keun, Airrane)

09:55 O탄소M목-2 **[Keynote Lecture] 디지털 전환을 활용한 탄소중립 공정 개발**
(Development of carbon neutral process via digital transformation)
송인협, 한국화학연구원
(In-Hyoup Song, KRICT)

Chair: 이철진, 중앙대학교(Chul-Jin Lee, Chung-Ang Univ.)

10:20 O탄소M목-3 **[Keynote Lecture] 모바일 PSM관리시스템 개발을 위한 제언**
(The proposal of mobile PSM system development)
박진형, 한국요꼬가와전기
Jinhyung Park, Yokogawa Electric Korea)

10:45 O탄소M목-4 **배출권 거래제의 탄소순환 영향평가**
(Carbon cycle impact assessment of emissions trading systems)
최수형, 전북대학교
(Soo Hyoung Choi, Jeonbuk Nat'l Univ.)

Chair: 이창준, 부경대학교(Chang Jun Lee, Pukyong Nat'l Univ.)

11:05 O탄소M목-5 **선박용 e-메탄올 연료 합성 공정 개발 타당성 분석**
(Feasibility study of e-methanol synthesis technology as a marine fuel)
정한솔, HD한국조선해양
(Han Sol Jung, HD Korea Shipbuilding & Offshore Engineering)

11:25 O탄소M목-6 **암모니아 개질 공정을 모사하기 위한 OpenFOAM 기반 CFD 모델의 개발 및 적용**
(Development and application of an OpenFOAM-based CFD model for simulating ammonia cracking processes)
서해원, 포스코홀딩스
(Hae Won Seo, POSCO-Holdings)

Keynote Lecture Speaker

이선근, ㈜에어레인
Lee Sun Keun, AIRRANE
1991 KAIST 화학공학 석사
2014 GS건설 플랜트기술팀 팀장
2021 DNV Oil&Gas Senior Principle Engineer
현 재 에어레인 신성장센터장(전무)

송인협, 한국화학연구원
In-Hyoup Song, KRICT
2004 서울대 화학공학 박사
2020 SK이노베이션 공정Platform PL
현 재 KRICT 화학공정솔루션연구센터 센터장

박진형, 한국요꼬가와전기
Jinhyung Park, Yokogawa Electric Korea
2022 숭실대 안전보건융합공학 석사
1996 한국요꼬가와전기 입사
현 재 한국요꼬가와전기 부장

Organizer/Chair

박경태, 숙명여자대학교
Kyungtae Park, Sookmyung Women's Univ.
2012 서울대 화학생물공학 박사
2018 KITECH 에너지플랜트그룹
현 재 숙명여대 화공생명공학부 부교수

이철진, 중앙대학교
Chul-Jin Lee, Chung-Ang Univ.
2012 서울대 화학생물공학 박사
2014 삼성엔지니어링 기본설계팀
현 재 중앙대 화학신소재공학부/지능형 에너지산업융합학과 부교수

이창준, 부경대학교
Chang Jun Lee, Pukyong Nat'l Univ.
2007 서울대 화학생물공학 박사
2012 삼성코닝정밀소재 용해기술팀
현 재 부경대 안전공학과 교수

제5회 프로필렌과 다운스트림 기술교류 심포지엄

(5th Symposium on Propylene and Downstream Technology)

대전컨벤션센터 E발표장(206+207+208호) 2023년 10월 27일(금), 08:30~11:10

Chair: 이은정, 경북대학교 (Eun Jung Lee, Kyungpook Nat'l Univ.)

08:30 심(교류)E금-1	폴리올레핀 촉매 기술 *(Catalysts for polyolefins)*	윤승웅, 롯데케미칼 *(Seung Woong Yoon, Lotte Chemical)*
09:00 심(교류)E금-2	저탄소 아크릴산 혁신공정개발 현황 *(Current status of innovative process development for acrylic acid)*	이성규, LG화학 석유화학연구소 *(Sungkyu Lee, LG Chem. Petrochemical R&D)*
09:30 심(교류)E금-3	플랜트 산업 IT/DT기술 접목 Needs와 현실적 한계 *(Needs of smart factory at plant and Limitation)*	최희동, SK어드밴스드 *(Hee Dong Choi, SK Advanced)*
10:00	Coffee break	
10:10 심(교류)E금-4	저탄소 프로필렌 촉매공정 개발 *(Developing catalytic processes for low-carbon propylene)*	최재순, LG화학 *(Jae-Soon Choi, LG Chem)*
10:40 심(교류)E금-5	프로필렌 생산을 위한 유동층 프로판 탈수소 기술 *(Fluidized-bed propane dehydrogenation technology for propylene production)*	박대성, 한국화학연구원 *(Dae Sung Park, KRICT)*

Speaker

윤승웅, 롯데케미칼
Seung Woong Yoon, Lotte Chemical
2009 KAIST 화학 박사
2017 롯데케미칼 메탈로센 촉매 개발 담당 PL
현 재 롯데케미칼 촉매 개발 담당 연구위원

이성규, LG화학 석유화학연구소
Sungkyu Lee, LG Chem. Petrochemical R&D
2001 충남대 화학공학 석사
2018 LG화학 석유화학연구소 Project Leader
현 재 LG화학 석유화학연구소 연구위원

최희동, SK어드밴스드
Hee Dong Choi, SK Advanced
1997 경북대 공정제어 석사
2013 롯데케미칼 NCC팀/기술팀 역임
현 재 SK어드밴스드 기술팀장

최재순, LG화학
Jae-Soon Choi, LG Chem
2000 Univ. Pierre et Marie Curie 촉매공학 박사
2018 Oak Ridge Nat'l Lab. 책임연구원
현 재 LG화학 연구위원

박대성, 한국화학연구원
Dae Sung Park, KRICT
2014 서울대 화학생물공학 박사
2017 Univ. of Minnesota 박사후연구원
현 재 KRICT LCP융합연구단 선임연구원

Organizer/Chair

이은정, 경북대학교
Eun Jung Lee, Kyungpook Nat'l Univ.
2014 고려대 화학생물공학 박사
2017 KIST 의공학연구소 박사후연구원
현 재 경북대 화학공학과 부교수

Organizer

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

뉴노멀시대에 화학공학인이 진출할 수 있는 진로 멘토링

(Carrier Mentoring for Chemical Engineers in the "New Normal")

공동주관: 여성위원회, 한국여성과학기술단체총연합회

대전컨벤션센터 C발표장(204호) 2023년 10월 26일(목), 09:30~11:50

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

09:30	한국화학공학회 여성위원회 2023년 활동 보고	강혜원, 국립암센터 *(Hyewon Kang, Nat'l Cancer Center)*
09:40	기후변화 대응을 위한 화공인의 역할 *(What is the role of chemical engineers in combating climate change?)*	이보름, 전남대학교 *(Boreum Lee, Chonnam Nat'l Univ.)*
10:10	AI가 화학분야의 연구를 어떻게 변화시킬 수 있을까? *(How could AI transform Chemical Research?)*	한세희, LG AI 연구원 *(Sehui Han, LG AI Research)*
10:40	화학공학도가 AI로 일하기까지 *(A carrier path to get a job position in AI from a chemical engineer)*	전소민, LG화학 *(Somin Jeon, LG Chemical)*
11:10	화공학도의 진로선택 그리고 경력개발 *(The Choice of Job & career developement)*	박노석, 피플앤박 컨설팅 *(Ns Park, People&Park counsulting)*

Speaker

이보름, 전남대학교
Boreum Lee, Chonnam Nat'l Univ.
2021 UNIST 공학박사
2022 Yale Univ. 박사후연구원
2023 한국산업기술시험원 연구원
현 재 전남대 환경에너지공학과 조교수

한세희, LG AI 연구원
Sehui Han, LG AI Research
2002 서울대 화학생물공학 석사
2017 LG화학 정보전자본부 경영전략팀장
2019 LG사이언스파크 융복합/
Digital Transformation 팀장
현 재 LG AI연구원 Materials
Intelligence Lab장

전소민, LG화학
Somin Jeon, LG Chemical
2012 KAIST 생명화학공학 학사
2016 포스코건설 R&D센터
플랜트 연구그룹 연구원
2021 한국타이어 연구소 재료연구1팀
책임연구원
현 재 LG화학 제조DX팀 책임

박노석, 피플앤박 컨설팅
Ns Park, People&Park counsulting
1991 아주대 생물공학 학사
2008 고려대 MBA 석사
2008 한미약품 인사팀장
2011 한미약품 IR, PR임원
2011 한미약품 그룹 인사(HR) 총괄 임원
현 재 피플앤박컨설팅(HR)
대표컨설턴트 & CEO

Organizer

강혜원, 국립암센터
Hyewon Kang, Nat'l Cancer Center
2021 카톨릭대 생명공학 박사(수료)
2021 동국제약 연구개발부 수석연구원
현 재 국립암센터 항암신약신치료개발
사업단 본부장

Chair

홍수린, 차의과학대학교
Surin Hong, CHA Univ.
2010 서울대 화학생물공학 박사
2004 제니스 특허법률사무소 대표변리사
현 재 차의과학대학교 생명과학부 교수
(학부장)

제7회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄

(7th Symposium on Technical Education for University College)

대전컨벤션센터 M발표장(107호) 2023년 10월 25일(수), 10:00~12:00

Chair: 이재성, 인하공업전문대학 (Jaesung Lee, Inha Technical College)

10:00 심(전문)M수-1	기업가치 창출을 위한 산업체와 대학의 협업 사례 *(Cases of collaboration between industry and university for corporate value creation)*	최유성, 조선이공대학교 *(Yoo Sung Choi, Chosun College of Sci. & Tech.)*
10:25 심(전문)M수-2	제약, 바이오 계열로의 취업을 위한 전문대학의 해양미생물 유래 천연물학 교육 및 연구 제언 *(Suggestion for education and research in marine microorganism-derived natural products in a college for employment in the pharmaceutical and biotech fields)*	최병규, 동양미래대학교 *(Byeoung-Kyu Choi, Dongyang Mirae Univ.)*
10:50 심(전문)M수-3	기업가치 창출 및 공용장비활용 사례 소개 *(Introduction of corporate value creation cases)*	이종민, 영남이공대학교 *(Jong Min Lee, Yeungnam Univ. College)*
11:15 심(전문)M수-4	산업안전 실감형콘텐츠 적용사례 연구 *(A study on the application of realistic content to industrial safety education)*	구수진, 한국폴리텍대학 *(SuJin Koo, Korea Polytechnic)*
11:40 심(전문)M수-5	전문대학 직업교육과 캡스톤디자인의 연계 *(The relationship between vocational education at junior colleges and capstone design)*	이화수, 동의과학대학교 *(Hwa-Soo Lee, Dong-Eui Inst. of tech.)*

Speaker

최유성, 조선이공대학교
Yoo Sung Choi, Chosun College of Sci. & Tech.
2010 조선대학교 화학공학 박사
2021 ㈜력키산업 연구/품질개발팀장
현 재 조선이공대학교 생명환경화공과 조교수

최병규, 동양미래대학교
Byeoung-Kyu Choi, Dongyang Mirae Univ.
2020 과학기술연합대학원대학교(UST) 해양생명공학 박사
2021 한국화학융합시험연구원 선임연구원
현 재 동양미래대학교 바이오융합공학과 조교수

이종민, 영남이공대학교
Jong Min Lee, Yeungnam Univ. College
2016 서강대학교 기계공학 박사
2016 서강대학교 기계공학 연구교수
현 재 영남이공대학교 화장품화공계열 조교수

구수진, 한국폴리텍대학
SuJin Koo, Korea Polytechnic
2006 부경대 화학공학 박사
2010 부경대 공학연구원 연구교수
현 재 한국폴리텍대학 에너지화학공정과 조교수

Organizer/Speaker

이화수, 동의과학대학교
Hwa-Soo Lee, Dong-Eui Inst. of tech.
2003 부산대 화학공학 박사
1996 이수화학주식회사 기술부
현 재 동의과학대학교 화학공업과 교수

Chair

이재성, 인하공업전문대학
Jaesung Lee, Inha Technical College
2005 UCSD 화학공학 박사
2004 SK Innovation
2010 인하공업전문대학 화학생명공학과 교수

재일한인과학자 스페셜 세션

(Special Session for Korean Researchers in Japan)

주 관: 일본지부

대전컨벤션센터 L발표장(106호) 2023년 10월 27일(금), 08:30~11:10

Chair: 김범준, 도쿄대학교 (Beomjoon Kim, Univ. of Tokyo)
김형도, 교토대학교 (Hyung Do Kim, Kyoto Univ.)
전 일, 성균관대학교 (Il Jeon, Sungkyunkwan Univ.)

08:30 심(일본)L금-1	Phase change core–sheath nanofiber membranes designed for personal thermal management	Chunhong Zhu, Shinshu Univ.
08:50 심(일본)L금-2	A novel PNPG/PVDF composite membrane based bioinspired system for solar evaporation	Jian Shi, Shinshu Univ.
09:10 심(일본)L금-3	[Keynote Lecture] 산화티탄계 광촉매의 새로운 도전: 형태 및 조성의 제어 *(Aiming for a new era of titanium dioxide-based photocatalysts: Control of morphology and composition)*	이승우, 키타큐슈시립대학교 *(Seung-Woo Lee, Univ. of Kitakyushu)*
09:40	Coffee break	
09:50 심(일본)L금-4	자기 조직화 기술을 이용한 지속 가능한 겔 재료 개발 *(Development of sustainable gel materials using self-assembly techniques)*	이지하, 히로시마대학교 *(Ji Ha Lee, Hiroshima Univ.)*
10:10 심(일본)L금-5	[Keynote Lecture] 생체가스분석에 응용되는 가스센서기술과 의학적 응용 *(Gas sensors for health care and medical applications)*	신우석, 산업기술총합연구소 *(Woosuck Shin, AIST)*
10:40 심(일본)L금-6	[Keynote Lecture] 고성능 전지를 위한 나노파이버 어프로치 *(Nanofiber approach for high-performance batteries)*	김익수, 신슈대학교 *(Ick Soo Kim, Shinshu Univ.)*

Keynote Lecture Speaker

이승우, 키타큐슈시립대학교
Seung-Woo Lee, Univ. of Kitakyushu
1999 큐슈대 응용화학 박사
2008 이화학연구소 프론티어 객원연구원
현 재 키타큐슈시립대 국제환경공학부 교수

신우석, 산업기술총합연구소
Woosuck Shin, AIST
1998 나고야대학 응용화학과 공학박사
현 재 산업기술총합연구소 수석연구원
㈜NAST 전무
나고야공업대 생명응용화학과 교수
㈜DAIKIN 수석기사

김익수, 신슈대학교
Ick Soo Kim, Shinshu Univ.
2000 나고야대학 공학박사
현 재 POSTECH 화학공학과 겸직교수
신슈대학 국제 파이버공학 연구소장, 석좌교수

Speaker

Chunhong Zhu, Shinshu Univ.
2014 Doctor of Engineering, Shinshu Univ.
2015 Assist. Prof., Shinshu Univ.
Present Assoc. Prof., Shinshu Univ.

Jian Shi, Shinshu Univ.
2014 Doctor of Engineering, Shinshu Univ.
2014 Assist. Prof., Akita Prefectural Univ.
Present Assoc. Prof., Shinshu Univ.

이지하, 히로시마대학교
Ji Ha Lee, Hiroshima Univ.
2015 경상대 화학 박사
2015 JSPS postdoctoral fellow
2017 CREST researcher
2020 히로시마대 선진이공계 과학연구과 조교수

Organizer/Chair

김범준, 도쿄대학교
Beomjoon Kim, Univ. of Tokyo
1998 도쿄대 정밀공학 박사
2000 도쿄대 생산기술연구소 부교수
현 재 도쿄대 생산기술연구소 교수
한국화학공학회 일본지부장

김형도, 교토대학교
Hyung Do Kim, Kyoto Univ.
2017 교토대 공학 박사
2017 JSPS 박사후연구원
현 재 교토대 공학연구과 조교수
한국화학공학회 일본지부 총무간사

전 일, 성균관대학교
Il Jeon, Sungkyunkwan Univ.
2016 도쿄대 화학 박사
2017 JSPS 박사후연구원
2019 도쿄대 조교수
2020 부산대 부교수
현 재 성균관대 부교수
한국화학공학회 일본지부

화학 및 분리공정 기술의 발전과 적용 동향 심포지엄

(Symposium on Development and Application Trend of Chemical and Separation Process Technologies)

주 관: 공정시스템부문위원회

대전컨벤션센터 E발표장(206+207+208호) 2023년 10월 26일(목), 14:30~17:00

Chair: 이태철, LG화학 (Tae-Chul Lee, LG Chem.)

14:30 심(공정)E목-1	화학공학에서 결정화기술의 활용 *(Application of crystallization technology in chemical engineering)*	김우식, 경희대학교 *(Woo-Sik Kim, Kyung Hee Univ.)*
14:55 심(공정)E목-2	금속 및 반도체 나노결정의 형상제어 합성 *(Synthesis of anisotropic metal and semiconductor nanocrystals)*	장지웅, 금오공과대학교 *(Ji Woong Chang, Kumoh Nat'l Inst. of Tech.)*
15:20 심(공정)E목-3	고급 SCADA시스템 상용화 및 실 적용 사례 *(Commercialization of advanced SCADA system and industrial applications)*	성수환, 경북대학교 *(Su Whan Sung, Kyungpook Nat'l Univ.)*
15:45 심(공정)E목-4	메탄의 건식 개질 공정의 수학적 모델 개발 및 스케일 업 *(Mathematical modeling and scale-up of methane dry reforming process)*	김도연, LG화학 *(Do Yeon Kim, LG Chem.)*
16:10 심(공정)E목-5	화학공학신소재 연구정보센터-30여년의 연구정보 제공 *(Chemical engineering and materials research information center-Providing 30 years of research information)*	강정원, 고려대학교 *(Jeong Won Kang, Korea Univ.)*
16:35 심(공정)E목-6	Batch-type reverse osmosis의 발전 동향 및 담수화 시스템 실 적용 사례 *(Development of batch-type reverse osmosis and its practical applications)*	박기호, 전남대학교 *(Kiho Park, Chonnam Nat.l Univ.)*

Speaker

김우식, 경희대학교
Woo-Sik Kim, Kyung Hee Univ.
1992 Pennsylvania State Univ. 화학공학 박사
2024 결정기능화공정기술센터(ERC) 센터장
현 재 경희대 화학공학과 교수

장지웅, 금오공과대학교
Ji Woong Chang, Kumoh Nat'l Inst. of Tech.
2014 Pennsylvania State Univ. 화학공학 박사
2016 Pennsylvania State Univ. 박사후연구원
현 재 금오공대 화학공학과 부교수

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

김도연, LG화학
Do Yeon Kim, LG Chem.
2013 고려대 화공생명공학 박사
2018 Imperial College London, 박사후연구원
현 재 LG화학 기반기술연구소, 유기합성PJT 책임연구원

강정원, 고려대학교
Jeong Won Kang, Korea Univ.
2001 고려대 화학공학 박사
2009 NIST 객원연구원
현 재 고려대 화공생명공학과 교수

Organizer/Speaker

박기호, 전남대학교
Kiho Park, Chonnam Nat.l Univ.
2018 고려대 화공생명공학 박사
2021 Univ. of Birmingham, Research fellow
현 재 전남대 화학공학부 부교수

Chair

이태철, LG화학
Tae-Chul Lee, LG Chem.
2001 고려대 화학공학 박사
2005 SUNY Buffalo 박사후연구원
현 재 LG화학 책임연구원

WISET 2023 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과발표대회
- 화학공학 분야 -

공동주관: 여성위원회, (재)한국여성과학기술인지원센터

대전컨벤션센터 M발표장(107호) 2023년 10월 25일(수), 13:00~17:40

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

발표번호	시 간	발표제목	발표자/소속	공동저자
심(위젯)M수-1	13:00~13:15	정삼투 공정을 위한 유도 용질로서 다른 알킬기를 포함하는 이중 감응성 이온성 액체 개발	조연수, 동아대학교	강 효
심(위젯)M수-2	13:15~13:30	고흡수성 수지 내에서 합성 경로에 의존하는 테트라하이드로퓨란 하이드레이트의 수소 포집 거동	김민경, 숭실대학교	박소희, 안윤호, 이재철, 이준형
심(위젯)M수-3	13:30~13:45	구조적 유사성 기반의 자가조립을 이용한 수질 내 폐의약품의 선택적인 감지와 포집 기술	박정연, 고려대학교	김용주, 이서연, 이제현, 이지은
심(위젯)M수-4	13:45~14:00	나무 수종별 무선 센싱 데이터 특성 비교 연구	김도경, 홍익대학교	정상규
심(위젯)M수-5	14:00~14:15	버려지는 포장용 발포재를 이용한 계층적 구조의 탄소재료 이차전지 음극재 제작	박수아, 명지대학교	문승재, 이용승, 이효진, 최달수
심(위젯)M수-6	14:15~14:30	B. subtilis 포자 표면 발현 기술을 이용한 생물학적 흡착제의 중금속 흡 · 탈착 시스템 개발	최수빈, 동아대학교	김준형
심(위젯)M수-7	14:30~14:45	폐자원 기반 촉매와 폐유지를 활용한 바이오디젤의 생산	조정현, 명지대학교	김수민, 윤지민, 전채윤, 정지철
심(위젯)M수-8	14:45~15:00	자외선 차단 및 피부 온도 조절이 동시에 가능한 선스크린용 픽커링 구조 상전이 캡슐 개발	박지윤, 명지대학교	이주형
심(위젯)M수-9	15:00~15:15	펄스 레이저 시스템을 활용한 친환경 그래핀 합성 및 수소 에너지 전환용 촉매로 응용	이예령, 경상국립대학교	최명룡
15:15~15:25		Coffee break		
심(위젯)M수-10	15:25~15:40	카본나노튜브 –셀룰로오스 생분해성 복합 소재를 이용한 고효율 전고체 배터리용 양극 집전체 개발에 관한 연구	박세정, 전남대학교	윤창훈
심(위젯)M수-11	15:40~15:55	초음파 감응형 소재를 통한 암세포 내 산화환원 붕괴	하민지, 성균관대학교	박재형, 이정진
심(위젯)M수-12	15:55~16:10	간단한 표면처리법을 통해 전기차의 전비 향상을 위한 고기능성 나노첨가제 제조	김하영, 한밭대학교	윤창민
심(위젯)M수-13	16:10~16:25	마약 검출을 위한 무기나노입자–단백질 복합체 제조 및 분석	최유림, 명지대학교	나현빈, 윤상빈, 이규원, 한상민
심(위젯)M수-14	16:25~16:40	검은색 라이다 인지형 이중 중공구조 나노입자의 설계 및 자율주행차량용 도료로의 응용	김지원, 한밭대학교	윤창민
심(위젯)M수-15	16:40~16:55	액체수소탱크 열손실 최소화를 위한 극저온 단열 GFRP	정아람, 부산대학교	성동기
심(위젯)M수-16	16:55~17:10	태양광 물 분해 수소 생산을 위한 Zn/Ni/Cd ZIF 광촉매 제조	김주현, 서울시립대학교	김정현
심(위젯)M수-17	17:10~17:25	TiO_2 표면의 폴리도파민 층에 의한 광촉매적 과산화수소 생산성 향상	이수진, 동아대학교	구민수
심(위젯)M수-18	17:25~17:40	탄소 전극 기반 준고체 고분자 전해질 이중 여과를 통한 고용량 슈퍼커패시터	김은수, 한양대학교	김재균

2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한
화학공학 대학생 한마당 Fun & Fun Festival
(2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: Uniting Chemical Engineering Students for Carbon Neutrality ESG Value Dissemination)

제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회

(The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students)

주 최: 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학
주 관: 한국화학공학회, 한국석유화학협회

대전컨벤션센터 A발표장(201호), B발표장(202호), C+D발표장(204+205호), E발표장(206+207+208호), F발표장(209+210+211호), O발표장(301호), 2층, 3층 로비
2023년 10월 25일(수) 12:30~18:00

12:30 개회사 및 인사말 — 이진원, 한국화학공학회 수석부회장 / 정상문, 교육 인재양성위원회 위원장

발표번호	발표제목	팀장	소속	동아리명	팀원
작품 및 포스터 발표(심화과정): 2층 로비					
P창의심화-1	수소 생산 공정(SMR, WGSR, PSA)에서의 부산물, CO_2를 이용한 그린 메탄올 생산 공정	정민주	울산대학교	PEARL	김기진, 유윤주, 정우진
P창의심화-2	Biocarbon을 이용한 친환경 음극재	양은혜	충북대학교	IMPACT	이다원, 전지해, 차태현
P창의심화-3	DFT를 통한 고효율 전극촉매 분석	황현욱	아주대학교	칸텐노 지우	이지영, 조혜정
P창의심화-4	LNG 선박의 BOG를 활용한 ORC 공정의 작동 유체 최적화 및 Feasibility study	김도희	동국대학교	FunFun한 녀석들	김사랑, 오재은, 이태호
P창의심화-5	PSA를 이용한 Blue 수소 생산 공정 시뮬레이션 및 경제성 분석	이예은	울산대학교	Blue Ocean	이승환, 진석환, 진현석
P창의심화-6	PU Depolymerization Glycolysis 효율 향상 및 ESG경영	설유진	이화여자대학교	E-quilibrium	박성령, 오연서
P창의심화-7	rGO/WO_3/Fe_3O_4 삼중접합을 통한 유기물 분해와 중금속 환원을 동시에 수행하는 회수 가능한 광촉매 개발	이재훈	영남대학교	NCS	김영훤, 신현섭, 장도원
P창의심화-8	Semiconducting ferroelectric SbSI nanowire for Self-powered Thermistor	김나윤	DGIST	피자헛둘셋	송희원, 조중훈, 황수빈
P창의심화-9	Zn-Mn RFB 연구	황민규	성균관대학교	세얼간이	권기혁, 김상윤
P창의심화-10	불가사리 유래 콜라겐을 이용한 지혈용 하이드로겔	이태희	동아대학교	HemoStarsis	손유진, 오지현, 임지영, 정재철
P창의심화-11	나노멕신-니켈 복합체 기반 조촉매를 통한 고효율 광전기화학 그린 수소 생산	강원준	성균관대학교	엔들	이태인, 정세환
P창의심화-12	toxicity test with bio-indicator	강지연	명지대학교	김강전	김지혜, 전윤정
P창의심화-13	고농도 아세틸렌 수소화 반응의 전환율 및 선택도 증진을 위한 Carbon 담지 Pd 촉매 연구	정영서	아주대학교	Pd/C (Passionate Discovery Crew)	권소은, 김단실
P창의심화-14	고분자전해질연료전지의 백금촉매 제조 공정 개선을 통한 비용 절감 효과 분석	김가영	군산대학교	PCI (Pt Cost Improvement)	권순성, 이가연
P창의심화-15	고효율 금속-공기 배터리를 위한 페로브스카이트 전극 촉매 개발	이강희	연세대학교	펫-데리	고유리, 김필재, 서예지
P창의심화-16	군용 방독면 제독제의 성능향상을 위한 고활성 물리흡착제 개발 : 전구체 선택과 표면 개질 중심으로	최현서	POSTECH/KAIST/ 한양대학교/ 육군사관학교	MilliTech	김형래, 박상현, 홍유승
P창의심화-17	금속 나노입자 촉매 합성 및 전기화학적 이산화탄소 환원 반응 분석	박현담	한국에너지공과대학교	O.pH.EN.하이머	정자윤, 채연수

2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당 Fun & Fun Festival

(2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: Uniting Chemical Engineering Students for Carbon Neutrality ESG Value Dissemination)

제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회

(The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students)

주 최: 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학

주 관: 한국화학공학회, 한국석유화학협회

대전컨벤션센터 A발표장(201호), B발표장(202호), C+D발표장(204+205호), E발표장(206+207+208호), F발표장(209+210+211호), O발표장(301호), 2층, 3층 로비

2023년 10월 25일(수) 12:30~18:00

발표번호	발표제목	팀장	소속	동아리명	팀원
P창의심화-18	다양한 환경에 활용가능한 고분자 다중센서 소프트 문어그리퍼 개발	임준서	성균관대학교	ELC 21	김선우, 원우경, 정성웅
P창의심화-19	머리카락 분말을 통한 Graphene/PDMS 기름 흡수 스펀지	김건우	금오공과대학교	유비관우조조	김원석, 진예은, 임도훈
P창의심화-20	물분해를 위한 NiSSe 나노구조 전기촉매	황주원	성균관대학교	촉매에 취하다	김헌재, 박연수
P창의심화-21	내손안의 그린 반도체 공장	유상현	영남대학교	H.E.T	김효민, 이송희, 최종욱, 최혜림
P창의심화-22	Assessment of Hybrid CO_2 Capture (Membrane Separation and MEA solvent Absorption)	오세빈	동국대학교	딸기시루	변용주, 오주영
P창의심화-23	수소 생산을 위한 Cu_3BiS_3 기반 solar water splitting photocathode	정주연	성균관대학교	솔라케미	윤진수, 이정윤, 이주은
P창의심화-24	수소연료전지 폐MEA 기체확산층의 재활용 방안	홍희석	군산대학교	Recycle of GDL (ROG)	김현찬, 정선재
P창의심화-25	액화수소 기반 에너지 슈퍼스테이션의 설계	정혜원	부산대학교	다함께 차차차	강두호, 안도영, 이예진
P창의심화-26	양극재 세척수로부터 이차전지 원료물질 회수 및 재활용 공정 연구	박동현	울산대학교	COTN	박동현, 서민정, 이하늘
P창의심화-27	용액공정을 통한 칼코겐 페로브스카이트 광흡수 필름 제작	최호림	성균관대학교	NextGen Radiance	문도현, 최호성
P창의심화-28	전기차 다이어트 프로젝트: 무음극 전지 집전체의 변신	임지혜	대구경북과학기술원	Pt트레이너	김예찬, 우지윤, 정인준
P창의심화-29	폐플라스틱의 해중합을 통한 PU 합성	채지영	숙명여자대학교	폴리올리	문수정, 박예빈, 사보경, 이다영
P창의심화-30	생분해성 플라스틱 PLA/PBAT blend의 유변물성을 통한 상용성 연구	김동화	순천향대학교	PLA PRO	오예은, 이규진, 조혜연
P창의심화-31	철강망간분진 폐기물로부터 에너지저장: 이차전지 망간 자원회수 저탄소 공정 개발	문수인	창원대학교	MNA	김동근, 문서진
P창의심화-32	친환경 Water-based ink를 활용한 유연 압력센서 어레이 제조 연구	전준형	성균관대학교	화공잉크	곽기은, 김태훈, 안태건, 이호준
P창의심화-33	폐기물에서 추출한 cellulose를 이용한 잉크 제조 및 3D printing platform 구축	손은지	아주대학교	웅녀와 나무꾼	이서현, 홍소진
P창의심화-34	폐마스크를 활용한 배터리 음극 물질 제작	김연수	성균관대학교	오히려좋아	김광욱, 진수연, 최승헌
P창의심화-35	폐목재로 옷을 세탁할 수 있다고?	이현주	이화여자대학교	아이엠그루트	박은서, 이주연, 정우림, 최서정
P창의심화-36	폐수와 소변을 이용한 바이오 시멘트 제작	이연서	전남대학교	헤윰	송시원, 양유리, 최연웅

2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한
화학공학 대학생 한마당 Fun & Fun Festival
(2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: Uniting Chemical Engineering Students for Carbon Neutrality ESG Value Dissemination)

제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회

(The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students)

주 최: 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학
주 관: 한국화학공학회, 한국석유화학협회

대전컨벤션센터 A발표장(201호), B발표장(202호), C+D발표장(204+205호), E발표장(206+207+208호), F발표장(209+210+211호), O발표장(301호), 2층, 3층 로비
2023년 10월 25일(수) 12:30~18:00

발표번호	발표제목	팀장	소속	동아리명	팀원
P창의심화-37	폐식용유로부터 바이오디젤 생산을 위한 초임계 공정 설계	권채은	동국대학교	화콩끼리	김민주, 박재원, 조윤주, 진찬용
P창의심화-38	황 전구체 함량 비율에 따른 $AgBiS_2$ 분자잉크의 cation disorder engineering을 통한 광학적 특성 개선	양채린	성균관대학교	분자윙크	김하빈, 이수연
동영상 발표 I: C+D발표장(204+205호)					
V창의설계-1	플라스틱 분리배출 공정 과정의 현 문제점과 개선방안	구서윤	홍익대학교	위드어스 (With Us, Earth)	권오혁, 김민경, 정규민
V창의설계-2	호로파잎, 폐수를 호로록!	채범규	영남대학교	잎새로랑	김가영, 김선우, 신민지, 전경원, 주민수, 최주연
V창의설계-3	미세플라스틱 zero 글리터	김진윤	경북대학교	케미니(mini)언즈	강시백, 박지헌, 장소희, 전혜원
V창의설계-4	산불탈출넘버원	이지윤	충남대학교	R.A.C.E.	김주은, 박근태, 박예준, 박지은, 오성헌, 조정빈
V창의설계-5	미니파라솔라	채예림	전북대학교	미니파라솔라	권민주, 김성한, 반서현, 신가은, 이승현, 정혜원, 한수정
V창의설계-6	지속 가능한 땅 위의 보호막 : 멀칭액 제조하기	강지현	전남대학교	otocheche	남기훈, 남재환, 박나령, 박산해, 이채원, 장한나, 홍다영
V창의설계-7	생선 비늘을 활용한 디스플레이 바이오 필름 제작	전수빈	경북대학교	독수리 오남매	박준미, 박진선, 지민준, 최성근
V창의설계-8	멍게껍질을 통한 셀룰로오스 추출	최진우	울산대학교	이거멍게? 요거멍게!	강진웅, 이장희 , 이지나, 전예진
V창의설계-9	간이 ubess를 이용한 가로등전력공급	금동민	영남대학교	A.H.A	김도훈, 손채린, 이주현, 이준혁, 정가빈, 정성원, 최현민
V창의설계-10	미세조류를 이용한 탄소중립 실천	홍혜빈	숙명여자대학교/ 인천대학교	S-ability	강수빈, 김주영
V창의설계-11	해조류의 알긴산 추출물을 활용한 중금속 필터 제작	김호건	서강대학교	낭만 필터 고양이	문세현, 이우석
V창의설계-12	굴 패각을 이용한 이산화탄소 흡착제	윤동준	동아대학교	굴찾기 흡착기능사	배준열, 안현철, 임현수, 장영서, 천현준, 황지현
V창의설계-13	폐과일로부터 추출하는 폴리페놀 실험	이효은	국립한국교통대학교	Apple4	심규석, 이민우, 임가희
V창의설계-14	멘톨을 이용한 더위 사냥	박수진	경상국립대학교	쿨쿨쿨	김리연, 정수빈
V창의설계-15	지속가능한 내일을 위한 PFAS CATCHER	이보연	경북대학교	Earth yes 지!	권도은, 김가영, 김지민, 서하연, 이하영
V창의설계-16	식물의 큐티클층 코팅을 통해 내수성이 개선된 생분해성 전분 봉투	황신영	강원대학교	봉투와 함께 사라지다	유 진, 이주안
동영상 발표 II: O발표장(301호)					
V창의설계-17	빨래 끝~ 미플싹싹	김지현	전남대학교	오이씨	김민찬, 박소정, 서민정, 안효준, 오민균, 용록, 조예림
V창의설계-18	흡착도시 : 칭따O의 반격	김승현	울산대학교	흐읍촤악	강유신, 김세은, 노수현, 배정호, 안익성, 정우신, 정재훈

2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당 Fun & Fun Festival

(2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: Uniting Chemical Engineering Students for Carbon Neutrality ESG Value Dissemination)

제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회

(The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students)

주 최: 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학

주 관: 한국화학공학회, 한국석유화학협회

대전컨벤션센터 A발표장(201호), B발표장(202호), C+D발표장(204+205호), E발표장(206+207+208호), F발표장(209+210+211호), O발표장(301호), 2층, 3층 로비

2023년 10월 25일(수) 12:30~18:00

발표번호	발표제목	팀장	소속	동아리명	팀원
V창의설계-19	커피박을 이용한 친환경 배터리 제작	양혜원	영남대학교	커피야 뭐하니?	김동욱, 김은별, 김화정, 서지원, 양동규, 예재은, 임동현
V창의설계-20	Continued Operation 2gether	임나현	숙명여자대학교	트위스터	강정민, 유은서
V창의설계-21	천연 고분자물을 이용한 중금속 분해	박지혜	동아대학교	케미방범대	김소연, 이윤경, 신윤수
V창의설계-22	나를 빼고 반도체 공정을 논할 水 없지!	허인영	경북대학교	응화차차	이규민, 전민영, 차민주
V창의설계-23	맥주박을 이용한 CO_2 포집 연구	하 선	강원대학교	스펀지박	김다연, 김도연, 박승환, 조태윤, 한해영
V창의설계-24	성게껍질을 이용한 중금속 필터	박은수	전남대학교	체카	김수현, 김영지, 김찬희, 방예린, 염하영, 이현서, 정준혁
V창의설계-25	현실에선 폐마스크였던 내가 이세계에선 이차전지 분리막!?	남원우	경북대학교	마스크맨	이현지, 한다연
V창의설계-26	R.I.P 방사성 I	권봉우	경북대학교	R.I.F	양문주, 이현석, 전소영, 정지훈, 최현웅, 홍승민
V창의설계-27	세 공학도가 만들고 싶었던 서로 다른 신세계; 종이용 코팅제 성능 개선	최경한	전남대학교	오또케	고은, 김예은, 김정근, 윤은빈, 이연우, 이주영, 최수지
V창의설계-28	I'm Your Battery	양원석	경북대학교	CHE:ME	신승훈, 신호정, 유준혁, 이강재, 이은빈
V창의설계-29	버려지는 일회용품으로부터 친환경 강화재를 얻을 수 있다고?	조현우	전남대학교	동고동락	김윤수, 이도현, 이세윤, 이은율, 임주환, 정혜진, 한다연
V창의설계-30	방사성 아이오딘 폐기물 정화 방법	윤여린	경북대학교	greenery	김수연, 최지윤, 허혜진
V창의설계-31	PHB에 구리나노입자를 붙인 항균 바이오플라스틱	최시헌	충북대학교	에코머니나	신예원, 한인경, 황규남, 황선경
V창의설계-32	Better Re Cycling	안치완	인하대학교	옥치완	김규빈, 오민겸, 원유찬, 이병창, 정한샘
구두 발표 I: A발표장(201호)					
O창의설계-1	양이온 전도 세라믹 연료전지에서의 전류밀도별 시스템 성능 분석	권민제	가톨릭대학교/ 광운대학교/ 동국대학교/ 연세대학교	케토톱	구민성, 김민경, 손도윤, 손동화, 오남종, 이정재
O창의설계-2	쓰레기들로 제조하는 폐수 정화 필터	허정행	강원대학교	뿌셔	강민재, 금정현, 김승연, 박소희, 신흥환
O창의설계-3	미생물	신용수	경북대학교	뽀삐	김도훈, 김병후, 김홍재, 이승윤, 진영록
O창의설계-4	Green Hydrogen Green Korea	김나현	경상국립대학교	미션파서블	노현수, 안효진, 최지연
O창의설계-5	이산화탄소와 리그노셀룰로직 바이오매스를 활용한 미세조류 유래 PHA 생산	조유탁	경희대학교	화공볏짚	박예지, 양서연, 이성웅, 이은결, 임휘윤, 정승준, 조희진
O창의설계-6	PCM(Phase Change Material)을 활용한 블랙아이스 제거	이재혁	금오공과대학교	김이정	김주연, 이창민, 정지환

2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당 Fun & Fun Festival
(2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: Uniting Chemical Engineering Students for Carbon Neutrality ESG Value Dissemination)

제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회

(The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students)

주 최: 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학
주 관: 한국화학공학회, 한국석유화학협회

대전컨벤션센터 A발표장(201호), B발표장(202호), C+D발표장(204+205호), E발표장(206+207+208호), F발표장(209+210+211호), O발표장(301호), 2층, 3층 로비
2023년 10월 25일(수) 12:30~18:00

발표번호	발표제목	팀장	소속	동아리명	팀원
O창의설계-7	갑각류 껍질로 만든 수질정화제	이호영	대구한의대학교	하니네약방	김유진, 김태민, 박다연, 박종혁, 연제욱
O창의설계-8	껍데기의 재탄생	윤소진	동아대학교	해양SHELL럽	김동학, 김준호, 위다인, 이지성
O창의설계-9	MOF(금속유기골격체) 나노구조 조절을 통한 PENG(Piezoelectric Nanogenerator) 성능 개선	김민지	부경대학교	무한창조	박문식, 정주영
O창의설계-10	Blue carbon: Amine 기반 polymer를 이용한 탄소 포집기술의 제반 연구	박정식	서강대학교	Den dreamers	박정식, 이정우, 조유미
O창의설계-11	탄소 포집과 테라포밍	윤원희	수원대학교/ 국민대학교	O2C	문채은, 신준섭, 정승재, 조성재
O창의설계-12	moisture swing을 기반으로 한 이산화탄소 포집 순환 유동층 공정 설계	김기민	순천향대학교	화랑도	김 진, 최종민
O창의설계-13	효율적인 물/기름 에멀젼 분리막 제작	김세은	포항공과대학교	오더블유	고명진, 장태수
O창의설계-14	도축 폐혈액 자원화 방안	전정민	울산대학교	카보그린	감은후, 김윤하, 배수현, 백상봉, 이수인, 황예은, 황우석
O창의설계-15	Know How? 우리가 쓰는 세제 어떻게 쓰이는지 알고 쓰자! 화공과의 노하우를 담은 세제	박준서	인하대학교	한 발짝 두 발짝	권승주, 이수연, 정지민, 조경민
O창의설계-16	AI를 활용한 실시간 잔류 농약 검출기	위진서	전북대학교	농약탈출넘버원	박용성, 이윤정, 추소현, 황주혜
O창의설계-17	전기분해를 이용한 축산폐수 처리	이건우	충북대학교	CU	장길원, 정범기, 정제영
O창의설계-18	생분해성 고분자 PLA / PHA 용융 블렌딩을 통한 물성 개선	이정호	한국기술교육대학교	NOVA	김도훈, 김선민, 송소영, 우가현, 이희정, 정서연, 조민범
O창의설계-19	CO_2 capture via using waste drug capsules	정진환	한밭대학교	껍데기 젤루조아	김동현, 김예진, 류승우, 박찬용, 윤성배, 이종령
구두 발표 II: B발표장(202호)					
O창의설계-20	친환경 폐기물 필터(불가사리 , 폐감귤박)를 이용한 COD,BOD 측정	변재우	강원대학교	켐(chem)퍼스	김현서, 신수빈, 이성재, 전영규
O창의설계-21	CO_2:제로부터 시작하는 지구생활	양은지	경북대학교	캐리멘탈	공현서, 김규한, 김준현, 박시윤, 서종민
O창의설계-22	Design on a benchmark platform: Integrated S3 process	정수민	경상국립대학교	화공연화	구영욱, 장예원, 정영훈, 주영은
O창의설계-23	폐기로 해바유 (bio油)	박재희	경희대학교	WMB	민현준, 이가연, 이지윤, 전재연
O창의설계-24	밤 껍질 속 율피의 셀룰로오스를 이용한 중금속 흡착	김수린	동아대학교	별이 빛나는 밤	김수린, 김지언, 이예린
O창의설계-25	Silica extraction from rice husk and economic evaluation	오세도	부경대학교	실리카뽑았다널데리러가	김다은, 박지완, 배소연, 정태욱, 한도영
O창의설계-26	불가사리를 이용한 친환경 접착제 제조	심지원	울산대학교	커다란 피망	문선호, 이현희, 조서정, 한지우

2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당 Fun & Fun Festival

(2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: Uniting Chemical Engineering Students for Carbon Neutrality ESG Value Dissemination)

제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회

(The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students)

주 최: 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학

주 관: 한국화학공학회, 한국석유화학협회

대전컨벤션센터 A발표장(201호), B발표장(202호), C+D발표장(204+205호), E발표장(206+207+208호), F발표장(209+210+211호), O발표장(301호), 2층, 3층 로비

2023년 10월 25일(수) 12:30~18:00

발표번호	발표제목	팀장	소속	동아리명	팀원
O창의설계-27	폐배터리 내 유가금속 회수에 대한 화학적 공정 종류별 발생하는 환경문제 분석 및 친환경적 대안 제시	서한원	인하대학교	배터리 에이스	박종찬, 안석현, 이서윤, 이서현
O창의설계-28	여러가지 MOF를 이용한 Li-B	김하경	충북대학교	저희 잘했조	권예지, 김진영, 이현정, 장현규, 천승우
O창의설계-29	Road to "Net Zero"	민지환	경북대학교	너울가지	김나영, 배은빈, 양현지, 오석주, 우석진, 정현규
O창의설계-30	Prediction of Cathode electrodes capacity loss by Calendar aging	이현정	경상국립대학교	Always, all ways	김규리, 박형동, 이은학, 최승준, 한수진
O창의설계-31	원숭아 너 껍질 까먹고 어디다 버려?	이지원	경희대학교	PLAstic	이상철, 이석휘, 인예진, 전찬명, 최규헌
O창의설계-32	해조류 연료	장재범	동의대학교/ 부경대학교	화하학화하학	김민주, 류상현, 장우빈, 허정훈
O창의설계-33	CO_2, NO_x 저감을 위한 CLC(Chemical Looping Combustion) 기반 천연가스/수소 혼소 공정 설계	최이른	부산대학교	괴도루핑	김효성, 박민지, 서예은, 심명준, 장진영, 정하린, 허재준
O창의설계-34	친환경 이차전지	최세희	인하대학교	이영차이영차전지팀	이가인, 김이경, 변예은, 서정현, 양윤서, 윤예지, 정의진
O창의설계-35	녹조야, 너 지금 되게 밝아	류정민	전북대학교	필쏘굿	박상희, 백지수, 이민주, 황근하
O창의설계-36	100% 업사이클링 배터리	강명우	경희대학교	K-STAR	강현우, 김남우, 김명재, 김진환, 한태규
O창의설계-37	Re, Re! : Re독스 흐름 전지를 사용한 LIB의 지속가능한 Re사이클링	김수지	부산대학교	LINK4YOU	김채은, 김현지, 박성진, 윤종하, 임승희, 정유진, 홍성은
O창의설계-38	쓰면 쓸수록 지구온난화를 치료할 수 있는 해조류	김영훈	인하대학교	해조류 훌리건	김현성, 이유진, 전혁수, 한도연
O창의설계-39	산토키.. 놓치지 않을거예요	성기협	영남대학교	ESG EG	강민정, 권지은, 신민재, 이민형, 이상현, 최 린, 홍지성
작품 및 포스터 발표(일반과정): 3층 로비					
P창의설계-1	가스하이드레이트를 이용한 친환경 소화탄 제조	손수현	동아대학교	SPACE	신예봄, 이종환
P창의설계-2	거대언어모델(LLM) 학습기반의 공정설계 개선 제안시스템(GPT-Process)	지영욱	명지대학교	명지팀	최석주, 최성욱, 최현준
P창의설계-3	중꺾마(중금속 꺾는 스마트폰)	조민우	부산대학교	큐링어스	강다희, 김민선, 김예나, 박소민, 여누리, 윤희경, 이택기
P창의설계-4	갈조류에서 추출한 Glucose를 이용한 친환경 Zinc-air battery 개발	윤성민	순천향대학교	화생방 (화학생명동아리방)	이건주, 최아현, 최은지
P창의설계-5	전분을 이용한 생분해성 랩 만들기	손유진	영남대학교	A.H.A	김가원, 김준현, 손유나, 윤신우, 이다현, 이하정
P창의설계-6	옥수로 좋은 핸드크림	최민호	울산대학교	슈퍼콘	김민우, 김진영, 백승찬, 여창우, 이유진, 장훈석, 조수아

2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한 화학공학 대학생 한마당 Fun & Fun Festival

(2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: Uniting Chemical Engineering Students for Carbon Neutrality ESG Value Dissemination)

제19회 대학생 화학공학 창의설계 경진대회

(The 19th Creative Design Competition for Chemical Engineering Undergraduate Students)

주 최: 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학

주 관: 한국화학공학회, 한국석유화학협회

대전컨벤션센터 A발표장(201호), B발표장(202호), C+D발표장(204+205호), E발표장(206+207+208호), F발표장(209+210+211호), O발표장(301호), 2층, 3층 로비

2023년 10월 25일(수) 12:30~18:00

발표번호	발표제목	팀장	소속	동아리명	팀원
P창의설계-7	생활폐기물 전극소재의 종류에 따른 TENG 효율성 평가	전가은	인하대학교	AICE	강종철, 김영아, 남서현, 문승현, 유연호, 조재민
P창의설계-8	불가사리 뼈의 다공성 구조체를 활용한 샤워기 필터	최예은	전북대학교	뚱이	노진혁, 안치원
P창의설계-9	나노복합 하이드로겔 스트레인 센서	이지민	충남대학교	파이어볼	이현우, 하유빈, 허성진
P창의설계-10	녹차 추출물이 탈색을 통해 손상된 모발에 미치는 영향	김 준	충북대학교	카테킨	손효림, 안동용, 전혜림
P창의설계-11	보여줄게 완전히 달라진 나(무)	정지환	강원대학교	화공주들	가민지, 노유선, 이나현, 이서연, 이지희, 현채연
P창의설계-12	이끼를 이용한 친환경 납흡착 필터 제작	박성현	경상국립대학교	이끼없끼	김지후, 김태원, 문채원, 오주승, 이민수, 이위진
P창의설계-13	생분해성 나노섬유	김예린	경희대학교	쏙쏙쏙~	김진성, 윤홍서, 이승재, 이영주, 이종원, 주예찬, 최은서
P창의설계-14	폐 태양광 신분 상승 프로젝트: 폐기물 재활용을 통한 Si/C 음극재 제작	강양오	동아대학교	bettery	김지훈, 이동현, 전수빈, 조준호, 홍은정
P창의설계-15	Green Adhesive Innovations: Harnessing Lignin from Biomass (그린 점착제 혁신: 바이오매스 "리그닌"의 활용)	남수빈	명지대학교	남들보다 강력한 글루권총	강소연, 권영은
P창의설계-16	Electrochemical Nitrate Sensor	박진규	부산대학교	민감한 사람들	강찬구, 김동민, 김민서, 김현지, 박채영, 방고은, 한영주
P창의설계-17	CO_2? (negative CO_2)	송유나	영남대학교	아항	김동준, 김윤영, 나수빈, 방미르, 전수빈, 전예영, 조은우
P창의설계-18	폐섬유를 활용한 bhet 생산 및 활용	이해찬	울산대학교	about you 섬유	김재원, 김태헌, 남지영, 박나림, 신민현, 위진혁, 이정철
P창의설계-19	오존 산화 및 플라즈마 처리한 커피찌꺼기 기반 활성탄소 동시처리에 의한 난분해성 염료의 정화	신윤경	충남대학교	R.A.C.E. 창의설계팀	김명선, 김승환, 김영찬, 박민정, 임연서, 최호재
P창의설계-20	담배꽁초 쓰레기로부터 셀룰로스 아세테이트의 분리 및 재활용	김태완	강원대학교	담배세탁소	김종민, 전영민, 조예림
P창의설계-21	유해식물 가시박의 활용법	박성현	경상국립대학교	내 안을 파고드는 가시~박	권성빈, 김성곤, 김찬호, 박두윤, 서정훈, 이재영, 조현빈

17:30 시상식 및 폐회사(A발표장(201호))

2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한
화학공학 대학생 한마당 Fun & Fun Festival
(2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: Uniting Chemical Engineering Students for Carbon Neutrality ESG Value Dissemination)

제15회 대학생 전문대학 창의설계 경진대회

(The 15th Creative Design Competition for Technical College Students)

주 최: 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학
주 관: 한국화학공학회, 한국석유화학협회

대전컨벤션센터 E발표장(206+207+208호), F발표장(209+210+211호)
2023년 10월 25일(수) 12:30~18:00

발표번호	발표제목	팀장	소속	동아리명	팀원
구두 발표: E발표장(206+207+208호)					
O전문대학-1	〈발표취소〉				
O전문대학-2	에너지저장과 재활용	공영재	경남정보대학교	ace	서정혁, 윤시현, 이동기, 황준휘
O전문대학-3	고흡수성 고분자 리사이클링	백성빈	경남정보대학교	BTX	김동현, 김승규, 김재진, 심주용
O전문대학-4	친환경 신소재	김승훈	경남정보대학교	XO-5	김도학, 윤태권, 한정인, 황준서
O전문대학-5	죽마고우(竹馬故友) 에너지	문근담	경남정보대학교	까만청국장	김민수, 박은동, 이송섭
O전문대학-6	메탄올 연료전지(DMFC)를 이용한 수소발전	박찬혁	경남정보대학교	박기파	김종헌, 박기혁, 손승휘, 조형주
O전문대학-7	버섯 균사체를 이용한 가죽 만들기	김유경	동양미래대학교	BIOCHEM-B	박지수, 이영민, 최민정
O전문대학-8	녹조 멈춰!	장서진	동양미래대학교	Bius	박우진, 송채은, 유지영, 최연지, 최정두
O전문대학-9	독도새우를 이용한 유산균 균주 분리 및 이를 이용한 제품 제조	최홍기	동양미래대학교	D.A.N.B.I	김가은, 김서현, 김준영, 김현우, 문수경, 이수빈
O전문대학-10	압축봄베를 이용한 미사일형 소화탄과 발사체	백두산	한영대학교	불좀꺼줄래	김선중, 류창헌, 박대건, 박정희, 장민호
O전문대학-11	진짜 생분해 플라스틱	이유경	동양미래대학교	Real	곽종현, 장준호, 주민혁
O전문대학-12	오렌지껍질에서 추출한 d-limonene을 활용한 세제 제조	정상현	동의과학대학교	오란씨	공민기, 황남기
O전문대학-13	블렌디드 하이드로젤	이가영	영남이공대학교	CCTL4	강채림, 고나리, 박정해
O전문대학-14	발가락 물집 보호제	손채연	영남이공대학교	chemie	김정현, 박재형, 박하미
O전문대학-15	지구를 지키는 발견!	김총명	영남이공대학교	I C You	김성연, 김태완, 김태완, 박선영
O전문대학-16	커피찌꺼기를 활용한 고형연료 제작	이태호	울산과학대학교	COFFEE BURN (커피번)	강길대, 문인화, 양윤모, 양혜인, 윤다윗
O전문대학-17	불가사리뼈를 이용한 어항 ph조절기	김요섭	울산과학대학교	팀 B	김소천, 김창현, 신태현, 유찬진, 이준영, 장혁진, 차규현
O전문대학-18	불가사리, 계란껍질과 식초로 만드는 은하수제설제	안민경	인하공업전문대학교	T.C.B	김한비, 윤소연
O전문대학-19	기능성 클레이 타입 마스크팩 화장품 개발	김시윤	조선이공대학교	Carpe Diem	김기륜, 김동현, 박가영, 백지웅, 엄재원, 조민환
O전문대학-20	알긴산을 이용한 기능성 화장품 개발	김현목	조선이공대학교	JOY-ECO	강태환, 김도연, 김동욱, 이주환, 최강석
O전문대학-21	키토산 함유 항균 클리너 개발	최민준	조선이공대학교	키토-클린	이형준, 하승민, 황희웅
O전문대학-22	형상기억합금 화재확산방지 쓰레기통	류경동	한영대학교	HY-PE-BOYS	김진형, 김창건, 김창호, 박건하, 배 혁, 이동진
O전문대학-23	베르누이법칙을 활용한 Portable Air Case	이채명	한영대학교	꽃을 든 남자	문상민, 박범민, 서지훈, 유규민

2023년도 Chem Frontier Fun & Fun Festival: 탄소중립 ESG 가치확산을 위한
화학공학 대학생 한마당 Fun & Fun Festival
(2023 Chem Frontier Fun & Fun Festival: Uniting Chemical Engineering Students for Carbon Neutrality ESG Value Dissemination)

제15회 대학생 전문대학 창의설계 경진대회

(The 15th Creative Design Competition for Technical College Students)

주 최: 산업통상자원부, 금호석유화학, 롯데케미칼, SK지오센트릭, LG화학
주 관: 한국화학공학회, 한국석유화학협회

대전컨벤션센터 E발표장(206+207+208호), F발표장(209+210+211호)
2023년 10월 25일(수) 12:30~18:00

발표번호	발표제목	팀장	소속	동아리명	팀원
동영상 발표: F발표장(209+210+211호)					
V전문대학-1	저분자화 해파리 콜라겐을 이용한 마스크팩	김예진	경기과학기술대학교	미사일	강혜원, 김다경, 배서현, 이가은, 이주호, 조홍규
V전문대학-2	리튬이온을 이용한 충전	임광표	경남정보대학교	BoT (Battery of things)	신명성, 신준오
V전문대학-3	녹조류를 이용한 바이오디젤	김예원	동양미래대학교	BIOCHEM_A	김준형, 김태영, 이범희, 이승헌
V전문대학-4	Natural Ingredients MAAs Sunscreen (NIMS)	김효종	동양미래대학교	Food_ing(푸딩)	고진유, 김현민, 박찬민, 백서연, 서해준, 안유하, 이경진
V전문대학-5	ECO FLEX	김민채	동양미래대학교	KE	김다움, 김슬기, 백승준, 송문경, 양연진, 이성현, 이승현, 이준서, 하민형
V전문대학-6	친환경 액상 제설제	안수현	동양미래대학교	단비	김동환, 양다연, 이하늘
V전문대학-7	게같은 배터리	남다현	동양미래대학교	뽀로로(Porolo)	김미나, 배근호, 연지은, 이지수, 임재범
V전문대학-8	해양 친화적인 친환경 선크림 만들기	서민빈	동의과학대학교	그린스펙트라 23	권순호, 김건희, 박찬재, 안수진, 임준영
V전문대학-9	환경을 위한 지구인들의 숙제	이재하	동의과학대학교	울산 환경 지킴	이성욱, 이주찬, 이채혁, 진원익, 최하윤
V전문대학-10	천연모기기피 디퓨저	홍슬기	서영대학교	A.C.E (Advanced Chemical Engineer)	양내원, 이준승
V전문대학-11	친환경 제품	이현호	영남이공대학교	화학전사	김용준, 송명익, 송민철, 이지애, 이태형, 최동혁, 한지환
V전문대학-12	폐모발을 활용한 친환경 유흡착재	박상진	인하공업전문대학교	T.C.B	김현수, 김현지, 임소정
V전문대학-13	해파리 추출물을 이용한 생분해성 루어	박석남	인하공업전문대학교	T.C.B	권동엽, 임애은
V전문대학-14	키토산을 이용한 중금속 흡착제	이찬우	인하공업전문대학교	T.C.B	김민건, 서유빈, 유승희
V전문대학-15	푸리에의 열전도법칙을 활용한 수중용 난로	이정원	한영대학교	1+1=3	김건후, 마세원, 천두성, 황금찬
V전문대학-16	단파장의 자외선과 감김장치를 이용한 살균청소장치	김현흔	한영대학교	3정5S	김덕환, 김성준, 박도현, 주찬민
V전문대학-17	일체형 보안면 안전모	이재영	한영대학교	안보제일	이길훈, 정민서
V전문대학-18	soapy water emergency shower (비눗물 비상샤워기)	신희준	한영대학교	안전이우선이조	김세광, 김용주
V전문대학-19	자동 소화용 탈부착식 손잡이	송지원	한영대학교	이진법	김동현, 노현정, 이다경, 이창현, 허윤상
V전문대학-20	고정식 자동분사소화기	김진웅	한영대학교	대동단결(大同團結)	강태영, 김성민

Tutorial 1: 탄소중립을 위한 엔지니어링 설계 및 통합 평가 (경제성평가, 전과정 평가, 최적화 등)

(Engineering Design and Assessment for Carbon Neutrality: TEA, LCA, and Optimization)

공동주관: 교육 인재양성위원회, 공정시스템부문위원회

대전컨벤션센터 G+H발표장(101+102호) 2023년 10월 25일(수), 13:00~18:00

Chair: 박진우, 동국대학교 (Jinwoo Park, Dongguk Univ.)

13:00	화학공학에서의 경제성 평가 방법 *(Techno-economic analysis in chemical engineering)*	박진우, 동국대학교 *(Jinwoo Park, Dongguk Univ.)*
14:00	엑서지 매핑을 통한 공정레벨에서의 탄소 기여도 평가 기법 *(Process-level carbon contribution analysis method by exergy mapping)*	이인규, 부산대학교 *(Inkyu Lee, Pusan Nat'l Univ.)*
15:00	탄소-기술-경제성 평가 방법 및 사례 *(Carbon-techno-economic analysis method and example)*	이인규, 부산대학교 *(Inkyu Lee, Pusan Nat'l Univ.)*
16:00	시뮬레이터를 활용한 LCA 실습 *(Life-cycle assessment with SimaPro)*	안유찬, 계명대학교 *(Yuchan Ahn, Keimyung Univ.)*
17:00	그린 암모니아 합성 공정의 경제성 및 환경성 평가 분석 *(Techno-economic and environmental assessment of green NH_3 synthesis)*	이보름, 전남대학교 *(Boreum Lee, Chonnam Nat'l Univ.)*

등록비(교재 포함)

* 사전등록 마감: 10월 6일(금)

	정/종신회원	학생회원	비회원
사전등록	170,000원	100,000원	200,000원
현장등록	220,000원	120,000원	250,000원

Speaker

이인규, 부산대학교
Inkyu Lee, Pusan Nat'l Univ.
2017 연세대 화공생명공학 박사
2018 Cornell Univ. 화학공학과 박사후연구원
현 재 부산대 응용화학공학부 부교수

안유찬, 계명대학교
Yuchan Ahn, Keimyung Univ.
2015 POSTECH 화학공학 박사
2019 TAMU 화학공학과 박사후연구원
현 재 계명대 화학공학전공 조교수

이보름, 전남대학교
Boreum Lee, Chonnam Nat'l Univ.
2021 UNIST 화학공학 박사
2022 Yale Univ. 화학환경공학과 박사후연구원
현 재 전남대 환경에너지공학과 조교수

Organizer/Chair/Speaker

박진우, 동국대학교
Jinwoo Park, Dongguk Univ.
2020 연세대 화공생명공학 박사
2021 MIT 화학공학과 박사후연구원
현 재 동국대 화공생물공학과 조교수

Tutorial 2: 분자 모사의 기초 원리와 응용

(Fundamentals and Applications of molecular simulations)

공동주관: 교육 인재양성위원회, 분리기술부문위원회, 에너지 환경부문위원회

대전컨벤션센터 I발표장(103호) 2023년 10월 25일(수), 13:00~18:00

Chair: 윤태준, 충남대학교 (Tae Jun Yoon, Chungnam Nat'l Univ.)

13:00	분자 동역학 기초 이론 *(Basic theory of molecular dynamics)*	신혜영, 충남대학교 *(Hyeyoung Shin, Chungnam Nat'l Univ.)*
14:00	고전 분자 모사를 활용한 유체 계의 거시 물성 이해와 예측 *(Understanding and prediction of bulk thermo-physical properties using classical molecular simulations)*	윤태준, 충남대학교 *(Tae Jun Yoon, Chungnam Nat'l Univ.)*
15:00	계산화학을 활용한 전해질 분석 *(Analyzing electrolytes through computational chemistry)*	서범준, 서울과학기술대학교 *(Bumjoon Seo, Seoul Nat'l Univ. of Sci. & Tech.)*
16:00	국소 구조 분석을 이용한 열역학 · 동역학 모델링 *(Dynamics and thermodynamics from local structure analysis)*	하민영, 삼성전자 종합기술원 *(Min Young Ha, SAIT)*
17:00	머신러닝을 통한 인접한 전산모사 스케일의 접합 *(Balancing simulation trade-offs using machine learning)*	유지웅, 고등과학원 *(Ji Woong Yu, KIAS)*

등록비(교재 포함)

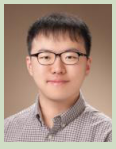
* 사전등록 마감: 10월 6일(금)

	정/종신회원	학생회원	비회원
사전등록	170,000원	100,000원	200,000원
현장등록	220,000원	120,000원	250,000원

Speaker

서범준, 서울과학기술대학교
Bumjoon Seo, Seoul Nat'l Univ. of Sci. & Tech.
2018 서울대 화학생물공학 박사
2022 Purdue Univ. 박사후연구원
현 재 서울과기대 화공생명공학과 조교수

하민영, 삼성전자 종합기술원
Min Young Ha, SAIT
2022 서울대 화학생물공학 박사
현 재 삼성전자 종합기술원(SAIT) 전문연구원



유지웅, 고등과학원
Ji Woong Yu, KIAS
2022 서울대 화학생물공학 박사
2023 서울대 화학공정신기술연구소 연구원
현 재 KIAS AI기초과학센터 연구원

Organizer/Speaker

신혜영, 충남대학교
Hyeyoung Shin, Chungnam Nat'l Univ.
2016 KAIST EEWS대학원 박사
2018 Caltech 화학과 박사후연구원
현 재 충남대 에너지과학기술대학원 조교수

Organizer/Chair/Speaker

윤태준, 충남대학교
Tae Jun Yoon, Chungnam Nat'l Univ.
2018 서울대 화학생물공학 박사
2022 LANL 연구소장 박사후 펠로우
현 재 충남대 응용화학공학과 조교수

Tutorial 3: 유동층 반응기 기술 입문 - 14

(Introduction to Fluidized Bed Reactor – 14)

Theme: 유동층 화학반응기 이론 및 개발과 상용화
(Theory, development and commercialization of fluidized bed reactor)

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

대전컨벤션센터 J발표장(104호) 2023년 10월 25일(수), 13:00~18:00

Chair: 서명원, 서울시립대학교 (Myung Won Seo, Univ. of Seoul)

13:00	개회사 *(Opening remark and commemorative event of division)*	김성원, 한국교통대학교 *(Sung Won Kim, Korea Nat'l Univ. of Transportation)*
13:10	분체 및 유동층 기초 원리, 흐름영역의 이해 *(Fundamentals of particle, fluidized bed, flow regime)*	이동현, 성균관대학교 *(Dong Hyun Lee, Sungkyunkwan Univ.)*
14:00	유동층 촉매의 기초 및 응용 *(Fundamental and application of fluidized bed catalysts)*	김도경, 한국화학연구원 *(Do Kyoung Kim, KRICT)*
15:10	기포 유동층 및 난류, 고속 유동층의 이해 – Entrainment, elutriation, cyclone을 중심으로 *(Understanding of bubbling, turbulent, fast fluidized bed)*	최정후, 건국대학교 *(Jeong Hoo Choi, Konkuk Univ.)*
16:00	촉매반응을 위한 유동층 반응기의 활용 기술 *(Applications of fluidized bed reactors for catalytic reactions)*	배종욱, 성균관대학교 *(Jong Wook Bae, Sungkyunkwan Univ.)*
17:00	유동층 반응기의 상업화 사례 – FCC를 중심으로 *(Case study of commercial fluidized bed reactor)*	김성원, 한국교통대학교 *(Sung Won Kim, Korea Nat'l Univ. of Transportation)*
17:50	폐회사 *(Closing remark)*	

등록비(교재 포함)

* 사전등록 마감: 10월 6일(금)

	정/종신회원	학생회원	비회원
사전등록	170,000원	100,000원	200,000원
현장등록	220,000원	120,000원	250,000원

Speaker

이동현, 성균관대학교
Dong Hyun Lee, Sungkyunkwan Univ.
1994 KAIST 화학공학 박사
1999 UBC Visiting Scholar
현 재 성균관대 화학공학/고분자공학부 교수

김도경, 한국화학연구원
Do Kyoung Kim, KRICT
2006 Saarland Univ. 화학공학 박사
2020 SK이노베이션 기술원 수석연구원
현 재 KRICT LCP융합연구단 책임연구원

최정후, 건국대학교
Jeong Hoo Choi, Konkuk Univ.
1989 KAIST 화학공학 박사
1981 KIER 선임연구원
현 재 건국대 화학공학과 명예 교수

배종욱, 성균관대학교
Jong Wook Bae, Sungkyunkwan Univ.
2003 POSTECH 화학공학 박사
2006 LG화학기술연구원 책임연구원
현 재 성균관대 화학공학/고분자공학부 교수

Organizer/Speaker

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

Chair

서명원, 서울시립대학교
Myung Won Seo, Univ. of Seoul
2011 KAIST 생명화학공학 박사
2022 KIER 책임연구원
현 재 서울시립대 환경공학부 조교수

Tutorial 4

Tutorial 4: COMSOL을 활용한 전기화학 전산모사 기초

(Introduction to Computational Modeling Utilizing COMSOL for Electrochemistry)

공동주관: 교육 인재양성위원회, 이동현상부문위원회
후　　원: 에너지·환경 소재 공정조합설계 연구단, ㈜알트소프트

대전컨벤션센터 K+L발표장(105+106호)　　2023년 10월 25일(수), 13:00~18:00

Chair: 이효민, 제주대학교 (Hyomin Lee, Jeju Nat'l Univ.)

13:00	수치해석 소개 및 Laplace 방정식을 활용한 모델링 예시 *(Introduction to numerical analysis and examples of modeling using Laplace's equation)*	임도진, 부경대학교 *(Do Jin Im, Pukyong Nat'l Univ.)*
14:10	Butler-Volmer 식을 이용한 전기화학 반응의 근사 모델 *(Approximated model for electrochemical reaction using butler-volmer equation)*	이효민, 제주대학교 *(Hyomin Lee, Jeju Nat'l Univ.)*
15:20	산화환원 흐름 전지의 이동현상 모델링 *(Modeling of transport phenomena inside redox flow battery)*	이효민, 제주대학교 *(Hyomin Lee, Jeju Nat'l Univ.)*
16:30	활물질의 크기 분포를 고려한 리튬-이온 전지의 충방전 거동 분석 *(Numerical analysis of the electrochemical performance of a Li-ion battery considering the particle size distribution of the active material)*	정선엽, 단국대학교 *(Seon Yeop Jung, Dankook Univ.)*

등록비(교재 포함)

* 사전등록 마감: 10월 6일(금) / 일반등록 마감: 10월 18일(수)

	정/종신회원	학생회원	비회원
사전등록	220,000원	150,000원	250,000원
일반등록	270,000원	170,000원	300,000원

[안내] 등록자에게 교육목적으로 한시적으로 사용할 수 있는 COMSOL 라이선스 소프트웨어의 다운로드 및 설치 방법을 사전에 공지합니다.
Tutorial 당일의 실습을 위해 미리 COMSOL 소프트웨어가 설치된 개인 PC를 지참해야 합니다.
사전 준비를 위해 일반등록 마감(10월 18일(수)) 이후 온라인 및 현장등록은 불가합니다.

Speaker

임도진, 부경대학교
Do Jin Im, Pukyong Nat'l Univ.
2005 POSTECH 화학공학 박사
2010 삼성코닝정밀유리 책임연구원
현 재 부경대 화학공학과 교수

정선엽, 단국대학교
Seon Yeop Jung, Dankook Univ.
2019 서울대 화학생물공학 박사
2020 The Pennsylvania State Univ. 박사후연구원
현 재 단국대 화학공학과 조교수

Organizer/Chair/Speaker

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

10월 26일(목): 구두 발표

화학공학일반 구두 발표(입자기술)			
C발표장(204호)			**좌장: 박윤상(KETI)**
O입자C목-1	14:30 ~ 14:50	**[Keynote Lecture]** 신경화학물질 센서를 위한 DNA 나노물질 복합체 진화법	(부산대)정상화
O입자C목-2	14:50 ~ 15:10	플래시라이트 기술을 이용한 재료 합성 및 처리	(경북대)임창용
O입자C목-3	15:10 ~ 15:20	Effect of molecular weight of carboxymethyl cellulose on the dispersion of silicon particles in lithium-ion anode slurries **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)김경진, 안경현
O입자C목-4	15:20 ~ 15:30	Structural Transformation and Capacitive Enhancement of Co_3O_4 Electrodes through Ultrafast Intensive Pulsed Light Annealing **(우수 구두 발표상 후보)**	(경북대)안준혁, 임창용, Ninad B. Velhal, 윤태호, 김태욱, 김지수, (동아대)구민수
O입자C목-5	15:30 ~ 15:40	Predictable incorporation of nitrogen into carbon dots: Insights from pinacol rearrangement and iminium ion cyclization **(우수 구두 발표상 후보)**	(숙명여대)조수현, 이다진, 권우성, (연세대)한현호
O입자C목-6	15:40 ~ 15:50	Improving physical properties of PU foam including starfish particles treated with silane coupling agents **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대)윤동주, 김정현
O입자C목-7	15:50 ~ 16:00	효율적인 전하분리를 위한 CdS-CdSe 코어쉘 구조 디자인 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대)허동규, 김정현
O입자C목-8	16:00 ~ 16:10	Electrodeposition을 통한 토도로카이트 타입(OMS-1) 망간산화물 One-step 생성법 **(우수 구두 발표상 후보)**	(창원대)허재영, 정해성
화학공학일반 구두 발표(공업화학)			
C발표장(204호)			**좌장: 진준형(경기대)**
O공업C목-1	16:30 ~ 16:40	A novel bubble size model for multiple flow regimes in molten-metal bubble column reactors	(한경대)Bang Thanh Le, Ngo Ich Son, 임영일, (KITECH)이은도
O공업C목-2	16:40 ~ 16:50	AB, SBH 수소저장체 기반 수소 저장 및 발생 기술 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(경기대)엄호선, 김지우, 정지훈, (국방과학연구소)백경돈, (비츠로밀텍)이승영
O공업C목-3	16:50 ~ 17:00	Roll-to-roll compatible fabrication of carbonaceous counter electrode-based low cost perovskite solar cells **(우수 구두 발표상 후보)**	(경기대)성수환, 이승준, 이건민, 최장훈, 백주열, 진준형, (서강대)이희욱
O공업C목-4	17:00 ~ 17:10	전기화학적으로 수산화 리튬 합성하는 공정을 위한 리튬이온 선택성 MOF-based Sulfonated Polyether ether ketone(sPEEK)복합막 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH)이종찬, 임하나, 김현종, (연세대)고원건
O공업C목-5	17:10 ~ 17:20	가교된 아크릴레이트 고분자 기반의 신축성이 좋고 기공크기와 젖음성 조절이 가능한 다공성 구조	(KRICT)윤혜빈, 손은호, (인하대)강홍석, (한국기술교육대)배진우
O공업C목-6	17:20 ~ 17:30	NIR-II 영역에서 발광하는 캡슐화 된 바이오이미징용 유기염료	(충남대)김다솔, 김민정, 이재원
17:30 ~ 17:50		**공업화학부문위원회 회의**	
화학공학일반 구두 발표(열역학분자모사)			
D발표장(205호)			**좌장: 정소담(동의대), 최원중(창원대)**
O열역D목-1	09:00 ~ 09:15	Synergistic Enhancement of Thermodynamic Stability of sH-Type Gas Hydrates Using Organic Mixtures as Hybrid Promoters	(서울대)설지웅
O열역D목-2	09:15 ~ 09:25	다공성 매체 내 고상 세미클러스레이트를 활용한 흡착 기반의 이산화탄소 분리 및 포집 **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)김성우, 목정훈, 서용원
O열역D목-3	09:25 ~ 09:35	Enhancing gas storage capacity with controlling the cage occupancy of natural gas hydrate **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST)이승인, 서동주, 이윤석, 박영준

O열역D목-4	09:35 ~ 09:45	C_3H_8 하이드레이트에 CO_2 주입 압력에 따른 CO_2 포집 거동 변화	(UNIST)이종혁, 문성주, 서용원, (콜로라도 광업대학)목정훈, (창원국립대)최원중
O열역D목-5	09:45 ~ 09:55	Phase equilibria and formation kinetics of CO_2 hydrates toward ocean carbon sequestration **(우수 구두 발표상 후보)**	(동아대)서준우, 정시윤, 사정훈, (POSTECH)한현수, 전상민
O열역D목-6	09:55 ~ 10:10	계산화학 기반 해수 수전해 OER 촉매 개발	(HD한국조선해양)박성일, 정한솔, 김성은, 윤여범, 김민성, 박상민, (서울대)정현정, 한정우, (POSTECH)송지현, 노경종, 임현애, 이유진
O열역D목-7	10:10 ~ 10:20	대규모 언어 모델을 활용한 통합 데이터 마이닝 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)이원석, 강영훈, 김지한
10:20 ~ 10:30		Coffee break	
O열역D목-8	10:30 ~ 10:40	First-Principles Study on Phase Transition and Metallic Properties of Cu-Fe-S Colloidal Nanocrystals for Optoelectronic Application **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)김형준, 박주현, (아주대)윤상은, 김용진, 권효근, 김운정, 이상연, 서형탁, 김상욱, 김종현, (고려대)곽상규
O열역D목-9	10:40 ~ 10:50	Study of Effect of Control Factor on CO_2 Mineralization toward Forsterite via DFT calculation and MD simulation **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)오승학, 이정현, 김진철, 이지윤, (KIGAM)이승우, 최병영, (고려대)곽상규
O열역D목-10	10:50 ~ 11:00	Machine learning for predicting temperature-dependency of the vapor pressure of organic compounds **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대)류범찬, 강정원
O열역D목-11	11:00 ~ 11:10	Quantified Defect Characterization Based on Nitrogen Adsorption Isotherms of UiO-66 with Machine Learning Approach **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대)첸유, 정용철
O열역D목-12	11:10 ~ 11:20	A study of ionomer morphology by solvent composition of PEMFC catalyst ink using molecular dynamics simulation. **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대)강현우, 박치훈, (KIER)임성대
O열역D목-13	11:20 ~ 11:30	Theoretical study of bandgap evolution during ex-solution process **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)임채성, 한정우
O열역D목-14	11:30 ~ 11:40	In-silico design of single transition-metal incorporated FeTe2 for efficient electrochemical reduction of nitrogen to ammonia **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대)Truong Nam, 신혜영
O열역D목-15	11:40 ~ 11:50	MatGD(재료과학 그래프 추출 프로그램) **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)이재웅, 이원석, 김지한
화학공학일반 구두 발표(화학공정안전)			
D발표장(205호)			**좌장: 이창준(부경대)**
O안전D목-1	14:30 ~ 14:40	연소점 및 밀폐식과 개방식 인화점의 상관관계에 관한 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(세명대)장유리, 하동명
O안전D목-2	14:40 ~ 14:50	DFT and Transformer Based Explainable Artificial Intelligence for Mining of Mutagenicity Structural Alerts in Chemical Compounds **(우수 구두 발표상 후보)**	(명지대)이재욱, 오종연, 임주리, 신동일, (King's College London)Alex D. Kalian, Christer Hogstrand, Miao Guo
O안전D목-3	14:50 ~ 15:00	도심 내 위치한 수소충전소의 위험성평가	(아주대)전보일, 이근원, 정승호
O안전D목-4	15:00 ~ 15:10	화학사고 예방을 위한 ESG 안전 평가항목 제시	(아주대)윤철희, 곽현준, 정승호
O안전D목-5	15:10 ~ 15:30	MSDS 연소특성치의 신뢰도	(세명대)하동명
15:30 ~ 15:40		**유동층부문위원회 회의**	
화학공학일반 구두 발표(유동층)			
D발표장(205호)			**좌장: 문태영(KIER), 이도연(한밭대)**
O유동D목-1	15:40 ~ 16:00	순환유동층에서의 암모니아 혼소의 전산유체 해석	(전북대)이시훈, (경원테크)국진우
O유동D목-2	16:00 ~ 16:20	매체순환연소 연계 이산화탄소 직접 환원 반응을 이용한 이산화탄소 전환 공정의 물질 및 에너지 수지 분석	(KIER)원유섭, 최유진, 류호정, 황병욱, 김하나, 김재영, 김대욱, (건국대)주지봉
O유동D목-3	16:20 ~ 16:30	Hydrodynamic characteristics in the circulating fluidized bed for DME carbonylation to MA	(성균관대)남지영, 성우창, 이동현
O유동D목-4	16:30 ~ 16:40	기포탑 내 수력학적 특성에 대한 벤츄리형 미세기포 발생기 형상의 영향 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한국교통대)장예지, 김수영, 고유진, 원근혜, 김성원

O유동D목-5	16:40 ~ 16:50	CNT 열 흡수체를 갖는 액체 금속 태양열 흡열기의 기체 예열 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한국교통대)고유진, 김수영, 장예지, 원근혜, 김성원
O유동D목-6	16:50 ~ 17:00	머신러닝 기법을 이용한 분류층 가스화 시스템의 합성가스 조성 예측 연구	(서울시립대)안태휘, 박신범, 이상철, 서명원, (KIER)라호원, 윤성민
O유동D목-7	17:00 ~ 17:10	CPFD 시뮬레이션을 이용한 1톤/일 가스화기에서의 SRF 가스화 특성 연구	(서울시립대)이태원, 서명원, (KIER)라호원, 윤성민, (경원테크)국진우
화학공학일반 구두 발표(에너지 환경 I)			
F발표장(209+210+211호)			**좌장: 김정규(성균관대), 이동기(KIST)**
O에환F목-1	09:00 ~ 09:20	액상 플라즈마를 이용한 물 분해에서 가시광 감도와 광촉매 활성이 크게 향상된 NixFe(1-x)TiO_3 복합 페로브스카이트 합성	(순천대)정경환, 정상철
O에환F목-2	09:20 ~ 09:40	폐플라스틱 열분해 오일 연속 생산 및 고품질화 기술 개발 연구	(KIER)전원진, 김영두, 이경환
O에환F목-3	09:40 ~ 10:00	ZrO_2-propelled bi-metallic CuPd catalyst for direct one-pot conversion of cellulose to sustainable aviation fuel components	(성균관대)Deepak Verma, 김재훈
O에환F목-4	10:00 ~ 10:20	세륨옥사이드 촉진제가 Fe계 촉매보다 높은 탄화수소로 CO_2의 수소화에 미치는 역할 조사	(성균관대)Muhammad Kashif khan, 쉐라즈 아머드, 김재훈
O에환F목-5	10:20 ~ 10:40	Self-powered zno-znwo 4 @pdms piezoelectric nanogenerator for real-time safety early warning system	(한국기술교육대)Ragu Sasikumar, 김병기
O에환F목-6	10:40 ~ 11:00	아임계수에서 경질 폴리우레탄 폼의 해중합 거동	(KPX케미칼)김동은, 이태규, (동아대)정은송, 강승오, 이상호
O에환F목-7	11:00 ~ 11:20	Energy-efficient Electrochemical Generation of Active Chlorine and Treatment of Ammonium Wastewater Using Iridium-doped Tin Oxide	(성신여대)임종훈
O에환F목-8	11:20 ~ 11:40	계층적 CuO 나노와이어의 코팅된 NiFe LDH 메시 소자의 에너지 발전 시스템	(한양대)박지영, 이지은, 김유빈, 좌용호, (델라웨어대)곽연수, (KITECH)이승환, 정다운
화학공학일반 구두 발표(공정시스템 I)			
H발표장(102호)			**좌장: 구보람(전남대), 박기호(전남대)**
O공정H목-1	09:00 ~ 09:20	탄소 중립을 위한 수소, 암모니아, 그린메탄올의 혼소발전 개발 및 경제성 평가	(전북대)조성현
O공정H목-2	09:20 ~ 09:40	Process modelling of rotating packed bed (RPB) for CO_2 capture from flue gas using MEA solvent	(한양대)Muhammad Zubair Shahid, 김진국
O공정H목-3	09:40 ~ 10:00	AI-Based Prediction and Exploration of the Biodegradability of Organic Compounds	(인하대)Gbadago Dela Quarme, 황성원
O공정H목-4	10:00 ~ 10:20	CO_2 운반선과 연계한 부유식 CO_2 주입 플랫폼 개발	(HD한국조선해양)임성선, 김민성, 김성은, 윤여범, 정한솔, 이준섭, 박성일, 남재우, 박상민
O공정H목-5	10:20 ~ 10:40	On the CFD modeling of Industrial Burners: Combustion of Hydrocarbon Fuel vs. Green Ammonia based Fuel	(삼성엔지니어링)Krishnadash S. Kshetrimayum, 한민규, 박찬혁, 이영희, 정래준
O공정H목-6	10:40 ~ 10:50	Comparison of internal flow patterns depending on different implementation methods for rotation in RPB using CFD	(전남대)임진경, 구보람
O공정H목-7	10:50 ~ 11:00	Quantifying coating layer shapes with arbitrary geometries	(서울대)송지수, 남재욱
O공정H목-8	11:00 ~ 11:10	Economic and environmental analyses of molten metal-based turquoise hydrogen production process including carbon separation	(한경국립대)김세미, 임영일, (KITECH)이은도, (POSTECH)강윤배, (국립한국교통대)김성원
O공정H목-9	11:10 ~ 11:20	촉매 반응 영역 변화에 따른 메탄 건식 개질 (DRM) 반응기 모델링	(전남대)손수원, 구보람
O공정H목-10	11:20 ~ 11:30	CCU 기반 메탄올 합성 공정과 메틸메타크릴레이트 생산 공정 통합설계의 경제성 및 환경성 평가	(중앙대)서승권, 이철진

O공정H목-11	11:30 ~ 11:40	군집 분석 기법과 광학 신호를 통한 플라즈마 식각 종말점 검출의 신호 민감도 향상	(성균관대)박은총, 김재현, 한상희, 채희엽
O공정H목-12	11:40 ~ 11:50	Deep RL 기반 end-to-end 자율 운전 시스템 지하역사 실증 실험	(경희대)김상윤, 허성구, Tariq Shahzeb, 우태용, 정찬혁, Mohammad Moosazadeh, Roberto Chang, Vahid Ghorbani, Usama Ali, 유창규
화학공학일반 구두 발표(촉매 및 반응공학 I)			
J발표장(104호)			**좌장: 강도형(서울과기대)**
O촉매J목-1	09:30 ~ 09:50	오존 분해 상용화 기술을 위한 열처리에 의해 수분 저항성이 향상된 Pd/CeO_2 모노리스 촉매	(한국재료연구원)정호진, 류승희, 김기영, 최준환
O촉매J목-2	09:50 ~ 10:10	수소 저장 공정 설계를 위한 디벤질톨루엔의 수소화 반응속도 해석	(동국대)박상현, 이상용
O촉매J목-3	10:10 ~ 10:30	불순물 함량이 높은 폴리올레핀계 폐플라스틱의 열화학적 전환을 위한 분산촉매 기반 물 첨가 분해 기술	(KRICT)강기혁, 서필원, 박선영 Phuong Dieu Phan, Duy Van Pham, 윤다님, (서울과기대)노인수
O촉매J목-4	10:30 ~ 10:50	Tailoring Surface-Active Sites in Meso Porous holey grain Carbon Nitride Heterostructures with liquid cell Insitu real TEM images for Maximizing Quantum Efficiency in Hydrogen Evolution	(한양대)김경학, (National Nanofab Center) V Navakoteswara Rao, 양준모, (서울과기대)권형욱
O촉매J목-5	10:50 ~ 11:10	화학적 루핑이 결합한 메탄의 탈수소 방향족화를 위한 산소운반체 개발	(부경대)김선규
화학공학일반 구두 발표(재료 I)			
N발표장(108호)			**좌장: 박수민(한국기술교육대)**
O재료N목-1	09:10 ~ 09:30	I-III-VI Quantum Dots: Optimizing Sunlight Utilization and Beyond	(UbiQD, Inc.)Hunter McDaniel
O재료N목-2	09:30 ~ 09:50	A novel nitrogen-doped MXene quantum dots as effective fluorescent probes for detecting dopamine	(가천대)Rajapriya Govindaraju, 김종성
O재료N목-3	09:50 ~ 10:10	Simultaneous 980 nm and 800 nm orthogonal upconversion and ligand-sensitized downshifting of triply excited and multicolour emitted core-pentad-shell nanocrystals for high-level anti-counterfeiting applications	(전남대)Venkata Nanda Kishor Babu Adusumalli, Akash Gupta, 박용일
O재료N목-4	10:10 ~ 10:30	저유전 폴리이미드 필름을 이용한 FCCL 접합 특성 연구	(한국자동차연구원)장은진, 오미혜, 윤여성, (테라신소재(주))임은식, 최영진
O재료N목-5	10:30 ~ 10:50	Top-down 방식의 적층가공으로 제작된 지르코니아 크라운의 변연 및 내부 간극 비교 및 평가	(쓰리디컨트롤즈)장경준, 이상규, 조광호, 정연성, 용선정, 이채언, 서원호, (경희대)유태경
O재료N목-6	10:50 ~ 11:10	SERS detection of amyloid beta using plasmonic structure with high-density nanopores	(서강대)라주아, 강태욱, (KIST)고형덕
O재료N목-7	11:10 ~ 11:30	비평형 열합성법을 통한 금속나노입자 형성조절 및 전기화학적 응용	(KAIST)송지윤, 하진필, 정희태

10월 27일(금): 구두 발표

화학공학일반 구두 발표(고분자)			
C+D발표장(204+205호)			**좌장: 박정태(건국대)**
O고분C금-1	08:30 ~ 08:45	Water droplet templating method for fabricating polydimethylsiloxane sponge as an oil sorbent **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)이승현, 이건우, 류정기, 이동욱
O고분C금-2	08:45 ~ 09:00	동적 수소 결합을 생성하는 과분지형 폴리글리세롤에 의한 얼음 성장에 대한 야누스 효과 동적 수소 결합을 생성하는 과분지형 폴리글리세롤에 의한 얼음 성장에 대한 야누스 효과 **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대)원태경, 안동준, (KU-KIST융합대학원)이상엽, (연세대)김민성, 김병수

O고분C금-3	09:00 ~ 09:15	Anti-Inflammatory Electrical Stimulation Therapy with Highly Conductive Chronic Wound Healing Iontronic Patch **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대)김보경, 김주성, 김지홍, 김도환, (군산대)신종찬, 이민재, (숭실대)임준우, 정재현
O고분C금-4	09:15 ~ 09:30	Coarse-grained Simulation Study on Experimentally Measured Colloidal Debye Force **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)조유미, 고은민, (경희대)이향미, 김용우, Chetan Revadekar, 최규환, 박범준, (고려대)곽상규
O고분C금-5	09:30 ~ 09:45	고분자 복합수지의 Creep Curve 예측을 위한 멀티 스케일 데이터 분석 및 FNN 모델 설계 **(우수 구두 발표상 후보)**	(명지대)손진경, 이재욱, 신동일
O고분C금-6	09:45 ~ 10:00	수계 환경에서의 polyether 기반 고분자 전해질의 다상 코아세르베이트 **(우수 구두 발표상 후보)**	(홍익대)박상준, 최수형
O고분C금-7	10:00 ~ 10:15	A rapid removal of gas bubbles at the gas evolution reaction electrodes through nanofibrillar superaerophobic hydrogel-embedding (HG) **(회명 대학원 연구상 후보)**	(UNIST)박진우, 전다솜, 강윤석, 류정기, 이동욱
O고분C금-8	10:15 ~ 10:30	고분자 복합 수지의 물성 예측을 위한 인공지능 모델 성능 개선에 관한 연구	(KRICT)한요셉, 김 인, 최우진, 박재성, 조남정, (한양대)김성훈
O고분C금-9	10:30 ~ 10:45	Reactive compatibilization of eco-friendly ethylene vinyl acetate(EVA)/microalgae polymer composite	(서울대)양진훈, 홍정숙, 안경현
O고분C금-10	10:45 ~ 11:00	Wearable Piezo-capacitive Pressure Sensor with High Sensitivity and Wide Sensing Range Enabled by Ionic Liquid Complex based Ionogel Film	(한양대)현지은, 이주형, 김성훈

화학공학일반 학생 구두 발표(에너지 환경 II)

F발표장(209+210+211호) **좌장: 윤정호(경희대), 이도연(한밭대)**

O에환F금-1	08:30 ~ 08:40	소성패각과 해수를 활용한 간접탄산화과정의 부산물 처리를 통한 이산화탄소 저장연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한국해양대)고은빛, 김명진
O에환F금-2	08:40 ~ 08:50	황 함유 고분자/맥신 복합소재 기반 고성능 및 재활용이 가능한 마찰대전 발전기 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대)조웅비, 김성수, 이현후, 한태희, 위정재, (인하대)한나라, 김현기, 이민백
O에환F금-3	08:50 ~ 09:00	Widening the operating window of Pt/ZSM-5 catalysts for efficient NOx removal in H2-SCR: Insights from thermal aging **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)박동찬, 황세인, 김도희
O에환F금-4	09:00 ~ 09:10	Photocatalytic Oxidation of Mn2+(aq) Using Natural Sunlight and Hematite **(우수 구두 발표상 후보)**	(창원대)최준영, 정해성
O에환F금-5	09:10 ~ 09:20	The environmental impact of waste lithium-ion batteries with Shewanella under anaerobic condition **(우수 구두 발표상 후보)**	(창원대)김성령, 정해성
O에환F금-6	09:20 ~ 09:30	Theoretical Understanding of Perovskite Phase via DFT calculation for Efficient Pure-Blue LEDs **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)권성현, 신윤섭, 오승학, 김진영, (고려대)곽상규
09:30 ~ 09:40		Coffee break	
O에환F금-7	09:40 ~ 09:50	Study of Reductive Decomposition Mechanism of Synthetic Fluorosulfate Additive for Elastic Solid Electrolyte Interphase **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)이승민, 김형준, 최남순, 홍성유, (현대자동차)이윤성, 김고은, (연세대)전중현, (고려대)곽상규
O에환F금-8	09:50 ~ 10:00	고효율 CCUS를 위한 DES 기반 복합 sorbent 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(충북대)박민석, 강동우, 권석호, 조재한, 최동윤, 김선호
O에환F금-9	10:00 ~ 10:10	A Benzoquinone-Mediated Hybrid Fuel-Cell in Alkaline Conditions with a Packed-Bed Reactor for Enhanced Performance and Efficiency **(우수 구두 발표상 후보)**	(성균관대)하태연, 김병규, 정태엽, 김용석, 김성수, 찬단 찬드루 구달, 정찬화
O에환F금-10	10:10 ~ 10:20	채널 형태 분리막 반응기에 의한 액상 유기 수소 운반체의 탈수소화 반응 향상 **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대)김창섭, 강정원
O에환F금-11	10:20 ~ 10:30	실험실 규모의 용융 금속 기포 컬럼 반응기를 활용한 PE와 PP의 열분해에 따른 수소 생산 특성에 대한 실험적 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH)이은지, 양 원, 이은도, 이용운, 이영재
O에환F금-12	10:30 ~ 10:40	Enhanced Photoelectrochemical Hydrogen Production of PbS Quantum Dot-Sensitized Photoelectrodes Using Heat Treatment and Regeneration Method **(우수 구두 발표상 후보)**	(단국대)서주원, 김재엽

O에환F금-13	10:40 ~ 10:50	플래시라이트 유도 광열반응을 통해 그래핀화된 나노 다공성 $FeCl_3$ 함침 셀룰로오스 기반 고성능 수분 발전기 **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH)김대웅, 전상민
화학공학일반 학생 구두 발표(에너지 환경 III)			
F발표장(209+210+211호)			**좌장: 심재오(원광대), 장원준(아주대)**
O에환F금-14	13:00 ~ 13:10	Enhancing Hydrothermal Stability of Cu-exchanged BEA zeolite for Effective Hydrocarbon Trapping: Fabrication of BEA zeolite on Cu-exchanged BEA **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대)심재희, 최정규
O에환F금-15	13:10 ~ 13:20	C1~C4 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응에서 금속 산화물 담체에 따른 영향 **(우수 구두 발표상 후보)**	(아주대)공지현, 김민주, 전경원, 장원준
O에환F금-16	13:20 ~ 13:30	방사성 이온제거를 위한 전기적 흡착 탈착 공정 연구	(KAIST)엄호현, 김현중, 이재우
O에환F금-17	13:30 ~ 13:40	Enhancing gas-liquid interfacial area in molten-metal bubble column reactors through electromagnetic field exposure: A volume-of-fluid computational fluid dynamics approach **(우수 구두 발표상 후보)**	(한경대)Thi Hong Hanh Bui, 임영일, Ngo Ich Son, (KITECH)이은도, 이영재
O에환F금-18	13:40 ~ 13:50	희박 전해질에서 리튬-황 전지의 지속 가능한 리튬 보호를 위한 전략 **(우수 구두 발표상 후보)**	(DGIST)최보경, 이홍경
O에환F금-19	13:50 ~ 14:00	The AI circular hydrogen economist: Hydrogen supply chain design via hierarchical deep multi-agent reinforcement learning **(우수 구두 발표상 후보)**	(이화여대)송근서, 나종걸
O에환F금-20	14:00 ~ 14:10	A development of rechargeable Zn-CO_2 battery utilizing gaseous CO_2 **(우수 구두 발표상 후보)**	(성균관대)고은채, 김용석, 정찬화
14:10 ~ 14:20		Coffee break	
O에환F금-21	14:20 ~ 14:30	〈발표취소〉	
O에환F금-22	14:30 ~ 14:40	물속의 황함유 약품 제거를 위한 신규 포스파이트 함유 다공성 유기 중합체 **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대)최유진, 한혁희, 오광현, 시누 라비, 배윤상
O에환F금-23	14:40 ~ 14:50	Stochastic Techno-Economic Assessment of Renewable Demand-Supply Network: A Deep Learning Approach **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대)남설지, 하병민, 황보순호, (전남대)변재원
O에환F금-24	14:50 ~ 15:00	수정 미세 진동자를 이용한 수분 발전기의 전력 생성 메커니즘 규명 **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH)백혜림, 전상민
O에환F금-25	15:00 ~ 15:10	효율적인 수소 저장 시스템을 위한 다공성 흡착제의 수소 유효 용량 계산 **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)김현림, 오현철, 소순형
O에환F금-26	15:10 ~ 15:20	Catalytic co-pyrolysis of keyboard/sawdust for the production of high-grade aromatic hydrocarbons **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)표수민, 최시영, (서울시립대)Avnish Kumar, 박영권
화학공학일반 구두 발표(분리기술 I)			
G발표장(101호)			**좌장: 김민규(영남대)**
O분리G금-1	08:30 ~ 08:50	Flow Synthesis of Metal-Organic Frameworks	(MIT)한수용, Yuriy Román-Leshkov
O분리G금-2	08:50 ~ 09:10	Rigid Zeolitic Imidazole Framework Membrane with Graphene Nanoribbons for Gas Separation **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대)최은지, 김대우
O분리G금-3	09:10 ~ 09:20	Engineering Asymmetric Nanoporous Channels in Covalent Organic Framework Membrane for Boosting Osmotic Energy Harvesting	(KAIST)방기력, 조은선, (한양대)권초아, 김상태
O분리G금-4	09:20 ~ 09:30	Two-dimensional metal-organic framework (MOF) membranes for high-performance molecular sieving **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)김성천, 최시영, (KITECH)박제성
O분리G금-5	09:30 ~ 09:40	Sustainable and viable process for onsite hydrogen production through ammonia **(우수 구두 발표상 후보)**	(충북대)Devkota Sijan, 문종호, Shaukat Ali Mazari, 차진영
O분리G금-6	09:40 ~ 09:50	Process optimization of separation of isopropyl alcohol-water mixtures using polypropylene hollow fiber membranes through active learning **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)박지민, 고동연
09:50 ~ 10:00		Coffee break	

			좌장: 김대우(연세대)
O분리G금-7	10:00 ~ 10:20	Entirely Bioderived and Biodegradable Membrane for Green Engineering Processes	(인천대)김 정, Hai Yen Nguyen Thi, (고려대)박성준, 이정현
O분리G금-8	10:20 ~ 10:40	Polyimide hollow fiber membranes derived from in situ thermal imidization and cross-linking for CO_2/CH_4 separation	(서강대)유현정, 이종석
O분리G금-9	10:40 ~ 10:50	Synthesis of {100}-oriented polycrystalline ZIF-8 membranes by solventless secondary growth **(우수 구두 발표상 후보)**	(부경대)정정윤, 권혁택
O분리G금-10	10:50 ~ 11:00	C3 기체 분리 MMM 제작을 위한 미세다공성 고분자 내에 ZIF-8의 증기 리간드 침투 변환 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)김규남, 고동연
O분리G금-11	11:00 ~ 11:10	Dye mixture fractionation with Carbon nanotube/ graphene nanoribbon organic solvent nanofiltration membrane **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대)김주연, 김대우
O분리G금-12	11:10 ~ 11:20	우수한 기계적 강도 및 기체 분리 성능을 가진 블록형 공중합체/이온성 액체 분리막의 제조 **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대)김영준, 김종학
화학공학일반 구두 발표(분리기술 II)			
G발표장(101호)			**좌장: 김경민(강릉원주대)**
O분리G금-13	13:00 ~ 13:20	아미노산 결정화 공정의 템플릿 기반 구획 모델링	(CJ 제일제당)김준우, (시마크로)김왕수, 윤정호
O분리G금-14	13:20 ~ 13:40	Shrinking-core model에 의한 흡착 현상의 모델링 및 다공질 입자의 흡착 공정 해석	(한국공학대)조영상
O분리G금-15	13:40 ~ 13:50	이산화탄소, 휘발성 유기화합물 흡착 성능 증가를 위한 K-HKUST-1 유기금속골격체 친환경 합성 방법 **(우수 구두 발표상 후보)**	(창원대)Sachin Kuchekar, 한상일
O분리G금-16	13:50 ~ 14:00	Single-step ethylene purification from ternary C_2 hydrocarbon mixtures in a scalable metal-organic framework **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대)김동현, 배윤상
O분리G금-17	14:00 ~ 14:10	Cycle Optimization of Pressure/Vacuum Swing Adsorption for CO/CO_2 Separation	(부산대)윤성현, 자오구오빈, 정용철, (고려대)이기봉
O분리G금-18	14:10 ~ 14:20	CO_2 포집의 혁신: 탁월한 흡수 성능을 위한 강화된 수소 결합을 통해 형성된 깊은 공융 용매	(충북대)조재한, 강동우
14:20 ~ 14:30		Coffee break	
			좌장: 고동연(KAIST)
O분리G금-19	14:30 ~ 14:50	Experimental measurements and theoretical analysis of thermodynamic properties in Methyl 2-hydroxyisobutyrate mixtures with water and alkanol (C_1-C_2)	(KIChE)Sweety Verma, (인하대)이용진
O분리G금-20	14:50 ~ 15:00	제올라이트 5A와 13X에서의 메탄 내 초저농도 황화합물(H_2S, THT)의 제거 및 CO_2 불순물의 영향 **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대)조영호, 이창하, (강릉원주대)김경민, (Persian Gulf University)Masoud Mofarahi
O분리G금-21	15:00 ~ 15:10	해수담수화 브라인과 중공사막접촉기를 활용한 이산화탄소 광물화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)이예찬, 배태현
O분리G금-22	15:10 ~ 15:20	최적의 추출제 선택 및 압력 제어 전략을 통한 추출 증류의 분리 효율 향상 **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대)백선화, 강정원, (서강대)서원욱
O분리G금-23	15:20 ~ 15:30	Efficient CO Adsorption Properties of Cu1+-doped-boron-carbon-nitrogen-based Composites for Trace CO Capture **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대)Win May Zaw, 박지혜, Wathone Oo, 이광복
O분리G금-24	15:30 ~ 15:40	혼합 아민을 통한 CO_2 흡수 효율 향상: 시너지 효과 및 공정 최적화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(강릉원주대)한성철, 성하일, 노혜원, 최유정, 김경민, (충북대)샤우카트 알리 마자리, 문종호
O분리G금-25	15:40 ~ 15:50	Heteroatom-Doped Graphene-Based Functional Separator for Dendrite-Free Lithium Metal Anodes	(KAIST)손범권, 조용준, 조은선
O분리G금-26	15:50 ~ 16:00	A Framework for the Design of a Melt-Crystallization Process Incorporating Thermodynamic and Kinetic Data **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대)김태현, 정시연, 강정원

화학공학일반 학생 구두 발표(공정시스템 II)			
H발표장(102호)			좌장: 조성현(전북대), 홍무선(서울대)
O공정H금-1	09:00 ~ 09:10	그레이에서 블루 암모니아로의 경제적 전환: 탄소세에 따른 기술-경제성 평가 **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대)오시은, 문하늘, 이인규
O공정H금-2	09:10 ~ 09:20	Exergy mapping method for estimating indirect carbon emissions: Carbon reduction process design applications **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대)서주영, 노원준, 이인규
O공정H금-3	09:20 ~ 09:30	디메틸 카보네이트 반응증류 생산공정에서의 하이브리드 열 통합방법 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)이민용, 서채영, 이정우, 이재우, (LG화학)이희천
O공정H금-4	09:30 ~ 09:40	전기자동차 고용량 배터리 팩의 효율적인 열 관리를 위한 Zone Model Predictive Control 활용 **(우수 구두 발표상 후보)**	(광운대)신상훈, 홍창범, 조현우, 김연수, (현대자동차)홍대기, 오세규
O공정H금-5	09:40 ~ 09:50	Geometry Recognition by Image Segmentation Using K-means Clustering for Feasibility Study of Reactive Distillation Systems **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)신용범, 이민용, 이정우, 김동근, 이재우
O공정H금-6	09:50 ~ 10:00	Dynamic Mode Decomposition 과 Autoencoder 기법으로 구성된 데이터 기반 유체 흐름 파라미터 예측 모델 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)주성현, 이종민
O공정H금-7	10:00 ~ 10:10	Life Cycle Assessment of Large-scale Biomass-derived Ester-based Lubricant Production via Integrated Biological and Chemical Conversion **(우수 구두 발표상 후보)**	(경상국립대)고재락, 이현정, 정수민, 황보순호, (POSTECH)한지훈, 이윤재
O공정H금-8	10:10 ~ 10:20	건식 CO_2 포집과 천연가스 복합 사이클 (NGCC) 발전소 통합: 기술-경제성 평가 및 전 과정 평가 **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대)안병찬, 원왕연, (KIER)이동호, 이성훈, 전동혁, 주영환, 박영철
O공정H금-9	10:20 ~ 10:30	반응증류를 활용한 디에틸카보네이트의 직접 제조 방법 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)김동근, 이재우
O공정H금-10	10:30 ~ 10:40	Eulerian CFD heat transfer analysis of non-catalytic thermal degradation of CH_4 for hydrogen production in a vertical tube **(우수 구두 발표상 후보)**	(한경대)Mazhar Ali, Ngo Ich Son, 임영일, (KITECH)이영재
O공정H금-11	10:40 ~ 10:50	Design of lithium production process using waste heat from natural gas combined cycle and desalination wastewater **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH)이혜정, 임종훈, (연세대)문 일, 김정환
O공정H금-12	10:50 ~ 11:00	Techno-economic analysis of CO_2 liquefaction and storage according to CO_2 recovery of distillation column **(우수 구두 발표상 후보)**	(한경국립대)정평곤, 김세미, 임영일, ((주)에이원)문흥만, 김효준
O공정H금-13	11:00 ~ 11:10	Stacked Deep Neural Network와 Layer-wise Relevance Propagation을 이용한 배터리 성능 예측 및 해석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)윤지영, 김해창, 이종민, (LG 에너지솔루션)이보라, 정은주
화학공학일반 학생 구두 발표(공정시스템 III)			
H발표장(102호)			좌장: 노고산(충남대), 변재원(전남대)
O공정H금-14	13:00 ~ 13:10	Designing a simultaneous NO_x, CH_4, and CO_2 capture system on LNG-powered ships **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH)박지예, 김유림, 이재원, 조형태, (연세대)문일
O공정H금-15	13:10 ~ 13:20	전기화학적 에틸렌 옥사이드 생산 공정에 대한 경제성, 환경성 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)김승우, 이원보, (이화여대)김주연, 나종걸, (국민대)이찬우, (고려대)진경석
O공정H금-16	13:20 ~ 13:30	Exploring Sustainable Production of Ethylene Oxide through Electrochemical Conversion: Techno-Economic Analysis and Life Cycle Assessment **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIST)윤지은, 이 웅
O공정H금-17	13:30 ~ 13:40	Stochastic Model Predictive Control for Electric Vehicle Energy Management: Performance Assessment and Comparative Study **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)박현민, 윤형로, 이종민, (현대자동차)정해성, 오세규
O공정H금-18	13:40 ~ 13:50	Process Simulation for Wet Scrubber of Detritiation System: A Case Study of ITER **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH)이윤재, 한지훈, (경상국립대)황보순호, (KFE)이재욱, 장민호

O공정H금-19	13:50 ~ 14:00	Integrated kinetics-CFD-optimization for catalytic hydrogenation of CO_2 to formic acid **(우수 구두 발표상 후보)**	(중앙대)Atsbha Tesfalem, Taexang Yoon, Ali Cherif, Arash Esmaeili, Mohamed Atwair, 윤성호, 이철진, (KIST)박광호, 김창수, 이 웅
O공정H금-20	14:00 ~ 14:10	전력화 환경에서의 천연가스 개질 기반 수소 생산 공정의 에너지 및 경제성 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대)이주화, 박하린, 김진국
O공정H금-21	14:10 ~ 14:20	대형차량 수소충전 프로토콜 개발 위한 캐스케이드 수소 충전 시스템 고급 모델링 **(우수 구두 발표상 후보)**	(명지대)오종연, 신동일
O공정H금-22	14:20 ~ 14:30	윤활유 개발 촉진: 재료 물성에 대한 인공지능 기반 예측 및 Inverse Design 프레임워크 **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대)김민성, 주종효, 문일, 김정환, (GS 칼텍스)임종구, 염승호
O공정H금-23	14:30 ~ 14:40	GPT prompt 학습 기반 Green Sustainable Process로의 공정 개선 생성 AI 시스템 **(우수 구두 발표상 후보)**	(명지대)이동현, 이재욱, 지영욱, 신동일
O공정H금-24	14:40 ~ 14:50	Fundamental modeling and economic optimization of a naphtha cracking furnace considering carbon tax from CO_2 emissions **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대)이수연, 손상환
O공정H금-25	14:50 ~ 15:00	신뢰가능한 인공지능 기반 수소 생산 공정 설계를 위한 파라미터 불확실성 정량화 및 투자 위험 관리 전략 **(우수 구두 발표상 후보)**	(성균관대)오종환, 김지용
O공정H금-26	15:00 ~ 15:10	다중 CO_2 배출원 처리를 위한 통합형 습식 포집 공정 최적화 설계 **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대)박준원, 김진국
O공정H금-27	15:10 ~ 15:20	Self-Attention-based Lithium-Ion Battery Lifespan Prediction to Reduce Necessary Input Cycles **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)이재욱, 허성민, (University of Southern California)이재형
O공정H금-28	15:20 ~ 15:30	석탄화력발전소의 배기가스 내 Hg0와 NOx의 동시제거를 위한 고체상 NH4Cl 주입기술과 이를 이용한 Honeycomb의 성능 평가	(고려대)박중호, 홍용석, (대구대)김문현

화학공학일반 구두 발표(생물화공 I)

K발표장(105호) **좌장: 민경선(KIER)**

O생물K금-1	08:30 ~ 08:50	Real-time monitoring of small molecules in biological gas conversion reactors with agitation and bubbling based on surface-enhanced Raman spectroscopy	(서강대)황금래, 민준원, 신용희, 김영재, 이정윤, 김동철, 강태욱
O생물K금-2	08:50 ~ 09:10	Synthesis of Plasmonic Nanoparticles in Periplasmic Space between Inner and Outer Membranes of Microbes	(서강대)신용희, 임영욱, 김동철, 강태욱, (가톨릭대)이아람, 조미라
O생물K금-3	09:10 ~ 09:30	효소 나노반응기를 이용한 조효소(NAD)의 재생	(부산대)조성민
09:30 ~ 09:40		Coffee break	
O생물K금-4	09:40 ~ 09:55	슈도모나스 푸티다에서의 계산적 단백질공학 및 대사공학을 통한 글리세롤로부터의 향상된 중간사슬길이 폴리하이드록시알칸산의 생산 **(회명 대학원 연구상 후보)**	(KAIST)허동훈, 이준영, 정기준
O생물K금-5	09:55 ~ 10:10	종양 특이적 국소요법을 위한 다기능성 스프레이 나노치료제 **(우수 구두 발표상 후보)**	(경북대)전유리, 조윤기
O생물K금-6	10:10 ~ 10:25	Bioengineered Endometrial Organoids Generated in Microfluidic Droplets for Regeneration of Endometrial Injuries	(경북대)백명재, 조윤기
O생물K금-7	10:25 ~ 10:40	Adhesive protein-based conductive interface for bioelectronics **(회명 대학원 연구상 후보)**	(POSTECH)우현택, 차형준
O생물K금-8	10:40 ~ 10:55	췌장암 표적 치료를 위한 생체접착성 나노입자 전달 시스템 **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH)이혁준, 차형준
O생물K금-9	10:55 ~ 11:10	광범위한 각도 스캐닝 및 이미지 재구성을 통해 SPR 이미지 광 신호변환에서 민감하게 정량 및 해상도를 향상시키는 전략 **(우수 구두 발표상 후보)**	(차의과학대)이윤성, 홍수린

화학공학일반 구두 발표(생물화공 II)

K발표장(105호) **좌장: 민경선(KIER)**

O생물K금-10	13:00 ~ 13:20	재생 가능한 자원으로부터 아디프산 생산을 위한 Yarrowia lipolytica 기반 플랫폼 균주 개발	(KRICT)백승호

O생물K금-11	13:20 ~ 13:40	광학순수형 (R)-γ-발레로락톤 생산 및 슈퍼 커패시터 적용 가능 탄소질 전극 생산을 위한 조류 바이오매스 기반 제로 폐기물 바이오리파이너리	(KIER)차재현, 민경선
O생물K금-12	13:40 ~ 13:55	Decolorization of textile dye by small laccase (SLAC) using Bacillus subtilis spore system for the enhanced thermal stability and repeated reaction **(우수 구두 발표상 후보)**	(동아대)정유라, 김준형
O생물K금-13	13:55 ~ 14:10	저순도 hydrogen을 이용하는 cofactor swing arm 기반의 all-in-one microreactor system 설계 **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST)박현선, 권인찬, (KIER)차재현
O생물K금-14	14:10 ~ 14:25	항노화 약물 스크리닝을 위한 세포 공배양 미세유체 플랫폼 **(우수 구두 발표상 후보)**	(충남대)손희성, 이창수
O생물K금-15	14:35 ~ 14:50	Cathode modification for enhancing acetate productivity of microbial electrosynthesis **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대)김은서, 김민수, 리수웨이, 김중래
O생물K금-16	14:50 ~ 15:05	Formate-induced enhancement of 1,3-propanediol production through NADH regeneration in Klebsiella oxytoca **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대)박은주, 김민수, 유지인, 김중래
O생물K금-17	15:05 ~ 15:20	Carbon negative bioelectricity production by light-driven photosynthetic microbial fuel cell (PMFC) **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대)박원경, 김민수, 김중래
O생물K금-18	15:20 ~ 15:35	암치료를 위한 다공성 나노입자 기반 CRISPR/Cas9 유전자 전달 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(성균관대)신현수, 김재윤
O생물K금-19	15:35 ~ 15:50	약물 부작용 신호 예측을 위한 의료 데이터 기반 머신러닝 체계 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)전준혁, 홍유진, 김현욱
화학공학일반 구두 발표(이동현상 I)			
M발표장(107호)			**좌장: 김재정(홍익대), 이상헌(이화여대)**
O이동M금-1	08:30 ~ 08:50	멀티스케일 전산모사를 활용한 선형-고리형 고분자 블렌드 특성 연구	(동의대)정소담
O이동M금-2	08:50 ~ 09:05	용매 침전에 의한 블록 공중합체 표면 마이셀의 형태 변화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)배석영, 김동협, 김소연
O이동M금-3	09:05 ~ 09:20	Effect of polymer concentration on the particle deposition in an expansion-contraction channel: a microfluidic study **(우수 구두 발표상 후보)**	(단국대)황민선, 정선엽, (서울대)김대연, 안경현
O이동M금-4	09:20 ~ 09:35	점탄성 입자 집속법 및 평면 신장 유동장 기반 미세유체 장치를 활용한 비구형 흑연의 크기 및 모양 정량화 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(아주대)박지인, 홍사빈, 진대권, 이원준, 김주민, (Georgia Tech)이승우
O이동M금-5	09:35 ~ 09:50	Conformational behavior of guanidinium-containing polyelectrolyte in aqueous solution **(우수 구두 발표상 후보)**	(홍익대)오승환, 최수형
O이동M금-6	09:50 ~ 10:10	Solutal-capillary 흐름에 대한 수치모사	(제주대)김민찬
O이동M금-7	10:10 ~ 10:25	바나듐 레독스 흐름전지용 실란 기반 이온 선택성 분리막 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)이윤기, 최시영, (KRICT)김종민
O이동M금-8	10:25 ~ 10:40	재구성 가능한 미세유체 채널의 접합을 통한 정렬된 3차원 신경 네트워크 내 공간적 조절이 가능한 신경제어 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIST)강현욱, 최낙원, 김홍남, (맵스젠)정소현, (고려대)정 석, (동국대)방석영, (SK 바이오팜)김소현
O이동M금-9	10:40 ~ 10:55	전단 유동하 계면 상의 짧은 가지가 달린 매우 긴 선형 및 고리형 고분자에 대한 구조적 및 유변학적 성질 분석	(UNIST)하태용, 백충기
O이동M금-10	10:55 ~ 11:10	Development of portable electromagnetic dispensing and suction system configurable for digital microfluidics	(부경대)이선준, 배서준, 임도진
화학공학일반 구두 발표(이동현상 II)			
M발표장(107호)			**좌장: 박정원(서울대), 이영기(한경국립대)**
O이동M금-11	13:00 ~ 13:20	유변공정 연구장비의 산업적 응용 - 소재개발, 공정개발, 문제 해결 분야	(한남대)김명호
O이동M금-12	13:20 ~ 13:35	리튬이온 배터리 슬러리 여과 공정 중 응집체 투과에 관한 평가	(인하대)이성경, 백영빈
O이동M금-13	13:35 ~ 13:50	Adsorption behavior and dispersion stability of PFSA ionomers in catalyst ink for PEMFC applications	(서울대)박상률, 안경현

O이동M금-14	13:50 ~ 14:05	고분자 첨가를 통한 Segré – Silberberg 효과 억제 **(우수 구두 발표상 후보)**	(아주대)진대권, 김주민
O이동M금-15	14:05 ~ 14:20	2차원 유동해석 시뮬레이션을 통한 간헐 코팅에서의 불균일 엣지 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대)지상훈, 정현욱
14:20 ~ 14:40		Coffee break	
O이동M금-16	14:40 ~ 15:00	메조스케일 시뮬레이션 기법을 이용한 브라운-비브라운 입자 혼합물의 유변물성 연구	(한경국립대)이영기
O이동M금-17	15:00 ~ 15:15	전단 유동 하에서 선형 유사체와 비교한 얽힌 짧은 가지가 달린 고분자의 다양한 특성 **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)최동훈, 백충기
O이동M금-18	15:15 ~ 15:30	리튬 이온 배터리 음극 슬러리의 시간 의존성 유변학적 거동	(서울대)박나연, 이명재, 정현준, 남재욱
O이동M금-19	15:30 ~ 15:45	Rheological characteristics study of the Tadpole-shaped polymer under shear flow using Brownian dynamics simulations. **(우수 구두 발표상 후보)**	(경기대)조채현, 김준모
O이동M금-20	15:45 ~ 16:00	Double-parameter structure-kinetics 모델을 사용한 다양한 유동 공정 단위에서의 음극 슬러리의 유동 시뮬레이션 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)한종현, 안경현, (숙명여대)박준동

화학공학일반 학생 구두 발표(재료 II)

N발표장(108호) **좌장: 조창신(POSTECH)**

O재료N금-1	08:30 ~ 08:45	Solid-state ordered porous materials (SSOPMs) for the electrochemical sensing of dopamine	(가천대)Jose Paul, 김종성
O재료N금-2	08:45 ~ 09:00	바이오 연료 전지와 슈퍼 커패시터를 결합한 하이브리드 에너지 디바이스	(서울과기대)이준영, 권용재
O재료N금-3	09:00 ~ 09:15	Selectively edge oxidized graphene to achieve highly dispersible graphene flakes with pristine graphene properties	(경상국립대)이용현, 최창호
O재료N금-4	09:15 ~ 09:30	High yieldproduction of two-dimensional MXene via Hydrothermal-Assisted Etching and WaterIntercalation	(경상국립대)심수인, 최창호
O재료N금-5	09:30 ~ 09:45	Design of informative metahologram with liquid crystals **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH)김원식, 김혜인, 최진강, 최예나, 신지수, 노준석, 김영기
O재료N금-6	09:45 ~ 10:00	수분 노출에 의한 반도체 양자 나노 결정의 비정질 중간체 매개 분해 **(우수 구두 발표상 후보)**	(DGIST)마현종, 양지웅
O재료N금-7	10:00 ~ 10:15	고엔트로피 이중층수산화물을 전구체로 이용한 다성분 금속 산화물 구조체의 액상합성법 **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)김미리, 조승호
O재료N금-8	10:15 ~ 10:30	고성능 페로브스카이트 태양전지를 위한 혼합 차원 페로브스카이트상 형성 **(우수 구두 발표상 후보)**	(전북대)차정법, 김 민
O재료N금-9	10:30 ~ 10:45	Ir-anchored CoFe layered double hydroxides for highly efficient and stable oxygen evolution reaction at neutral pH **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)유제민, 장지욱
O재료N금-10	10:45 ~ 11:00	Photo-patternable Elastic Polymer Network Electrolyte for Highly Integrated Skin Electronics **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대)하지연, 권혁민, 김도환, (UNIST)조완호, 김봉수, (서울대)김승태, 정제연, 이원보, (서강대)김승한, 강문성
O재료N금-11	11:00 ~ 11:15	Size-Controllable Green Synthesis of Uniform Gold Nanoparticles **(우수 구두 발표상 후보)**	(서강대)이정윤, 신용희, 강태욱

화학공학일반 학생 구두 발표(재료 III)

N발표장(108호) **좌장: 남인호(중앙대)**

O재료N금-12	13:00 ~ 13:15	구조 개조를 통해 신장성 및 인성이 강화된 하이드로겔의 다양한 응용 **(회명 대학원 연구상 후보)**	(성균관대)박누리, 김재윤
O재료N금-13	13:15 ~ 13:30	Improving the Stability of Iodine Redox Flow Batteries through Host-Guest Interaction **(회명 대학원 연구상 후보)**	(서울과기대)신민규, 노찬호, 권용재
O재료N금-14	13:30 ~ 13:45	알칼리 열화학 반응을 통한 폐플라스틱으로부터 청정 수소 에너지 생산 **(우수 구두 발표상 후보)**	(이화여대)서혜린, 김우재
O재료N금-15	13:45 ~ 14:00	Quick and Uniform Formation of Gold Nanoparticle Array at Oil -Water Interface for Optical Sensing Applications **(우수 구두 발표상 후보)**	(서강대)김영재, 신용희, 이정윤, 강태욱

O재료N금-16	14:00 ~ 14:15	Strain-Induced Deactivation of Trap States in Giant ZnSe Alloyed Shell Enabling Near-Unity Photoluminescence Quantum Yield **(우수 구두 발표상 후보)**	(성균관대)김병재, 임재훈, 김형준, 최영호, 정운호, 박지상, (KAIST)이현준, (KETI)박경원
O재료N금-17	14:15 ~ 14:30	코발트 화학기계적연마(CMP) 공정의 연마 효율 향상을 위한 과황산암모늄(Ammonium Persulfate, APS)과 벤조트리아졸(Benzotriazole, BTA)이 첨가된 염기성 실리카 슬러리 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(중앙대)최진현, 표성규
O재료N금-18	14:30 ~ 14:45	정량적 면역분석법 신호 생성을 위한 금 나노클러스터의 씨앗-매개 성장에 따른 소광 변화 **(우수 구두 발표상 후보)**	(명지대)김봉근, 최유림, 김예린, 윤상빈, 나현빈
O재료N금-19	14:45 ~ 15:00	Effects of stress conditions on the degradation of iridium based catalysts occurring during high-frequency operation of polymer electrolyte membrane water electrolysis **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울과기대)김성준, 현규환, 권용재
O재료N금-20	15:00 ~ 15:15	막대 모양의 중공형 메조다공성 실리카 입자의 합성 및 이의 응용: 소수성 매질 전달체 및 요크-쉘 구조 촉매 **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대)박정민, 김재혁
O재료N금-21	15:15 ~ 15:30	금속 조성이 제어된 혼합 금속 MOF 상온 직접 합성법 **(우수 구두 발표상 후보)**	(아주대)이기욱, 황종국
O재료N금-22	15:30 ~ 15:45	코발트 - 질소 도핑 탄소 코어쉘 구조의 금속 상구조 전이로 인한 전기적 이중층 전위 전환을 이용한 산소 환원 반응 향상 **(우수 구두 발표상 후보)**	(부산대)김성희, 리오이룬

화학공학일반 학생 구두 발표(촉매 및 반응공학 II)

O발표장(301호) **좌장: 김영진(KRICT)**

O촉매O금-1	08:30 ~ 08:40	서로 다른 구조의 스태노실리케이트 제올라이트 촉매에 대한 글루코즈 촉매 전환 반응 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(인천대)조윤혜, 권성준, 박민범
O촉매O금-2	08:40 ~ 08:50	Biochar obtained from spent coffee grounds through solvent extraction process for Pd catalyst **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH/부산대)송혜진, (KITECH/고려대)김예은, (부산대)제정호, (KITECH)이만식
O촉매O금-3	08:50 ~ 09:00	The promotional effect of lanthanum hydroxide addition on the dendritic silica supported Pd catalysts for furfural hydrogenation **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH/고려대)김예은, (고려대)이관영
O촉매O금-4	09:00 ~ 09:10	A sustainable carbon-consuming CH_3COOH production cycle based on sequential activation of CO_2 and CH_4 using metal oxides **(회명 대학원 연구상 후보)**	(전남대)권승돈, 양효근, 유영재, 최유열, 김계홍, 고경철, 나경수
O촉매O금-5	09:10 ~ 09:20	Ru-MACHO 촉매를 활용한 CO_2 수소화 반응에서 아민의 중요성에 대한 이론적 분석 **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대)최진우, Ramaraj Varunaa, 유종석
O촉매O금-6	09:20 ~ 09:30	Selective hydrocarbon production through non-oxidative direct conversion of methane with Fe species supported on SiC	(KRICT)심은해, 김용태
O촉매O금-7	09:30 ~ 09:40	Water-free synthesis of alumina-supported cobalt catalyst for enhanced oxidation performance **(우수 구두 발표상 후보)**	(GIST)신현우, 변상우, 민혜현, 지예진, 강성봉
O촉매O금-8	09:40 ~ 09:50	Structural modulation of Pt/Al_2O_3 catalyst with phosphorus for enhanced catalytic performance in propane dehydrogenation **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH)오정목, 전남기, 윤용주, (JASRI)서옥균, (BNL)Akhil Tayal
09:50 ~ 10:10		Coffee break	
O촉매O금-9	10:10 ~ 10:20	Highly Stable Immobilized Iridium Complexes with Improved Catalytic Activity for the Oxygen Evolution Reaction in Acidic Media via the Thermochemically Assisted Dangling Oxygen Participation Mechanism **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울시립대)최명진, Ashwin Kishore M.R., 유종석, (아주대)채상윤, (KIST)주오심
O촉매O금-10	10:20 ~ 10:30	CoFe@Cu foam catalysts for Electrochemical Nitrate reduction to Ammonia **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH)김예린, 조강우, 전성일, (삼성엔지니어링)배성호
O촉매O금-11	10:30 ~ 10:40	TiO_2 나노튜브의 전기화학적 자가도핑: pH와 결정도가 밴드구조와 광전기화학적 활성에 미치는 영향 **(우수 구두 발표상 후보)**	(POSTECH)김현정, 조강우

O촉매O금-12	10:40 ~ 10:50	Phase control of 1T/2H-MoS_2 for SCR catalytic activity enhancement in VMo/Ti catalyst **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH)김수진, 이명진, 최예진, 정재일, 정보라, 예보라, 김홍대
O촉매O금-13	10:50 ~ 11:00	백금 기반 루타일 촉매가 아나타제 촉매보다 CO 산화 활성도가 더 높은 원인에 대하여 **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)김하늘, 곽자훈, (RIST)김준우
O촉매O금-14	11:00 ~ 11:10	Selective catalytic reduction of NO with CO under atmospheric sulfur over NiFe/WS_2-CeO_2 catalyst **(우수 구두 발표상 후보)**	(KITECH)김운기, 정재일, 이명진, 정보라, 예보라, 김홍대, (부산대)이희수
O촉매O금-15	11:10 ~ 11:20	Hydrodeoxygenation of guaiacol induced by spilt-over hydrogen over Ru loaded rutile and anatase TiO_2 catalysts **(우수 구두 발표상 후보)**	(서울대)김형주, 박재현, 김도희, (KIST)하정명
화학공학일반 학생 구두 발표(촉매 및 반응공학 III)			
O발표장(301호)			**좌장: 유종석(서울시립대)**
O촉매O금-16	13:00 ~ 13:10	Highly dispersed Pt – MnOx nanoclusters for the boosted activity of mesoporous Pt – MnO_x – Al_2O_3 catalyst in dehydrogenation of perhydro-benzyltoluene **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대)조영인, 서영웅
O촉매O금-17	13:10 ~ 13:20	단일 반응기를 이용한 고활성의 양방향 수소화/탈수소화 반응용 LOHC 촉매개발: 고분산 Pd 담지촉매를 위한 계층구조의 타이타네이트 나노층상구조 **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)박병관, 안광진
O촉매O금-18	13:20 ~ 13:30	Mo 도입으로 인한 유기액상수소운반체(LOHC) 탈수소화 촉매의 활성향상 효과 **(우수 구두 발표상 후보)**	(고려대)이석호, 박태인, 이관영, (Northwestern Univ)한근호, (포스코홀딩스 AI 연구소)이홍우
O촉매O금-19	13:30 ~ 13:40	메탄의 수증기-이산화탄소 복합개질을 위한 고도로 정렬된 Marco-Meso 다공성 알루미나 니켈 촉매 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KIER/고려대)박형진, (KIER)장종탁, 민관홍, 백일현, 남성찬, (고려대)이기봉
O촉매O금-20	13:40 ~ 13:50	Fundamental Understanding of High Performance Dry Reforming Ni and Mg Based Catalyst **(우수 구두 발표상 후보)**	(영남대)서보석, 이성준, 부진호, 배다솔, 김민규, 박노국
O촉매O금-21	13:50 ~ 14:00	Cu/ZnO/Al_2O_3 난각형 촉매 제조 최적화 및 메탄올 습식 개질 반응을 통한 수소생산	(전남대)윤병선, 유연정, 박관중, 최성빈, 고창현
O촉매O금-22	14:00 ~ 14:10	수소 생산을 위한 Ru/$SiCeO_x$ 촉매 상에서 암모니아 분해 반응: Si 첨가의 시너지 효과 **(우수 구두 발표상 후보)**	(UNIST)김은정, 안광진, (충북대)김영우, 신채호, (한양대)김태완, 서영웅, (롯데케미칼)민형기
14:10 ~ 14:40		Coffee break	
			좌장: 구본재(성신여대)
O촉매O금-23	14:40 ~ 14:50	Mechanistic Study of NH_3 Decomposition on Ni-based 3d Transition Metal Catalysts **(우수 구두 발표상 후보)**	(한양대)윤영준, 김경학
O촉매O금-24	14:50 ~ 15:00	암모니아의 선택적 산화 반응을 위한 이중 기능성 2차원 코발트실리케이트 촉매 합성 연구 **(우수 구두 발표상 후보)**	(인천대)이시연, 박민범, 권성준, (GIST)변상우, 강성봉, 신현우, (롯데케미칼)민형기
O촉매O금-25	15:00 ~ 15:10	산화바륨-루테늄 계면에의 양성자-전자쌍 분리저장을 통한 고효율 저온, 저압 암모니아 합성 촉매 설계 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KAIST)백예준, 최민기
O촉매O금-26	15:10 ~ 15:20	역 수성-가스 전환 (rWGS, reverse water gas shift) 반응의 반응 속도 향상을 위한 구리 기반의 전이금속 촉진 촉매 개발 **(우수 구두 발표상 후보)**	(연세대)변혁준, 이창하, (강릉원주대)김경민
O촉매O금-27	15:20 ~ 15:30	〈발표취소〉	
O촉매O금-28	15:30 ~ 15:40	합성가스로부터 방향족화합물 합성 반응에서 철 촉매와 제올라이트의 시너지 효과 **(우수 구두 발표상 후보)**	(KRICT)김남선, 김용태, (인하대)조창범, (GIST)강 윤

포스터 발표 I: 10월 26일(목), 08:30~10:00

공업화학: 10월 26일(목), 08:30~10:00

P공업목-1	연속 이미지를 이용한 AI 응용 페인트 도장	(경남정보대)김병철, (부경대)박진환, 김영한
P공업목-2	포름산과 황산을 이용한 자일로오스로부터 푸르푸랄의 산촉매 전환	(경기대)안형균, 김준석, 김현준, 이승민, 권오상, 임이라, 김봉구, 이자은
P공업목-3	Effect of hydrogen peroxide and peroxymonosulfate on the decomposition of Salicylic Acid through hybrid advanced oxidation process	(순천대)유찬서, 정상철
P공업목-4	MOFs 및 MDC의 VOC 흡착제로의 잠재력 탐구	(KITECH)염혜원, 박제성, (KAIST)김성천, (인하대)정다솜
P공업목-5	티타늄 기반 기능화 금속유기구조체(Metal-Organic Frameworks)의 물 흡착 성능 향상 및 안정성 연구	(KITECH)최은수, 염혜원, 박제성(인하대)정다솜, (KAIST)김성천
P공업목-6	Carbon black generated by plasma in benzene solution applied as the conductive agent in supercapacitor	(순천대)이경근, 정상철
P공업목-7	Application of Carbon black produced by liquid phase plasma process to conductive agent for lithium secondary batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천대)이경근, 정상철
P공업목-8	Gas Permeability of Proton Exchange Membrane by PEMFC Operation Conditions Using Gas Chromatography	(순천대)황병찬, 남용희, 박권필
P공업목-9	마이크로-튜브 반응기를 활용한 액체 연료의 흡열 분해 반응 특성 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동국대)신민창, Xuelong Zhuang, 한성우, 박정훈
P공업목-10	sPEEK막 제조 시 어닐링 시간에 따른 특성연구	(순천대)이미화, 유동근, 박권필
P공업목-11	PEMFC Stack 전극 촉매 가속 내구 시험 과정에서 열화 인자별 영향력 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천대)한유한, 박권필, 오소형
P공업목-12	PEM 수전해 막 열화 프로토콜 개발 연구	(순천대)유동근, 한휘빈, 박권필, ((주)ETIS)김영숙, 추천호
P공업목-13	PEMFC에서 고분자막의 화학적 열화 후 습도 제어에 의한 내구성 향상 연구	(순천대)이승태, 오소형, 박권필
P공업목-14	PEMFC 스택 전극 촉매 가속내구평가 프로토콜 개발	(순천대)오소형, 박권필
P공업목-15	Microheater-equipped rapid hydrogen generation system **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경기대)성수환, 이승준, 이건민, 최장훈, 백주열, 진준형, (서강대)이희욱
P공업목-16	The effect of gravity on acoustic radiation force acting on sub-micrometer particles in the quarter-wavelength micro-resonators	(경기대)김나해, 양인환
P공업목-17	세륨 개질 제올라이트와 산염기 처리 활성탄 촉매를 이용한 고온안정성 연료의 흡열 특성	(경기대)박찬호, 지수연, 정지훈, (국방과학연구소)정병훈
P공업목-18	균질, 비균질 촉매를 이용한 Sodium borohydride의 탈수소화 반응 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경기대)엄호선, 김지우, 정지훈, (비츠로밀텍)이승영
P공업목-19	유체 유속에 따른 장-흐름 분획 채널의 입자 분해 특성 연구	(경기대)정수웅, 김나해, 양인환
P공업목-20	Kinetic study of α-cellulose conversion to biochemicals by sulfuric acid catalyst	(경기대)이승민, 안형균, 한석준, 권오상, 임이라, 이자은, 김봉구, 김현준, 김준석
P공업목-21	In situ dynamic electroluminescence and gravimetric measurements of polypyrrole thin films under various electrochemical conditions **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)김가현, 김종민 (탑에너지)김경범
P공업목-22	가시광 감응성이 향상된 니켈 비스무스 티타네이트의 합성 및 액상 플라즈마 크래킹에 의한 수소 제조공정에서 이의 촉매 특성	(순천대)정상철
P공업목-23	액상 플라즈마와 페로브스카이트 촉매를 적용한 액상 톨루엔의 분해반응에서 수소 생성 특성	(순천대)정상철
P공업목-24	SBMA를 이용한 내수성 및 자가 치유능력을 가진 코팅	(건양대)권호찬, 송기창, 김태형
P공업목-25	Improvement of SiO_2 microparticles filtration performance in o xyfluorinated PFA coated mesh **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)김경수, 이인우, 천서영, 이영석
P공업목-26	글리세롤 산화를 통한 고부가 유기산 합성	(KIER)김성은, 김학주, 이원희
P공업목-27	Development of Lignin Refining and Salt Removal Technologies **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동국대)장학룡, 박정훈, 신민창
P공업목-28	친환경 촉매 열분해 공정을 통한 바이오-이소시아네이트 제조 기술 개발	(애경케미칼)안준기, 이명건

분리기술: 10월 26일(목), 08:30~10:00		
P분리목-1	솔방울을 이용한 활성탄 합성 방법 개발 및 응용	(창원대)Gaikwad Sanjit, 한상일
P분리목-2	cPVC 탄화 기반 다공성 탄소 흡착제의 표면 특성 및 메탄 포집 성능 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대)Phuong Uyen Do, 박재현, 김현욱, 이찬현
P분리목-3	전기방사를 통한 고투과 복합 여과 분리막 제조 및 내구성 향상을 위한 표면 특성 연구	(한국전자기술(연))김선민, 김경수, 최하영
P분리목-4	Exceptional gas separation performance achieved by thin-film composite mixed-matrix membrane containing nonuniform micron-sized UTSA-16 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)김진혁, 민효준, 김종학
P분리목-5	Thin-Film Composite Mixed-Matrix Membranes exhibiting High Gas Separation Performance based on Polymer-Infiltrated MOF-808 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)노혁진, 민효준, 김종학
P분리목-6	폐활성탄의 진공열탈착/표면산화 기술동향 분석	(동국대)김수환, 이준헌, 류준형
P분리목-7	UIO-66 금속 유기 골격체의 기상 후처리를 통한 전구체 국소 부재 구조 결함 조절 가능성에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대)김태환, 엄기원
P분리목-8	6FDA-DAM과 구조 및 표면 기능기 제어된 ZIF-8으로 구성된 혼합 기질막의 프로판/프로필렌 분리 특성 향상에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대)김종범, 유지희, 안윤호, 엄기원
P분리목-9	에테르계 화합물을 포함한 저수계 상분리 흡수제의 이산화탄소 흡수 성능 평가	(한국교통대)홍정현, 왕슈아이, 홍연기 (KIER)유정균
P분리목-10	MAPA-NMP 저수계 흡수제의 이산화탄소 흡수 성능 평가	(한국교통대)왕슈아이, 홍정현, 홍연기 (KIER)유정균
P분리목-11	유기 용매 나노여과에서 가교된 PBI 멤브레인에 대한 구조적 영향 분석	(KAIST)양현민, 배태현
P분리목-12	Direct Recycling Partial-Discard operation with asynchronized port switch for improving the separation performance of the simulated moving bed process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(강릉원주대)노혜원, 한성철, 최유정, 김경민, 성하일
P분리목-13	상용흡착제를 이용한 PSA공정 시 암모니아와 수분의 영향성 평가 및 성능 개선 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER)진태호, 김선형, 범희태, 한상섭, 윤형철 (연세대)배윤상
P분리목-14	A Study on the CO Adsorption Characteristics of CuCl-Activated Carbon	(KRICT)김경수, 김정훈, 박보령, 홍연수, 서정권 (연세대)이창하
P분리목-15	유기용매 나노여과의 성능 향상을 위한 미세 튜닝 가교 폴리이미드 분리막	(KAIST)박기영, 배태현
P분리목-16	Cu(I) 함침 MOF 유래 물질을 이용한 폐플라스틱의 열분해 가스로부터 일산화탄소의 선택적 흡착	(한국기술교육대)이정균, (KAIST)김성천, (KITECH)박제성
P분리목-17	Enhanced separation of hydrogen isotopes through water electrolysis using 2D monolayer/Nafion composite membranes	(한국원자력(연))박찬우, 정은아, 김 일국, 윤인호
P분리목-18	Fabrication of Microporous Adsorbents for Hydrogen Isotope Separation by Cryosorption	(한국원자력(연))박찬우, 정은아, 김형주, 윤인호
P분리목-19	CO 흡착제 개발을 위한 CuCl의 제올라이트 골격 내 효율적 분산	(고려대)김현욱, 이기봉, 임지원
P분리목-20	CuCl 함침을 통한 제올라이트 기반 일산화탄소 흡착제의 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)임지원, 이기봉, 김현욱
P분리목-21	Development of calcium oxide-based adsorbent for capturing radioactive technetium **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UST)김남철, (KAERI)허수정, 홍석민
P분리목-22	이산화탄소 포집을 위한 Imidazole 기반의 DES 합성 및 성능측정	(충북대)최동윤, 강동우
P분리목-23	CO_2 흡수를 위한 열역학적 모델링 및 shortcut method를 활용한 각 산업(석탄발전, 천연가스, 시멘트, 제철소)의 최적의 혼합 아민의 비율 및 재생에너지 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대)차진영, 문종호
P분리목-24	Cu-BTC와 활성탄 복합체의 합성 및 이산화탄소 흡착성능에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)채현민, 이기봉
P분리목-25	Effects of SnO_2 impregnation on the CO adsorption capability of Cu1+ based Carbon-coated Nitrogen-doped Alumina Adsorbent **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)Wathone Oo, 박지혜, Win May Zaw, 이광복
P분리목-26	An Analytical Comparison of the Adsorption and Desorption Properties of Ammonia on Various Porous Substrates **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)Lapasov Shokhjakhon Dilshod Ugli, 박지혜, Win May Zaw, Wathone Oo, Zakia Akter Sonia, 이광복
P분리목-27	Biomass-derived N-doped composite adsorbent for CO_2 adsorption	(UNIST)박세진, 오현철
P분리목-28	A Smart Electrochemical Material for Recovering Ag+ from Wastewater	(명지대)Negasi Teklay Weldesemat, Grace Nisola, 김 헌, 정욱진

P분리목-29	A Novel Polymeric Adsorbent for Fast and Selective Precious Metals Recovery	(명지대)Negasi Teklay Weldesemat, Erwin C. Escobar, John Edward Sio, 김 헌, 정욱진, Grace Nisola
P분리목-30	Mg-based Cu/Al_2O_3 catalyst by Cation-Anion Double Hydrolysis for Low-Temperature Water Gas Shift Reaction (LT-WGSR) **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)Zakia Akter Sonia, 박지혜, Wathone Oo, 이광복
P분리목-31	Selective recovery of Au^{3+} by complexation-reduction capture and mechano-assisted release by thermo-responsive poly (NIPAM-co-15TCE-4)@SiO_2 adsorbent	(명지대)Hiluf Tekle Fissaha, Grace Nisola, 김 헌, 정욱진
P분리목-32	Selective Recovery of Au^{3+} Ions by Sulfur-Functionalized Covalent Organic Frameworks (S-COFs)	(명지대)Hiluf Tekle Fissaha, Tilahun Kidus Mathewos, Grace Nisola, 김 헌, 정욱진
P분리목-33	Enhancing Catalytic Activity of Noble and Transition metal Alloy for CO Oxidation Through Structural Modulation	(연세대)김희수, 김슬기, 전유권, (KITECH)이찬민
P분리목-34	Synergistic Catalysis: Tailoring Ir-Ni Alloys on Perovskite for Enhanced Oxygen Evolution Reaction	(연세대)송정은, 한경원, 전유권
P분리목-35	통계 열역학 모델 및 기계학습 모델을 통한 CO_2/CH_4의 석탄에 대한 경쟁 흡착 예측 및 CO_2 주입을 통한 CH_4 회수 증진 연구	(공주대)전필립, (SK이노베이션)dlgusgml, (Univ of Tennessee)David J. Keffer, (연세대)이창하
P분리목-36	An easy switch of the selective vapor permeation via tuning the surface free energy of graphene oxide membrane	(공주대)이병호, 김춘수
P분리목-37	High-throughput, multi-scale computational screening of metal-organic frameworks for Xe/Kr separation with machine-learned parameters	(부산대)자오구오빈, 첸유, 정용철
P분리목-38	BreakLab: GUI for adsorption breakthrough simulation	(부산대)Muhammad Hassan, 윤성현, 정용철
P분리목-39	B-site cobalt doping at tungsten-based double perovskite used for electrolysis	(연세대)한경원, 송정은, 전유권
P분리목-40	Blocking grain boundary defects in polycrystalline ZIF-8 membranes by GO coating	(부경대)김가은, 권혁택
P분리목-41	Synthesis of Carbonized nitrogen and phosphorus co-doped graphene quantum dots as efficient adsorbent for heavy rare earth elements from aqueous solution	(명지대)Gebremedhn Tekeste Gebremichael, Grace Nisola, 김 헌, 정욱진
P분리목-42	Selective Adsorption of Au (III) using mesoporous Graphitic Carbon Nitride (MgCN) from electronic waste: Elucidation for the adsorption-reduction mechanism of Au (III) using MgCN	(명지대)Gebremedhn Tekeste Gebremichael, Grace Nisola, 김 헌, 정욱진
P분리목-43	Anti-Obesity Effects of Chitosan from the Black Soldier Fly: Insights into Adipogenesis, Lipid Metabolism, and Gut Microbiome Modulation	(부경대)이세중, 김은주
P분리목-44	Separation of CO_2 from ambient air by direct air capturing technology using an electrochemical adsorption system	(연세대)김형진, 전유권 (전남대)조진희,지원석, (한밭대)박주일
P분리목-45	Polymer Supported Membrane Reactor for Carbon Dioxide Conversion Reaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)장정운, 고동연
P분리목-46	Enhancing the CO_2 separation performance by controlling the morphology of MOFs in thin-film composite mixed-matrix membranes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)손영재, 강미소, 김종학
P분리목-47	Influence of ball milling parameter on perovskite and its activity in dry reforming of methane	(연세대)김슬기, 김희수, 전유권
P분리목-48	Oxygen reduction activity of non-stoichiometric structured transition metal doped perovskite	(연세대)박현지, 김형진,전유권
P분리목-49	Post-synthetically modified hydrophobic MOF based platinum catalyst for the removal of low-concentration Tritium **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)허희령, 고동연
P분리목-50	〈발표취소〉	
P분리목-51	CaO 기반 고온 이산화탄소 흡착제에 도입된 stabilizer의 분산도 향상을 위한 효과적인 새로운 겔화제 도입에 대한 연구	(KIER)황모은, 김선형, 박지찬, 이기봉, 박종호, 윤형진
P분리목-52	표면 개질 활성탄소섬유의 화학작용제 흡착에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)신한울, 이기봉
P분리목-53	온실가스의 흡착 저감을 위한 페아이스팩 기반 다공성 탄소 소재의 제조 및 흡착 성능 평가	(고려대)조문경, 이기봉
P분리목-54	배기가스로부터 수소 회수를 위한 layered bed의 흡착 파과 곡선 모사 연구	(공주대)이은수, 김보은, 전필립
P분리목-55	표면 조도가 개선된 α-Al_2O_3 지지체 수소 분리막의 수소 투과 성능 연구	(동국대)한성우, 신민창, 장학룡, 박정훈

P분리목-56	Preparation and application of graft copolymer-based ion-exchange membranes	(상명대)이지현, 강문성
P분리목-57	High-performance bipolar membranes for efficient water electrolysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(상명대)송현비, 강문성
P분리목-58	Specific ion-selective membranes prepared by modification using nanostructured materials **(우수 포스터 발표상 후보)**	(상명대)이지민, 강문성
P분리목-59	Aspen Plus를 이용한 아스피린 재결정화 공정 모사 및 결정 크기 예측 연구	(공주대)권다은, 전필립
P분리목-60	광열 기반 고효율 담수화 및 아민 흡수제 재생을 위한 Cu1.8S/g-CN 복합소재	(전남대)이태규, 칸 타말 타신, 전영시
P분리목-61	cPVC기반 다공성 탄소 흡착제 제조 및 온실가스 흡착에의 적용	(고려대)이동준, 조문경, 이기봉
P분리목-62	대용량 분자모사 기반 방향족 VOCs 포집용 유무기복합 다공체 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)오광현, 배윤상
에너지 환경: 10월 26일(목), 08:30~10:00		
P에환목-1	리튬이온배터리용 붕소 도핑된 다공성 B-HSi 음극복합소재의 전기화학적 성능	(충북대)김동민, 이종대
P에환목-2	Se 첨가 탄소층이 코팅된 실리콘 기반 음극 복합소재의 성능 개선	(충북대)이강미, 김동민, 이종대
P에환목-3	리튬이온배터리용 고성능 음극개로서 천연흑연/나노 실리콘 개질된 복합소재의 전기화학적 특성	(충북대)정현지, 김동민, 이종대
P에환목-4	Design of Performance Test Facility for In-Containment Passive Radioactive Material Filtration System	(미래와도전)이현철, 이두용, 방정진, 허민범, 장기완, 임동석, 이종찬
P에환목-5	광촉매 반응을 통한 플라스틱 폐기물의 양가적 전략: 광개질 vs 완전 광물화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)손상욱, 김형일
P에환목-6	해수 용존 마그네슘을 고순도 하이드로마그네사이트로 회수하는 방법 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한국해양대)김세훈, 김명진
P에환목-7	폐플라스틱을 이용한 탄소나노튜브 제조 및 배터리 도전재 응용	(UNIST)남언우, 안광진
P에환목-8	배연탈황석고의 간접탄산화를 통한 이산화탄소 저장 및 미립자 바테라이트형 탄산칼슘 생산 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한국해양대)조 원, 김명진
P에환목-9	간접탄산화 방법을 통한 프로바이오틱스 캡슐화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한국해양대)신선미, 김명진, 한용훈, 이유정
P에환목-10	Fabrication of Metal Single-Atom Cu-N-C Structure on the Mesoporous Carbon Particles for High Performance Zinc Metal Anodes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김은지, 김범준 (Georgia Tech.)이경빈, 이승우 (KIST)이영준
P에환목-11	Improved Fast Charging Performance of Mn-rich Cathode-based Lithium Metal Battery by Interface Stabilization **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)안기훈, Tran Yen Hai Thi, 곽세현, 송승완 (경기대)주명준, 김형기, 박용준 (KIER)진창수, (KRICT)석정돈, 강영구
P에환목-12	스트림젯 기법을 이용한 PEMFC MEA 전극 코팅에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)조현아, 이상호, 김기영, 임성남, 우주영, 송신애 (한양대)유봉영
P에환목-13	UiO-66의 맞춤형 설계: 메탄 흡착을 위한 효율적인 MOF 설계 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한국재료(연))조은영, 이희정
P에환목-14	MOF 유래 질소가 도핑된 다공성 카본이 코팅된 고성능 바나듐레독스흐름전지용 양극 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)김주영, 김기영, 송신애, 우주영, 임성남
P에환목-15	Spray pyrolysis deposition기법을 활용하여 ZnS 음극보호층 형성을 통한 수계아연전지의 수명특성 개선 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)이보람, 김기영, 송신애, 우주영, 임성남
P에환목-16	Synthesis of Single and Bilayer MFI/BEA Type Zeolite Membranes for embrane Reactors	(중앙대)압둘, 이평수
P에환목-17	High-stability and high efficiency perovskite solar cells based on ion-dipole interaction in hole-transporting material	(충남대)김희수, 송슬기
P에환목-18	Deriving Optimal Operating Conditions for Multi-Stage H_2 Compression Process by Thermal Fluid Analysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)박성아, 서준우, 손수현, 사정훈
P에환목-19	Conductive metal-organic frameworks for energy storage system	(성균관대)박혜린, 장 건, 황민준, 박호석
P에환목-20	A study on the integrated environmental management of nonferrous metal manufacturing industry	(광운대)조형원, 묘희명, 윤도영, 박상균, (건설기계부품(연))한경호
P에환목-21	Production and performance improvement of anion storage-based pseudocapacitor using $LaMnO_3$, a perovskite oxide material	(성균관대)왕경재, 박호석
P에환목-22	전기화학적 카드뮴 이온 제거를 위한 Cu-MOF-74 흡착제 개발 및 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김현중, 김용환, 엄호현, 이재우, (UNIST)김귀용, (Univ of illinois at Urbana Champaign)Xiao Su
P에환목-23	다공성 구조를 갖는 CoFeOx 촉매의 고온수성가스전이(HT-WGS)반응 적용 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(원광대)전이정, 김창현, 심재오

P에환목-24	Novel electrolysis integrated SMR process for oxy-fuel combustion based blue hydrogen production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)윤승관, 조형태, 이재원 (연세대)김정환
P에환목-25	3-amino-1, 2, 4-triazole Functionalized ZIF-8/Cellulose Acetate Mixed Matrix Membranes for Selective CO_2 Separation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)Manoj Mahadev Rajpure, 김 헌
P에환목-26	이중금속시안염 촉매를 이용한 CO_2 활용 Poly(ehter carbonate) polyol 합성 연구	(RIST)신혜선, 김지현, 하창호, 김태훈, 박윤성, 류호근, 김준우
P에환목-27	On-chip micro-supercapacitors based on dielectrophoretic assembly of porous microwires electrodes	(중앙대)서승덕, 장석태
P에환목-28	스테인리스 스틸의 종류에 따른 산소발생반응을 위한 전극촉매의 가능성 탐색	(KITECH)최용욱, 김철민, 김형찬
P에환목-29	Paper-based foldable radio frequency energy harvesting system for remote charging of energy storage devices	(중앙대)오인혁, 박의용, 김신일, 임성준, 장석태
P에환목-30	Enabling Lithium Dendrites-free High-voltage Lithium-ion Pouch Cell by Ambi-functional Additive **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)Vu Tien Tuan Dung, 김재희, 한지수, 정경준, Giang Thi Huong Nguyen, 송승완, (한양대)임진솔, 서준혁, 김민재, 조국영, (Chem Alliance)황의현, (CSIM Co. Ltd.,)권용길, (Dongwha Electrolyte)신재욱
P에환목-31	Polyethylene terephthalate 글리콜분해를 위한 Zinc iron oxide 나노촉매 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대)김용준, 김병효
P에환목-32	Efficient and Highly Selective Production of 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) from Fructose Using Hybrid Ce-Al Oxides Catalysts: Probing Role of Calcination Temperatures and Crystallinity of the Catalyst **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)Pratap Mahadev Ganje, 김 헌
P에환목-33	폴리에틸렌의 촉매 업사이클링 방법 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대)조형진, 이은서, 김병효
P에환목-34	탄화와 활성화를 동시에 진행한 PET 기반 활성탄 제조 및 슈퍼커패시터 전극 활물질로의 적용	(명지대)최종윤, 박지환, 정지철
P에환목-35	Influence of Post-Treatment Processing on the Acoustic Insulation Performance of Vapor-Welded Annealed Porous PLA Nanofibers **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)Ariel Jan Sadural, 김 헌
P에환목-36	파일럿급(15kg/hr) 하이브리드 열분해 시스템을 이용한 폐 폴리올레핀류 액상 생성물 특성 평가	(KITECH)김종수, 정수화, 김순호, 구본진, 윤주형, 최수현
P에환목-37	Enhancing Cycling Performance and Safety of SiOx-graphite//NCM811 Lithium-ion Battery via Designed Electrolyte **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)이현규, 안기훈, 강동국, Tran Yen Hai Thi, 송승완
P에환목-38	synthesis of magnetic Cs adsorbent functionalized with hierarchical titanium ferrocyanide	(한국원자력(연))양희만, 신영호, 김 일국, 박찬우
P에환목-39	Exploring optimal multi-metallic alloy catalyst with combination of experiment and active learning for hydrogen evolution reaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김민기, 윤지수, 정희태 (Harvard Univ.)정우빈, (국민대)김용주
P에환목-40	알칼라인 수전해 스택에서 발생하는 션트전류에 대한 3차원 모델링 및 시뮬레이션 해석	(롯데건설 기술(연))한지수, 양창원, 문정수
P에환목-41	Biomass-Derived rGO Analog for Biomolecule Electrochemical Detection	(명지대)Richard Appiah-Ntiamoah, 김 헌
P에환목-42	Degradation of methylene blue using photocatalysis of Cu-deposited TiO_2	(동의대)김아윤, 정민수
P에환목-43	Neutralization of acidic wastewater using oyster shells powder	(동의대)김아윤, 정민수
P에환목-44	굴 패각을 이용한 인산염 흡착 제거	(동의대)이정하, 김아윤, 정민수
P에환목-45	Dual-band Single Molecule-based Smart Windows with Active and Passive Solar Light Transmittance for Improving Building Energy Efficiency **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)Pooja Vijayratna Chavan, 김 헌
P에환목-46	A novel CMC-Na-pDN as an electrolyte for fabricating energy saving dual-responsive smart windows	(명지대)Pramod Vithal Rathod, 김 헌
P에환목-47	Polyoxometalate – Polymer Hybrid Artificial Layers for Ultrastable and Reversible Zn Metal Anodes	(성균관대)변진석, 박호석
P에환목-48	Theoretical Study on Ion Transport in Sulfide/Polymer Composite Electrolytes for Solid-State Batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)이지은, (고려대)임마누엘 크리스탄토, 곽상규 (연세대)오경석, 이상영
P에환목-49	Nickel-modified TiO_2 for photocatalytic degradation of organic pollutants	(동의대)정고은, 김아윤, 정민수
P에환목-50	High flux membrane combined zeolite nanosheets with electrolyte hydrogel for the dehydration from EFC process	(중앙대)곽우철, 이평수
P에환목-51	Co-deposited TiO_2 for photocatalytic decomposition of organic dyes	(동의대)김주진, 김아윤, 정민수

P에환목-52	그린수소 생산을 위한 양성자 교환막 수전해용 저백금 수소발생전극의 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대)여경림, 김수길
P에환목-53	고분해능 주석 산화물 나노 패턴을 이용한 고민감도 및 저탐지한계 수소 가스 센서에 대한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)강신영, 강호형, 김진우, 김지한, 정희태
P에환목-54	Facile synthesis of hierarchical Y zeolite with uniform mesopore for enhanced catalytic performance in heavy oil cracking	(건국대)최동섭, 김나연, 김덕우, 주지봉
P에환목-55	실리카 나노입자로 만든 친환경 소수성 종이코팅 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대)노우형, 임종민
P에환목-56	Fischer-Tropsch 합성 반응용 철 촉매 제조 공정 중 분무건조 운전조건 최적화	(한소주식회사)정희석
P에환목-57	CO_2 Electroreduction to Multi-carbon Products via Integrating OH and CO Spillover Effect	(명지대)Harshad Bandal, 김 헌
P에환목-58	Maximizing the intrinsic catalytic activity of Ce – Cu – Al_2O_3 catalysts in the high-temperature water-gas shift reaction using waste-derived synthesis gas by modulating the surface coordination structure **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)오민주, 안선용, 노현석 (원광대)심재오
P에환목-59	Phosphoric Acid-modified Montmorillonite Clay/Coffee waste-derived Carbon-based Functional Beads with High Methylene blue Adsorption Capacity **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)Bezawit Tatek Shiferraw, 김 헌
P에환목-60	The pivotal role of the interfacial site for CO_2 activation in CO_2 methanation	(충남대)김민재, 이규복
P에환목-61	Controlling the morphology of α-Fe_2O_3@C using biomass-derived carbon nanodot for electrochemical biomolecule detection	(명지대)Meseret Ethiopia Guye, 김 헌
P에환목-62	제올라이트 나노시트를 넣은 고분자 전구체를 이용한 탄소 분자체 분리막의 합성	(중앙대)한동윤, 이평수
P에환목-63	C+4 doping in (220) Facets of Co_3O_4 Generates CoO/Co_3O_4 Interfaces, Fast Co-B Formation and H_2 from $NaBH_4$	(명지대)Mintesinot Dessalegn Dabaro, 김 헌
P에환목-64	B, N-doped Biochar-coated Polyurethane Foam as Flame Retardant with Triboelectric Nanogenerator Performance	(명지대)Anteneh Fufa Baye, 김 헌
P에환목-65	Effect of polymer surface passivation on orange peel-derived Fe-doped carbon dots for the colorimetric detection of H_2O_2	(명지대)Anteneh Fufa Baye, Lidya D. Ashenafi, 김 헌
P에환목-66	Amine-functionalized Zn-oxalate metal organic framework for low concentration CO_2 Capture **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER)손윤지, 배예진, 조아라, 원유섭, 이동호, 박영철, 이유리
P에환목-67	Heterogeneous adsorption of light gases on bio PTT based activated carbon	(순천대)김진우, 홍웅길, 심왕근((주)에스앤엠)최태승, (전남대)윤순도
P에환목-68	수질 정화를 위한 TiO_2/MFI 나노시트 복합 광촉매 소재 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대)임낙균, 이평수
P에환목-69	역전기투석을 위한 이차원 적층구조의 MFI 제올라이트 나노쉬트 막 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대)김세완, 이평수
P에환목-70	Sulfonated $Ti_3C_2T_x$ as an interlayer in thin film composite membrane for forward osmosis membrane	(명지대)Grace Nisola, 김 헌, 정욱진, Anelyn P. Bendoy
P에환목-71	Oligosaccharides blended with choline chloride afford natural deep eutectic mixtures as effective drawing agents for forward osmosis desalination	(명지대)Grace Nisola, Anelyn P. Bendoy, 김 헌, 정욱진
P에환목-72	납결손 저감 페로브스카이트 태양전지의 자연추출 커큐민 변형	(전북대)코타아쉬크, 카마르 타브레즈 시디키, 샤드 보드, 서형기
P에환목-73	CuCl 담지와 KOH 활성화를 통한 PET 기반의 일산화탄소 흡착제 합성 방법 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)정재형, 이기봉
P에환목-74	Solvent Regulation of Thiophene-Derived Metal Organic Framework Electrocatalysts on NiCo LDH for High Areal Capacitance Supercapacitor	(건국대)정하연, 안현지, 박정태, (연세대)문주용
P에환목-75	에너지 용도에 맞게 설계된 초소형 그래핀 유도체	(전북대)샤헤드, 코타아식, 카마르 타브레즈 시디키, 서형기
P에환목-76	안트라퀴논 첨가제를 이용한 페로브스카이트 태양전지의 성능 및 안정성 향상	(전북대)시디퀴 카마르 타브레즈, 코타 아시크, 샤드 보드, 서형기
P에환목-77	Enhanced Moisture-Induced Electrical Power Generation by Controlling the Solvent Ratio of Carbon Ink	(단국대)최원표, 김재엽
P에환목-78	Highly Efficient Photoelectrochemical Hydrogen Production Using Nontoxic CISe Quantum Dots with Amorphous Aluminosilicate (AAS) Overlayer	(단국대)가르시아 랄프 조셉, 김재엽
P에환목-79	Competition between Electrochemical CO_2 Reduction to Methanol and H_2 Evolution on Cuprite@polyaniline Electrodes	(명지대)Atul Ashok Pawar, 김 헌
P에환목-80	Controlling CO_2RR Selectivity Towards Multicarbon Products in the Carbon-based Catalysts by First-Principles studies	(명지대)Rajkamal Anand, 김 헌

P에환목-81	Improving Photoelectrochemical Hydrogen Generation using Chlorine Evolution Reaction on Modified BiVO4 Photoanodes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)박도연, 조강우
P에환목-82	$ZnCl_2$ Mediated Synthesis of Hierarchical Porous Carbon from Banana Peels for Catalytic Reduction of 4-nitrophenol	(명지대)Feven Kassaye Egualle, 김 헌
P에환목-83	Hydrogen Production from Ammonia Decomposition over Ru-based Catalysts **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대)유은주, 김지율, 최동섭, 김나연, 주지봉
P에환목-84	O_2 가스를 포접한 하이드로퀴논 클라스레이트의 열역학적 안정성 및 게스트 방출 거동	(한국해양대)오창엽, 윤지호
P에환목-85	Engineering of Metal nitrides/MXene nanocomposite for Hybrid Supercapacitors with enhanced performance **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대)장강현, 김도형
P에환목-86	혼합 알케인 탄화수소로부터 수소 생산을 위한 수증기 개질 반응용 Ru계 촉매 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(아주대)김민주, 공지현, 전경원, 장원준
P에환목-87	중/대형차 운행 중 이산화탄소 포집을 위한 흡착제 개발 방안 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(아주대)김태남, 이기욱, 김강석, 황종국
P에환목-88	재결정화를 통한 메조포러스 ZSM-5의 LDPE 열분해에 관한 연구	(건국대)김덕우, 최동섭, 주지봉
P에환목-89	Exploring the Source of Ammonia Generation in Electrochemical Nitrogen Reduction using Niobium Nitride	(한양대)박소영, 장윤정, (강원대)윤덕현
P에환목-90	Structural/Chemical Modification of Sodium Vanadium Phosphate for Ultrahigh Rate Sodium Ion Storage	(성균관대)황민준, 신강호, 박호석
P에환목-91	Correlation Between Cycling Performance and Interfacial Reaction Behavior of Silicon-based Anodes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)오택언, 임건태, 송승완
P에환목-92	수소 탱크 충전 모사를 위한 상태 방정식 모델 및 난류 모델의 유동 영향 분석	(한국교통대)임가희, 박병흥
P에환목-93	수소 충전 프로토콜을 적용한 차량 내 저장 탱크의 열 유동 해석	(한국교통대)서효민, 박병흥
P에환목-94	Ca-Al 층상 이중 수산화물 기반 고온 이산화탄소 흡착제 및 수소 생산 반응에의 적용	(고려대)이귀단, 이기봉
P에환목-95	N_2O 직접촉매분해를 위한 Egg-shell type Cu/γ-Al_2O_3 촉매에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER/연세대)이은한, (KIER)변세기, 서두원, 황효정, 백주은, 이신근
P에환목-96	Design and performance of MFI/SAPO-34 zeolite membranes for SF6 gas recovery: CFD simulation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대)Elsa Tsegay Tikue, 이평수
P에환목-97	Effect of MWCNT on the Porous Silicon/C Anode Performances for High-energy Lithium Batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)배정우, 손찬식, 강양오, 이정규
P에환목-98	Laser-induced Carbonization of KOH-activated Carbon from Waste Cardboard with Superb Dye Adsorption Performance	(명지대)James Laurence Ruello, 김 헌
P에환목-99	1D-3D 연계 대용량 수소 충전 과정 전산모사	(한국교통대)이효은, 박병흥
P에환목-100	계면 특성이 향상된 풍력(ESS) 기반 고성능 폴리머 리튬 이차전지	(엔지비파워/전남대)이승복, (호남대)강웅일, (터빈 크루)전기은, 류선경
P에환목-101	Fluorinated microporous carbon aerogels for highly efficient water-in-oil emulsion separation	(충남대)명성재, 하성민, 임채훈, 민충기, 채은선, 이영석
P에환목-102	Global warming potential of nanocomposites synthesis derived from sunflower marble waste	(POSTECH)유지윤, 한지훈, (Universiti Putra Malaysia)Umer Rashid
P에환목-103	Graphitic Carbon Nitride-Supported Ir-Based Catalyst for Acidic Oxygen Evolution Reaction	(KIST)오티옌린, 김 솔, 보로노바 아나스타시아, 장종현, 서보라
P에환목-104	작용기 개수에 따른 퀴논 유도체의 전기화학적 안정성과 레독스 플로우 배터리 성능에 대한 영향	(성균관대)김정윤, 유필진
P에환목-105	지속가능한 페로브스카이트 태양전지 납 회수 공정 설계 및 경제성 평가	(POSTECH)배종일, 한지훈
P에환목-106	희토류 도핑을 통한 니켈-철 이중 층 수산화물의 산소 발생 반응 활성 향상	(경희대)이도헌, 이혜인, 전수진, 유태경
P에환목-107	Improved Hydrophilicity of PVDF Membrane via Coating with Coffee waste-derived Carbon Nano Dots	(명지대)David Brylle Agbayani, 김 헌
P에환목-108	재생 가능한 V2X 기반 소형발전 에너지 저장시스템 개발	((주)그린코어)염정호, 김태빈, 이승복, ((주)성암에너지)이진아, 염준오
P에환목-109	페트병 재활용을 통한 탄소 기반 흡착제로 효과적인 수중 납 제거	(충남대)박기범, 박지영, 양재환
P에환목-110	Cellulose-based Porous Carbon Adsorbents for Gas Adsorption and Selective CH_4/H_2 and CH_4/N_2 Separation	(명지대)Rajendra Basavant Mujmule, 김 헌
P에환목-111	Development of interfacial layers on recycled-Al supported by reactive agents for enriched ignition and combustibility through thermochemical reactions	(명지대)Rajendra Basavant Mujmule, Virendrakumar G. Deonikar, 김 헌

P에환목-112	산소 작용기가 도입된 그래핀 중간층을 통해 향상된 양공 이동 효율을 가지는 PEDOT: PSS기반 유기 광전소자 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대)백운법, 김정규
P에환목-113	이차원 멕신에 고정된 단일 원자를 통한 전기촉매 활성 제어 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대)한현구, 김정규
P에환목-114	에너지 하베스팅을 위한 이중 섬유 구조의 복합 소재 합성	(중앙대)유진욱, 김진석, 표성규
P에환목-115	Theoretical Investigation toward Modified Activated Carbon as Perfluoro Carbon Adsorbent **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)권대현, 신재권, 곽상규, (UNIST)이경민
P에환목-116	Superhydrophobic Coating on Dye-Sensitized Solar Cells for Prevention of Fine Dust and Performance Restoration	(단국대)이인희, 서주원, 김재엽, 오준균, 백수현, 조동익
P에환목-117	실란 처리된 PVDF 중공사막 막 접촉기를 활용한 해수 염 이온 기반 이산화탄소 광물화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)안치혁, 배태현
P에환목-118	생분해성 플라스틱의 생합성을 위한 지속가능한 공급원료로서의 에테인 활용	(KAIST)명재욱, (Stanford Univ.)James C. A. Flanagan, Wakuna M. Galega, Robert M. Waymouth, Craig S. Criddle
P에환목-119	무포집 CO_2 활용 공정에서의 촉매 피독을 막기 위한 탈황 공정에 대한 연구	(건국대)김상빈, 유은주, 주지봉
P에환목-120	Enhancing Quantum Dot-Sensitized Solar Cell Efficiency Using Poly(vinyl pyrrolidone) as Electrolyte Additive **(우수 포스터 발표상 후보)**	(단국대)하승범, 김재엽
P에환목-121	Synthesis of Low-cost and Eco-friendly Porous Carbon Sphere for CO_2 capture from ambient air	(KIER/연세대)조아라, (KIER)김재영, 이동호, 박영철, 이유리
P에환목-122	용매별 CH4 흡수 성능 스크리닝 및 특성 분석	(KITECH)손주희, 최민주, 강조홍, 황선엽, 송호준, 박현식, (연세대)배윤상
P에환목-123	Economical operation of MW-scale PEM electrolyzers for green hydrogen production in Jeju Island	(충남대)전홍준, 김승환, 노고산, (KIER)강경수, 김우현
P에환목-124	Analyzing the Degradation Patterns of Polymer Electrolyte Membrane Water Electrolysis under Variable Renewable Energy Inputs and Steady-State/Dynamic Common Profiles **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST)보로노바 아나스타시아, 김 솔, 박희영, 장종현, 서보라
P에환목-125	양성자 교환 막 수전해용 Ru 원자가 분산된 Ni 촉매 일체형 전극	(KAIST)김호영, 김성빈, 이진우, (중앙대)여경림, 박해선, 김수길, (포항가속기연구소)이국승
P에환목-126	$LiFeO_4$ 폐배터리 양극재로부터 수산화 리튬을 합성하는 친환경적이고 경제적인 공정 개발	(KITECH)김민근, 이종찬, 임하나, 김현종, (연세대)고원건
P에환목-127	Modulating Mixed Valence States of IrOx Catalyst for Efficient Oxygen Evolution Reaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST)김 솔, Yen-Linh Thi Ngo, 장종현, 서보라
P에환목-128	최적화된 수소충전소 설계를 위한 다중 탱크 캐스케이드 시스템의 구성에 관한 연구	(한국교통대)심규석, 박병흥
P에환목-129	Catalysts Supported on Carbon Nanotube Embedded MOF Derived Carbons for Effective Hydrogen Evolution in Anion Exchange Membrane-Based Water Electrolysis	(서울대)김경한, 임지현, 강종헌
P에환목-130	Ion-templated cross-linking of polybenzocrown ether sulfonates for reusable Cs + adsorbent	(명지대)John Edward Sio, Erwin C. Escobar, 김 헌, 정욱진, Grace Nisola
P에환목-131	Hypercross-linked polyaromatic crown ether sulfonates as reusable adsorbents for Sr_2 + recovery	(명지대)John Edward Sio, Erwin C. Escobar, 김 헌, 정욱진, Grace Nisola
P에환목-132	MXene based Transition Metal Composite for High-performance Supercapacitor **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대)노기혁, Sangeeta Adhikari, 김도형
P에환목-133	나일론 기반 강화복합막의 제조 및 특성	(조선대)이재혁, 노성희
P에환목-134	미생물연료전지 적용을 위한 바이오셀룰로오스 기반 강화복합막	(조선대)이재혁, 노성희
P에환목-135	〈발표취소〉	
P에환목-136	액상 플라즈마와 금속이온이 담지된 TiO_2 광촉매를 적용한 암모니아수의 크래킹 공정에서 수소제조 특성	(순천대)정경환, 정상철
P에환목-137	바이오가스 고질화를 위한 다단 분리막 공정 최적화 및 분리 성능의 영향 분석 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)김세중, 김진국
P에환목-138	Removal of Cs+ and Sr_2 + by a porous polymeric adsorbent	(명지대)정욱진, Erwin C. Escobar, John Edward Sio, 김 헌, Grace Nisola
P에환목-139	N-doped Carbon collaborated with CoFe Phosphide as a Stable and Efficient Electrochemical Catalyst for Seawater Splitting at High Current Density **(우수 포스터 발표상 후보)**	(건국대)안현지, 정하연, 박정태 (연세대)문주용
P에환목-140	Carbon dioxide adsorption characteristics of pig-bone biomass-derived activated carbon	(충남대)정서경, 하나은, 이인우, 천서영, 이영석
P에환목-141	Fluent ANSYS 시뮬레이션을 통한 영농형 태양광 시스템의 안정성 검토 및 발전량 현황	(영남대)김보명, 오수영, 정재학

P에환목-142	실주행 전기차 배터리 팩의 SOH 추정을 위한 XGB 모델 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)임주리, 신동일
P에환목-143	Manufacturing of Core/Crown Type-II Heteronanoplatelets as open structure for efficient hydrogen production	(KITECH)김륜나, 김지훈, 지형용, 김휘동
P에환목-144	공융용매 전처리를 통한 리그노셀룰로직 플라스틱 제조 및 케나프/전분 복합재료에 따른 특성 분석	(한경국립대)고지훈, 문가연, 송은비, 임성래, 윤희선, 엄병환, (탄소중립자원연구센터)김가희
P에환목-145	Effective lithium incorporation to bimetallic metal-organic frameworks for enhanced charge-storage capacity and all-solid-state lithium-ion capacitors	(충북대)Sahoo Gopinath, 정현서, Parthasarathi Bandyopadhyay, 정상문
P에환목-146	Comparative study on sulfur encapsulation into mesoporous carbon as high-capacity cathodes for liquid and all solid-state lithium sulfur batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)Murugesan Karuppaiah, 손찬식, 배정우, 이정규
P에환목-147	분무열분해 및 함침법을 통해 합성된 촉매의 Cu 담지량에 따른 촉매 활성 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(원광대)김창현, 전이정, 심재오
P에환목-148	장주기 포타슘-이온 배터리 음극소재용 질소-도핑 흑연질 탄소와 중공 질소-도핑 탄소 나노케이지로 구성된 다공성 탄소나노섬유 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)이재섭, (충북대)조중상, Narasimharao Kitchamsetti
P에환목-149	Investigating the Catalytic Performance of Single-Cell Catalysts for Efficient Electrochemical Nitric Oxide Reduction to Ammonia **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER)Rashid Haroon Ur, 주형국, 윤형철
P에환목-150	Fabrication of copper sulfide counter electrode using electroplating method for Highly Efficient Quantum Dot-Sensitized Solar Cells	(단국대)최인희, 김재엽
P에환목-151	알칼리 토금속 기반 이종금속을 활용한 난분해성 과불화화합물 제거	(KITECH)김준엽, 박중현, 엄현진, 권현민, 이은도, 김휘동
P에환목-152	Selective In-situ Water Removal by Polybenzoxazole Hollow Fiber Membrane for Enhanced CO_2 Methanation	(KRICT/연세대)김은영, (연세대)배윤상, (KRICT)문수영
P에환목-153	Metal-single atom-anchored N-carbon for enhancing supercapacitor energy density by suppressing hydrogen evolution reaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대)김종훈, Dong Zhang, 김정규
P에환목-154	Kinetic Studies on the Hydrogenation/Dehydrogenation of 1-Methylnaphthalene/1-Methyldecalin for LOHC system	(동아대)오진호, 김규태, 이정규
P에환목-155	Self-adhesive and Self-healing Switchable Ionogel for Smart Windows with Dual Electro-thermoresponse Capabilities and Excellent Mechanical Stability	(명지대)John Marc Puguan, 김 헌
P에환목-156	리튬 이온 이차전지 음극 소재용 다공성 실리콘 제조를 위한 실리카의 알루미늄-염화 알루미늄 열 환원 반응속도론 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)손찬식, 이정규, 김현빈
P에환목-157	대기환경 유해가스 배출 저감을 위한 제올라이트 기반 카트리지 필터형 흡착제 제조 및 그 성능평가	(주식회사 씨앤캠)이용하, (충남대)황택성, 이영석
P에환목-158	바이오매스 부산물 기반 다공성 탄소 흡착제 제조를 위한 최적 탄화조건 도출	(주식회사 씨앤캠)이용하, ((주)블루오션산업)민병대, (충남대)황택성, 이영석
P에환목-159	담지 촉매를 활용한 온화한 조건에서의 암모니아 합성	(순천대)이현민, 양민우, 심문주, 박신영, 임채준, 정민철
P에환목-160	인위적 결함이 도입된 수소 저장용 유무기 복합 다공체 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)이승진, 김정섭, 배윤상
P에환목-161	디메틸글리옥심으로 개질된 칼슘 알긴산 비드의 합성 및 리튬 이온 배터리 폐액으로부터 효율적인 니켈 회수 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대)김채린, 송지희, 홍혜진
P에환목-162	폐기물인 red mud로 제조한 촉매를 이용한 HFC-134a 가수분해에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER)곽인헌, 이은한, 남성찬, 이신근, 백일현, (고려대)김중배
P에환목-163	염수로부터 선택적 리튬 회수를 위해 바인더로 나노셀룰로오즈를 이용한 수소 타이타늄 산화물의 입상화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대)유희지, 김채린, 장형준, 홍혜진
P에환목-164	다양한 담체에 철이 담지된 촉매를 이용한 암모니아 합성	(순천대)손동주, 탁원빈, 이유빈, 심우진, 김동인, 정민철
P에환목-165	Polystyrene 열분해 공정 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)김규태, 이정규, 오진호, 윤동준, 천현준, 장영서
P에환목-166	소성 마그네슘-알루미늄 층 이중 수산화물을 사용하여 물에서 향상된 시프로플록사신 제거 메커니즘 규명 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대)박채린, 이규빈, 홍혜진
P에환목-167	p-Phenylenediamine-Bridged Binder-Electrolyte-Unified Supramolecules for Versatile Lithium Secondary Batteries	(성균관대)남명균, 유필진
P에환목-168	트라이메스산을 이용하여 바인더 없이 구리 시안화물이 합성된 알루미나 폼의 효과적인 방사성 세슘(137Cs)의 제거 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충북대)송지희, 홍혜진

P에환목-169	Novel granular covalent organic polymer/chitosan aerogels with dual functionality for effective removal of diclofenac sodium in water	(연세대)시누 라비, 한혁희, 최유진, 배윤상
P에환목-170	국외 폐타이어 열분해 처리기술 동향	(서울시립대)최수현, 서명원, (KITECH)정수화, 김순호, 윤주형, 김종수, 구본진
P에환목-171	직접공기포집을 위한 파이버 흡착제 시스템: 직접공기포집 흡착 사이클의 시연 및 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)정진홍, 고동연
P에환목-172	폐기물 유래 합성가스로부터 수소를 생산하기 위한 수성가스전이반응용 Co-CeO_2 촉매의 성능 향상 연구: 조촉매 첨가 (Nb, Ti, Zr, V) **(우수 포스터 발표상 후보)**	(창원대)천범수, 정대운, 송재민
P에환목-173	투명 접착식 전극 물질 기반 접합 공정을 기반으로 한 페로브스카이트/페로브스카이트/실리콘 삼중 탠덤 태양전지의 간편한 제조방법 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)최 인, 구본기, 고민재
P에환목-174	다공성을 확보한 Ca 기반 흡착 촉매 개발 및 흡착 부과 반응으로의 적용	(고려대)김필석, 이기봉
P에환목-175	Designing Fluorine-free Electrolytes for Sodium Metal Anodes and Practical Seawater Batteries **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김진욱, 김지오, 이진우
P에환목-176	Toward design of novel materials for lithium-ion batteries: Aluminium nanoparticle-assisted seaweed based separator	(경남정보대)이광세
P에환목-177	향상된 징크 이온 슈퍼 커패시터를 위한 질소가 도핑된 그래피틱 카본의 간단한 합성	(POSTECH)김건우, 김진곤
P에환목-178	Co-hydrothermal carbonization of biodegradable straw waste and rice husk	(한밭대)레투흐엉, 강주원, 신주형, 이도연
P에환목-179	청정수소 생산 기술 개발 현황 및 경제성 비교 분석	(고등기술(연))김수현, 유영돈, 서민혜
P에환목-180	Enhancing the Reversibility of Bismuth Anode in Lithium-Ion Batteries through Polymer-Based Ceramic Protective Layer(SiOC)	(성균관대)고태완, 김재훈, Anith Dzhanxinah Mohd Sarofil, Winda Devina, 박현서
P에환목-181	리그닌을 지속 가능한 항공 연료로 촉매 변환하기 위한 산화 루테늄과 물 사이의 중요한 상호 작용	(성균관대)Deepak Verma, 김재훈
P에환목-182	Multiple Stacking of Nanowire Sheet Layers Fashioned of Lithium Titanium Oxide for Ultrahigh Areal Capacity and Stability of Lithium-ion Battery Anode **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)배재진, 지준혁, 김민호, 강송규, 박관현, 김원배
P에환목-183	알칼라인 수전해용 Ni 기반 전극의 내구성 및 저항 시험 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER)이진우, 강경수, 주현규, 박주식, 윤재경, 정성욱, 정광진, 김지은, (고려대)강정원,
P에환목-184	전기도금 방법에 따른 알칼라인 수전해용 NiP 전극 촉매의 수소발생반응 특성	(KIER)손혜빈, 강경수, 주현규, 박주식, 윤재경, 정성욱, 정광진, 김태현, (고려대)정현욱
P에환목-185	Characterization of NiO-based NiFe OER Electrocatalyst for Alkaline Water Electrolysis	(KIER)전재희, 강경수, 주현규, 박주식, 윤재경, 정성욱, 정광진, (충남대)김영호
P에환목-186	A study on high-efficiency production of Florol through a study on dispersion of supported catalysts through CFD simulation	(광운대)묘희명, 조형원, 김동민, 윤도영
P에환목-187	Carbon dioxide conversion into value added chemical under high-pressure conditions	(성균관대)이지연, 윤원중, 조흔태, 김재훈
P에환목-188	친환경 Triacetin-물 분리 공정을 위한 용매 선정 및 경제성 평가 연구	(공주대)한서현, 김보은, 전필립
P에환목-189	폐플라스틱 열분해유내 유기염소 제거를 위한 흡착제의 흡착능 평가	(공주대)노성준, 전필립, (현대오일뱅크)신웅철, (연세대)이창하
P에환목-190	열분해 가스화 기술을 활용한 바이오에너지 생산공정 모사 및 매개변수 분석 연구	(공주대)김단미, 전필립
P에환목-191	공업로에서 수소 혼소를 위한 호환성 검토	(RIST)김규보, 김량균, 임 호, 박영도, (포스코플랜텍)권종서
P에환목-192	A New Potential LOHC, 1-(n-phenylethyl)naphthalene, with High H_2 Storage Capacity and Superior Physical Properties Derived from Heat Transfer Fluid	(KRICT)정관용, 권순일, 박지훈
P에환목-193	PEM 수전해에서 가교화된 hydroxypropyl methylcellulos 기반 신규 바인더 적용	(GIST)이형주, 박찬호
P에환목-194	Unveiling the impact of in-situ Zr/Hf co-doping and microwave-assisted MoO_3 hole transport layer on surface states of hematite photoanode for enhancing photoelectrochemical water splitting **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대)Anushkkaran Periyasamy, Mahadeo A. Mahadik, 장점석, (KBSI)Weon-Sik Chae, (POSTECH)Hyun Hwi Lee, Sun Hee Choi

P에환목-195	Metal Ions Separation in Cathode Material of End-of-Life(EOL) Lithium-Ion Batteries(LIBs) Using Extraction Mediators	(부산대)장은혜, 윤재연, 정성욱
P에환목-196	Ni/$Ce_xZr_yO_2$ 촉매를 이용한 monolithic 반응기에서 커피찌꺼기의 스팀 가스화를 통한 바이오 수소 생산	(서울시립대)심하늘, Yasin Khani, Behzad Valizadeh, 박영권
P에환목-197	리그닌 모델 이량체에서 아릴 에테르 결합의 전기 촉매 C-O 결합 절단	(성균관대)김서연, 김재훈
P에환목-198	Zr-Based Porphyrinic Metal – Organic Frameworks as Hydrogen Storage Platforms **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)남주한, 이진휴, 이정혜, 신현태, 김영진, Wonyoung Choe, (연세대)이선행, 이병관, 임대운
P에환목-199	고분자 전해질막 연료전지의 촉매층 특성 평가를 위한 반전극 시스템 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(GIST)정현승, 김종경, 박찬호
P에환목-200	Preparation and characterization of optimized magnetic nanoparticles for removal of microplastics in water **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)정유정, 장은혜, 이규범, 윤재연, 정성욱
P에환목-201	침전제의 적정 속도가 HT-WGS 반응용 Co/Nb-CeO_2 촉매에 미치는 영향 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(창원대)배민경, 손지원, 정대운
P에환목-202	직물에 도입한 유/무기 나노복합체를 통한 높은 성능의 리튬 이온 배터리 양극 전극 개발	(고려대)권민성, 조진한, (DGIST)고용민
P에환목-203	Demonstration of Organic Semiconductor based photocathode composed with CuSCN: PC70BM: new promising light absorber for photoelectrochemical water splitting device **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)이우진, 김진영, (EPFL)정재기, Shaik Mohammed Zakeeruddin, 김진현
P에환목-204	폐타이어의 열분해를 통한 오일 내 황 저감 기초 연구: 증기 투입의 효과	(KITECH)김순호, 김종수, 구본진, 윤주형, 최수현, 정수화

유동층: 10월 26일(목), 08:30~10:00

P유동목-1	CNT 비드 오일 흡수체의 역삼상순환유동층 내 수력학적 특성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한국교통대)원근혜, 김수영, 장예지, 고유진, 김성원
P유동목-2	CPFD를 이용한 유동층에서 CNT 응집체의 수력학적 거동 모사	(한국교통대)김수영, 이민지, 장예지, 고유진, 원근혜, 김성원
P유동목-3	Si-Al 촉매를 이용한 유동층 반응기에서 저밀도 폴리에틸렌의 열분해 : 경유분의 수율 촉진 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대)윤영민, (KIER)황병욱, 최유진, 김대욱, 류호정, 원유섭, 정성엽, (연세대)장재준, (한밭대)이도연
P유동목-4	상용급 암모니아 혼소 발전의 전과정 평가를 통한 Net CO_2 저감량 분석	(전북대)이하은, 이시훈, 임례걸, 오승석, 박현준, 박한샘, (RIST)안형준, 서해원
P유동목-5	고순도 수소 생산을 위한 Ca-Looping 바이오매스 가스화의 ANN(Artificial Neural Network) Model적용 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대)박한샘, 이시훈, 이하은, 박현준, 오승석, 임례걸
P유동목-6	Exergy analysis of recycle flue gas condition in a biomass oxy-fuel fluidized bed supercritical power cycle	(전북대)임례걸, 오승석, 박현준, 박한샘, 이하은, 이시훈

포스터 발표 II: 10월 26일(목), 13:30~15:00

고분자: 10월 26일(목), 13:30~15:00

P고분목-1	포름알데히드 대체 물질을 이용한 아미노 수지 합성	(애경케미칼)박종휘
P고분목-2	Hole-injection Role of Solution-Processable Acid-Doped Triarylamine Nanolayers for Phosphorescent Organic Light-Emitting Devices	(경북대)이승목, 이수용, 김화정, 김영규
P고분목-3	Flexible 디스플레이 기판용 고투명 내열 탄성소재 개발을 위한 우레탄 체인의 내부 구조 설계	(한국신발피혁(연))김동호, 박은지, 임동혁
P고분목-4	발수성, 투명성 및 물성이 우수한 UV 경화형 코팅 시스템 개발	(한국신발피혁(연))임동혁, 김동호, 박은지
P고분목-5	Synthesis and Properties of Antibacterial PVDF-Based Elastomer via Thiol-Ene Addition and Quaternization Reaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT)남의진, 백지훈, 허현준, 김주현, 박인준, 소원욱, 장봉준, 오명석, 이상구, 김종민, 이명숙, 손은호
P고분목-6	Polymer composites for interlayer sound insulation materials (ISIMs) with elasticity and insulation	(에이치디씨현대이피)이기복, 이승준, 박규환
P고분목-7	폴리티오펜 고분자 전자주개 및 이를 활용한 고성능 유기태양전지 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)정다현, 김건우, 김범준

P고분목-8	전-고분자 태양전지의 효율과 안정성 및 기계적 내구성을 동시에 향상시키는 신규 전도성 고분자 상용화제 개발 및 도입 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김건우, 정다현, 김범준, (경상대)최창은, 김윤희
P고분목-9	Release and adsorption properties of carbamazepine imprinted Starch/PVA based film using Molecular imprinting technology	(전남대)김경중, 강지훈, 윤순도, (JS biocompany)김완수, 최범석
P고분목-10	Research on manufacturing room temperature curing type rubber adhesive for conveyor belt repair	(한국신발피혁(연))전호균, 박다원, 김두헌, 김구니, ((주)에이스앤이)김병곤, 김동윤
P고분목-11	Research on the manufacturing of binders for industrial thermal insulation materials with excellent thermal conductivity	(한국신발피혁(연))전호균, 박다원, 김두헌, 김구니, ((주)세운티엔에스)이치헌
P고분목-12	A study on the synthesis and physical properties of water-dispersible polyurethane adhesives for automotive interior parts according to the chain extender length	(한국신발피혁(연))박다원, 김두헌, 김구니, 전호균, ((주)디케이머트리얼즈)김동윤
P고분목-13	Synthesis and characterization of automotive structural sealant materials based on polyether polyol molecular weight and alkoxy silane	(한국신발피혁(연))박다원, 김두헌, 김구니, 전호균
P고분목-14	전하 조절된 MXene과 Graphene Oxide의 정전기적 조립을 이용한 고성능 나노 하이브리드 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST)우승희, 김선준
P고분목-15	균일한 구조를 갖는 NaCl과 글리세롤을 기반 셀룰로오스 분리막 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(상명대)남궁도춘, 강상욱
P고분목-16	Washable strain sensor made of polyphenol-coated fabric and acetylene black composite	(중앙대)박혜주, 이종휘
P고분목-17	Paper-based solid-state micro-supercapacitors fabricated by hydrophobic wax barrier printing	(중앙대)김나연, 장석태
P고분목-18	Cardanol 기반 폴리우레탄 코팅제의 합성 및 특성	(한국신발피혁(연))서석훈, 심재학, 서보경
P고분목-19	플라즈마 처리에 의한 생분해성 폴리카보네이트 필름의 표면개질 특성	(한국신발피혁(연))서석훈, 심재학, 서보경, 정부영, 천제환
P고분목-20	Stereocomplex crystallization of PLA in double emulsion states prepared with various stirring speeds	(중앙대)홍여진, 이종휘
P고분목-21	NIR 영역에서 고흡광성 및 고발광성을 나타내는 루미노겐 물질의 합성	(충남대)송민정, 이재원
P고분목-22	Study on physical properties of UHMWPE fabric according to the application of surface-modified silica with PU coating resin	(한국신발피혁(연))심재학, 천정미, 서석훈, 서보경
P고분목-23	Study on the application of Bio-TPU for reinforcement of physical properties of Polyamide hotmelt adhesive	(한국신발피혁(연))심재학, 천정미, 서석훈, 서보경
P고분목-24	Study on antibacterial properties of non-woven fabrics with graphene nanofibers	(한국신발피혁(연))서보경, 서석훈, 심재학
P고분목-25	Microstructure and Properties of Lignin Based Polymer Nanocomposites	(서울대)이인준, 김소연
P고분목-26	Thermal and Rheological Properties of rABS/rPET Blend with Compatibilizer and Chain Extenders **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대)이재은, 김동학, 이재식
P고분목-27	유무기 혼합 PLGA를 이용한 항균 항바이러스 나노입자 개발	(KITECH)장요셉, 송한호, 권혁준, 이준영, 황기섭, 김경민
P고분목-28	자동차 경량화용 친환경 C-SMC 개발	(애경케미칼)이창호
P고분목-29	인공지능 기반 고무 물성 예측 연구	(KRICT)홍사성, 김 인
P고분목-30	단량체 TrFE의 첨가가 PVDF의 구조적 변화에 미치는 영향	(공주대)하승윤, 서경원, 김형준, 최예은
P고분목-31	전기방사된 PVDF-CNT 나노 블렌드의 거동 연구	(공주대)하승윤, 김형준, 서경원, 최예은
P고분목-32	Synthesis and characterization of siloxane-modified π-conjugated polymers based on diketopyrrolopyrrole (DPP) and methoxythiophene	(동서대)유진수, 김진환, 송우석, 이정훈, 김민성, 한도현
P고분목-33	Temperature/oxidation/NIR – responsive release property hydroxyethylcellulose ethoxylate/(phenylthio) acetic acid ion pair self-assembly incorporating indocyanine green and gold nanoparticle	(강원대)왕피뮬 콴지라, 조지 조이 조몬, 김진철
P고분목-34	Temperature and UV-responsive ion pair self-assembly composed of Poly(ethylene imine) and 4-(Phenylazo)benzoic acid	(강원대)Panalee Pomseethong, 김진철
P고분목-35	면진댐퍼 적용을 위한 Citraconated Natural Rubber(NR-g-CCA)의 합성	(한국신발피혁(연))배성국, 김 웅, 김정수
P고분목-36	타이어 트레드 컴파운드의 내마모성 향상을 위한 액상 부타디엔 고무가 포함된 에멀전 스타이렌-부타디엔 고무/실리카 습식 마스터배치 복합체	(한국신발피혁(연))배성국, 김 웅, 김정수
P고분목-37	Effect of polyol chain structures on shape memory property of polyurethane elastomer	(서울시립대)이재헌, 김정현
P고분목-38	양성자 교환막 연료전지 성능 향상을 위한 수직 채널이 있는 나노 시트 탄소 입자 제작	(KAIST)최재영, 김은지, Zhengping Tan, 김범준

P고분목-39	수계 바인더를 위한 vinyl acetate - methyl acrylate 공중합 및 비누화 반응 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(공주대)변상환, 김형준, 고영수
P고분목-40	Dopamine 구조를 갖는 수계 고분자 바인더 합성 연구	(공주대)이하영, 이경빈, 김형준, 고영수
P고분목-41	유연한 슈퍼커패시터용 고이온 전도성 에폭시-실리카 이오노겔 고분자 전해질	(인하대)채진아, 최우혁
P고분목-42	Effect of Processing Additives on Sequentially Deposited Photoactive Layers for Organic Photovoltaics	(경북대)이다민, 박창우, 함가영, 차효정
P고분목-43	Microfluidic Production of Tough Microbeads and Microcapsules composed of Highly-Entangled Hydrogels **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)Wahyu Martumpal Hamonangan, 김신현
P고분목-44	높은 리튬 이온 전도성의 유연한 리튬 금속 배터리를 위한 플라스틱 결정 기반의 복합 엘라스토머 전해질	(인하대)제지향, 최우혁
P고분목-45	PU의 열분해 특성에 대한 이소시아네이트의 영향	(동아대)정은송, 이상호, (KPX케미칼)김동은
P고분목-46	Penetration Mechanism of Non-fullerene Acceptors on Sequential Deposition Organic Solar Cells	(경북대)박창우, 이다민, 함가영, 차효정
P고분목-47	Development of 2K-structural urethane adhesive with controlled delamination	(한국신발피혁(연))김두헌, 권하은, 전호균, 김구니
P고분목-48	Effects of Nano fillers on Improving Weatherability and Bonding Strength of 2K-Urethane Adhesives	(한국신발피혁(연))김두헌, 권하은, 전호균, 김구니
P고분목-49	Comparison of properties of 2K-polyurethane adhesives through hydrogen bonding and ionic bonding	(한국신발피혁(연))권하은, 전호균, 김두헌, 김구니
P고분목-50	Prepolymer synthesis of 2K-polyurethane adhesive for improved workability	(한국신발피혁(연))권하은, 전호균, 김두헌
P고분목-51	Synthesis and performance of perfluorosulfonic acid, Key material used in fuel cell based on vinylidene fluoride and fluorosulfonyl vinyl ether and improvement of physical properties using additives	(KRICT/UST)방재권, 허현준, 손은호, (정석케미칼)최재원, 임석희, (KRICT)박인준, 소원욱, 이명숙
P고분목-52	방향족 구조를 가지는 열경화성 수지를 이용한 고투명 복합소재 개발	(애경케미칼(주))이동훈, 김상훈, 이수정, 이민주, 김영용
P고분목-53	Thermo-responsive Hydrogel Composites: Biocompatible Cellulose as a Versatile Candidate for Innovative Applications **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대)김지혜, 이종휘
P고분목-54	Preparation and characterization of biodegradable PBAT/TPS-ZnO nanocomposites for an antibacterial food packaging	(연세대)신봉수, 권구윤, 이우석, 고성혁, (한국식품산업클러스터진흥원)우현정, 정준재
P고분목-55	Deformable, Ion-to-electron Transduced Polymer Semiconductor Using Ion Compatible Photo-crosslinker **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)오하영, 권혁민, 김동준, 정욱진, 김도환, (UNIST)조완호, 김봉수
P고분목-56	질소 가스 투과를 통한 젖산을 함유한 셀룰로오스 아세테이트 멤브레인의 다공성 채널 형성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(상명대)변성현, 강상욱
P고분목-57	다양한 페닐 메타크릴레이트 조성에서 폴리(메틸 메타크릴레이트-co-페닐 메타크릴레이트)와 폴리카보네이트 혼합물의 물리적 및 유변학적 특성	(KRICT)이시형, 주세현, 김용석, 박성민, (충남대)최재학, (중앙대)유영재
P고분목-58	로봇 및 VR 응용 분야를 위한 연성 고분자 전기 활성 작동 접착 패치 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대)황귀원, 전승환, 방창현, (한국교통대)양태헌
P고분목-59	Clamshell-shaped droplet-based electricity generator	(중앙대)진정현, 장석태
P고분목-60	프탈산 무수물을 이용한 생분해성 폴리에스테르의 합성 및 특성	(애경케미칼)최유미, 김기용, 곽찬규, 박형남, 신철
P고분목-61	Self-Assembly of Double Hydrophilic Block Copolymers Containing Guanidinium Groups in Aqueous Media	(홍익대)배정아, 오승환, 최수형
P고분목-62	바이오베이스플라스틱의 열전도도 저감을 위한 키토산의 탄화수소 사슬 개질 연구	(KITECH)황기섭, 권혁준, 장요셉, 송한호, 김가은, 이준영
P고분목-63	Growth of uniform and ultradense ZIF-8 nanoparticles on individually delaminated MXene sheets	(KIST)장정민, 김선준
P고분목-64	고성능 이중층 커패시터용 PMVEMA 기반 젤 폴리머 전해질	(연세대)문주용, 김종학, (건국대)박정태
P고분목-65	Fabrication of a polyurethane foam containing micro-pores as a thermal insulator	(KAIST)채준수, 최시영
P고분목-66	"Double multi-cation" composite membrane with surface-functionalized Zirconia nanoparticle of highly improved ionic conductivity and chemical stability for anion exchange membrane water electrolysis	(성균관대)장준호, 유필진
P고분목-67	스트레쳐블 커버 윈도우용 작용기가 추가된 parylene 필름의 표면 특성	(충남대)이희종, 이재원, 양서주, 이건오, 이경진
P고분목-68	Thermomechanical and rheological properties of reactive PP/PE blends	(한양대)이 한, 장영욱

P고분목-69	아이소솔바이드를 활용한 열경화성수지 개발	(애경케미칼)이수정, 이민주
P고분목-70	Electrically Conductive High Internal Phase Emulsion (HIPE) Stabilized *via* Metal Ion – Polymer Complex **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)민성배, 이재홍, 김종윤, 최시영
P고분목-71	Thin-Film polyHIPE with Enhanced Mechanical Strength Through Inter-Droplet Looping Agent **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김종윤, 최시영
P고분목-72	극저온용 PDMS 기반 폴리우레탄 접착제의 합성 및 물성 평가	(서울대)김경민, 김현중
P고분목-73	Poly(2-aminoethylmethacryate-ran-ethylmethacryate)를 이용한 고도의 조절 가능한 기계적 물성을 갖는 비이소시아네이트 폴리우레탄 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)전병주, 이경문, 최시영
P고분목-74	Carrier transport in conductive polymers for transparent thermoelectric films	(충남대)김병관
P고분목-75	흑연-CF 충전재 혼합 비율 평가를 통한 SMPC의 열전도도 및 형상회복성능 향상	(KITECH)최성웅, 최두영
P고분목-76	고온경화형 에폭시 기반 형상기억고분자 경화거동 및 탄소섬유 길이에 따른 형상회복성능 평가	(KITECH)최성웅, 도가람, 최두영
P고분목-77	EIS-based PEDOT: PSS/MXene electrode for detection of cortisol on a biosensing platform	(성균관대)홍성욱, 유필진
P고분목-78	폴리비닐알콜-알지네이트 항균성 바이오폴리머의 제조	(부경대)이다해, 안희주, 우희철, 이재경
P고분목-79	에폭시 기반 접착제의 열적 및 기계적특성 개선을 위해 흑연과 다양한 길이의 탄소섬유를 기반으로 한 하이브리드 필러 적용	(KITECH)최두영, 양승호, 최성웅
P고분목-80	Upcycling of end-of-life PLA composites using surface-modified cellulose	(부산대)이주홍, 임원빈, 민진규, 이재룡, 김민주, 변상욱, 김성호, 배지홍, 허필호
P고분목-81	이온성 액체 기반의 마이크로젤 입자를 활용한 고체 고분자 전해질 제작 및 리튬 이차 전지 적용	(POSTECH)조원장, 이기라
P고분목-82	재생소재를 기반으로한 방열소재 제조 및 방열특성 고찰	(한국자동차(연))김준석, 장은진, 문동준, 홍민종, 윤여성, 오미혜
P고분목-83	왕관 모양 PEG 하이드로젤을 사용하여 바이오연료의 부산물로 생성된 글리세롤을 부가가치 화합물로 전환하는 효소 공정	(연세대)오원택, 함정우, 김세민, 조강희, 고원건
P고분목-84	Light-Responsive Shape-Trnasformable BCP particles with Dynamic Morphological Transformations **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김진우, 박진석, 김범준, (UNIST)구강희

공정시스템: 10월 26일(목), 13:30~15:00

P공정목-1	Prediction of Conformational Dynamics in Molecular Dynamics Simulation using Out-of-Distribution Detection	(서울대)이경민, 이종민
P공정목-2	Rotating Packed Bed에서 MEA를 이용한 CO_2 흡수 실험	(한발매스테크)방성운, 김제영, 곽충용, 이동영
P공정목-3	Carbon-techno-economic analysis model for cost optimization of amine-based CO_2 capture process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)박시환, 서주영, 오시은, 이인규
P공정목-4	Advanced Heat Recovery Systems Design of Stenter Processes for Energy Efficient Textile Dyeing **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)김정헌, 문하늘, 이인규
P공정목-5	Toward reduced emissions of greenhouse gases via sector coupling of steel and petrochemical industries: Life cycle assessment of NMTO process using blast furnace gas	(충남대)박재현, 김영찬, 노고산, (KRICT)김기웅
P공정목-6	Pressure Swing Adsorption, Xenon enrichment, process modeling, dynamic simulation, gPROMS **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대)최연지, 이수현, 박경태
P공정목-7	aPHA 생산 공정의 전과정평가 방법론 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대)이수현, 최연지, 박경태
P공정목-8	Liquid hydrogen cold energy recovery by dual-stage power generation processes **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)문하늘, 이인규
P공정목-9	플라즈마와 물-디젤 에멀젼 기술을 이용한 엔진 배기가스 처리 실험	(인하대)안성준, 황성원
P공정목-10	A Hybrid Systems Design for Clean Hydrogen Production with Autothermal Reforming-Solid Oxide Electrolysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)조서연, 노원준, 이인규
P공정목-11	극저온 이산화탄소 포집 기술을 적용한 ATR 기반의 블루 수소 생산 공정 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)노원준, 이인규
P공정목-12	폐배터리 양극재 재활용을 위한 최적 로스팅 선택 전략: 공정 설계 및 경제성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)정소영, 김정동, 김정환
P공정목-13	머신러닝 기반 광촉매 활용 수소 생산 공정 최적화	(연세대)변주영, 임종훈, 김정환
P공정목-14	Active Learning을 통한 LNG 액화 공정 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(광운대)장지수, 진흥석, 김연수
P공정목-15	액상 수소 유기 운반체를 활용한 수소 운송 전략의 결정: 경제적, 환경적, 그리고 에너지 효율적 관점 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)안병찬, 원왕연

P공정목-16	마이크로버블 반응기를 이용한 솔베이 공정 내 SO_x 및 CO_2 활용 공정 개발	(연세대)최종두, 김정환, (KITECH)윤유정, 임종훈, 류영복
P공정목-17	Techno-economic and life cycle assessments of ethylene production using green hydrogen as an alternative fuel in naphtha cracking **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부경대)Fitriasari Eprillia Intan, 유 준
P공정목-18	초(아)임계 추출 설비를 이용한 천연물 내 유효성분 추출 공정 개발	(일신오토클레이브)조완택, 박종범, 이홍준
P공정목-19	에너지 안보 해결을 위한 Power-to-Methane 및 극저온 CCUS 기반 합성천연가스 공급망 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH))김유림, 이재원, (연세대)김정환, 문 일
P공정목-20	디지털 트윈 플랫폼 개발을 위한 LNG 액화 공정 동적 시뮬레이션 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대)고세진, 황성원
P공정목-21	매립지 가스의 유도결합플라즈마 개질을 통한 수소 생산 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)이수현, 신윤경, 노고산, (인투코어 테크놀로지)이윤성, 김두일
P공정목-22	Process design and energy analysis for p-xylene production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(계명대)정수빈, 안유찬
P공정목-23	환경영향인자를 고려한 폐플라스틱 선별 및 재활용 공정의 다기간 최적화 모델 연구	(계명대)손준혁, 안유찬
P공정목-24	Optimizing the plastic waste supply chain network for plastic waste sorting and recycling **(우수 포스터 발표상 후보)**	(계명대)천재필, 안유찬
P공정목-25	플라스틱 폐기물의 열분해 유 생산 및 활용 공정	(계명대)정효진, 안유찬
P공정목-26	파라-자일렌 생산을 위한 PAREX 공정 모사 및 경제성 평가	(계명대)하수정, 안유찬
P공정목-27	에탄/에틸렌 분리의 인공 신경망 기반 VPSA 반응기의 공정 최적화 기술 개발	(KRICT)임명균, 윤지섭, 김기웅, (한양대)김진국
P공정목-28	양자 신경망을 이용한 naphtha cracking 공정 수율 예측 모델 개발	(KITECH)주종효, (연세대)오승현, 이동균, 김정환
P공정목-29	Multiscale Modeling Framework using Density Function Theory(DFT)-aided Computational Fluid Dynamics (CFD)	(서울대)최석훈, 이종민, 이경민
P공정목-30	Dehydration of Isopropyl Alcohol via Dividing Wall Heterogeneous Azeotropic Distillation Column	(영남대)Hanifah Raisa Aulia, 이문용
P공정목-31	Evaluation of electrochemical CO_2-to-CO reduction technology under multiple dynamic uncertainties using real options and reinforcement learning **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)천우필, 허성민
P공정목-32	Harmonizing Profitability and Sustainability: A Comprehensive Study of Natural Gas Liquids Recovery	(영남대)Muhammad Islam, 이문용, Ahmad Naquash
P공정목-33	Optimization of a two-stage H_2 separation membrane process for blue hydrogen production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대)오선영, 구보람
P공정목-34	Energy Savings in IPA Production: A Comparative Study of Conventional and Kaibel Distillation Columns	(영남대)Nguyen Nga, 이문용
P공정목-35	Genetic algorithm-based cost optimization of the seawater bittern and waste seashell recovery process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)김선우, 주종효, 임종훈, 김정환
P공정목-36	극저온 CO_2 포집 및 합성천연가스 생산을 통한 지속 가능한 LNG 선박 운전 시스템 설계	(KITECH)이우영, 김유림, 이재원, 조형태, (연세대)김정환
P공정목-37	코크스 건식소화설비 공정모사	(RIST)최영재, 이종규
P공정목-38	냉열 저장 시스템과 Allam Cycle을 통합한 지속 가능한 LNG 공급망 설계	(공주대)김윤건, 신민규, (부산대)이인규, (동국대)박진우
P공정목-39	Life Cycle Assessment for the Production of Biodegradable Plastics	(고려대)박단비, 원왕연
P공정목-40	핀치 기법을 사용한 열 통합에 의한 아이소프로필 알코올 생산 공정의 에너지 절감	(영남대)진의동, 이문용
P공정목-41	에너지 분석을 통한 수소액화 공정의 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대)박민지, 황성원
P공정목-42	Electronic grade Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate 생산을 위한 대체 공정 디자인의 기술-경제성 평가	(영남대)신준우, 이문용
P공정목-43	Optimal strategies for natural hydrogen supply: a techno-economic analysis of various pathways	(KITECH)한현수, 조형대, 이재원, (연세대)김정환
P공정목-44	초임계 이산화탄소 추출 공정 및 응용 분야	(일신오토클레이브)장수인, 박종범, 조완택
P공정목-45	재생 플라스틱 생산을 위한 LP-HTL 기반 폐 플라스틱 공정 시스템 개발	(KITECH)이세영, 이혜정, 임종훈, 이재원, 조형태
P공정목-46	Thermodynamic consistency test for experimental data of drug solubility in supercritical carbon dioxide	(울산대)Hamidreza Soltani Panah, 정동휘

P공정목-47	고순도 암모니아 농축을 위한 온도 변동 흡착(TSA) 공정 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER)강봉진, 범희태, 김선형, 한상섭, 윤형철, (연세대)배윤상
P공정목-48	Optimization of Hydrogen Liquefaction Process: A Comprehensive Approach for Thermodynamic Outcomes and Cost Analysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대)김희성, 이종민
P공정목-49	Analysis of the relationship between turbulence kinetic energy and overall mass transfer coefficient in CFD-based dioxide utilization mineral carbonation reactor	(KITECH)임혜인, 유 엽, 이재원, 조형태, (연세대)김정환
P공정목-50	Utilization of Methane Byproduct as an Alternative Fuel for Ethylene Production: Techno-Economic Analysis and Life Cycle Assessment **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부경대)Wan Nurauni Afiqah Binti Wan Hamdan, 유 준
P공정목-51	바이오가스 기반 메탄올 생산공정 개발 및 환경성 평가	(롯데건설 기술(연))박호영, 양창원, 문정수
P공정목-52	Multi-zone building 전이학습-멀티에이전트 강화학습 기반 HVAC 최적제어	(경희대)Tariq Shahzeb, 김상윤, 허성구, 유창규
P공정목-53	초고압 분산 장비 개발 및 화학공정 적용 및 활용분야	(일신오토클레이브)김미정, 박종범, 조완택
P공정목-54	그린수소 생산을 위한 개선된 인덕션 기반 암모니아 분해 공정	(KITECH)임준혁, 조형태, 이재원, (연세대)윤승관, 김정환
P공정목-55	Predicting the life-time of the lubricants used in a hermetic compressor via CFD-GA **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대)신기림, 황성원, 이기환
P공정목-56	정삼투 담수화 시스템 투과 플럭스 예측을 위한 하이브리드 머신 러닝 모델 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대)송인서, 박기호, (GIST)문정우, 김준하
P공정목-57	Novel lignin recovery process from black liquor in a pulp mill for high value-added production	(KITECH)최세환, 박지예, 이재원, 조형태
P공정목-58	극저온 저장 시스템과 수소재기화 결합 공정 최적화	(연세대)김영현, 김정환, 문 일, (부산대)문하늘, 이인규, (Massachusetts Institute of Tech.)김민수, (동국대)박진우
P공정목-59	바이오가스 업그레이딩을 위한 multi-scale screening method 기반 MOF 흡착제 선별	(KITECH)김규리, 안나현, 이재원, 조형태, (울산대)가성빈, (연세대)김정환
P공정목-60	머신 러닝을 이용한 밸브 타입 예측 모델 개발	(연세대)김찬호, 주종효, 김정환, (KITECH)최민식, (삼성엔지니어링)이아름, 윤 건, 조성호
P공정목-61	그래프 오토인코더기반 도시 공기질 측정망 미세먼지 센서보정연구	(경희대)Usama Ali, shahzeb tariq, Roberto Chang Silva, 유창규
P공정목-62	Development of an AI-based Asphalt Property Prediction Model Accounting for Complex Oil Refinery Variable **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH/연세대)안나현, (GS칼텍스)임종구, 한인수, (KITECH)조형태, (연세대)문 일, 김정환
P공정목-63	NG 생산 공정 배출 유정폐수 담수화 및 농축 염수 활용 공정 개발	(KITECH)임준택, 박지예, 조형태, (동국대)박진우, (연세대)김정환
P공정목-64	확률적 예측 기반 스크리닝 방법을 이용한 DRM 촉매 발견 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)박현도, 노지원, 조형태, (연세대)문 일, 김정환, (서울과기대)노인수
P공정목-65	머신러닝에 기반한 촉매 성능예측의 핵심인자 도출 및 최적화를 통한 촉매 역설계	(KITECH)노지원, 박현도, 조형태, (연세대)문 일, 김정환, (서울과기대)노인수
P공정목-66	미분기를 이용한 Cascade 제어 구조	(경북대)임창규, 한상진, 성수환
P공정목-67	The impact of Impeller Type on Polymer Reactor Performance using Computational Fluid Dynamics **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대)도윤정, 황성원
P공정목-68	Techno-Economic Analysis of an Absorption-Based CO_2 Capture System with a Low-Pressure Flash Column **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)박하린, 이주화, (SK 이노베이션)윤석원, (한양대)김진국
P공정목-69	Development of the Integrated TEG and Carbon Dioxide Liquefaction Process Based on the Life Cycle Cost(LCC) analysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대)박지연, 정형준, 구현석, 박하정, 황성원
P공정목-70	이산화탄소 포집을 고려한 암모니아 생산 공정의 최적화 설계 및 경제성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)강민석, 이주화, 박하린, 김진국
P공정목-71	농산부산물 기반 SOFC 열병합발전 시스템의 합성가스 공급용 반탄화 연료 가스화기의 운전특성	(고등기술(연))홍기훈, 황상연, 박철우, 위수빈, 엄성현
P공정목-72	바이오가스 기반 온사이트 청정수소 스테이션의 수익성 분석 및 수송관점 편익분석	(고등기술(연))홍기훈, 장은석

P공정목-73	적정기술형태의 내륙담수화를 위한 배치역삼투공정의 설계, 모델링 및 운용전략 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대)김건영, 박기호
P공정목-74	폐어망 촉매 열분해를 통한 카프로락탐 회수 공정 모사 및 전과정 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)류희도, 한지훈, (성균관대)양우영, 이제찬, (전남대)변재원
P공정목-75	Life Cycle Assessment of Rubber – Silica Composites Processing for Tire with Considering Usage Phase	(경희대)이승원, (고려대)원왕연
P공정목-76	연소 후 배가스 포집을 위한 투과도 실험 데이터 기반의 분리막 포집 공정 설계 및 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)송용재, 김진국, (KIER)여정구, 이정현
P공정목-77	수소 생산을 위한 알칼라인 전해조 시스템의 모델링 및 전산 모사 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)전동현, 김진국
P공정목-78	복수의 이산화탄소 포집 공정 통합 처리 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)박준원, 김진국
P공정목-79	화학 공정 설비의 성능 모니터링 및 유지보수 주기 예측을 위한 딥러닝 기반 모델 설계 및 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대)김희진, 심은석, 황성원
P공정목-80	DTP 공정 내 머신러닝 기반 색상 일치를 위한 개선 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)유 엽, 권혁원, 심재윤, 조형태, (연세대)문 일, 김정환
P공정목-81	Pulsed Electrochemical CO_2 Reduction: Multi-scale TEA from Electrolyzer to Process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)정유림, 나종걸
P공정목-82	Flexible operation of electrified hydrogen and ammonia production integrating real-time power grid **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)김주연, 나종걸
P공정목-83	Sustainable CO_2 Capture and Utilization from Diverse CO_2 Sources: Incorporating Direct Air Capture	(이화여대)하지우, 나종걸
P공정목-84	Electrochemical Biorefinery: Design and analysis of lignocellulosic biomass conversion to adipic acid process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)이수현, 나종걸, (KIST)이웅희, 이동기
P공정목-85	Multiscale Modeling of Atomic Layer Deposition by Integrating kinetic Monte Carlo and Computational Fluid Dynamics Simulation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)이채은, 나종걸
P공정목-86	지열 에너지 연계 냉난방 에너지 공급 시스템 설계 연구	(한양대)김세중, 김진국, 박하린
P공정목-87	Supercritical 조건에서 Copper 박막 제조	(강원대)김남훈, 이원규
P공정목-88	Exploring the Potential of Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC) System for Efficient Hydrogen Storage and Transport: A Techno-Economic and Energy Analysis Perspective	(인하대)너모나, 황성원
P공정목-89	Mathematical modeling of series fluidized bed reactors for hydrogen-based iron making **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)이희원, 손상환
P공정목-90	Biohydrogen Production Utilizing Food Waste: A case study of South Korea	(영남대)Ahmad Naquash, 이문용
P공정목-91	Novel design of power-to-dual hydrogen and methanol system(PtHM): Process integration, optimization and Tea **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)이성민, 김정동, 문 일
P공정목-92	다양한 CFD 모델을 활용한 멀티페이스 반응기 설계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)정한샘, 나종걸
P공정목-93	Modeling and Optimization of Microbial Electrosynthesis Cell to Produce Acetate from CO_2 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)김민지, 손상환
P공정목-94	An Efficient and Robust Integrated Framework for Simultaneous Design of Product and Processes: Chemical absorption of CO_2 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)김유현, 나종걸
P공정목-95	메탄 직접 전환 반응 기반 에틸렌 생산 공정의 이해: 메탄 산화 이량화 반응 및 메탄 비산화 직접 전환 기반 공정 기술 경제성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대)정해권, 김지용, 박민성
P공정목-96	기술상부구조를 이용한 바이오매스 기반 DME 생산 경로 합성 및 기술 경제성 평가	(성균관대)정해권, 김소현, 김지용
P공정목-97	Techno-economic analysis of anion exchange membrane electrolysis process for green hydrogen production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)이동균, 문 일, 김정환, (Massachusetts Institute of Tech.)김민수, (China Univ of Petroleum)Meng Qi
P공정목-98	코크층 생성 및 탄소배출량을 고려한 나프타 열분해 공정의 비정상상태 모델링 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)신소망, 손상환
P공정목-99	수소 공급 전략에 따른 목질계 바이오매스 기반 친환경 메탄올 생산 공정 최적화	(성균관대)김찬목, 유찬희, 김지용
P공정목-100	강화된 실험 계획법(iDoE)의 개발 및 적용	(순천대)정재은, 유경환
P공정목-101	배가스 질소산화물 제거를 위한 선택적 촉매 환원(SCR) 공정 제어 방법 개발	(RIST)이창규, (순천대)유경환
P공정목-102	기술상부구조 기반 최적화 프레임워크을 통한 순환 경제 내의 폐플라스틱 업사이클링 전략 제시	(성균관대)정우창, 유찬희, 김지용
P공정목-103	메탄 개질 반응 공정 설계를 위한 데이터 연계 전략 및 기계학습 모델 개발	(성균관대)양 현, 정해권, 김지용

P공정목-104	폐리튬이온 양극재로부터 NMC 전구체 재생성 최적 운전 전략 도출을 위한 공정 모사	(연세대)김정동, 김정환, (전남대)박기호
P공정목-105	Modeling of Electrochemical CO_2 Reduction Device: The Effects of Controlable Extrinsic Variables in 3-Dimensional Analysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)이선영, 나종걸
P공정목-106	Data-driven model for reliable SoC(State of Charge) estimation of battery based on electrochemical models	(연세대)오승현, 문 일, (성균관대)김지용
P공정목-107	Nonlinear dynamics identification for bio-2,3 butanediol distillation column	(KITECH)최영렬, 조형태, (연세대)김정환, 문일, (GS칼텍스)임종구
P공정목-108	기술 경제성 분석을 통한 납사 크래킹 공정과 바이오매스, 화석 연료 기반 메탄올 생산 공정 비교	(POSTECH)이가영, 한지훈, (Lotte E&C)박호영
P공정목-109	기계 학습 기술을 사용하여 가스 터빈 유지 관리를 위한 세척 간격 최적화	(한밭대)장수영, Francis Pako, Nelson Kudakwashe Muchabaiwa, 김신혁, 오 민
P공정목-110	Nitrogen fixation applying water electrolysis and electrolytic plasma-liquid interfacial reaction hybrid process	(인하대)강태형, 황성원, (Tokyo Institute Of Tech.)Mori Shinsuke
P공정목-111	Helium-hydrogen mixture와 mixed-refrigerant를 이용한 수소액화공정 개발 및 최적화	(인하대)정형준, 황성원
P공정목-112	NGCC-CO_2 공정과 천연가스 액화 공정, CO_2-EGR 공정을 통합한 CCUS 공정 설계	(동국대)김도희, 박진우
P공정목-113	액체 이산화탄소 수송을 위한 최적 압력 결정: 국내 사례연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)강현진, 이석구
P공정목-114	철강부생가스의 CFD 모델링 및 입자여과 시뮬레이션	(한밭대)정준호, 김신혁 (한국교통대)김성원, (포스코)조문경
P공정목-115	대단위 화학공장의 총체적 공정안전 관리에 대한 응용 연구	(Y.H.KIM Eng. & Mfg. Int. Consultant) 김영호
P공정목-116	경제성 최대화를 위한 인공지능 기반 플라스틱 열분해 공정 최적화	(KITECH)임종훈, 주종효, 조형태, 이재원, (연세대)문 일, 김정환
P공정목-117	Neural ODE를 이용한 동적 반응기 모델링: First-Principle Model과의 비교 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대)권광현, 손영우, 이종민
P공정목-118	디퓨전 기반 심층 생성 모델을 활용한 공정 데이터의 결측치 대체와 이상 진단 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대)박지훈, 이경민, 최석훈, 이종민
P공정목-119	부분적 이중 원형 컬럼을 통한 증류공정에서의 열 전달량 및 에너지 효율 최적화	(KAIST)서채영, 이민용, 이재우, (LG화학)이희천
P공정목-120	알코올 피드에 따른 두 에테르화 반응 증류 시스템의 집적화 된 에너지 효율적 공정 디자인	(KAIST)이정우, 이민용, 김동근, 신용범, 이재우
P공정목-121	경제적 비용 함수를 이용한 확률적 튜브 기반 모델예측제어 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대)윤형로, 박현민, 이종민 (현대자동차)정해성, 오세규
생물화공: 10월 26일(목), 13:30~15:00		
P생물목-1	박테리아 셀룰로오스 나노섬유 생산을 위한 균주 안정성 확보 및 셀룰로오스 생산성 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)허동훈, 정기준
P생물목-2	SARS-CoV-2 및 그 변종의 민감한 감지를 가능하게 하는 무표지 비색 CRISPR/Cas12a 리포터 시스템	(한국생명공학(연))김한솔
P생물목-3	Improving microbial malic acid production by reconstructing the respiration system **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김지연, 이종언, 안정호, 김기배, 최 솔, 이상엽
P생물목-4	Optimizing malate dehydrogenase for enhanced microbial succinic acid production	(KAIST)김지연, 안정호, 이종언, 김원준, 김기배, 이상엽, (경북대)서호균, 박우진, 석지혜, 김경진
P생물목-5	Metabolic engineering of Pseudomonas putida for Plasmid-, antibiotic-, and inducer-free production of terephthalic acid from p-xylene **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)강민주, Zi Wei Luo, 최경록, 이상엽
P생물목-6	One-step Biosynthesis and Characterization of Poly(D-lactate-co-glycolate-co-4-hydroxybutyrate) from Metabolically Engineered Escherichia coli	(KAIST)강민주, 최소영, 채동언, 임정애, 이상엽, (KRICT)신지훈
P생물목-7	Biosynthesis of acrylic acid in metabolically engineered Escherichia coli using β-Alanine pathway	(KAIST)Alisher Nazarbekov, 고유승, 김재웅, Tong Un Chae, 송찬우, 이상엽
P생물목-8	Bio-based production of various short-chain primary amines using retrobiosynthetic approach **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)Alisher Nazarbekov, 김동인, Tong Un Chae, 김현욱, 장우대, 이상엽
P생물목-9	Spatial Reconstruction of Membrane-bound Enzymes for de novo Production of silybin and isosilybin	(KAIST)Hengrui Zhou, 박선영, 양동수, 하신희, 이상엽

P생물목-10	Application of Enzyme-scaffold-assisted Electron Channeling for the Production of Natural Products **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)Hengrui Zhou, 박선영, 은현민, 이문희, 이상엽
P생물목-11	최적화된 미생물 발효공정을 통한 홍어 부산물 연구	((재)전남바이오산업진흥원)방승혁, 오성화, 문명재, (영산홍어(주))강후원, 김상호
P생물목-12	다수의 구아니딘기를 부착한 분자수송체의 합성 및 이를 이용한 암세포로의 독소루비신의 향상된 전달 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대)구나림, 임정균
P생물목-13	Pneumatic valve-based microfluidic device for the detection of hEPO gene **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)윤혜원, 이창수
P생물목-14	Surface decontamination of radioactive cesium by a reversibly cross-linkable hydrogel based on the phenylboronic acid-diol ester bonds	(한국원자력(연))이가은, 장정윤, 양희만
P생물목-15	Itaconate Production Exploiting Kinetic Compartmentalization of Unnatural Reaction for in Escherichia coli **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)문조현, 예대열, 정규열, (KRICT)노명현
P생물목-16	Tyrosine Production in Escherichia coli Exploiting Metabolic Flux Engineering of Synthetic Promoters and Untranslated Regions	(POSTECH)문조현, 김성철, 민병은, 정규열
P생물목-17	토홀드 스위치 기반 유전자 조절자 접근법을 사용한 리보스위치 기반 센서 성능 최적화	(POSTECH)황윤희, 김종민, 정규열, (인천대)장성호
P생물목-18	전사 억제자를 이용한 리보스위치 튜닝을 위한 RNA-단백질 하이브리드 입력 회로 개발	(POSTECH)황윤희, 장성연, 정규열, (인천대)장성호
P생물목-19	Preparation of Chitosan Nanoparticles Encapsulating Tropolone for Utilization as Cosmetic Preservatives	(순천대)홍웅길, 김진우, 심왕근, (조선이공대)정경원, (전남대)윤순도
P생물목-20	Non-chromatographic method for the purification of high purity paclitaxel from *Taxus* chinensis using three-step tandem cavitation fractional precipitation	(공주대)강다연, 김진현
P생물목-21	Elucidation of the role of gas bubbles in the fractional precipitation of (+)-dihydromyricetin	(공주대)오현지, 김진현
P생물목-22	Synergistic effect of negative pressure and ultrasound on the adsorption efficiency of paclitaxel from the plant cell cultures of *Taxus chinensis* using Diaion HP-20	(공주대)강예지, 김진현
P생물목-23	표면 플라즈몬 공명 바이오센서를 이용한 유산균 유래 엑소좀의 정량 및 피부 투과도 분석	(차의과학대)이경민, 홍수린
P생물목-24	갈색 거대 조류 바이오 정제를 위한 산업화	(POSTECH)Xu Mingyuan, 정규열, 임현규, 곽동훈, 서상우
P생물목-25	Thermodynamic Anaylsis of Cellulose Chain Dissolution in NaOH/urea Solution Based on Structure and Conformation	(이화여대)허유진, 이상헌, (연세대)안익성
P생물목-26	대장균에서 비브리오 유래 MEP 대사경로에서의 외래 효소 발현으로 향상된 리코펜 생산	(POSTECH)손양준, Min Jae, 노명현, 우성화, 임현규, 정규열
P생물목-27	비브리오 플랫폼에서의 목질계 바이오리파이너리	(POSTECH)손양준, 우성화, 임현규, 노명현, 백동엽, 문조현, 정규열, (서울대)한용희, 박성우
P생물목-28	A sensitive and multiplex genotyping method for SNPs using ligase-detection reaction combined with CE-SSCP	(POSTECH)이충원, 최 웅, 신기영, 정규열
P생물목-29	Swift genetic variation analysis employing high-resolution microchip-based CE-SSCP	(POSTECH)이충원, 신기영, 정규열
P생물목-30	Microfluidic device-based single cell coating technology **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)오서연, 김동영, 이창수
P생물목-31	*Bacillus* subtilis Spore Surface Display of Tyrosinase for Hydroxylation of Phenolic Compounds **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)정유라, 김준형, 김수환
P생물목-32	Engineered protein nanocage with Half-Life Extension by decoration of fcrn binding domain **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대)이예람, 이은정, 강다연, 고예주, 안일주 (고려대)안원경
P생물목-33	Size-controllable spheroid formation with Water-in-oil droplet 3D cell culture	(부경대)최승희, 배서준, 임도진
P생물목-34	Exploring Healthspan Extension through Anti-Aging drugs and Behavioral Monitoring in *C. elegans*	(명지대)남수빈, 권영은, 조용민
P생물목-35	Xylitol Production in *Escherichia coli* using the Endogenous YahK enzyme	(명지대)정욱진, Angelo B. Bañares, Grace Nisola, 김 헌, 이원근
P생물목-36	*Chlorella* sp. 전사체 분석을 통한 탄소 고정 및 지질 합성 탐구	(경희대)강남규, 인예진, 민현준, 박예지, (일리노이 주립대)고현기

P생물목-37	Selective enrichment of CO_2 electrophiles microbial community for biogas-upgrading of CH_4 by intermittent applied potential-induced microbial electrosynthesis cell	(부산대)김민수, 김은서, 김중래
P생물목-38	Rolling Circle Transcription을 통한 RNA기반 하이드로겔 합성	(서울시립대)장익수, 이종범
P생물목-39	Genomic Hydrogel Formation via Dual Plasmid Multi-primed Chain Reaction for Improved Cell-Free Protein Synthesis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대)김태현, 이종범
P생물목-40	Kinetics에서 mass transfer로의 분자 체계 변환 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)김다늘, 김동환, 예대열, 정규열
P생물목-41	Enhancement of Poly(lactic acid) Biodegradation with High Crystallinity under Thermophilic Anaerobic conditions **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)윤경석, 김연제, 상병인
P생물목-42	Novel Antisense Oligonucleotide for Enhanced RNA Cleavage **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대)염규하, 이종범
P생물목-43	기능성 핵산 나노구조체를 위한 이중 효소 중합 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대)김현지, 박용국, 이종범
P생물목-44	생체재료로서의 기계적 안정성을 갖는 단백질 기반 하이드로젤 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대)고예주, 이예람, 안일주, 이은정, (고려대)안원경
P생물목-45	Investigation of the Antioxidant Activity of the Methanolic Extracts from Fabaceae Family in Nicaragua	(상명대)김승희, 최수진, 신소은, 양진주, 이정호, 손혜림, 이강현, 유하영, (순천향대)이자현
P생물목-46	Phytochemical Compositions of Underexplored *Salix* Plant *S. kochiana*	(상명대)김승희, 이정호, 송윤석, 손혜림, 이강현, 유하영, (신한대)전영상
P생물목-47	Enhancement of formate dehydrogenase production in Methylorubrum *extorquens* ATCC 55366 by optimization of culture conditions	(C1 가스 리파이너리 사업단)김상준, 조숙형, 이진원, (서강대)나정걸
P생물목-48	베이지안 네트워크를 이용한 삼중음성유방암 세포의 유전자 변화에 따른 생존도 분류 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)정해덕, 김현욱
P생물목-49	Construction of the recombinant bacterial systems with modified cellular surface for the extracellular Gamma-aminobutyric acid production	(울산대)정재훈, Kumaravel Ashokkumar, 홍순호
P생물목-50	Production of L-serine in Recombinant *Escherichia coli* with higher yield by colocalization of pathway enzymes through scaffold strategy	(울산대)Kumaravel Ashokkumar, 정재훈, 홍순호
P생물목-51	Development of the pesticides removing biological system by construction of the recombinant *Escherichia coli* system with modified membrane proteins	(울산대)Saranya Shanmugasundaram, 정재훈, 홍순호
P생물목-52	Ribosome-Mediated Biosynthesis of 5- and 6-Membered Ring Oligomers in Vitro **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)이강훈, 이준구
P생물목-53	Mitigation of Greenhouse Gases (GHGs) in Simulated Biogas via Mutualistic Cultivation of Green Algae and Methanotroph	(서강대)강태욱, 전성훈, 이진원, 나정걸, (Ain Shams Univ.)Selim Saed Selim Ashoor, (INRAE)Jerome Hamelin, Kim Milferstedt
P생물목-54	Systematic literature mining for the extraction of gene-protein-reaction associations by using language models **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)이병태, 김민지, 김현욱
P생물목-55	Cell-free synthesis of functional Elongation Factor P (EF-P) variants containing post-translationally modified residues **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)김도현, 이준구
P생물목-56	Laccase mimicking Mn-Cu Nanoflowers for On-Site Visual Detection of Phenolic Neurotransmitters	(가천대)김문일, Thao Nguyen Le
P생물목-57	Preparation of two-dimensional Fe_3O_4 nanodisks and nanosheets and their applications in magnetic field-assisted microalgal biorefinery process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)정유정, Laxmi Priya Sathiya Vahisan, Rendi Mahadi, 이규범, 장은혜, 최영선, 오유관, 정성욱, (고려대)김보람
이동현상: 10월 26일(목), 13:30~15:00		
P이동목-1	신경망을 활용한 잡음이 포함된 측정 자료로부터 DNA 용액의 조성비 예측	(제주대)김민지, 강경희, 이효민
P이동목-2	신경망의 지도 학습을 위한 적합한 학습 자료 구성 방식과 손실 함수	(제주대)송동규, 고세헌, 이효민
P이동목-3	심층 신경망을 활용한 전기동역학적 공간시간 지도로부터 DNA 길이와 혼합 종 개수 예측	(제주대)양승희, 김예원, 이효민
P이동목-4	전기방사를 통한 고효율 PM 제거를 위한 무기 염 첨가 투명 필터 제작	(경북대)류도혁, 정수환
P이동목-5	분자역학 시뮬레이션을 이용한 천연 물질의 피부 투과 증진 확인 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)강승한, 최시영
P이동목-6	생분해성 젖산 하이드로젤 입자를 활용한 섬유아세포로의 조절된 성장 인자 전달	(고려대)김지우, 장우경, 문석준, 봉기완, (강원대 병원)김성연

P이동목-7	다중 면역화학분석법을 위한 암호화된 하이드로젤 마이크로입자 기반의 실시간 비색 분석을 통한 단백질 정량화	(고려대)조인영, 임용준, 최준희, 김지우, 송이룸, 봉기완
P이동목-8	CFD를 이용한 중공 섬유막 접촉기의 산소 탈기 연구	(전남대)안재석, 구보람
P이동목-9	다양한 피드 스페이서 재료에 대한 멤브레인 증류 성능 예측	(전남대)정유혁, 구보람
P이동목-10	Silver Nanowire Stabilized Pickering Emulsion **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)Turan Mammadli, 최시영
P이동목-11	전기장을 이용한 미세플라스틱 제거 및 검출 기술 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대)파니즈파라말지, 장원익, 유재범, (제주대)이효민
P이동목-12	슬러리 혼합 프로토콜이 전기화학적 리튬 회수 시스템의 성능에 미치는 영향	(단국대)송환규, 정선엽, (서울대)주화주
P이동목-13	Effects of Liquid Metal Co-filler on the Properties of Epoxy/Binary Filler Composites	(명지대)송치민, 이주형, 김수연, 김수지, 강성은
P이동목-14	상전이물질 미립자들이 분산된 액체금속 매트릭스 기반 신 잠열 저장 계	(명지대)강성은, 이주형, 송치민, 김수지
P이동목-15	광반응성 사다리형 폴리실세스퀴옥세인을 기반으로 한 OLED 용 유연하고 저유전율의 박막 인캡슐레이션 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대)신규진, 이준협, 김진욱, 김도현, 김상희, 오민정, 양수영, 이금정
P이동목-16	열감응형 나노캡슐의 계면코팅을 이용한 투명접착박막의 잔류물 없는 비파괴 분리 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대)김진욱, 이준협, 신규진, 김도현, 김상희, 이금정, 오민정, 양수영
P이동목-17	범밀도함수이론에 기초한 니켈(100) 표면에서의 전기화학적 질소환원반응 메커니즘에 관한 연구	(이화여대)김민지, 이상헌
P이동목-18	유한요소법 기반 점탄성 자유계면 전산모사	(서울대)양윤동, 남재욱
P이동목-19	배위결합 기반 금속이온-고분자 구조체의 계면 배열 및 평면 내 방향으로의 금속이온 정렬 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)이재홍, 최시영
P이동목-20	Training constitutive neural network via Smoothed Particle Hydrodynamics of a viscoelastic fluid	(서울대)이수형, 진호원, 안경현
P이동목-21	Effects of poly(vinyl alcohol) on rheological and drying properties of aqueous ceria-based suspensions under different pH conditions **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)김성환, 김동욱, 정현욱
P이동목-22	Development of Electrophoresis of charged droplet(ECD)-based digital microfluidic system with an automatic sample supply and collection system	(부경대)허재욱, 배서준, 임도진
P이동목-23	Development of smaller continuous electroporation system with high-throughput via dual magnet solenoid pump	(부경대)정구진, 배서준, 임도진
P이동목-24	슬롯 코팅 시 피드 슬롯에서 발생하는 와류 분석	(서울대)오상호, 남재욱
P이동목-25	전기장을 이용한 Giant Unilamellar Vesicles의 합성과 변형	(경북대)조은화, 한구희
P이동목-26	CeO_2, Metal Chalcogenide 에서의 질소환원반응에 대한 이중원자촉매의 metal-substrate 상호작용 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)한윤지, 이상헌
P이동목-27	분자동역학 시뮬레이션을 이용한 P(VDF-HFP) 폴리머의 구조적 특성 및 접착성 향상에 관한 이론적 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)정승원, 이상헌
P이동목-28	MXene 막의 대류 조립	(경북대)지민준, 한구희, (KAIST)이용희
P이동목-29	얇은 오일 층을 포함하는 하이드로젤 마이크로캡슐 및 다양한 자극에 의해 유발되는 스마트 방출 제어 기술 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(영남대)정혜선, 박채희, 최창형, (대구한의대)김지현
P이동목-30	Development of a microfluidic-based toxicity assessment platform in *C. elegans*	(명지대)김지혜, 강지연, 전윤정, 조용민
P이동목-31	제1원리 모델링을 통한 전기화학적 암모니아 합성을 위한 루테늄 촉매 표면에서의 질소환원반응의 매커니즘 분석	(이화여대)조미현, 이상헌
P이동목-32	Density-Functional Theory Modeling for Thermal Atomic Layer Etching of Cobalt with Hexafluoroacetylacetone Chelation	(이화여대)채소민, 이상헌
P이동목-33	진공 RF 플라즈마를 이용한 고분자 다공막의 기공표면 기능화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(홍익대)전준혁, 류원선

입자기술: 10월 26일(목), 13:30~15:00

P입자목-1	DEM 시뮬레이션을 활용한 마이크로 분쇄장치 효율의 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대)최석영, 한현각, (대가파우더시스템)이제현, 박도현, 이홍운
P입자목-2	분쇄 방법과 입자 특성이 비타민 C 화장품의 안정성에 미치는 영향: 산화 및 분리 방지에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(순천향대)장일선, 최석영, 한현각, ((주)콧데)장동일
P입자목-3	Random pore model을 적용한 CaO 입자의 탄산화반응 수치해석	(KITECH)정효재
P입자목-4	A study of improving the performance of PEO-based solid polymer electrolytes through fluorination with AlF_3 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)박민지, 양유현, 송슬기
P입자목-5	A Study on Antisolvent-free Perovskite Crystal Growth Using Boiling point of Solvent	(충남대)임정인, 박서현, 송슬기
P입자목-6	리튬 이온 배터리 음극의 신속한 합성을 위한 MXene 필름의 손전등 유도 부피 팽창 및 TiO_2 형성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대)팽창웅, 임창용

P입자목-7	Engineering Nitrogen-Induced Defect States in Silica Nanoparticles for Enhanced Room-Temperature Phosphorescence **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대)한채원, 권우성
P입자목-8	물리적 변형을 통한 이방성 입자 제조	(경북대)차찬욱, 한구희
P입자목-9	Formation of Nitrogen-Induced Emission States in Carbon Dots by Selective Oxidation and Carbonization of Naphthylamine **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대)박세현, 권우성, 김유진
P입자목-10	Comparison between particle size and morphology changes of iron and copper powder using a planetary ball mill with DEM simulation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(창원대)오란치멕 쿨란, 최희규, 바트체첵, (몽골국립대)보르 암갈란
P입자목-11	겔-졸 합성법을 이용한 이방성 적철석 입자 합성	(경북대)정순문, 한구희
P입자목-12	Formation of Calcium Carbonate Crystals Utilizing Different Functionalized Polymers as Additives, and Real-Time Monitoring via Microfluidics Coupled with Optical Microscopy	(부산대)장은혜, 정유정, 김 일, 오유관, 정성욱, (고려대)김보람
P입자목-13	비수용성 퀘세틴의 높은 담지율과 빠른 방출량을 지닌 다기공 실리카 캐리어 연구 개발	(POSTECH)장예찬, 이기라
P입자목-14	Fabrication of various morphology Self-assembled Perylene Diimide using solvent composition change for optimization of chirality	(서울대)이상욱, 이도영, 오준학
P입자목-15	징크 음극의 활성탄 코팅을 활용한 징크 이온 배터리 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(충남대)양유현, 박민지, 송슬기
화학공정안전: 10월 26일(목), 13:30~15:00		
P안전목-1	Acetylene black의 분진폭발 특성에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(세명대)최재준, 하동명
P안전목-2	유기용제 혼합물의 연소특성치의 측정 및 예측	(세명대)최재준, 장유선, 장유리, 박준우, 하동명
P안전목-3	제3석유류 Cut-off 물질의 인화점에 대한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(세명대)장유선, 하동명
P안전목-4	CFD를 활용한 수증기 메탄 개질(SMR) 공정에서의 수소 누출 분석 및 환기 방안 최적화	(KITECH)김은총, 유 엽, 이재원, 조형태, (연세대)김정환
P안전목-5	CFD를 활용한 버스 정류장 내 SOx 저감 장치 설치 최적화	(KITECH)김주환, 유 엽, 이재원, 조형태, (연세대)김정환
P안전목-6	AI 기반 동적 위험성 평가모델과 작업안전분석 연계 방안 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(광운대)금재민, 정영운, 고재욱, 김연수
P안전목-7	수소 저장탱크 누출확산 환경 반영 증기운 피해예측 기계학습 모델 및 리스크 저감 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)정영민, 이재욱, 신동일
P안전목-8	대규모 복합 수소 터미널의 정량적 위험성 평가 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(중앙대)계혜리, 이철진
P안전목-9	Differentiable physics 기반 가스 누출확산 surrogate model 개발 및 감지기 최적배치 시스템 효율 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)김강섭, 신동일

포스터 발표 III: 10월 27일(금), 15:30~17:00

열역학분자모사: 10월 27일(금), 15:30~17:00		
P열역금-1	First-principles elucidation of the ammonia decomposition mechanism on M_6@TiPc (M_6 = Fe_6, Co_6, Ni_6, Co_5Ni, and Ni_5Co) **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대)Zhou Jingwen, 강성구
P열역금-2	제로갭 알칼라인 수전해 시스템의 수력학적 운전비용에 미치는 촉매 지지체의 구조 효과	(경상국립대)박치훈, 다우디언 마즈야르, (단국대)박인기, 임준현, 이창현
P열역금-3	물리적/화학적 처리를 통한 마이크로-크리스탈린 셀룰로오스의 이산화탄소 하이드레이트 억제 효과 증진 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)윤소영, 장현기, 서용원, (한국교통대)김영찬, 김기섭
P열역금-4	Influence of memory effect and CO_2 injection rate on depressurization-assisted replacement for CO_2 geological storage and natural gas production	(창원대)최원중, (콜로라도스쿨오브마인스)목정훈, (UNIST)이종혁, 이요한, 서용원, (KIGAM)이재형
P열역금-5	Elucidating the dehydrogenation mechanism of 1,1,6,6-tetracyclohexylhexane	(울산대)Bhamu Kailash Chandra, Jingwen Zhou, 강성구
P열역금-6	Understanding the Dielectric Relaxation of Liquid Water Using Neural Network Potential and Classical Pairwise Potential **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대)류재현, 이원보
P열역금-7	CO_2 하이드레이트 형성의 억제: 천연 산이 존재할 때의 실험 및 계산 방법론 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)문성주, 고우진, 목정훈, 서용원

P열역금-8	이산화탄소의 존재 하에서 2,3,3,3-tetrafluoropropene (HFO-1234yf)의 구조 II 하이드레이트로의 포집 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)장현기, 목정훈, 김성우, 임준규, 서용원
P열역금-9	가스하이드레이트 및 탄소광물화를 통한 CO_2 지중 저장 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)박민서, 이종혁, 서용원
P열역금-10	Hydrate-based xenon-krypton separation with thermodynamic hydrate promotor **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대)장민성, 추형록, Reyhaneh Ghorbani Heidarabad, 신규철
P열역금-11	ChatMOF: An Autonomous AI System for Prediction and Generating Metal-Organic Frameworks **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)강영훈, 김지한
P열역금-12	Exploring Charge Stabilization in Photocatalysis through Benzotrithiophene-based Covalent Organic Frameworks: A Theoretical Investigation	(UNIST)김유진, 전종필, 백종범, (Univ of Cambridge)주세훈, (고려대)곽상규
P열역금-13	Enhancing Gas Storage Capacity using sll Hydrate Seed Formed through Sequential Growth **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)김민주, 사정훈
P열역금-14	AIMD 시뮬레이션을 활용한 실리카 분산 안정성 재 정의	(KAIST)김한을, 최시영
P열역금-15	Phase equilibrium studies for CO_2 hydrates under deep sea environment toward CO_2 ocean sequestration	(동아대)정시윤, 서준우, 사정훈
P열역금-16	Characterization of Gas Hydrate Formation under Multiphase Flow Conditions Simulated by using the Rock-Flow Cell	(동아대)박성아, 손수현, 사정훈
P열역금-17	리튬 금속 표면과 전해질/첨가제 분자와의 상호작용에 관한 계산과학 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경상국립대)이동규, 손현수, 이태경
P열역금-18	Furan 계열 분자와 메탄 가스를 포함한 구조 II 하이드레이트의 Rietveld 분석	(강원대)박기훈, 차민준
P열역금-19	Measurement of Solid-Liquid Phase Equilibrium (SLE) Data in Binary Organic Mixtures **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)정시연, 김태현, 강정원
P열역금-20	CO_2 하이드레이트 기반 담수화를 이용한 방사성 폐수로부터의 담수 회수	(한국해양대)임솔거, 윤지호
P열역금-21	극저온 액화 수소 설비에서 피스톤 펌프 및 열교환기의 수치 해석적 연구	(서울과기대)강은구, 남원제, 신헌용, (강원대)이봉섭
P열역금-22	Electrochemical ammonia oxidation reaction on Ptn/CeO_2 catalysts	(울산대)Sesha Surya Varaprasad Reddy Karri, Jingwen Zhou, 강성구
P열역금-23	AI 기반 탐색: 효율적인 CO_2 포집을 위한 이온성 액체 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대)박진영, 이용진, (한국과학기술정보(연))서민호
P열역금-24	고온 내성 폴리이미드 올리고머의 개발: 아민 치환에 대한 분자 동역학적 접근 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대)박준혁, 이용진, 유현석
P열역금-25	Cellulose Regenerated from Deep Eutectic Solvent and Ionic Liquid: Changes in Structural Characteristics and Thermal Properties	(한국교통대)김영찬, 강정원, 김기섭
P열역금-26	연속적인 하이드레이트 형성을 통한 수소 혼합 천연가스로부터의 수소 분리 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대)한금비, 김민경, 안윤호, (KAIST)이원형, 이재우
P열역금-27	다공성 탄소 시스템에서의 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대)이영기, 안윤호
P열역금-28	다성분 금속 유기 구조체 디자인 및 데이터베이스 설계 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김영훈, 김지한
P열역금-29	이온성 하이드레이트 기반 이산화탄소/질소 혼합 가스 분리 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숭실대)김현진, 안윤호
P열역금-30	Phase equilibria and formation kinetics of CF_3I hydrates as clean fire extinguishing agents	(동아대)이종환, 사정훈, 신예봄, (KITECH)조상규
P열역금-31	CO_2 지중저장을 위한 N_2+CO_2 열역학적 상평형 연구	(KITECH)이승민, 강경찬
P열역금-32	ESS 및 전기차용 리튬이온 폐배터리 고속방전을 위한 시스템	(KITECH)이승민, 박지유, 강경찬
P열역금-33	나노여과막 기반의 염료/무기염 분리 특성 연구	(KITECH)박지유, 이승민
P열역금-34	실험적, 컴퓨터 계산 연구를 통한 Na-montmorillonite 점토가 존재하는 메탄 하드레이트의 해리 거동 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)임준규, 고우진, 목정훈, 서용원, 이요한, (한국조선해양)이준섭, (창원대)최원중
재 료: 10월 27일(금), 15:30~17:00		
P재료금-1	질소와 황의 도핑되는 수준에 따른 탄소양자점의 광학적 특성과 메커니즘	(가천대)김태욱, 박찬호, (한국전자기술(연))양현승, 정과정, 반예준
P재료금-2	Enhanced Electrochemical Performance of Novel Mesoporous TiO_2 Anode material for Lithium-ion Batteries	(부경대)배소연, 한도영, 정태욱, 김다은, 오세도, 박지완, 원용선

P재료금-3	가시광 영역에서의 고효율 수질정화를 위한 친환경 광촉매 소재 개발	(한국기초과학지원(연))안하림, (충남대)임채훈, 이영식, 이현욱
P재료금-4	상호작용 매개체의 적용을 통한 메조다공성 몰리브덴 탄화물 합성법: 수소생성반응 최적화를 위한 Mo-Valence의 조절 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)변재호, 김성빈, 이진우
P재료금-5	나노 코팅된 이중 기능 분리막을 통한 리튬-황 배터리 성능 강화: 셔틀 효과와 리튬 덴드라이트 생성의 완화	(KAIST)이정윤, 이진우
P재료금-6	초박형 2차원 다공성 무기 나노코인을 향한 고분자 계면 의존적 형태 전이와 리튬-황 배터리의 안정성을 보장하는 다기능 기판으로서의 구동	(KAIST)반민경, 이진우, (전북대)김성섭
P재료금-7	MXene framework composites with isocyanate cross-linking agents for outstanding mechanical properties and EMI shielding	(KIST)이성은, 김선준
P재료금-8	강화학습을 활용한 TADF 분자 탐색	(서울대)이용규, 김현승, 이원보
P재료금-9	Programmable Self-assembly of ssDNA-functionalized Liquid Crystal Droplets **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)신지수, 김원식, 최진강, 최예나, 최대섭, 김영기
P재료금-10	생분해성 고분자를 이용한 캡슐화를 통한 항산화제의 장기안정성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(가천대)한수경, 박찬호, (숭실대)신재만, 최지혜
P재료금-11	Design of Liquid Crystal-Based Sensor for Arsenic(III) **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)김혜인, 김원식, 오광석, 최영선, 김영기
P재료금-12	Nanostructuring CoMoPx with Many Defects for Effective Water Splitting	(KAIST)전현우, 이진우
P재료금-13	Ammonia free 공침 합성 조건 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)박 신, 조창신
P재료금-14	건식 전사 인쇄를 통한 초고해상도 풀컬러 페로브스카이트 나노 결정 패터닝 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST)안언형, 양지웅, (UNIST)권종익, 최문기
P재료금-15	조성 제어에 의해 유도되는 2차원 CdSe 양자 나노 결정 상전이의 원자 단위의 메커니즘 규명 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST)마현종, 양지웅, (서울대)김동준, 박정원
P재료금-16	망간(II)이 도핑된 ZnSe 나노결정의 형상 제어 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST)차준우, 양지웅
P재료금-17	Ultrasound-assisted extraction of lithium from spent lithium-ion batteries using deep eutectic solvents **(우수 포스터 발표상 후보)**	(경북대)임은민, 최성욱, 정수환, 유재범
P재료금-18	Carrier Dynamics in Heavy Metal-Free Quantum Dots in the SWIR Region **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)조현진, 이도창
P재료금-19	열 충격을 이용한 맥신 기반 나노구조 합성 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)윤지수, 정희태, (KIST)김찬솔
P재료금-20	〈발표취소〉	
P재료금-21	Synthesis of transition metal nanoparticles with low surface poisoning using precipitation reaction	(금오공대)유소애, 장지웅
P재료금-22	역전기투석용 다공성 미세 구조 전극의 전기화학적 제조 및 첨가제 영향 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(강원대)권은지, 이동현, 송혜정, 최인수
P재료금-23	Therapeutic ion releasing zinc ferrite nanoparticles for enhancing mesenchymal stem cell-mediated wound healing	(경희대)유태경, 이재영, 송지우, 장진훈, (성균관대)방석호, 김유진, 이은철
P재료금-24	나노 복합체 내 폴리도파민이 코팅된 중공 나노 파티클 함유에 따른 강유전체 및 자기전기 특성 향상에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)송만성, 장상목, 양수철
P재료금-25	〈발표취소〉	
P재료금-26	양자점 표면 특성이 음각 전사 인쇄 공정의 전사 수율에 미치는 영향 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST)송현화, 양지웅, (UNIST)권종익, 최문기
P재료금-27	삼원 Cu-In-Se 양자점의 결함 엔지니어링을 통한 광전기화학 수소 생성 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(DGIST)지승현, 쉬리, 인수일, 양지웅, (단국대)김재엽
P재료금-28	Synthesis of environmentally Benning InP red quantum dot(QD) using in-situ etching method	((주)오디텍)김소정
P재료금-29	Improve the optical properties of InP green quantum dot via one pod synthetic route	((주)오디텍)김소정
P재료금-30	요소 및 하이드라진 산화 반응과의 연결을 통한 질산염 환원 암모니아 생산의 에너지 효율 개선 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)노효균, 임채은, 용기중
P재료금-31	청색 발광 양자점 특성 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)조성우, 임성남, 송신애, 김기영, 우주영, (성균관대)정소희
P재료금-32	다중 바이오마커 검출을 위한 양자점-단백질 복합체 제조 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)김예린, 나현빈, 황수경, 최유성, 박채이
P재료금-33	다차원 은나노 입자 Template으로 합성된 I-VI, II-VI, Transition-metal dichalcogenide 반도체 나노입자 합성	(금오공대)김주혜, 장지웅
P재료금-34	고온에서 수열안정성이 높은 메조기공의 니켈필로실리케이트 소재 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대)박용수, 조은범
P재료금-35	전기화학적 수소 추출기용 고내구성 고활성 Ir계 전극의 전기화학적 제조 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(강원대)정혜민, 최정민, 신미혜, 최인수

P재료금-36	Synthesis of salt-encapsulated metal nanoparticles in porous zeolite	(금오공대)김은아, 장지웅
P재료금-37	Facile TiNx Coating of TiFe-based Alloy through Instantaneous Thermal Shock for Selective Hydrogen Storage **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)조 현, 조은선
P재료금-38	무음극 리튬 금속 배터리를 위한 제올라이트 이미다졸레이트 프레임워크와 섬유 복합재에서 기인한 프리 스탠딩 탄소 호스트 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)김홍중, 조창신
P재료금-39	Molecular Doping of Nucleic Acids into Organic Crystals Driven by Multisite-Intermolecular Interaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)정우혁, 박진혁, 김석호, 안동준
P재료금-40	하향식 나노패터닝을 통한 금속산화물 센서 제작 및 민감화를 통한 황화수소 감지 성능 향상 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)강호형, 주희은, 정희태, (성균관대)조수연
P재료금-41	삼성분계 납 칼코제나이드 양자점 기반의 고성능 광전 소자 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)전용우, 임성남, 송신애, 김기영, 우주영, (성균관대)정소희
P재료금-42	금속이 추가된 메조포러스 실리카 물질의 구조적 특징	(서울과기대)박윤태, 조은범
P재료금-43	Pt/CdS nanosheet as the photocatalyst for efficient C-C coupling reaction of benzyl alcohol	(KAIST)로반, 이도창
P재료금-44	Elaborate Design of Scaffold-Free Porous Mg with Additives for Robust and Efficient Hydrogen Storage System **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김현지, 강태혁, 최벽파, 조은선
P재료금-45	Synthesis of green-emitting quantum dots with enhanced photoluminescence and narrow emission band through gradient ZnTeSe core	(연세대)허호석, 이강택, 조준희, 백승호
P재료금-46	Utilizing Green Techniques for Crafting an Eco-Friendly Quantum Dots/Polyimide Color-Conversion Layer	(연세대)백승호, 이강택
P재료금-47	Bacterial nanocellulose-derived carbon materials from biodiesel industry residue for energy storage applications **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)이세희, 아미스 아브라함, 상병인, (KIST)김형철
P재료금-48	다양한 색상을 지닌 전기유변 유체의 색상의 선명도 및 전기감응 특성 향상 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한밭대)제갈석, 윤창민
P재료금-49	공석 패시베이션을 통해 높은 안정성의 페로브스카이트 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)김영철, 임성남, 송신애, 김기영, 우주영, (한양대)이승현
P재료금-50	Exploring Quantum Dot-Mechanoluminescence Composites by Enhancing Luminescence and Material Performance	(연세대)송지윤, 이강택
P재료금-51	환경개선을 위한 Cu-TiO_2 이종접합 나노구조의 결정구조 및 광활성에 관한 연구	(서울과기대)DEBABRATA Chakraborty, 조은범
P재료금-52	Effect of Salts on Reverse Self-Assembled Structures in Mixtures of Lecithin and Organic Solvents **(우수 포스터 발표상 후보)**	(금오공대)김나현, 이희영
P재료금-53	Derivation of thermodynamic coefficients between amphiphilic gold nanoparticles and vesicles reaction using ITC	(금오공대)이영민, 이희영
P재료금-54	Adsorption Behavior of Amphiphilic Gold nanoparticles (AuNPs) on Liquid-Liquid Interface as a Function of Ionic Strength	(금오공대)강민석, 이희영
P재료금-55	Autonomous Self-Healable Piezo-Ionic Sensor for Touch Modulation in Soft Electronics **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)엘비스, 권혁민, 김주성, 최한빈, 공진연, 김동준, 영우빈, 김도환, (충남대)판보해, 이경진
P재료금-56	전기화학적 리튬 매개 질소 환원 기반 그린 암모니아 합성의 안정성 및 에너지 효율 향상 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)임채은, 용기중
P재료금-57	NiFe 이중층수산화물로 패시베이션된 유기반도체 기반 광전극을 사용한 고효율 광전기화학 물분해 전지 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)김윤서, 조승호
P재료금-58	전체 소자 자가치유 다기능 센서 패치 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)박미현, 김서진, 하정숙
P재료금-59	고강도의 선택적 자가치유 고분자를 기반으로 한 자가치유 듀얼모드 센서 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)김소민, 구예원, 하정숙
P재료금-60	질화탄소(C3N4)의 밴드구조 모듈레이션을 통한 광화학적 암모니아 생산 증대 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)홍인주, 용기중
P재료금-61	자가 치유 eutectogel 기반 다기능 센서 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)이진영, 하정숙
P재료금-62	Synthesis of Hollow $SrTiO_3$ Photocatalyst for Photocatalytic Overall Water Splitting **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)오다바시이셀다, Sandeep Kumar Lakhera, 용기중
P재료금-63	Flash Joule Heating of MgNi Alloy Encapsulated with Reduced Graphene Oxide for Enhanced Hydrogen Storage Performance **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김수아, 조 현, 조은선
P재료금-64	Exploring Hierarchically Porous Titanium Nitride Synthesized by Multiscale Phase Separation as a Route to Ultrastable High-Rate Li-S Batteries	(KAIST)이주현, 임원광, 이진우
P재료금-65	산화 그래핀 나노 리본 나노쉬트의 지프 성장 템프릿으로써의 이용과 지프 나노 입자 침투 성장 및 성장 시간별 모형의 변화 그리고 그에 따른 가스 분리	(연세대)김지훈, 김대우

P재료금-66	높은 안정성을 위한 헤테로 구조 InP/ZnSe/ZnS 양자점 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)김혜선, 임성남, 송신애, 김기영, 우주영, (한양대)좌용호
P재료금-67	균일하게 Zr 원소가 도핑된 고성능 Co-free Ni-rich 리튬이온배터리 양극 소재 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)오지웅, 조창신
P재료금-68	질화갈륨/산화갈륨 p-n 접합 다이오드의 UV 포토디텍터 활용	(단국대)장수환, 김만경, (홍익대)백광현
P재료금-69	고굴절 입자를 적용한 구조색 기반 고색순도 응력 필름 제작 기술	(한국전자기술(연))박세민, 김영석
P재료금-70	산화철 플레이크를 이용한 전자기 차폐 도료의 경량화 연구	(한국전자기술(연))전종윤, 이상훈, 김영석
P재료금-71	Doped graphene quantum dots/TiO_2 heterostructure for efficient visible-light photocatalytic activity toward hydrogen production	(울산대)Tran Van Tam, 김민재, 최원묵
P재료금-72	선형적이고 민감한 e-skin을 위한 마랑고니 흐름 기반 3D 계층돔 구조 압력센서 어레이 프린팅 기술 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대)전승환, 방창현, 황귀원, 손지훈, (막스플랑크 연구소)민형호, (한국표준과학(연))김민석
P재료금-73	Black colored (Zn,Cu)O nanoparticles with improved NIR reflectance	(공주대)장우식, 정경열
P재료금-74	Selectively oxidizing the graphene adge enables exfoliation of graphite into graphene with high dispersibility and properties	(경상국립대)김규리, 이용현, 최창호
P재료금-75	광흡수형 입자를 이용한 고색순도 응력 필름 제작 기술	(한국전자기술(연))이상훈, 김영석, 박세민
P재료금-76	Praseodymium(Pr) Doping Effect on Ni-substituted $BaZrO_3$ Catalyst for Hydrogen Production by Partial Oxidation of Methane	(성신여대)이수빈, 구본재
P재료금-77	Eye-Safe Short-Wave Infrared-Active Ternary Quantum Dots **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)박서희, 임성남, 송신애, 김기영, 우주영, (한양대)좌용호
P재료금-78	저비용 전구체 및 친환경 처리방법 이용한 탄소재료 이미드 관능화 및 이의 바나듐 레독스 흐름전지 촉매로의 활용	(한국교통대)안희연, 전시은, 정용진, (서울과기대)노찬호, 권용재
P재료금-79	인 도핑 및 다량의 산소가 함유된 흑연탄소의 합성 및 바나듐 레독스 흐름전지 전극 촉매로의 적용 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한국교통대)전시은, 안희연, 정용진A
P재료금-80	Hydrogenation of Carbon Black by Ultra-High Pressure Hydrogen Treatment: In-situ FT-IR Analysis **(우수 포스터 발표상 후보)**	(조선대)김민아, 이창훈
P재료금-81	마이크로파 보조 공정을 통한 2차원 폴리머 코발트 프탈로시아닌 합성 및 연속적인 글루코스 모니터링에서의 적용	(한국교통대)유호빈, 전시은, 안희연, 정용진
P재료금-82	Enhanced the Kinetics and Stability of Bi_2Te_3 through In-Situ Growth on Reduced Graphene Oxide for Sodium-Ion Storage	(전남대)이송렬, 이지은
P재료금-83	One-Pot Synthesis of $AgInxGa_{1-x}S_2$/$AgGaS_2$ Quantum Dots **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대)박성경, 김병재, 임재훈
P재료금-84	Oxygen Permeability and Structural Stability of $BaCo_{0.7}Fe_{0.25}Zr_{0.05}O_{3-\delta}$ Oxygen Transport Membrane	(성신여대)조예진, 구본재
P재료금-85	망간계 MOF 전구체로부터의 다종 전이금속 황화물 합성 및 수전해 성능 평가	(인하대)한다경, (KITECH)임하나, 김현종, (연세대)김지윤, 고원건
P재료금-86	세라믹 전구체를 이용한 전기방사법과 CNT 구조체 성장을 통한 나노하이브리드 섬유 제조 및 이를 이용한 필터 미디어 특성 평가	(한국전자기술(연))김선민, 이재혁, 최지윤
P재료금-87	친환경 유기산 첨가를 위한 스테인리스강 부동태화제 개발과 내식성 평가	(KITECH)박세림, 임하나, 오세권, 김현종, (삼성중공업)정낙훈
P재료금-88	생분해성 PC 복합소재 적용 자동차 도어트림 신뢰성 연구	(덕양산업)이재용, 이보라, 곽성복, 정훈섭
P재료금-89	자동차 내장부품 적용을 위한 재활용 소재 성형성 향상 연구	(덕양산업)이재용, 정승재, 신유빈, 이동주
P재료금-90	광감응 질소 고정을 위한 생합성 반도체 나노입자-질소고정 박테리아 바이오하이브리드	(KAIST)김귀민, 이도창
P재료금-91	배면돌기 구조적용 고감성 사출스킨 내구성 연구	(덕양산업)이동주, 이보라, 김수영, 정훈섭, 김승호
P재료금-92	초박형 베이퍼 챔버적용 배터리 모듈의 열관리 성능 연구	(덕양산업)이동주, 조동익, 곽성복, 이재용
P재료금-93	전기방사법을 이용한 Metal-C-N 복합 나노섬유의 제조 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대)김지민, 조은범
P재료금-94	Upconversion Optimization of $CaTiO_3$: Ho/Yb Green Phosphor Prepared by Spray Pyrolysis for Anti-Counterfeiting Application	(공주대)손진영, 정경열
P재료금-95	Enhancing photocatalytic properties of light-driven micromotors for effective microplastic removal **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대)강은비, 이완희, 이효선
P재료금-96	염 기반 전구체를 사용한 2차원 WSe_2의 CVD 성장 메커니즘 규명	(인하대)이예빈, 송혁진, 신내철
P재료금-97	Amplifying circular dichroism in chiral perovskites via combination of chiral and achiral organic molecules	(서울대)송해니, 곽민준, 최원빈, 유동원, 오준학
P재료금-98	Aerosol Synthesis of LiDAR-detectable $(Zn,Co)(Al,Fe)_2O_4$ Black Pigments for Autonomous Vehicle	(공주대)윤진희, 정경열

P재료금-99	원편광 발광 전계소자 소재를 위한 리간드 유도 카이랄 양자점의 개발	(KAIST)김유진, 이도창
P재료금-100	혼합 용매 사용을 통한 리튬 중계 질소 환원 반응에서의 SEI 개질 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)김민균, 용기중
P재료금-101	Facile synthesis of $Cu_3Mo_2O_9$ Nanoparticles Decorated with Sulfur-doped Graphene Quantum Dots on Ni foam for Electrocatalytic Water Splitting	(울산대)김민재, 최원묵
P재료금-102	향상된 광 흡수를 통해 광촉매 활성을 향상시키기 위한 효율적인 다공성 유기 재료	(서울시립대)김봉석, 이효선, 전유원, (KIST)변지혜
P재료금-103	Investigation of structural and surface defects in $Ti_2C_3T_x$ MXene: Raman Spectroscopy	(울산대)Sharma Tata Sanjay Kanna, Beena Mol Babu, 최원묵
P재료금-104	Influence of steam activation temperature on the structural properties of carbon material obtained from steelmaking process **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)정희주, 정일준, 윤용주, (포스코퓨처엠)남기돈, 박재경, 성동민, 신윤경, 최사라, 김태욱, 윤재원
P재료금-105	Exploration of the physicochemical properties of Pd-doped graphitic carbon nitride: Colorimetric sensing of Amoxicillin	(울산대)Beena Mol Babu, 최원묵
P재료금-106	Synthesis of Neodymium Vanadate decorated with GQDs for effective Electrolysis of water	(울산대)스루스티샨자이보살레, 최원묵
P재료금-107	3D 구형 MXene의 합성과 그 구조적 효과	(POSTECH)강우석, 조창신
P재료금-108	Versatile Layered Hydroxide Precursors for Generic Synthesis of Cu-Based Materials **(우수 포스터 발표상 후보)**	(UNIST)장원식, 조승호
P재료금-109	열분해를 통한 팽창 흑연(Expanded graphite) 표면에 Ag layer 층의 형성 공정 및 특성 분석	(강원대)이오름, 이원규
P재료금-110	Enhancing Electrochemical CO_2 Reduction using 2D structured $Ca_2Nb_3O_{10}$ nanosheet-supported catalyst **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대)천승현, 김정연, 김현식, 이효선
P재료금-111	수열합성으로 합성된 이산화바나듐을 이용한 고성능 스마트 윈도우	(중앙대)최윤주, 김다감, 유미연, 백태종, 김종배
P재료금-112	Radiative Cooling With Thermal Energy Storage Using Phase Change n-Octadecane/SiO_2 Nanobeads	(중앙대)우호영, 황혜선, 윤태열, 우상혁, 백태종, (고려대)채동우, 손수민, 임한규, 이 헌
P재료금-113	Small contact etch prediction with 3D Feature profile simulation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대)문형준, 유혜성, 박재형, 채정수, 임연호, ((주)경원테크)윤국현, 유동훈, 신성식
P재료금-114	3D feature profile simulation of amorphous carbon hard mask etching characteristics under fluorocarbon gas mixture **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대)채정수, 유혜성, 박재형, 문형준, 임연호, ((주)경원테크)윤국현, 신성식, 유동훈
P재료금-115	"Surface-amine" and "Electrical Double Layer" monitoring in FET devices via green fluorescent labeling dye and thereof sensing **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대)황정환, 김진태, 탄와르아빈세인, 무함마드 메탑, 이건헌, 임연호
P재료금-116	Detection of copper(Ⅱ) ion in solution using FET device with dipicolylamine functionalized conducting channel **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전북대)이건헌, Arvin Sain Tanwar, 황정환, 김진태, Mehtab Muhammad, 임연호
P재료금-117	반도체 패키징에서 발생하는 실리콘 슬러지의 재활용을 통한 다양한 실리카 나노입자 제조법 비교 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한밭대)추연룡, 윤창민
P재료금-118	라이다 센서에 인지되는 다층 구조의 검은색 실리카/티타니아 나노입자의 제조 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한밭대)김지원, 윤창민
P재료금-119	이중 가교를 통해 강화된 고강도 대나무-알지네이트 복합재 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)이혜원, 송민재, 전상민
P재료금-120	Formulation to Improve Cryogenic Mechanical properties of Epoxy Adhesive for Membrane-type LNG Carrier	(KITECH)이소정, 김준기, (인하대)현승균
P재료금-121	은도금 전기 마스크 필터를 사용한 꽃가루 알레르기 예방 및 바이러스 비활성화를 통한 환경 보호	(중앙대)정은수, 유진욱, 김진석, 안다원, 최진현, 최태민, 박정미, 표성규
P재료금-122	Investigating of PCA-MXene-Integrated Colloidal Quantum Dot through Transient Absorption Analysis	(경북대)함가영, 차효정, (DGIST)유형렬, 최종민
P재료금-123	Optimization of electrolyte composition for WO_3-based electrochromic devices	(단국대)이현국, 김재엽
P재료금-124	리튬-황 배터리에서 향상된 메탈설파이드의 전기화학적 촉매 성능을 위한 표면 개질된 탄소나노튜브	(POSTECH)정윤호, 조창신
P재료금-125	Binding ability of Zn on Cu Based Alloy Electrode Materials for Zinc Metal Battery: A DFT Study **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)이성재, 김경학
P재료금-126	Flexible Transparent Conducting Films from Single-Walled Carbon Nanotube Using Polymeric Dispersant with Furfuryl Functionality	(경남정보대)김봉수, 허광선
P재료금-127	Circularly Polarized Light-induced Neuromorphic Transistor with Supramolecular Chirality **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대)김보람, 안재용, 오준학

P재료금-128	Stretchable stretch-Unresponsive wireless electronics With Permittivity Change Of Dielectro-elastic Composite	(한양대)최건오, 김선홍, 정예환
P재료금-129	Amorphous Two-dimensional $Mo_{1-x}W_xTe_2$ alloy **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)임은지, 조수연, 이하흔, 이승연, (KAIST)조우현, 양희준, (National Synchrotron Radiation Research Center) Chiang Yu Ching
P재료금-130	전장용 고해상도 카메라 모듈용 dual cure 접착제의 필러변화에 따른 수축률 과 흡습율 상관관계관찰	((주)원케미컬)백지원
P재료금-131	Wearable Haptic System based on Ultra-lightweight Textiles **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한양대)황진희, 정예환, 김선홍
P재료금-132	Efficient Removal of Organic Pollutants from Water Using a Core-Shell Structure of Fe_2O_3 Nanorods and Flower-liked TiO_2 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)이규범, 정유정, 정성욱
P재료금-133	전도성 고분자가 코팅된 메조다공성 탄소층 제조 및 고성능 슈퍼커패시터용 전극으로의 응용 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한밭대)김찬교, 윤창민
P재료금-134	궐련형 담배 폐기물을 재활용한 고성능 전고체 비대칭형 플렉서블 슈퍼커패시터용 전극의 제조 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(한밭대)김하영, 윤창민
P재료금-135	적외선 플라즈모닉 ITO 나노크리스탈 나노큐브 모노레이어 자가조립 최적화	(계명대)성동현, 조신흠
P재료금-136	플라즈마 공정 기반 백금 저감(〈 5 wt%)을 위한 FePt 퀀텀닷이 증착된 그래핀을 이용한 고성능 pemfc 공기극 촉매 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)정소윤, 리오이룬
P재료금-137	Structural Analysis of Single Crystal $NiTe_2$ and Possibility as a two-dimensional catalyst **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)이승연, 조수연, (KAIST)조우현
P재료금-138	DFT simulation을 이용한 C_2F_4O 가스의 SiO_2 표면 흡착 및 반응 예상	(RIST)송한덕
P재료금-139	화학기상증착을 통한 전이금속 디칼코게나이드의 온도의존적 합성: 변수에 의한 차이 조사	(이화여대)이수빈, 조수연
P재료금-140	Structural, Optical, Magnetic properties of Er doped Yttrium Iron garnets **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)남연우, 조수연
P재료금-141	알칼리 열 화학반응을 이용한 음식물 폐기물로부터의 청정 수소 생산 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(이화여대)박지은, 김우재
P재료금-142	탄소가 코팅된 리튬이차전지용 양극 활물질 $LiFePO_4$/C 분말 제조	(경남정보대)허광선, 정은혁
P재료금-143	이중 탄소 코팅된 리튬 이온 배터리용 음극활물질 Si Porous-C 복합재 합성	(경남정보대)허광선, 정은혁
P재료금-144	Enhanced Conversion of CO_2 into CO via Cooperative Interplay of Rhenium Complexes and Amined-Functionalized Multiple Ligands in Metal-Organic Polyhedra	(숙명여대)강민경, 최경민
P재료금-145	경질-연질 산-염기 원리 기반 다성분계 금속 칼코겐화합물 결정에서 삼성분계 고용체 금속 칼코겐화합물 나노와이어로의 화학적 변환	(서울대)이형석

촉매 및 반응공학: 10월 27일(금), 15:30~17:00

P촉매금-1	Comparison of Catalysis by Palladium(II) Complexes *vs* Palladium(II) Species Generated in-situ in Vinyl Addition Polymerization of Cyclic Olefins	(경북대)이효선
P촉매금-2	Contrasting Catalytic Features of Metal Oxide-Vanadium Oxide Composite and its Vanadate Analogue in Expediting Wet NO_X Reduction in the Presence of SO_2	(KIST)이석현, 하헌필, (경희대)김종식
P촉매금-3	Uncovering the Significance of Mono-Dentate SO_{32}-/SO_{42}- Modifiers in Prompting NO_X Reduction under Humid, SO_2 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST)이석현, 하헌필, (경희대)박소현, 김종식
P촉매금-4	Exploring Radical Evolution Pathways via H_2O_2 Dissection on FeOCl or its SiO_2-Modified Analogue	(경희대)유홍주, 이혜인, 유태경, 김종식, (KIST)김민성
P촉매금-5	〈발표취소〉	
P촉매금-6	Mechanistic and Kinetic Exploration of H_2O_2 Homolysis on ZrO_2 Nano-Particulates Adjacent to Lewis Basic N/S Dopants	(KIST)김민성, 김상훈, (경희대)김종식
P촉매금-7	케미컬 루핑 물 분해를 통한 수소 생산을 위한 금속이 도핑된 $La_{0.6}Sr_{0.4}FeO_3$의 활용 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대)류지민, 강도형
P촉매금-8	촉매 제조 및 반응 실험 조건에 따른 Pt-K/Al_2O_3 촉매의 촉매 특성에 관한 연구	(국립한경대)유영인, 고형림, 최이선
P촉매금-9	Investigation HER mechanism of Ni_2W_3N/NF electrocatalyst using in-situ Raman Spectroscopy **(우수 포스터 발표상 후보)**	(강원대)황지영, 윤덕현
P촉매금-10	Synergy of Oxygen Vacancies and Ni^0 Species to Promote the Stability of a Ni/$Ce_xZr_{1-x}O_2$ – Al_2O_3 Catalyst for Dry Reforming of Methane	(울산대)아잠 잠사즈, Pham Ngoc Nhiem, 왕명연, HOANG THI VAN ANH, Nguyen Phuong Anh, 신은우

P촉매금-11	이산화탄소 환원을 위한 손쉬운 확장 가능성을 갖는 고효율, 고내구성 쉘 구조의 구리 촉매 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KAIST)김건주, 이현주
P촉매금-12	Ammonia decomposition over Co/Al_2O_3 prepared by citric acid-assisted impregnation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)김수진, 윤용주
P촉매금-13	비화학양론 페로브스카이트 촉매의 CO 산화반응에 대한 반응속도론적 연구	(명지대)김민재, 조정현, 전상진, 정지철, (포스코)박경태, (포스코 홀딩스 미래기술(연))박해웅
P촉매금-14	Design of unused biomass reforming catalyst by using conditional generative model	(인하대)한정현, 유은성, 함형철
P촉매금-15	폐유지로부터 바이오디젤 합성을 위한 폐자원 활용 촉매 개발에 관한 연구	(명지대)윤지민, 조정현, 전채윤, 김수민, 정지철
P촉매금-16	First-principles design of electrolyte-tolerant Ni-based multimetallic catalysts for methane steam reforming **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인하대)윤석준, 함형철
P촉매금-17	Metal-support interactions over Ni/CeO_2-ZrO_2 catalysts for ethanol steam reforming and their influences on coke gasification in catalytic behavior	(울산대)왕명연, 신은우, Chao Song, Nguyen Phuong Anh, Hoang Thi Van Anh, Azam Jamsaz, Pham Ngoc Nhiem
P촉매금-18	Designing highly stabilized Pt^{2+} and Pt^0 atomic catalyst on oxidized g-C_3N_4 via robust metal-support interaction for improving photocatalytic H_2 evolution	(울산대)왕명연, Nguyen Phuong Anh, 신은우, Azam Jamsaz, Pham Ngoc Nhiem, Hoang Thi Van Anh, Chao Song
P촉매금-19	물 첨가 중질유분 분해 반응에서 철 촉매 활성상에 대한 연구	(KRICT)서필원, Duy Van Pham, 강기혁, 윤다님, 박선영
P촉매금-20	Theoretical Explanation for the Origin of the Improved Photocatalytic Hydrogen Evolution Reaction Activity for the $Au_{12}Ag_{32}(SeCH_3)_{30}$ Nanocluster	(서울시립대)김혜승, 유종석, (서울대)Megalamane Siddaramappa Bootharaju, Chan Woo Lee, 현택환, (Xiamen Univ.)Guocheng Deng, Nanfeng Zheng
P촉매금-21	등온적정열량계를 이용한 고친화성 결합 상수 측정	(금오공대)육가은, 장지웅
P촉매금-22	표면 제어를 통한 페로브스카이트 촉매의 반응 맞춤형 설계에 관한 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(명지대)조정현, 김민재, 김상원, 정지철, (포스코)박경태, (포스코홀딩스)박해웅
P촉매금-23	Effect of additional processes on advanced oxidation processes for the degradation of the antibiotic tetracycline	(순천대)유찬서, 정상철
P촉매금-24	Ru 구조 및 지지체가 폴리에틸렌 플라스틱 폐기물의 수소 첨가 분해 반응에 미치는 영향 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대)권태은, Huy Nguyen-Phu, 김태협, 노인수
P촉매금-25	메탈담지된 제올라이트에서 발생하는 부탄 방향족화 반응에서 메탄 첨가 효과	(서울대)황예슬, 임용현, 김도희
P촉매금-26	동시에 유기물 분해와 중금속 환원을 수행하며 자력 회수가 가능한 $rGO/WO_3/Fe_3O_4$ 삼종접합 광촉매 개발	(영남대)이재훈, 강미숙
P촉매금-27	염화비닐 단량체 생산을 위한 1,2-다이클로로에탄의 탈염화수소화 반응에서 코발트 양이온 도입에 의한 Co/ZSM-5촉매의 활성 향상 효과 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대)정형동, 서준호, 김승호, 손태오, 김도희, (LG화학)최재순
P촉매금-28	다양한 크기의 Ag 나노입자를 첨가한 CuZnO의 향균 및 물분해 성능	(영남대)신현섭, 강미숙
P촉매금-29	Computational Screening of Layered Transition Metal Oxide Electrocatalysts for Hydrogen Peroxide Production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)강주환, 곽상규, (UNIST)조유미, 김형준
P촉매금-30	Towards Sustainable Production of Adipic Acid from Biomass	(KRICT)김현국, 김준환, 이형우, (현대자동차)홍채환
P촉매금-31	〈발표취소〉	
P촉매금-32	Ce-induced promotion of Pt/Al_2O_3 for direct synthesis of NH_3 from NO and H_2	(KRICT)김영진, 정민혜, 소중섭, 오진호, 박지훈, 허일정
P촉매금-33	Effect of synthesis method on property change over Ni-based macroprosity support application for dry reforming of methane.	(울산대)Nhiem Pham-Ngoc, Azam Jamsaz, 왕명연, Nguyen Phuong Anh, Hoang Thi Van Anh, 신은우
P촉매금-34	g-C_3N_4 nanosheet with non-metal (O, P) co-doping for hydrogen evolution photocatalysis: revealing the active site of Pt in the g-C_3N_4 supporting structure	(울산대)Nhiem Pham-Ngoc, Hoang Thi Van Anh, Nguyen Phuong Anh, Azam Jamsaz, 왕명연, 신은우
P촉매금-35	Au/ASZM/PAC 첨착활성탄 제조 및 HCl 가스 흡착성능에 관한 연구	(순천대)박세연, 송완규, 임혜윤, 신현희, 안호근
P촉매금-36	메탄 분해 반응을 위한 Ni/CeO_2 기반 촉매 비교 연구	(충남대)김기철, 이규복, (KIER)윤재랑, 정태성, 고강석, 유인수, 김민철, 김우현, 전상구

P촉매금-37	Anchoring effect promoted Ni/$Ce_{0.8}Zr_{0.2}O_2$ catalysts by controlling the number of oxygen defect sites for dry reforming of methane reaction **(우수 포스터 발표상 후보)**	(연세대)류수진, 김범준, 김경진, 홍가람, 노현석
P촉매금-38	니켈-철 수산화물 표면 합성을 통한 니켈/몰리브덴 산화물 이종구조 알칼라인 수전해 촉매	(KAIST)김경수, 이도창
P촉매금-39	계산과학을 활용한 메타크릴산 제조용 헤테로폴리산 2단계 촉매의 메커니즘 규명 및 반응 최적화 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울시립대)부종찬, 이상경, 유종석
P촉매금-40	Surface modification through liquid nitrogen exfoliation and plasma for improved WS_2 properties as environmental catalysts	(KITECH)최예진, 김동혁, 이명진, 정보라, 예보라, 김홍대, (부산대)Li Oi Lun Helena
P촉매금-41	선택적 산화 방법으로 제조된 촉매를 이용한 고순도 FDCA를 위한 낮은 pH에서의 전기화학적 바이오매스 산화	(과학기술연합대학원대)윤 상, (KIST)이동기
P촉매금-42	암모니아 분해용 IrRu bimetallic 촉매 제조 및 특성 분석	(전남대)신경수, 조성준, 신경수
P촉매금-43	CO_2 수소화에서 FeK/$CuAl_2O_4$ 내 촉매 구성 요소 간 거리 조절에 의한 수소 스필오버의 조절 결과	(전남대)김용석, 김유환, 염현지, 나경수
P촉매금-44	온화한 조건에서 암모니아 합성을 위한 루테늄계 촉매의 이중 지지체 효과 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER)우라윤, 이경호, 김선형, 김재형, 심준목, 윤형철
P촉매금-45	방향족 화합물을 환원제로 이용한 NO 저감 기술 연구	(RIST)정천우, 이동철, 김준우, 김지원, 김성중
P촉매금-46	CuCo 나노합금 촉매의 γ-부티로락톤에서 1,4-부탄디올 화학적 선택 변환에 대한 연구	(KRICT)김범수, 윤광남, (한양대)서정길
P촉매금-47	세륨 이온 교환된 몰리브데넘 제올라이트 촉매의 안정적인 천연가스 탈수소방향족화반응	(고려대)김상윤, 이관영
P촉매금-48	Introducing Pt and varying synthesis method for Pd-Rh/Al_2O_3 Three-way catalyst to improve catalytic activity and thermal stability **(우수 포스터 발표상 후보)**	(고려대)우효성, 이관영
P촉매금-49	전이금속 담지 알루미나 촉매에 의한 암모니아로부터 수소제조에 관한 연구	(순천대)김동규, 최유진, 오유진, 박세연, 안호근
P촉매금-50	귀금속 담지 알루미나 촉매에 의한 암모니아로부터 수소제조에 관한 연구	(순천대)신현희, 안호근, 최정민
P촉매금-51	수증기/이산화탄소 복합 개질 반응에서 열적 내구성 향상을 위한 Al이 도입된 $LaMnO_3$ 기반 Ni 촉매 개발	(고려대)강호인, 지서린, 우효성, 이관영
P촉매금-52	메탄 건식 개질 반응을 위한 나노 Ni 결정 담지 마그네슘실리케이트 MWW 촉매 개발 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(인천대)권성준, 박민범
P촉매금-53	In situ fabrication of Ag decorated porous ZnO photocatalyst via inorganic – organic hybrid transformation for degradation of organic pollutant and bacterial inactivation	(전북대)송민석, Ruturaj P. Patil, 황인선, Mahadeo A. Mahdik, 장태후, 오병택, 장점석, (KBSI)채원식, (포항가속기연구소)이현휘, 최선희
P촉매금-54	Advancing the HER performance using Ni_3S_2-MoN composite on Ni foam (Ni_3S_2-MoN/NF) catalyst	(강원대)최예지, 윤덕현
P촉매금-55	Rapid synthesis of Ni_xFe_y oxyhydroxide catalysts via dip-coating method for oxygen evolution reaction	(강원대)박병규, 윤덕현
P촉매금-56	Enhanced Electrochemical Nitrate Reduction to Ammonia Using Homogeneously Dispersed Mo_2C Nanoparticles on Carbon Nanotube-Reduced Graphene Oxide Support	(강원대)장소은, 윤덕현
P촉매금-57	Upscaling productivity of liquid hydrocarbons over multifunctional K-promoted Fe/$CuAl_2O_4$ catalyst through direct conversion of CO_2 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(전남대)염현지, 나경수
P촉매금-58	Development of molybdenum carbide imbedded nitrogen doped carbon nanofibers as an electrocatalyst for hydrogen evolution reaction	(강원대)박세진, 윤덕현
P촉매금-59	촉진제가 철 촉매를 이용한 암모니아 합성에 미치는 영향 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER)우희창, 윤형철, 이경호, (연세대)배윤상
P촉매금-60	Effect of copper-based oxide catalysts prepared by electrodeposition-based synthesis technique on the reaction chemistry and performance: from electrocatalytic glycerol oxidation reaction technology	(연세대)오이슬, 박종혁, (KRICT)김형주
P촉매금-61	〈발표취소〉	
P촉매금-62	Catalytic Conversion of CH_3Cl to Light Olefins using SSZ-13 Zeolite	(전남대)장한빛, 권승돈, 나경수, (KRICT)김영민, 김태완, 채호정
P촉매금-63	Pd-Supported Nanosheet MFI Zeolites for Enhanced Dehydrogenative H_2 Release from 2-[(n-Methylcyclohexyl)methyl]piperidine as LOHC	(전남대)허준혁, 나경수

P촉매금-64	Promotion of electrocatalytic oxygen evolution by mixed-ligands formation composite electrocatalyst based on Iron sources with heterostructure identification	(울산대)Dac-Ngan Thi Thai, Huynh Ngoc-Diem, Duc-Viet Nguyen, 허승현
P촉매금-65	Ethanol activation of bead-type Pd/C alcogel for furfural hydrogenation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)김강민, 김예은, 이만식, (부산대)제정호
P촉매금-66	Synthesis of high-silica LTA under varied synthesis parameters **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대)이동규, 정동재, 강종헌
P촉매금-67	Hybrid kinetic Modeling of Methane Dehydroaromatization over Mo/ZSM-5 Catalysts	(C1가스 리파이너리 사업단)김현아, 이진원
P촉매금-68	Effects of controlling transition metals in zeolites for promoting electrophilic CH_4 chlorination	(전남대)최유열, 권승돈, 고경철, 나경수
P촉매금-69	Nanostructured Nickel-Copper alloy nanoparticles on Nickel foam for Efficient electro-oxidation of Ammonia **(우수 포스터 발표상 후보)**	(울산대)Pragyan Sharma, 정진석
P촉매금-70	Improvement of Hollow Sphere MCM-22 for Aromatization of Acetylene by using Alumina-coated Carbon Spheres **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서강대)원하림, 김희환, 전종현, 하경수
P촉매금-71	과잉 에틸렌 조건에서 아세틸렌 선택적 수소화 촉매의 표면 개질을 통한 안정성 및 성능 향상	(서울과기대)김미르, 노인수
P촉매금-72	Recovery of MMA from waste PMMA pellets using a nonthermal plasma and zeolites **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서강대)김동현, 김희환, 김주찬, 응우엔 황 프엉, 하경수, (LX MMA)변영창
P촉매금-73	Kinetic modeling of oxidative dehydrogenation of propane with CO_2 over $CrOx/SiO_2$ catalyst and assessment of CO_2 utilization **(우수 포스터 발표상 후보)**	(POSTECH)정일준, 김진수, 오현민, 박지수, 윤용주
P촉매금-74	Effect of Erbium on Transition Metal Oxides for Enhanced Bifunctional Water Splitting	(울산대)Ngoc-Diem Huynh, Dac-Ngan Thi Thai, Duc-Viet Nguyen, 허승현
P촉매금-75	Functionalized-Metal-organic framework-derived Carbon Electrocatalyst for Nitrogen Reduction Reaction	(울산대)Duc-Viet Nguyen, Ngoc-Diem Huynh, Dac-Ngan Thi Thai, 허승현
P촉매금-76	Chemical Recycling of PET Waste for Sustainable PET-CO_2 Polyol Production **(우수 포스터 발표상 후보)**	(숙명여대)김하린, 채지영, 백준현
P촉매금-77	Production of acetic acid through sustainable reaction cycle of CO_2 and CH_4 using nCo_3O_4@$mSiO_2$	(전남대)양효근, 권승돈, 유영재, 최유열, 김나경, 고경철, 나경수, 김계홍
P촉매금-78	철폐기물과 탄소계 소재를 이용한 메탄분해를 통한 수소 생산 메커니즘	(영남대)손남규, 강미숙
P촉매금-79	산성 및 알칼리성 매체에서 자체 조립된 CoS/S-rGO 이중 기능성 복합재 및 안정적인 수소 생성 효율	(영남대)강미숙, 고명석
P촉매금-80	폴리프로필렌 촉매 열분해 공정용 Ca-Mn계 촉매 연구	(전북대)박예찬, 성창현, 백승훈, 박상준, 이루세, 손정민
P촉매금-81	강한 금속-지지체 상호작용 제어를 통한 효과적인 데칼린 탈수소화 촉매 개발 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울과기대)박종현, 노인수
P촉매금-82	Catalytic performance of Pd/C catalysts for phenol hydrogenation **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH/부산대)박하윤, (KITECH)김예은, 김판성, 이만식, (부산대)제정호
P촉매금-83	Enhancement of Liquid-Phase Olefin Metathesis via Batch Reactor Design and Catalyst Support Modifications **(우수 포스터 발표상 후보)**	(서울대)류승하, 강종헌
P촉매금-84	Porous Aromatic Framework 41 as sulfur Support for High Performance Lithium Sulfur Batteries	(성균관대)Wang Qian, 김지만
P촉매금-85	Preperation of flexible rGO paper with high contents of surface functional group for the supercapacitor applications	(전북대)김수진, 김동건, 주은혜, 정찬일, 최유나, 김 필
P촉매금-86	Preparation of durable hollow Pt-based alloy catalysts through etching processes for oxygen reduction reaction	(전북대)김동건, 주은혜, 김필, 정찬일, 최유나, 김수진
P촉매금-87	Ce-Mn 이중금속 촉매 합성을 위한 MOFs 유래 탄소매개 계면반응	(성균관대)송양호, 김지만
P촉매금-88	리튬이온전지의 양극으로서 단순 열처리된 몰리브덴실리사이드의 적용	(성균관대)정지용, 김지만
P촉매금-89	금속 담지된 촉매를 사용한 폐플라스틱의 열분해 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIST)김주영, 하정명
P촉매금-90	메조포러스 Pt-Pd 촉매의 합성 및 글리세롤 전기적 산화반응	(성균관대)박광해, 김지만
P촉매금-91	Trickle bed reactor에서 Pt/Silica material 촉매를 이용한 다환식 방향족 탄화수소 수소화 반응	(공주대)황서연, 전종기, 심민석, 이승희, 박영서, (고등기술(연))한기보, (국방과학연구소)정병훈

P촉매금-92	A study on the effect of feed composition on methanol production of Cu-Zn/Zn-Al Oxide catalyst	(KIST)송현태, 김현동, 서정민, 최예나, 문동주
P촉매금-93	인공지능 기반 하이브리드 모델을 통한 피셔-트롭시 합성 반응의 탄화수소 분포 예측 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(성균관대)정우창, 최희현, 김지용
P촉매금-94	Studies on Cobalt based bi-functional FTS hybrid catalyst for Application in GTL-FPSO process	(KIST)김현동, 송현태, 서정민, 최예나, 문동주, (고려대)이관영
P촉매금-95	Studies on the complete decomposition of the HFC-134a for the treatment of Green House Gases	(KIST)서정민, 송현태, 김현동, 최예나, 문동주, (고려대)이관영
P촉매금-96	Hydrogen production by the decomposition of ammonia over Ru/Metal phosphate oxide catalyst	(고려대)최예나, 김현동, 서정민, 이관영, (KIST)송현태, 문동주
P촉매금-97	Production of aviation-fuel grade aromatics through liquid-phase alkylation of phenolics and alcohols over zeolite catalysts **(우수 포스터 발표상 후보)**	(부산대)김한별, 제정호
P촉매금-98	촉매 결정면 분석을 위한 CNN 기반 촉매 주사전자현미경 이미지 인식 및 분류 모델 개발	(성균관대)오종환, 이용상, 김지용
P촉매금-99	Boosting the catalytic reduction performance over a wide temperature window by the addition of niobium and porous hexagonal boron nitride	(KITECH)정보라, 이명진, 김동혁, 김수진, 김홍대, (부산대)이희수
P촉매금-100	Catalytic Lactide Production from Renewable Alkyl Lactates over Ti MWW-type Zeolite Catalysts **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT)이해린, 차승혁, (한양대)서정길
P촉매금-101	Cr-based Catalyst Engineering for Ethylene Trimerization: Immobilization and Cooperativity of Silanol Defect Chemistry **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KRICT)이주아, 차승혁, (고려대)이관영
P촉매금-102	이산화탄소를 활용한 에틸렌 생산 매체순환 산화탈수소화 공정용 신규 산소전달입자 연구	(전북대)박상준, 이루세, 백승훈, 손정민
P촉매금-103	A Theoretical Study of Electrochemical Reduction of CO_2 on Carbon-derived Bismuth Oxide Catalyst	(한양대)이수인, 김경학
P촉매금-104	The effect of Palladium contents on the 4-Nitrophenol reduction of 3D printed Pd/TiO_2 catalyst **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KITECH)천동환, 김예은, 이만식, (부산대)제정호
P촉매금-105	SBA-15의 표면 구조에 따른 MEA 내 CO_2 재생 효율 비교 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(KIER/과학기술연합대학원대)민관홍, (KIER/고려대)박형진, (KIER)남성찬, 백일현
P촉매금-106	리튬이온 음극재로써의 Si/SiO_x-graphite 복합체 합성	(성균관대)김태엽, 김지만
P촉매금-107	PET 유래 BHET 수첨탈산소화 반응	(KIST)이예린, 최재욱, 하정명, (연세대)이강택
P촉매금-108	Silver coating을 통한 Li Plating의 억제	(성균관대)한승엽, 김지만
P촉매금-109	TiO_2 표면의 폴리도파민 층에 의한 유/무기 하이브리드형 광촉매의 과산화수소 생성 연구 **(우수 포스터 발표상 후보)**	(동아대)이수진, 구민수
P촉매금-110	Mesoporous MCC catalysts for Preferential Oxidation of CO in H_2-Rich Stream	(성균관대)이정양, 이정호, 박진서, 김지만
P촉매금-111	NOX-assisted Hg Oxidation over V_2O_5/TiO_2-based Catalysts **(우수 포스터 발표상 후보)**	(대구대)김강훈, 김문현
P촉매금-112	H2-Induced Low-temperature NOx Adsorption on Ag/Al_2O_3 for Expanding the Operating Temperature Range of Ethanol-SCR system	(KRICT)소중섭, 곽진수, 유영우, 이진희, 허일정, 김영진
P촉매금-113	Modulating the Structure and Reactivity of Ag/Al_2O_3 with Multi-functional WOx for Enhanced NOx Reduction by Ethanol	(KRICT)소중섭, 김영진, (영남대)이성준, 김민규, (GIST)신현우, 강성봉
P촉매금-114	Effect of the Ni-to-CaO ratio on Integrated CO_2 Capture and Methanation	(경북대)우진혁, 김재창
P촉매금-115	Boosting photocatalytic hydrogen production with Ni co-catalyst in g-C_3N_4/$ZnIn_2S_4$ heterostructure	(서울시립대)Kishore Ashwin, 유종석
P촉매금-116	Ag2Te/VTe2 hybrid catalysts for electrocatalytic water splitting	(이화여대)김효경, 임은지, 이하흔, 조수연
P촉매금-117	Pt 기반 촉매에서 황의 시너지 효과를 통한 LOHC 탈수소화 반응의 내구성 향상	(KRICT)권순일, 이주성, 김영진, 정관용, 김수민, 이정재, 김상준, 박지훈
P촉매금-118	Methanol production by CO_2 hydrogenation using blends of Cu-based catalysts and 3A zeolite	(Federal Univ of Ceara)Moises Bastos-Neto, Rafaelle Gomes Santiago, (연세대)이창하
P촉매금-119	Eco-friendly Extraction and Recycling of Aqueous Binders in Secondary Batteries Using Water and Supercritical CO_2	(서강대)서원욱, 임준혁, 임종성, (단국대)이재원

학회상 수상자

학술상

김 민 찬

제주대학교

**** 학력 및 경력 ****

1988	서울대학교 화학공학과 학사
1990	서울대학교 화학공학과 석사
1992	서울대학교 화학공학과 박사
1993~현 재	제주대학교 화학공학과 교수

**** 주요 연구분야 ****

· 유체역학적 불안정성

**** 수상배경 ****

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

기술상

김 영 섭

도레이첨단소재

**** 학력 및 경력 ****

1986	한양대학교 화학공학과 학사
1988	한양대학교 화학공학과 석사
2013	서울대학교 경영대학원 AMP과정
2000~2005	도레이새한 경영기획관리실 팀장
2006~2013	도레이첨단소재 METALOYAL 사업부장
2014~2017	도레이첨단소재 IT사업부장(상무)
2018~현 재	도레이첨단소재 FILM사업본부장(부사장)
2023~현 재	도레이배터리세퍼레이터필름한국 대표(겸)

**** 주요 연구분야 ****

· 2층 박막 FCCL 국산화, MLCC이형필름/편광판이형필름 사업화

**** 수상배경 ****

첨단소재분야 선진기술을 도입하고 사업화하여 디스플레이 및 전기전자 산업용 핵심 소재를 공급하는데 기여하였으며, 기존 수입산에 의존하던 주요 소재를 국내에서 최초로 사업화하여 주요 제조사에 공급함으로써, 한국 디스플레이 및 전기전자 산업의 글로벌 경쟁력 강화에 크게 기여함.

여성화공인상

엄 영 순

한국과학기술연구원

**** 학력 및 경력 ****

1995	포항공과대학교 화학공학과 학사
1997	한국과학기술원 화학공학과 석사
2004	미국 U. of Maryland 화학공학과 박사
2004~2005	미국 U. of Connecticut 화학공학과 박사후연구원
2006~2012	한국과학기술연구원 선임연구원
2012~현 재	한국과학기술연구원 책임연구원

**** 주요 연구분야 ****

· 탄소중립형 바이오연료 및 화합물 생산을 위한 미생물 개발 및 발효시스템 개발

**** 수상배경 ****

여성화공인으로서 바이오연료 및 석유 대체 화합물의 생물학적 생산을 위한 바이오리파이너리 분야의 우수한 전문가로 탄소중립기술 개발과 기술이전을 통해 국내 청정에너지 기술발전에 크게 기여하였음.

범석논문상

이 창 준

부경대학교

** **학력 및 경력** **

2001	서울대학교 응용화학부 학사
2003	서울대학교 응용화학부 석사
2007	서울대학교 화학생물공학부 박사
2010	University of Alberta Postdoctoral Research Fellow
2011~2012	삼성코닝정밀소재 용해기술팀연구원
2012~현 재	부경대학교 안전공학과 교수

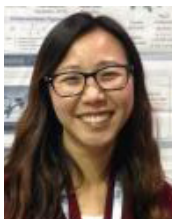
** **주요 연구분야** **

· 공정시스템/화공안전

** **수상배경** **

학회 국문지에 발표한 논문 "주성분 분석과 서포트 벡터 머신을 이용한 폴리스티렌 중합 반응기 이상 진단 모델 개발"의 학술적 우수성이 매우 큼.

심강논문상



이 지 은

전남대학교

** **학력 및 경력** **

2005	서울대학교 응용화학부 학사
2007	서울대학교 화학생물공학부 석사
2011	서울대학교 화학생물공학부 박사
2011~2013	서울대학교 IBS 연구단
2013~2020	한국전기연구원 전기재료연구본부
2020~현 재	전남대학교 화학공학부 교수

** **주요 연구분야** **

· 에너지 소재

** **수상배경** **

학회 영문지에 발표한 논문 "Optimization of high-energy ball milling process for uniform p-type Bi-Sb-Te thermoelectric material powder"의 학술적 우수성이 매우 큼.

석명우수화공인상

전 종 기

공주대학교

** **학력 및 경력** **

1985	서울대학교 화학공학과 학사
1987	한국과학기술원 화학공학과 석사
1995	한국과학기술원 화학공학과 박사
1989~2000	현대석유화학(주) 연구소 차장
2009~2010	Pacific Northwest National Lab.(미국) 방문과학자
2005~현 재	국립공주대학교 화학공학부 교수

** **주요 연구분야** **

· 화학공정용 불균일계 촉매, 촉매 제조 및 성형 기술

** **수상배경** **

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

형당교육상

강 정 원

고려대학교

** **학력 및 경력** **

1988	고려대학교 화학공학과 학사
1990	고려대학교 화학공학과 석사
2001	고려대학교 화학공학화 박사
1990~1995	㈜현대엔지니어링 연구원
2001~2002	덴마크 공대(DTU) 연구교수
2019~2021	(사)대한연구환경안전협회 회장
2002~현 재	고려대학교 화공생명공학과 교수
2009~현 재	미국 표준연구원(NIST) 객원연구원

** **주요 연구분야** **

· 열역학, 물성 데이터베이스, 결정화 분리공정

** **수상배경** **

한국화학공학 연구정보센터를 통하여 열역학 물성 데이터베이스 서비스를 제공하여 대한민국 화학공학 위상을 크게 높였으며, 본 학회 스튜던트 챕터 및 산업체 재교육 프로그램을 포함한 다수의 특별 교육 프로그램을 기획하고 강의하였으며, 안전한 연구활동 구축을 위한 여러 활동을 지속하여 국내외 화학공학 교육에 기여한 공로가 매우 큼.

윤창구상

임 종 구

GS칼텍스

** **학력 및 경력** **

2004	연세대학교 화학공학과 학사
2006	연세대학교 화학공학과 석사
2019	한국과학기술원 생명화학공학과 박사
2005~2015	GS칼텍스 기술연구소 연료전지 개발 Project
2015~2019	GS칼텍스 기술연구소 바이오매스 강산당화 공정개발 Project
2019~2022	GS칼텍스 기술연구소 연구기획팀(AI/ML 공동연구)
2023~현 재	GS칼텍스 기술연구소 기반기술팀 팀장

** **주요 연구분야** **

· 연료전지(PEMFC), 바이오매스 강산당화 공정개발, 탄소저감 공정연구, AI/Machine Learning(ML), 공정 모델링, 공정 최적화

** **수상배경** **

가정용/건물용/군수용 연료전지 개발에 참여하여 기술이전을 통한 성공적인 상업화에 기여하였으며 바이오산업의 필수 원료인 당화액을 생산할 수 있는 강산당화 공정 개발 및 실증과제 완료하였을 뿐 아니라, AI/ML 기법을 정유/석유화학 산업에 적용하여 제품 개발 기간 단축 및 공정 운전 최적화/자동화 를 선도적으로 추진하고, 탄소저감 디지털 엔지니어링 기술개발 및 실증 과제 참여 등 신재생에너지, 탄소중립 및 정유/석유화학 산업 발전에 크게 기여함.

박선원 학술상

임 영 일

한경대학교

** **학력 및 경력** **

1993	고려대학교 화학공학과 학사
1996	한국과학기술원 화학공학과 석사
2001	ENSIACET(Toulose, France) 화학공학과 박사
2001~2004	덴마크공대(DTU) CAPEC 연구센터 연구원
2021	한국화학공학회 공정시스템 부문위원장
2004~현 재	한경국립대학교 화학공학과 교수

** **주요 연구분야** **

· Process systems engineering

** **수상배경** **

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

양정 생물화공상

차 형 준

포항공과대학교

** **학력 및 경력** **

1990	서울대학교 화학공학과 학사
1995	서울대학교 화학공학과 박사
1996~1999	미국 U. of Maryland 화학공학과 박사후연구원 및 연구조교수
1999~현 재	POSTECH 화학공학과 조교수, 부교수, 정교수
2022~현 재	한국해양바이오학회 회장
2023~현 재	한국과학기술한림원 정회원

** **주요 연구분야** **

· 분자생명공학, 바이오소재, 재생의학 및 약물전달치료

** **수상배경** **

생물화공 분야에서 성취한 뛰어난 업적과 생물화공부문위원회 발전에 기여함.

최창균 이동현상부문상(교육부문)

류 원 선

홍익대학교

** **학력 및 경력** **

1992~1999	서울대학교 화학공학과 학사
1999~2005	University of Texas at Austin 박사
2004~2007	삼성전자 System LSI 사업개발팀
2007~현 재	홍익대학교 화학공학과 교수

** **주요 연구분야** **

· 콜로이드 및 계면 공학, 원유회수 증진, 반도체 제조 공정

** **수상배경** **

이동현상부문 교육에 힘써 우수한 인재를 많이 배출하여 화학공학 및 이동현상 발전에 기여함.

최창균 이동현상부문상(학술부문)

임 도 진

부경대학교

**** 학력 및 경력 ****

1994~2001	포항공과대학교 화학공학과 학사, 석사
2001~2005	포항공과대학교 화학공학과 박사
2005~2006	포항공과대학교 화학공학과 박사후연구원
2006~2010	삼성코닝정밀유리 책임연구원
2010~2013	포항공과대학교 연구교수
2014~현 재	부경대학교 화학공학과 조교수/부교수

**** 주요 연구분야 ****

· 미세유체역학, 전자기유체역학, 수치해석, 바이오칩, 생물화학공학

**** 수상배경 ****

이동현상부문에 관한 우수한 학술 논문들을 발표하여 화학공학 및 이동현상 발전에 기여함.

우성일 재료상

용 기 중

포항공과대학교

**** 학력 및 경력 ****

1990	연세대학교 화학공학과 학사
1992	연세대학교 화학공학과 석사
1997	미국 카네기멜론대학교 화학공학과 박사
1997~2000	미국 U. of Texas 박사후연구원
2000~현 재	포항공과대학교 화학공학과 교수

**** 주요 연구분야 ****

· 그린 암모니아, 그린 수소 생산, 표면화학, 신재생 에너지 변환 소재 공정

**** 수상배경 ****

화공재료 분야에서 뛰어난 업적을 성취하고 재료부문위원회 발전에 기여함.

Organizers 명단

10월 25일(수)

구분	심포지엄 및 분야	성 명	소 속	발표장	시 간
Tutorials	탄소중립을 위한 엔지니어링 설계 및 통합 평가 (경제성평가, 전과정 평가, 최적화 등)	박진우	동국대학교	G+H발표장(101+102호)	13:00~18:00
	분자 모사의 기초 원리와 응용	신혜영 윤태준	충남대학교	I발표장(103호)	13:00~18:00
	유동층 반응기 기술 입문 – 14 (주제: 유동층 화학반응기 이론 및 개발과 상용화)	김성원	한국교통대학교	J발표장(104호)	13:00~18:00
	COMSOL을 활용한 전기화학 전산모사 기초	이효민	제주대학교	K+L발표장(105+106호)	13:00~18:00
Committee Symposiums	[여성위원회] 뉴노멀시대에 화학공학인이 진출할 수 있는 진로 멘토링	강혜원	국림암센터	M발표장(107호)	13:00~17:40
	[전문대학위원회] 제7회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄	이화수	동의과학대학교	M발표장(107호)	10:00~12:00
	[KIER] CCU N-Lab: e-Fuel A to Z, 원료-생산-활용기술	윤민혜 천동현	KIER	N발표장(108호)	13:00~17:30

10월 26일(목)

구분	심포지엄 및 분야	성 명	소 속	발표장	시 간
Special Symposiums	[에쓰-오일 과학문화재단] 탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄	안광진 윤민혜 이동욱	UNIST KIER UNIST	G발표장(101호)	09:30~17:40
	[GS칼텍스] 에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한 차세대 촉매/공정 기술 심포지엄	김현욱	KAIST	K발표장(105호)	14:30~17:40
	[LG화학] 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄	신준호 정용진 하경수	LG화학 한국교통대학교 서강대학교	H발표장(102호)	14:30~17:15
	[SK이노베이션] 이산화탄소 분리 및 활용기술 심포지엄	김석기 유종석	아주대학교 서울시립대학교	L발표장(106호)	14:30~17:50
	[한화솔루션/한화토탈에너지스] 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄	김학주 이지은	KIER 전남대학교	I발표장(103호)	14:30~17:40
	[HD현대오일뱅크] 최신 수소 및 연료전지 연구개발 동향 심포지엄	서명원 장지현	서울시립대학교 UNIST	J발표장(104호)	14:30~17:40
	International Symposium on Solar Fuels and Chemicals	박은덕 장지욱	아주대학교 UNIIST	O발표장(301)	09:30~17:20
Symposiums	[KRICT] 그린메탄올 기술동향 및 전망 심포지엄	이기백	KRICT	M발표장(107호)	14:30~17:40
	화학 및 분리공정 기술의 발전과 적용 동향 심포지엄	박기호	전남대학교	E발표장(206+207+214호)	14:30~17:00
Topical Conferences	계산화학	박치훈 정용철	경상국립대학교 부산대학교	E발표장(206+207+208호)	09:30~11:50
	기능성 소재/반도체 및 전자재료	김영기 차효정	POSTECH 경북대학교	F발표장(209+210+211호)	14:30~17:35
	생체모방 탄소자원화기술	안광진 주정찬	UNIST 가톨릭대학교	K발표장(105호)	09:30~11:30
	수소 생산, 저장 및 활용 기술	고강석 김학주 이지은 장지현	KIER KIER 전남대학교 UNIST	I발표장(103호)	09:30~11:50
	이산화탄소 분리 및 활용기술	김석기 유종석	아주대학교 서울시립대학교	L발표장(106호)	09:30~11:30
	이차전지 소재 및 공정기술	김정훈 박준동 이재원	연세대학교 숙명여자대학교 충남대학교	N발표장(108호)	14:30~17:20

Organizers 명단

구분	심포지엄 및 분야	성 명	소 속	발표장	시 간
Topical Conferences	탄소저감 공정기술/스마트공정	박경태 이창준 이철진	숙명여자대학교 부경대학교 중앙대학교	M발표장(107호)	09:30~11:45
	화학공학일반(공업화학)	진준형	경기대학교	C발표장(204호)	16:30~17:30
	화학공학일반(공정시스템 I)	구보람 박기호	전남대학교	H발표장(102호)	09:00~11:50
	화학공학일반(에너지 환경 I)	김정규	성균관대학교	F발표장(209+210+211호)	09:00~11:40
	화학공학일반(열역학분자모사)	신규철	경북대학교	D발표장(205호)	09:00~11:50
	화학공학일반(유동층)	이도연	한밭대학교	D발표장(205호)	15:40~17:10
	화학공학일반(입자기술)	권우성	숙명여자대학교	C발표장(204호)	14:30~16:30
	화학공학일반(재료 I)	남인호	중앙대학교	N발표장(108호)	08:30~16:00
	화학공학일반(촉매 및 반응공학 I)	백준현	숙명여자대학교	O발표장(301호)	08:30~16:00
	화학공학일반(화학공정안전)	최영보	충북대학교	D발표장(205호)	14:30~15:30
Poster Presentation I	공업화학	정지훈	경기대학교	1층 전시홀	08:30~10:00
	분리기술	김동훈	전남대학교		
	에너지 환경	심재오 이도연	원광대학교 한밭대학교		
	유동층	남형석	경북대학교		
Poster Presentation II	고분자	안효성	전남대학교		13:30~15:00
	공정시스템	구보람 박기호	전남대학교		
	생물화공	이상현	건국대학교		
	이동현상	유재범	경북대학교		
	입자기술	정용진B	한국교통대학교		
	화학공정안전	이창준	부경대학교		

10월 27일(금)

구분	심포지엄 및 분야	성 명	소 속	발표장	시 간
Symposiums	[EPiC] 제3회 에너지 환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄	남재욱 박준동	서울대학교 숙명여자대학교	J발표장(110호)	08:30~11:10
General Events	[기술교류회] 제5회 프로필렌과 다운스트림 기술교류 심포지엄	윤민혜 이은정	KIER 경북대학교	E발표장(206+207+208호)	08:30~11:10
	[일본지부] 재일한인과학자 스페셜 세션	김범준 김형도 전 일	Univ. of Tokyo Kyoto Univ. Sungkyunkwan Univ.	L발표장(106호)	08:30~11:10
Topical Conferences	수소 생산, 저장 및 활용 기술	고강석 김학주 이지은 장지현	KIER KIER 전남대학교 UNIST	I발표장(103호)	08:30~11:00
	화학공학일반(고분자)	김명진	경북대학교	C+D발표장(204+205호)	08:30~11:00
	화학공학일반(공정시스템 II, III)(학생)	구보람 박기호	전남대학교	H발표장(102호)	09:00~15:20
	화학공학일반(분리기술 I, II)	고동연	KAIST	G발표장(101호)	08:30~16:00
	화학공학일반(생물화공 I, II)	민경선	KIER	K발표장(105호)	08:30~15:50
	화학공학일반(에너지 환경 II, III)(학생)	김정규	성균관대학교	F발표장(209+210+211호)	08:30~15:20
	화학공학일반(이동현상 I, II)	이상헌	이화여자대학교	M발표장(107호)	08:30~16:00
	화학공학일반(재료 II, III)(학생)	남인호	중앙대학교	N발표장(108호)	08:30~15:45
	화학공학일반(촉매 및 반응공학 II, III)(학생)	백준현	숙명여자대학교	O발표장(301호)	08:30~15:50
Poster Presentation III	촉매 및 반응공학	백준현	숙명여자대학교	1층 전시홀	15:30~17:00
	열역학분자모사	신규철 안윤호	경북대학교 숭실대학교		
	재 료	정병국	부산대학교		

Chairs 명단

성 명	소 속	개최일	시 간	발표장	심포지엄 및 분야
강도형	서울과학기술대학교	10월 26일(목)	09:30~11:10	J발표장(104호)	[구두발표] 화학공학일반(촉매 및 반응공학 I)
고강석	KIER	10월 27일(금)	13:00~15:00	I발표장(103호)	[구두발표] 수소 생산, 저장 및 활용 기술 III
고동연	KAIST	10월 27일(금)	14:30~16:00	G발표장(101호)	[구두발표] 화학공학일반(분리기술 II)
구보람	전남대학교	10월 26일(목)	09:00~11:50	H발표장(102호)	[구두발표] 화학공학일반(공정시스템 I)
구본재	성신여자대학교	10월 27일(금)	14:40~15:50	O발표장(301호)	[구두발표] 화학공학일반(촉매 및 반응공학 III)(학생)
권우성	숙명여자대학교	10월 26일(목)	16:20~17:35	F발표장(209+210+211호)	[구두발표] 기능성 소재/반도체 및 전자재료
김경민	강릉원주대학교	10월 27일(금)	13:00~14:30	G발표장(101호)	[구두발표] 화학공학일반(분리기술 II)
김대우	연세대학교	10월 27일(금)	10:00~11:20	G발표장(101호)	[구두발표] 화학공학일반(분리기술 I)
김민규	영남대학교	10월 27일(금)	08:30~09:50	G발표장(101호)	[구두발표] 화학공학일반(분리기술 I)
김범준	Univ. of Tokyo	10월 27일(금)	08:30~11:10	L발표장(106호)	[일본지부] 재일한인과학자 스페셜 세션
김영진	한국화학연구원	10월 27일(금)	08:30~11:20	O발표장(301호)	[구두발표] 화학공학일반(촉매 및 반응공학 II)(학생)
김우열	한국에너지공과대학교	10월 26일(목)	09:30~11:30	L발표장(106호)	[구두발표] 이산화탄소 분리 및 활용기술
김재엽	단국대학교	10월 26일(목)	09:30~10:30	I발표장(103호)	[구두발표] 수소 생산, 저장 및 활용 기술 I
김재정	홍익대학교	10월 27일(금)	08:30~11:10	M발표장(107호)	[구두발표] 화학공학일반(이동현상 I)
김정규	성균관대학교	10월 26일(목)	09:00~11:40	F발표장(209+210+211호)	[구두발표] 화학공학일반(에너지 환경 I)
김정훈	연세대학교	10월 26일(목)	14:30~17:20	N발표장(108호)	[구두발표] 이차전지 소재 및 공정기술
김학주	KIER	10월 26일(목)	14:30~16:10	I발표장(103호)	[한화솔루션/한화토탈에너지스] 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄
김형도	Kyoto Univ.	10월 27일(금)	08:30~11:10	L발표장(106호)	[일본지부] 재일한인과학자 스페셜 세션
남인호	중앙대학교	10월 27일(금)	13:00~16:00	N발표장(108호)	[구두발표] 화학공학일반(재료 III)(학생)
노고산	충남대학교	10월 27일(금)	13:00~15:20	H발표장(102호)	[구두발표] 화학공학일반(공정시스템 III)(학생)
문태영	한국에너지기술연구원	10월 26일(목)	15:40~17:10	D발표장(205호)	[구두발표] 화학공학일반(유동층)
민경선	KIER	10월 27일(금)	08:30~11:10	K발표장(105호)	[구두발표] 화학공학일반(생물화공 I)
			13:00~15:50		[구두발표] 화학공학일반(생물화공 II)
박경태	숙명여자대학교	10월 26일(목)	09:30~10:20	M발표장(107호)	[구두발표] 탄소저감 공정기술/스마트공정
박기호	전남대학교	10월 26일(목)	09:00~11:50	H발표장(102호)	[구두발표] 화학공학일반(공정시스템 I)
박수민	한국기술교육대학교	10월 26일(목)	09:10~11:50	N발표장(108호)	[구두발표] 화학공학일반(재료 I)
박윤상	KETI	10월 26일(목)	14:30~16:10	C발표장(204호)	[구두발표] 화학공학일반(입자기술)
박은덕	Ajou Univ.	10월 26일(목)	09:30~11:30	O발표장(301)	International Symposium on Solar Fuels and Chemicals
박정원	서울대학교	10월 27일(금)	13:00~16:00	M발표장(107호)	[구두발표] 화학공학일반(이동현상 II)
박정태	건국대학교	10월 27일(금)	08:30~11:00	C+D발표장(204+205호)	[구두발표] 화학공학일반(고분자)
박진우	동국대학교	10월 25일(수)	13:00~18:00	G+H발표장(101+102호)	Tutorial 1: 탄소중립을 위한 엔지니어링 설계 및 통합 평가 (경제성평가, 전과정 평가, 최적화 등)
박치훈	경상국립대학교	10월 26일(목)	09:30~11:00	E발표장(206+207+208호)	[구두발표] 계산화학
변재원	전남대학교	10월 27일(금)	13:00~15:20	H발표장(102호)	[구두발표] 화학공학일반(공정시스템 III)(학생)
서명원	서울시립대학교	10월 25일(수)	13:00~18:00	J발표장(104호)	Tutorial 3: 유동층 반응기 기술 입문 – 14 (주제: 유동층 화학반응기 이론 및 개발과 상용화)
송우진	충남대학교	10월 26일(목)	14:30~17:20	N발표장(108호)	[구두발표] 이차전지 소재 및 공정기술
심재오	원광대학교	10월 27일(금)	13:00~15:20	F발표장(209+210+211호)	[구두발표] 화학공학일반(에너지 환경 III)(학생)
안광진	UNIST	10월 26일(목)	09:30~11:30	K발표장(105호)	[구두발표] 생체모방 탄소자원화기술
유종석	서울시립대학교	10월 26일(목)	14:30~17:50	L발표장(106호)	[SK이노베이션] 이산화탄소 분리 및 활용기술 심포지엄
		10월 27일(금)	13:00~14:10	O발표장(301호)	[구두발표] 화학공학일반(촉매 및 반응공학 III)(학생)
윤민혜	KIER	10월 26일(목)	14:30~17:40	G발표장(101호)	[에쓰-오일 과학문화재단] 탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄
윤정호	경희대학교	10월 27일(금)	08:30~10:50	F발표장(209+210+211호)	[구두발표] 화학공학일반(에너지 환경 II)(학생)
윤태준	충남대학교	10월 25일(수)	13:00~18:00	I발표장(103호)	Tutorial 2: 분자 모사의 기초 원리와 응용
이도연	한밭대학교	10월 26일(목)	15:40~17:10	D발표장(205호)	[구두발표] 화학공학일반(유동층)

Chairs 명단

성 명	소 속	개최일	시 간	발표장	심포지엄 및 분야
이도연	한밭대학교	10월 27일(금)	08:30~10:50	F발표장(209+210+211호)	[구두발표] 화학공학일반(에너지 환경 II)(학생)
이동기	KIST	10월 26일(목)	09:00~11:40	F발표장(209+210+211호)	[구두발표] 화학공학일반(에너지 환경 I)
이동욱	UNIST	10월 26일(목)	14:30~17:40	G발표장(101호)	[에쓰-오일 과학문화재단] 탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄
이상헌	이화여자대학교	10월 27일(금)	08:30~11:10	M발표장(107호)	[구두발표] 화학공학일반(이동현상 I)
이성규	금오공과대학교	10월 26일(목)	10:30~11:50	I발표장(103호)	[구두발표] 수소 생산, 저장 및 활용 기술 I
이수홍	KRICT	10월 27일(금)	13:00~15:00	I발표장(103호)	[구두발표] 수소 생산, 저장 및 활용 기술 III
이영기	한경국립대학교	10월 27일(금)	13:00~16:00	M발표장(107호)	[구두발표] 화학공학일반(이동현상 II)
이은정	경북대학교	10월 27일(금)	08:30~11:10	E발표장(206+207+208호)	제5회 프로필렌과 다운스트림 기술교류 심포지엄
이재성	인하공업전문대학	10월 25일(수)	10:00~12:00	M발표장(107호)	제7회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄
이지은	전남대학교	10월 26일(목)	16:10~17:40	I발표장(103호)	[한화솔루션/한화토탈에너지스] 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발 동향 및 전망 심포지엄
이창준	부경대학교	10월 26일(목)	14:30~15:30	D발표장(205호)	[구두발표] 화학공학일반(화학공정안전)
			11:05~11:45	M발표장(107호)	[구두발표] 탄소저감 공정기술/스마트공정
이철진	중앙대학교	10월 26일(목)	10;20~11:05	M발표장(107호)	[구두발표] 탄소저감 공정기술/스마트공정
이태철	LG화학	10월 26일(목)	14:30~17:00	E발표장(206+207+215호)	화학 및 분리공정 기술의 발전과 적용 동향 심포지엄
이현주	KAIST	10월 26일(목)	14:30~17:40	K발표장(105호)	[GS칼텍스] 에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한 차세대 촉매/공정 기술 심포지엄
이효민	제주대학교	10월 25일(수)	13:00~18:00	K+L발표장(105+106호)	Tutorial 4: COMSOL을 활용한 전기화학 전산모사 기초
장원준	아주대학교	10월 27일(금)	13:00~15:20	F발표장(209+210+211호)	[구두발표] 화학공학일반(에너지 환경 III)(학생)
장지욱	UNIIST	10월 26일(목)	14:30~17:20	O발표장(301)	International Symposium on Solar Fuels and Chemicals
장지현	UNIST	10월 26일(목)	14:30~17:40	J발표장(104호)	[HD현대오일뱅크] 최신 수소 및 연료전지 연구개발 동향 심포지엄
전 일	성균관대학교	10월 27일(금)	08:30~11:10	L발표장(106호)	[일본지부] 재일한인과학자 스페셜 세션
정선엽	단국대학교	10월 27일(금)	08:30~11:10	J발표장(109호)	[EPiC] 제3회 에너지 환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄
정소담	동의대학교	10월 26일(목)	09:00~11:50	D발표장(205호)	[구두발표] 화학공학일반(열역학분자모사)
정용진	한국교통대학교	10월 26일(목)	14:30~17:15	H발표장(102호)	[LG화학] 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄
정용철	부산대학교	10월 26일(목)	11:10~11:50	E발표장(206+207+208호)	[구두발표] 계산화학
조성현	전북대학교	10월 27일(금)	09:00~11:10	H발표장(102호)	[구두발표] 화학공학일반(공정시스템 II)(학생)
조창신	POSTECH	10월 27일(금)	08:30~11:15	N발표장(108호)	[구두발표] 화학공학일반(재료 II)(학생)
주정찬	가톨릭대학교	10월 26일(목)	09:30~11:30	K발표장(105호)	[구두발표] 생체모방 탄소자원화기술
진준형	경기대학교	10월 26일(목)	16:30~17:30	C발표장(204호)	[구두발표] 화학공학일반(공업화학)
채호정	KRICT	10월 26일(목)	14:30~17:40	M발표장(107호)	[KRICT] 그린메탄올 기술동향 및 전망 심포지엄
천동현	KIER	10월 25일(수)	13:00~17:30	N발표장(108호)	[KIER] CCU N-Lab: e-Fuel A to Z, 원료-생산-활용기술
최원중	창원대학교	10월 26일(목)	09:00~11:50	D발표장(205호)	[구두발표] 화학공학일반(열역학분자모사)
하경수	서강대학교	10월 26일(목)	14:30~17:15	H발표장(102호)	[LG화학] 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄
하돈형	중앙대학교	10월 26일(목)	14:30~16:00	F발표장(209+210+211호)	[구두발표] 기능성 소재/반도체 및 전자재료
한대훈	전남대학교	10월 27일(금)	10:00~11:00	I발표장(103호)	[구두발표] 수소 생산, 저장 및 활용 기술 II
홍무선	서울대학교	10월 27일(금)	09:00~11:10	H발표장(102호)	[구두발표] 화학공학일반(공정시스템 II)(학생)
홍수린	차 의과학대학교	10월 25일(수)	13:00~17:40	M발표장(107호)	[여성위원회] 뉴노멀시대에 화학공학인이 진출할 수 있는 진로 멘토링

홍보전시회 참여 업체

HD현대오일뱅크	현대오일뱅크	홈페이지	https://www.oilbank.co.kr
		대표전화	02-500-4500
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: HD현대오일뱅크는 차세대 청정에너지 기술 개발, 수소를 비롯한 미래 핵심 에너지원의 가치 사슬 역량 확대와 첨단 복합 소재 기술 혁신으로 글로벌 탈탄소 에너지 전환을 주도하고 있습니다. - 전시품목: 기업 소개 및 채용 상담	
LG화학	LG화학	홈페이지	https://www.lgchem.com
		대표전화	02-6987-4503
	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.	
S&T	S&T (Smart Technology)	홈페이지	https://www.snt-korea.co.kr
		대표전화	031-794-7980
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: Dynamic Vapor Sorption, MilliGas Counter - 전시품목: DVS Intrnisc, MGC- 1, Drum - Type Gas Flowmeter, Circulator	
SK이노베이션	SK이노베이션 환경과학기술원	홈페이지	https://www.skinnovation.com
		대표전화	042-609-8884
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 대한민국 산업을 최선두에서 이끌며 경제발전의 견인차 역할을 해온 SK이노베이션은 ESG 경영을 기반으로 모두가 행복한 미래, 지속가능한 세상을 만들기 위해 Global Green Energy & Materials 기업의 꿈을 향해 전진하고 있습니다. - 전시품목: 채용 부스로 회사소개 브로셔 및 현수막 전시	
SIEMENS UniAET	UniAET	홈페이지	https://www.uniaet.com
		대표전화	02-6956-6511
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: UniAET은 SIMENS 공식 파트너로서, 국내 CAE 분야 산업의 발전과 고객의 가치 창출을 도모하는 전문 해석 엔지니어링 기업입니다. 특히 화공/원자력/전자/자동차/조선/철강 및 건축설계 등 다양한 산업분야에서, 그간의 축적된 노하우를 바탕으로 최고의 솔루션 공급 및 차별화된 컨설팅 서비스를 제공하여 미래의 혁신 엔지니어링 기법을 주도하고 있습니다. - 전시품목: Simcenter Star- CCM+, Simcenter 3D, Simcenter Amesim	
TORAY 도레이첨단소재	도레이첨단소재	홈페이지	https://www.torayamk.com
		대표전화	02-3279-1132
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 화학과 소재로 인류와 지구환경에 공헌하는 도레이첨단소재에서 하반기 공채사원 및 R&D 산학장학생을 모집합니다. - 전시품목: 채용홍보	
REXO	(주)렉소엔지니어링	홈페이지	https: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	
LOTTE CHEMICAL	롯데케미칼	홈페이지	https://www.lottechem.com/
		대표전화	02-829-4268
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 1976년 설립된 롯데케미칼은 대한민국을 대표하는 화학회사로서 국내 주요 석유화학단지인 여수, 대산, 울산에 국제적 규모의 생산시설을 보유하고 있습니다. - 전시품목: 회사소개, 연구분야, 사업분야, 채용안내, 리쿠르팅	

홍보전시회 참여 업체

TCI·SEJIN CI	(주)세진씨아이	홈페이지	https://www.sejinci.co.kr/
		대표전화	02-2655-2480
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 연구실험용 글로벌 시약사 Tokyo Chemical Industry(TCI) 한국 총대리점. 화학, 재료과학, 생명과학, 분석화학, 원료의약품 분야 제품 및 산업용 대용량 원료, 맞춤합성 서비스 제공. - 전시품목: 연구실험용 Tokyo Chemical Industry(TCI) 제품	
SOLETEK	(주)솔텍트레이딩	홈페이지	https://www.soletek.co.kr/
		대표전화	02-2043-1957
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: ㈜솔텍트레이딩은 화학, 화공, 석유화학, 촉매, 배터리, 나노 소재, 에너지 세라믹, 환경 등 다양한 분야에서 필요한 연구 장비 및 시약을 취급합니다. - 전시품목: BET 비표면적 분석기, TPD/TPR/TPO 분석기, 연구실용 Furnace	
ThermoFisher SCIENTIFIC	써모피셔사이언티픽 코리아 주식회사	홈페이지	https://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	
cenoTec CERAMIC NANO TECHNOLOGY	쎄노텍	홈페이지	https://www.cenotec.com/
		대표전화	02-055-584-9181
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: ㈜쎄노텍은 연구개발 주도형 세라믹 소재 전문기업으로 분쇄 · 분산용 비드, 분쇄 · 분산기술을 이용한 분체 및 석유 · 화학용 세라믹 담체를 공급하고 있습니다. 1999년 설립 이래 ㈜쎄노텍은 혁신적인 연구개발과 품질관리에 대한 지속적인 노력을 통해 현재 수출이 약 70% 수준인 수출강소기업으로 성장 중입니다. - 전시품목: 분쇄/분산용 세라믹 비드, 석유/화학용 세라믹 담체, 세라믹 분체	
C&I Tech. 씨엔아이 테크	씨엔아이테크	홈페이지	https://www.cni-tech.co.kr
		대표전화	070-7607-1289
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: MFC, MFM 분야와 고압정량펌프 분야에서 세계 최고의 성능을 자랑하는 미국 Alicat사와 일본 FLOM 사의 한국 공식 판매점입니다. 전문 기술엔지니어의 지원과 원활한 AS로 고객의 불편을 최소화하였으며, 시연을 위한 무상 샘플 테스트도 가능합니다. 언제든 편하게 연락 바랍니다. - 전시품목: 질량 유량계, 고압 정량 펌프	
Advanced CM Technology	(주)씨엠코퍼레이션 에이티	홈페이지	https://www.cm-corp.co.kr
		대표전화	02-451-9001
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: ㈜씨엠코퍼레이션에이티는 화학, 의약, 화장품, 화학 공학 및 고분자 관련 분야에서 샘플 전처리, 실험 분석, 연구 목적의 장비 관련 유수한 선진 외국 제조 회사의 국내 대리점으로서 마케팅, 판매, 설치, 응용 지원 및 유지 보수를 최고의 서비스와 함께 제공하고 있습니다. - 전시품목: 결정화 모니터링 시스템, 자동 분체 정량 시스템, 원심진공농축기, 박층크로마토그래피 등	
AHTECH LTS	(주)아텍엘티에스	홈페이지	https://www.ahtech.co.kr
		대표전화	031-346-6036
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 저희 아텍 LTS는 1994년 설립 이래 전자반도체, 디스플레이 및 배터리 관련 재료와 장비를 전문적으로 수입/수출하는 회사입니다. 장기간의 소싱 경험을 바탕으로 당사는 관련 장비 이외에도 무역 대리점 업무, 부품 및 장비를 개발/제조하는 등 기술력을 인정받아 끊임없이 성장하고 있습니다. 당사는 보다 앞선 기술력과 제품을 발굴하여 최고의 제품 정보, 서비스 및 개발 협력을 위해 항상 최선을 다하겠습니다. - 전시품목: UV OZONE CLEANER / UV LAMP / 비 접촉 면저항 측정장비	

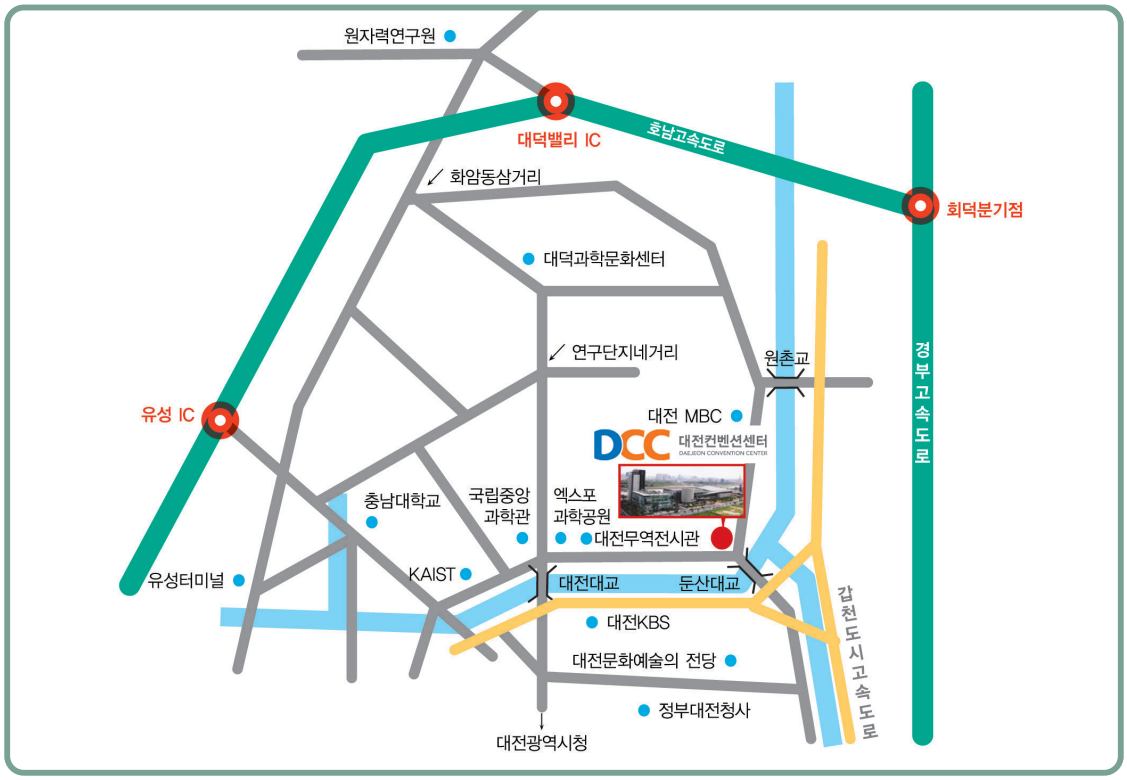
홍보전시회 참여 업체

AMPERE MATERIALS	(주)암페어머티리얼즈	홈페이지	https://www.amperematerials.com
		대표전화	042-345-2666
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: ㈜암페어머티리얼즈는 글로벌 일류기업을 목표로 친환경 microwave plasma 기술로 미래 환경을 연구하고 지속 가능한 내일의 행복을 만들어 가는 기업입니다. - 전시품목: NH_3 저온 분해용 Microwave 촉매 반응 시스템, Plavo(Plasma Cleanr가 결합된 Vacuum Oven 시스템)	
AIRFIRST	(주)에어퍼스트	홈페이지	https://www.airfst.com
		대표전화	02-780-9331
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 1975년 창립 이래 40여년간 산업용 가스의 제조 및 공급을 선도하고 있습니다. 안정적 운영과 신뢰를 바탕으로 고객사 및 지역사회와 Long term partnership을 유지하고 있으며 고객의 요청 사항에 대한 신속한 대응과 환경 친화적 안전 관리는 ㈜에어퍼스트가 추구하는 최우선의 가치입니다. - 전시품목: 산업용 가스 (산소,질소,아르곤,수소)	
MK SCIENCE 엠케이사이언스	엠케이사이언스 주식회사	홈페이지	https://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 제공하는 전문 기업입니다. - 전시품목: 고온고압 반응기, 고압수소가스 발생장치	
OMA	OMA	홈페이지	https://www.omacom.co.kr
		대표전화	042-822-9501
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: OMA는 1991년 설립되어, 30여년 동안 광학 관련 부품과 광학 시스템 그리고 광학 설계 솔루션을 제공하고 있는 광학 전문 기업입니다. 특히 태양전지, 광전기화학, 분광분석 연구 분야는 30여년 동안 끊임없이 고객분들과 기술적 교류가 이어져 오고 있으며, 그 과정에서 쌓인 기술력과 노하우를 바탕으로 최적의 기술 서비스를 제공하는 기업으로 성장해 왔습니다. 앞으로도 고객분들의 요구에 더 빠르고, 더 정확하며, 더 완성도 높은 제품과 서비스로 보답 드릴 수 있도록 최선을 다하겠습니다. - 전시품목: 광촉매, 태양전지 연구용 솔라시뮬레이터, 광촉매 연구용 LED 광원, PEC 연구용 광원, IPCE 측정 구성, 스펙트로미터	
WMT 위드엠테크	위드엠테크	홈페이지	https://www.withmtech.co.kr
		대표전화	042-826-6288
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 3P-Instruments(독일), Altamira Instruments(미국) 사의 물리/화학 흡착을 통해 소재의 흡착/파과특성 및 성능평가를 위한 장비를 공급하고 있습니다. - 전시품목: 비표면적 분석기, 밀도측정기, 저온유자장치, TPD	
ISU 이수스페셜티케미컬	이수스페셜티케미컬	홈페이지	https://www.isuspecialtychemical.com/
		대표전화	02-590-6880
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 이수스페셜티케미컬은 2023년 5월부로 인적분할하여 새롭게 출발하였습니다. 차별화 된 기술력과 도전을 게을리 하지 않는 성실함으로 '꿈의 배터리'로 불리우는 전고체배터리 소재 분야의 핵심 플레이어로 자리매김 하고 있습니다. 글로벌 경쟁력을 갖춘 다양한 Sulfur 케미컬과 함께 "Specialty Chemical Leading Company"로서 삶의 풍요와 편리를 더하는 아름다운 미래를 창조해 나가고자 합니다. - 전시품목 : 전고체 배터리, 전고체 전해질, Li_2S, TDM, NOM, NDM	
SIEMENS cadians	지멘스 | 캐디언스시스템	홈페이지	https://www.plm.automation.siemens.com/global/ko/
		대표전화	070-7090-9125
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 스마트 공장 및 지멘스 솔루션 공급 기업으로써 Digital Twin 및 Digital Transformation을 전 산업에 걸쳐 고객에게 혁신 프로세스를 제공합니다. - 전시품목: Simcenter Mixer(xDT), 전자연구노트(RD&L), 로우코드(Mendix), Simcenter(CAE)	

홍보전시회 참여 업체

KNF	케이엔에프뉴베르거 (KNF Neuberger)	홈페이지	https://knf.com/ko/kr
		대표전화	02-959-0255
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: KNF는 오랫동안 경험을 축적하고 글로벌적 지역 확장을 하는 동시에 지속적인 성장을 했습니다. KNF는 가스와 액체를 다루는 시스템 및 다이아프램 펌프를 전문적으로 개발 및 디자인, 생산, 유통하는 솔루션 제공자로서의 입지를 전세계적으로 다졌습니다. - 전시품목: Diaphragm pump, 액체정량펌프, 다이아프램펌프, 진공펌프	
CRS ChemRe SYSTEM	주식회사 켐리시스	홈페이지	https://www.chemresys.com
		대표전화	031-8069-5511
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: ㈜켐리시스는 급변하는 화학 시장에 발맞춰, 다채롭게 사용할 수 있는 화학반응 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	
KRISS 한국표준과학연구원 NCSRD 국가참조표준센터	한국표준과학연구원	홈페이지	https://www.srd.re.kr
		대표전화	042-868-5431
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: "참조표준"이란 측정 데이터 및 정보의 정확도와 신뢰도를 과학적으로 분석·평가하여 공인된 것으로서 국가 사회의 모든 분야에서 널리 지속적으로 사용되거나 반복 사용할 수 있도록 마련된 물리화학적 상수, 물성 값, 과학기술적 통계 등을 말합니다. - 전시품목: 정확하고 믿을 수 있는 공인된 참조표준!	
한국첨단소재 KOREA ADVANCED MATERIAL CO.,LTD.	한국첨단소재	홈페이지	https://www.koadvanced.co.kr/
		대표전화	031-8027-8577
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 주식회사 한국첨단소재는 독일 Heraeus사의 촉매 분야 독점 에이전트로 Heraeus사의 화학 촉매들 - Ammonia cracking catalyst, Hydrogenation catalyst, Gas purification catalyst 등 - 을 국내에 소개하고 있습니다. - 전시품목: Chemical catalysts	
한화솔루션	한화솔루션	홈페이지	https://hcc.hanwha.co.kr
		대표전화	-
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 한화솔루션 케미칼 부문은 1965년 설립된 후 국내 최초로 PVC(폴리염화비닐)를 생산한 데 이어, LDPE(저밀도 폴리에틸렌), LLDPE(선형 저밀도 폴리에틸렌), CA(염소 · 가성소다), ASR, TDI 등 각종 산업의 기반이 되는 기초 석유화학 제품 생산을 통해 생활 속에서 다양한 형태로 존재하며 삶의 질 개선에 기여해 오고 있습니다. 석유화학의 기초소재부터 친환경가소제인 ECO-DEHCH, 수소첨가석유수지, 국내 최초 XDI 개발성공 등 고부가 가치 사업에 이르기까지, 창의적이고 경쟁력 있는 선도 화학 기업으로의 지속적인 성장을 도모하고 있습니다. - 전시품목: 회사소개 영상 및 브로셔 전시 예정	
fischer®	(주)헬무트피셔코리아	홈페이지	https://helmutfischer.co.kr
		대표전화	02-415-2381
	업체소개 및 전시품목	- 업체소개: 표면 테스트 분야의 풀서비스 공급 업체인 Fischer는 1953년부터 비파괴 재료 분석, 코팅 두께 측정 및 재료 테스트를 위한 기기를 개발해 왔습니다. 이번 학술대회에는 소재의 경도와 탄성 모듈러스를 측정할 수 있는 나노인덴터를 소개 드립니다. 나노인덴터는 특히 새로운 소재의 개발부터 품질관리까지 기계적인 물성을 획득하는데 매우 적합한 측정기입니다. 학회 프로모션도 진행 예정으로 많은 관심 부탁드립니다. - 전시품목: 나노인덴터, 미소경도시험기, 탄성모듈러스측정기	

대전컨벤션센터 오시는 길



▶ 승용차 이용시

출발지	진입 톨게이트	시내 이동경로	소요시간
서울방면	북대전 T.G (호남고속도로)	북대전 T.G 빠져나와 좌회전(한국원자력연구소 사거리) → 대덕컨벤션센터 삼거리에서 우회전 → 엑스포과학공원 4거리에서 좌회전 → DCC	약 10분
광주방면	유성 T.G (호남고속도로)	유성 T.G 빠져나와 우회전(월드컵경기장) 후 바로 다음사거리에서 우회전 → 지하차도 진입하지말고 직진 → 충남대 정문 → 엑스포과학공원 4거리에서 직진 → DCC	약 20분
부산방면	대전 T.G (경부고속도로)	대전 T.G → 중리동 4거리 → 오정동농수산시장 → 둔산대교 → DCC	약 40분

▶ 기차 이용시

기차노선	DCC까지 교통 및 소요시간
대전역(경부선)	택시 소요시간 – 약 20분(요금: 약 10,000원), 버스 소요시간 – 약 30분(705번)
서대전역(호남선)	택시 소요시간 – 약 35분

▶ 고속버스 이용시

도착지	대전, 대전 청사(DCC와 가장 근접)
버스이용	대전청사: 911번(소요시간 약 15분)
택시이용	대전 – 약 25분, 대전 청사 – 약 10분

▶ 시내버스 이용시

버스번호	노 선 도	배차간격
121	탑립-대덕특구체육공원입구-문지삼거리-대전컨벤션센터-한국과학기술원-충남대학교-현충원역-하기중학교-한화석유화학연구소-LG생활건강/기술연구-하기동-노은역-유성시외버스정류장-궁동-국립중앙과학관-문지삼거리-K_water교육원/LH연구원	22분
618	대전대학교종점-가오고등학교-가오주공아파트-부사네거리-홀트아동복지회관-서대전네거리역-개나리아파트-정부대전청사서문-대전컨벤션센터-을지대학병원-용문동주민센터-센트럴파크-테미고개-대전방송-은어송마을5단지-판암동성당	22분
705	신탄진-신탄진역-크라운제과-관평중학교-전민동구종점-대전컨벤션센터-이마트-보라삼거리-삼성초등학교-중앙중고등학교-아이빌딩-MBC문화방송-탑립1통-대덕밸리용신교-대덕경찰서-남경마을	14분
911	자운동종점-한화석유화학연구소-궁동네거리-갑천역-둔산여자고등학교-한가람아파트-샘머리아파트-대전컨벤션센터-엑스포아트홀-한밭초등학교-시청/교육청-황실타운아파트-유성고속터미널-담배인삼연구소-대덕대학-육군지형정보단-공병대	19분

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	

■ 2023년도 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.

2024년도 봄 총회 및 학술대회 개최 안내

일시: 2024년 4월 24일(수)~26일(금)

장소: 제주국제컨벤션센터

2024년도 가을 총회 및 국제 학술대회 개최 안내

일시: 2024년 10월 16일(수)~18일(금)

장소: 부산 BEXCO

본 사업은 기획재정부의 복권기금 및 과학기술정보통신부의 과학기술진흥기금으로 추진되어 공익 및 사회적 가치 실현과 국가 과학기술 발전에 기여합니다.

Plenary Talk

Energy Transition – the Challenge and the Promise

Gautham Krishnaiah

KBR

Symposiums

[에쓰-오일 과학문화재단] 탄소중립을 위한 지속가능항공유 기술 심포지엄
-심(에쓰)G목-1~10 ····· 117
[GS칼텍스] 에너지 Transition 시대의 지속가능한 미래를 위한
차세대 촉매/공정 기술 심포지엄
-심(GS)K목-1~6 ····· 120
[LG화학] 신재생에너지 관련 소재 및 촉매 심포지엄
-심(LG)H목-1~6 ····· 122
[SK이노베이션] 이산화탄소 분리 및 활용기술 심포지엄
-심(SK)L목-1~6 ····· 124
[한화솔루션/한화토탈에너지스] 친환경 수소 생산/활용 기술 연구개발
동향 및 전망 심포지엄
-심(한화)I목-1~6 ····· 126
[HD현대오일뱅크] 최신 수소 및 연료전지 연구개발 동향 심포지엄
-심(현대)J목-1~6 ····· 128
International Symposium on Solar Fuels and Chemicals
-심(촉매)O목-1~8 ····· 130
[KRICT] 그린메탄올 기술동향 및 전망 심포지엄
-심(화연)M목-1~6 ····· 132
[EPiC] 제3회 에너지 · 환경소재공정조합설계연구단 기술교류 심포지엄
-심(설계)J금-1~6 ····· 134

심(에쓰)G목-1

New C1 Chemistry Synthesis Method of Carbon-Free Jet Fuels

Noritatsu TSUBA*, Heng ZHAO
University of Toyama
(tsubaki@eng.u-toyama.ac.jp*)

Recently, the development of aviation industry causes serious energy and environmental problems. In order to efficiently produce carbon-free jet fuels, our group developed some new synthesis methods for hydrogenating CO/CO_2 into jet fuels. We loaded cobalt nanoparticles on alkaline ions modified mesoporous Y-zeolite for CO hydrogenation. By tuning the porosity and acidity of zeolite, outstanding selectivity of jet fuel (72%) was achieved in CO hydrogenation. A new Anti-ASF mathematic model was also proposed to elucidate these.As elastomer seals in jet engine, aromatics are needed in jet fuel (8% ~ 25%) to prevent leakage. We designed some metal-zeolite hybrid catalysts for synthesizing aromatics from CO/CO_2 hydrogenation. After regulating physicochemical properties of zeolite, high aromatics selectivities were achieved in both CO (76.4%) and CO_2 (76.8%) hydrogenation. In summary, these new synthesis methods showed great potential of C1 chemistry in carbon-free jet fuels production.

심(에쓰)G목-2

GREET 모델을 이용한 지속가능 항공연료의 전주기 분석

이의성*
Argonne National Laboratory
(ulee@anl.gov*)

Sustainable aviation fuel (SAF) plays an important role in decarbonizing the aviation sector. To quantify greenhouse gas (GHG) emission reduction benefits, life-cycle analysis (LCA) is used, which evaluates the supply chains of various SAF production pathways starting farming to fuel combustion. The life-cycle GHG emissions of various SAF pathways are then compared with that of petroleum jet fuel baseline (89 gCO2e/MJ). Argonne National Laboratory's Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Technologies (GREET) model enables conducting comprehensive LCA of the SAF pathways including but not limited to gasification/Fischer-Tropsch, hydro-processed esters and fatty acids (HEFA), and alcohol-to-jet technologies with crops, agricultural residues, and waste feedstocks. In this presentation, the LCA results of major SAF pathways using the GREET model are presented, and the key impacting parameters and outstanding issues such as land-use change and soil organic carbon change are discussed. In addition, further decarbonization activities to make net-zero carbon SAFs are introduced.

심(에쓰)G목-3

에탄올 발효산물 업그레이딩을 통한 항공유급 바이오 연료 생산 기술

박주현*, 김기덕, 채호정[1], 서영웅[2], 박명준[3], 정영민[4]
LT메탈; [1]한국화학연구원; [2]한양대; [3]아주대; [4]군산대
(johnny@ltmetal.co.kr*)

수송분야의 탄소 중립을 실현하기 위한 수단으로 이차전지, 연료전지, 바이오 연료 등에 대한 연구들이 진행되고 있으며 이중 이차전지는 승용차, 연료전지는 상용차 분야로 특화되어 적용이 확대되고 있다. 바이오 연료는 이차전지 및 연료전지에 비해 탄소중립에 효율성은 떨어지나 이차전지 및 연료전지로 대체가 어려운 항공유 및 군용 전략 무기 분야로 특화되어 기존 연료를 일부 대체하는 방향으로 개발이 진행되고 있는 상황이다. 본 발표에서는 바이오매스의 생물학적 전환을 통해 얻은 미정제 바이오에탄올을 원료로 사용하여 촉매 및 분리공정을 통해 항공기 연료로 적용 가능한 바이오 항공유를 제조하는 공정에 대해 소개하고자 한다.

심(에쓰)G목-4

이산화탄소와 수소로부터 지속가능항공유 (e-SAF) 생산기술 동향 및 전망

천동현*, 윤민혜, 임근배 , 김광영, 구기영, 정운호, 박용하, 김병현, 정우석
한국에너지기술연구원
(cdhsl@kier.re.kr*)

Sustainable aviation fuels (SAF) have recently attracted worldwide attention as the European Union (EU) introduced new law to cut emissions. According to the new law, all aircraft departing from EU airports must refuel using SAF blend: the minimum share of SAF will start at 2% by 2025 and reach 70% by 2050. Furthermore, the new law also designates a minimum share of e-fuels, produced from carbon dioxide and hydrogen, in the SAF blend. As a result, the reverse water-gas shift reaction (RWGS: $CO_2 + H_2 \rightarrow CO + H_2O$) and the Fischer-Tropsch synthesis (FTS: $nCO + \{2n(+1)\}H_2 \rightarrow C_nH_{2n(+2)} + nH_2O$) are in the limelight again. This presentation briefly reviews recent technology trends in SAF production from carbon dioxide and hydrogen via RWGS and FTS. Also, we present our progress in developing low-temperature RWGS and C_{5+}-selective FTS technologies.

심(에쓰)G목-5

Continuous hydrodeoxygenation of lignin to jet-range aromatic hydrocarbons

Yuriy Roman-Leshkov*
Massachusetts Institute of Technology
(yroman@mit.edu*)

Processes that can generate high volumes of sustainable aviation fuels (SAFs) are essential to meet air travel demand while eliminating carbon emissions. Lignin is an abundant and renewable aromatic biopolymer that comprises 15%-30% of all lignocellulosic biomass but remains underutilized due to its chemical recalcitrance. In this talk, a method for the conversion of lignin to jet-range aromatic hydrocarbons with high atom economy is introduced using a molybdenum carbide hydrodeoxygenation catalyst. The resulting products feature favorable properties for use in aviation fuel.

심(에쓰)G목-6

지속가능한 항공유 개발을 위한 기술 전략: 현재 상황, 극복해야 할 과제, 그리고 향후 기술 발전 방향

채소룡*
University of Cincinnati
(chaesg@ucmail.uc.edu*)

Sustainable alternative fuels (SAFs) are recognized for their lower carbon footprints and reduced greenhouse gas emissions. As carbon-neutral alternatives designed to be drop-in fuels, SAFs offer a promising path towards sustainable aviation. Moreover, SAFs have demonstrated the ability to reduce other emissions such as NOx, particulates, and CO_2 emissions depending on the production methods used. By engineering innovative fuels and production pathways, it's possible to not only lower emissions but also reduce the costs associated with aircraft system design and operation, ultimately leading to more affordable air travel. This presentation encompasses a comprehensive review of global SAF development strategies, including state-of-the-art certified technologies, potential feedstock options, a comparison of techno-economic and environmental performance metrics for SAF production routes, airline commitments to promoting greater biofuel usage, and global initiatives and policies in this regard.

심(에쓰)G목-7

목질계 바이오매스 열분해오일 기반 지속가능 항공유 생산 촉매화학공정 기술

하정명*
한국과학기술연구원
(jmha@kist.re.kr*)

현재 지속가능한 항공유로 널리 쓰이고 있거나 상업적 활용에 다 다른 종류로는 유지나 바이오알코올에서 유래한 파라핀계 항공유가 있다. 이러한 항공유는 기존 석유계 항공유를 효율적으로 대체할 수 있을 것으로 보이나, 국내외의 항공유 수요 증가를 고려할 때 향후 원료 공급에 어려움이 예상된다. 석유 대체 연료로서 오랫동안 연구되어온 목질계 바이오매스의 열분해오일의 탈산소 연료는 열분해오일의 복잡성, 생산 과정에서 촉매의 급격한 비활성화, 생산 공정 운전의 어려움 등으로 여전히 연구 개발 단계에 있으나 비식용 목질계 바이오매스를 원료로 필요한 석유 대체 제품을 생산할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 목질계 바이오매스의 열분해오일로부터 바이오항공유를 생산하는 기술을 돌아보고, 기존의 연구 성과를 공유하고, 향후 목질계 바이오매스 열분해오일이 바이오항공유 시장에 기여할 수 있는 바에 대해 살펴보고, 필요한 촉매의 설계, 활용을 중심으로 실제 열분해오일 업그레이딩을 통한 바이오항공유 생산 기술을 살펴보고자 한다.

심(에쓰)G목-8

지속가능한 항공유 정책 및 기술 동향

김재훈*
성균관대
(jaehoonkim@skku.edu*)

2027년 국제민간항공기구에서 지속가능한 항공유 사용이 의무화됨에 따라 세계 각국은 관련 정책 및 기술개발에 많은 관심을 가지고 있다. 본 발표는 해외 지속가능한 항공유 정책 및 의무화 동향과 지속가능한 항공유 제조 기술 동향을 바탕으로 국내 정책 및 기술개발 방향성을 제시하고자 한다.

심(에쓰)G목-9

바이오매스로부터 항공유 제조를 위한 금속담지 제올라이트 촉매

전종기*
공주대
(jkjeon@kongju.ac.kr*)

에너지 자원의 안정적 확보와 탄소중립 과제에 대응할 수 있는 바이오항공유를 제조하기 위한 다양한 공정이 연구되고 있다. 첫째, 바이오항공유는 비식용 유지작물, palm fatty acid distillates 및 dark oil 등의 산업폐유지, 그리고 미세조류 등을 원료로 사용하여 제조할 수 있다. 두 번째는 biomass 로부터 합성가스를 생산하고 이를 다시 Fischer-Tropsch공정을 통해서 액상 탄화수소를 생산한 후, 이로 부터 항공유를 제조할 수 있다. 이 두 공정에서 바이오매스 유래 오일은 대부분 직쇄상 탄화수소로 이루어졌으며, 저온 유동성등 항공유로서의 물성을 만족시키기 위해서는 수소화 분해 반응이나 수첨 이성화 반응을 통해서 개질하는 것이 필수적이다. 이때, 분해반응을 최소화 하면서 선택적으로 이성화시킬 수 있는 업그레이딩 반응에 필요한 촉매 등을 개발하는 것이 중요하다. 고품질의 항공유를 얻기 위해 필수적인 수첨업그레이딩 반응용으로 금속이 담지된 제올라이트 촉매에 관한 연구 결과를 소개하고자 한다. 세 번째 공정으로 alcohol to jet (ATJ) 공정에 관한 연구가 최근 주목을 받고 있다. Bio-butanol의 탈수반응을 통해서 얻을 수 있는 1-butene과 2-butene의 혼합물을 원료로 이용해서 항공유에 적합한 탄화수소 범위인 C8~C16 사이의 탄화수소를 효율적으로 합성할 수 있는 금속담지 제올라이트 촉매에 대해서 소개하고자 한다.

심(에쓰)G목-10

지속 가능한 바이오 연료 생산을 위한 지방산 화합물의 촉매 전환 기술개발

윤광남*, 황동원, Marcel Jonathan Hidajat
한국화학연구원
(gnyun@krict.re.kr*)

The escalating requirement for alternative energy sources drives the utilization of biofuels as transportation fuel, but their high oxygen content leads to instability and low heating value. Herein, the upgrading of fatty acid compounds was performed using RuSn supported on SiO_2-doped Al_2O_3 as catalyst. The presence of SiO_2 on Al_2O_3 played a pivotal role to the formation of Ru_3Sn_7 alloy phase as a result of modification of the metal-support interaction between RuSn and Al_2O_3. This alloy phase led to a substantial enhancement in the hydrogenation activity of fatty acid, while reducing carbon loss through the suppression of decarbonylation activity. The deposition of SiO_2 also enhanced the catalyst acidity through the formation of isolated terminal silanols on the surface, which played a crucial role in the dehydration of fatty alcohol, as they prolonged the retention of olefin and facilitated over-hydrogenation. The significant role of support and cooperative metal-support activity on RuSn/SiAl enable selective production of hydrocarbons from fatty acids, which is beneficial for the upgrading of fatty acids in biofuel to hydrocarbons.

심(GS)K목-2

지속가능 바이오연료 생산을 위한 최신기술 리뷰

서영웅*
한양대
(ywsuh@hanyang.ac.kr*)

지난 20년간 화석자원을 탈피하여 재생가능한 바이오자원을 바이오연료로 전환하는 기술을 개발하는데 다각도의 노력을 기울여 왔다. 최근 들어 바이오항공유에 대한 관심이 폭발적으로 증가하고 국경세 도입에 따른 친환경 인증 연료의 유통이 본격화되면서 지속가능 바이오연료 생산기술이 재조명되고 있다. 본 발표에서는 친환경 바이오연료 생산의 출발이자 핵심인 HVO 반응기술과 투입 가능한 바이오자원(정제 원료 및 폐자원 등)에 대해 먼저 알아볼 것이다. 또한 ATJ 반응기술, FT 반응기술, HTL 반응기술, IH2 반응기술, APR 반응기술 등을 다루고자 한다. 나아가 바이오자원의 최근 활용전략(윤활기유, 바이오납사 등)에 대해서도 살펴볼 것이다. 끝으로, 최신 바이오연료 생산기술의 시사점을 통해 미래 방향성을 논의할 것이다.

심(GS)K목-3

Strategy on development and commercialization of biofuels in transportation sector as a carbon-neutral fuel

Jae-Kon Kim*, Cheol-Hwan Jeon, JoYong Park
Korea Petroleum Quality & Distribution Authority
(jkkim@kpetro.or.kr*)

Recently, the International Energy Agency (IEA) reported a roadmap for the global energy sector to achieve carbon neutrality in 2050, predicting that the supply of renewable energy such as solar and wind power, as well as biofuels, will increase as a means of carbon neutrality. In accordance with the 'Eco-friendly biofuel expansion plan ('22.10.13)' and the 'Bioeconomy 2.0 promotion strategy('23.7.19)' recently announced by the government, new biofuels such as biojet fuel and biomarine fuel have been decided to be introduced in all areas of transportation in the future. Use is expected to expand. Therefore, in this presentation, we will examine domestic and foreign biofuels policy and development trend and discuss commercialization strategies. In particular, we will look at the technological trends of biofuels in the aviation and shipping sectors that are being developed globally, and look at distribution strategies according to domestic introduction.

심(GS)K목-4

저온, 저압 암모니아 합성을 위한 합리적 촉매 설계

최민기*
한국과학기술원
(mkchoi@kaist.ac.kr*)

Ammonia (NH_3) is an essential feedstock for producing various chemicals and has recently been considered a promising hydrogen carrier. Given the relatively low pressure of H_2 produced in water electrolysis (<2 MPa), the development of advanced catalysts that enable high activity at low pressures is required for the coupling with green hydrogen. Here, we synthesize a series of Ba-Ru/MgO catalysts with an optimal Ru particle size (~2.3 nm) and tailored BaO-Ru interfacial structures. We discover that the remarkable promoting effect of Ba is created through the separate storage of H^+/e^- pairs at the BaO-Ru interface. Chemisorbed H atoms on Ru dissociate into H^+/e^- pairs at the BaO-Ru interface, where strongly basic, non-reducible BaO selectively captures H^+ while leaving e^- on Ru. The resulting electron accumulation in Ru facilitates N_2 activation via enhanced π-backdonation and inhibits hydrogen poisoning during NH_3 synthesis. Consequently, the formation of intimated BaO-Ru interface without an excessive loss of accessible Ru sites enables the synthesis of highly active catalysts for NH_3 synthesis.

심(GS)K목-5

Energy Transition - H_2 from Ammonia Cracking Technology (H2ACT^{SM})

강동현*
KBR Technology
(dh.kang@kbr.com*)

KBR의 암모니아 크래킹 기술은 혁신적인 청정 에너지 생산 방식 중 하나로, 암모니아를 효과적으로 활용하여 청정수소 생산을 위한 효율적인 과정을 제공합니다. 이 기술은 높은 열 및 압력 조건에서 암모니아를 분해하여 수소와 질소로 분리하는 과정을 포함합니다.KBR의 암모니아 크래킹 기술은 두 가지 주요 장점을 가지고 있습니다. 첫째, 암모니아를 초기 원료로 사용하므로, 기존의 화석연료 기반 생산 방식과 비교하여 더욱 친환경적이고 지속 가능한 결과를 도출합니다. 둘째, 이 기술은 다양한 산업 부문에서 필요로 하는 순수한 수소의 생산을 가능하게 합니다. 이 수소는 전력 생산을 위한 연료, 수소 연료 전지를 비롯한 다양한 응용 분야에서 사용될 수 있어 에너지 효율성을 향상시킵니다.KBR의 암모니아 크래킹 기술은 열 분해 반응을 통해 수소와 질소를 높은 효율로 분리하며, 이로써 기존의 수소 생산 방식보다 낮은 온도에서 작동할 수 있습니다. 이는 에너지 소비를 줄이고 환경 영향을 최소화하는 데 기여합니다.또한, KBR은 지속 가능성과 혁신에 대한 Commitment를 바탕으로 암모니아 크래킹 기술을 지속적으로 개발하고 향상시키고 있습니다. 이 기술은 화석 연료 의존도를 낮추고 이산화탄소 배출을 감소시키며, 미래의 깨끗한 에너지 생산을 주도하는 중요한 역할을 수행하는 유망한 기술 중 하나로 꼽힙니다.

심(GS)K목-6

올레핀 및 방향족화합물의 생산을 위한 CO_2 수소화 촉매 반응기 설계

김용태*
한국화학연구원
(ytkim@krict.re.kr*)

2050년까지 화학산업에서 이산화탄소 배출량을 45% 감축하는 CTS (Clean Technology Scenario) 는 기존 화학산업의 공정 및 탄소집약도가 낮은 화석원료 사용과 같은 점진적 감축전략과 함께, 원료를 대체하고, 배출된 탄소자원의 재활용 등의 혁신적 감축전략을 함께 제시하고 있다. 이중, 이산화탄소를 포집, 전환, 저장하는 기술의 감축기여도는 대략 21%로 예측된다. 이산화탄소의 지속적인 순환을 위해서는 에너지 효율적인 전환 기술개발과 기존 시장의 동일한 제품군을 경제적으로 생산하여 미래 석유화학 산업에 대안을 제공해야 한다. 즉, 이산화탄소 활용을 통한 화학전환 기술의 개발은 거시적 관점에서 탄소중립 사회화에 기여할 수 있지만, 에너지 효율을 극대화하기 위한 촉매 반응기 설계의 최적화가 필수적이다. 본 발표에서는 이산화탄소의 수소화를 위한 화학전환 기술 및 이에 적합한 촉매 및 반응기 설계에 대하여 논의하려 한다. 생성물인 올레핀과 방향족화합물의 선택성 및 생산성을 높일 수 있는 방안을 살펴보려 한다. 또한, 확대규모의 기술 개발을 통해 수소화 기술의 나아가야할 방안에 논의하려 한다.

심(LG)H목-1

태양광 에너지 활용을 위한 금속할라이드 페로브스카이트 소재

임상혁*
고려대
(imromy@korea.ac.kr*)

태양광 에너지는 지구상에서 가장 풍부하고 깨끗하며, 지속가능한 에너지원이다. 따라서 온실가스 배출에 따른 기후변화 대응을 위한 탄소중립2050 목표 및 RE100/CF100을 달성하기 위해서는 이산화탄소 배출이 없는 태양광 에너지를 활용하여 전기에너지 및 수소를 생산하는 것이 바람직한 방향이라 하겠다. 하지만 기존 화석에너지 및 원자력 에너지와 비교하여 경제성을 갖기 위해서는 태양광 발전효율이 40% 이상 및 그린수소 생산 단가가 2500원/kg 이하가 되어야 될 것으로 기대하고 있다. 이를 달성하기 위해, 최근 금속할라이드 페로브스카이트 소재를 이용한 태양광 에너지 활용 연구가 전세계적으로 활발히 진행되고 있다. 본 발표에서는 태양광 에너지 활용을 위한 금속할라이 페로브스카이트 소재 및 공정 개발과 이슈에 대해 논의하고자 한다.

심(LG)H목-2

KIER의 암모니아 크래킹 기술 개발 현황

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

암모니아는 해외 청정수소를 대량으로 도입 시 가장 경제적이고 효율적인 수소캐리어로 주목받고 있다. 국내에 도입된 청정 암모니아로부터 수소를 생산하기 위해서는 암모니아 크래킹 기술이 요구된다. 암모니아는 분해 시 인체에 무해한 질소와 수소로만 분리되며, 버너 연료로 직접 사용이 가능하여 무탄소 수소 생산이 가능하기 때문에 탄소중립 실현을 위한 친환경 에너지원으로서 더욱 가치가 있다. 암모니아 크래킹 공정 구성은 수요처에서 요구하는 수소 순도에 따라 다양하게 구성할 수 있다. 본 발표에서는 연료전지 및 수소 스테이션에 적용 가능한 고순도 수소(H_2 > 99.999%) 생산을 위한 암모니아 크래킹 반응기 및 촉매에 대한 KIER 개발 현황을 소개하고자 한다.

심(LG)H목-3

지속가능한 CCU와 수소에너지

이철진*
중앙대
(cjlee@cau.ac.kr*)

To suppress global warming through carbon neutrality, it is necessary to effectively reduce large amounts of greenhouse gases. Globally, the sources of greenhouse gases are divided into manufacturing (31%), power generation (27%), transportation (16%) and so on. Among them, sustainable processes using hydrogen are actively investigated in various fields such as hydrogen reduction steelmaking and hydrogen co-fired power generation. In order to effectively utilize hydrogen, it is necessary to study the entire value chain of hydrogen covering production, conditioning/storage, transportation, and distribution. In this study, optimal design for hydrogen supply chain is performed, and important element technologies for hydrogen utilization are analyzed. Additionally, the possibility of utilization of carbon dioxide and hydrogen including CCU is investigated.

심(LG)H목-4

페로브스카이트 태양전지의 안정성 및 봉지화 기술

서장원*
한국과학기술원
(jwseo@kaist.ac.kr*)

Since 2009, the power conversion efficiencies (PCE) of perovskite solar cells (PSCs) have increased from 3.8% to 26.1% over the last decade. Now, stability is of particular importance, as it is known that the devices' efficiency degrades over time when exposed to light, high temperatures, and humid environments. Therefore, the encapsulation techniques for the devices are necessary for preventing a failure or mitigating a decrease in testing efficiencies. Several encapsulation techniques, such as multi-layer films with alternating organic and inorganic layers, flexible thin films with metal foils, and lamination-based glass-to-glass encapsulation with polymers, have been developed and applied to PSCs. In this talk, I will discuss previous efforts to utilize the encapsulation layers for PSCs and our recent advances in enhancing the stability of perovskite solar cells under harsh testing condition.

심(LG)H목-5

고효율 태양광 발전을 위한 POE 소재 개발

이은정*
LG화학
(lejangel@lgchem.com*)

태양광 봉지재는 필름으로 가공되어 태양전지를 보호하고, 에너지 변환 효율을 유지시키는 태양광 모듈 핵심 소재이다. 일반적으로 태양전지 봉지재 소재는 EVA(에틸렌-비닐아세테이트)가 가장 널리 사용되어 왔지만, 수분 차단성이 낮고, 고온 다습한 환경에서 초산이 발생하여 전지를 부식시키는 게 단점이었다. 또한, 낮은 절연성 때문에 PID(Potential-Induced Degradation : 고전압 환경에서 발생하는 발전 효율 저하) 이슈가 빈번히 제기 되어, 봉지재 제조업체들로 하여금, 장기 내구성이 우수한 봉지재 소재에 대한 관심도가 증가하고 있다.최근 G2G(Glass to Glass) 양면 모듈, N-TOPCon 고효율 모듈의 수요가 증가함에 따라 EVA 대체 물질로 수분 차단성이 우수하고, 부산물이 없는 친환경 '폴리올레핀 엘라스토머(POE)' 수요가 증가하고 있다. 본 발표에서는 LG화학이 개발한 고효율 태양광 발전을 위한 POE 소재 개발 사례를 소개하고자 한다.

심(LG)H목-6

태양광 모듈용 POE 봉지재에 대한 접착특성 개선

황석호*
단국대
(bach@dankook.ac.kr*)

지난 몇 년 간 태양광 산업이 급속하게 성장하면서 관련 제품에 응용하기 위해 무수한 신소재가 많은 연구진에 의해 개발되어 왔다. 그 중에서 봉지재는 구조적으로 태양전지와 상판 유리, 그리고 하반 백시트 사이에 위치하며 기능적으로 수분 및 기타 환경 오염물로부터 태양전지 셀과 금속 전극의 보호, 전기 절연 제공 및 유지, 모듈의 층상 구성 요소 간의 접착 및 지지하는 역할을 한다. 그러므로, 봉지재는 반드시 우수한 투명도, 자외선 안정성, 우수한 절연체 특성을 갖추어야 하며, 기타 다른 모듈 부품에 잘 부착되는 특성을 갖고 있어야 한다. 본 발표에서는 우선 태양광 모듈에서 가장 널리 적용되고 있는 EVA 수지 뿐만 아니라 폴리올레핀 엘라스토(POE)와 열가소성 엘라스토(TPO)를 포함하는 다양한 소재들에 대해 간략하게 소개한다. 최근에 봉지재 소재 부분에서 많이 논의되고 있는 소재인 POE는 PID(Potential Induced Degradation)문제가 거의 발생하지 않아 태양광 모듈의 높은 내구성을 구현할 수 있으나 상대적으로 다른 부품에 대한 낮은 접착력이 문제점으로 제기되고 있어 상황이며 이에 대한 접착특성을 개선하기 위해 본 실험실에서 수행한 실험결과들을 간략히 소개한다.

심(SK)L목-1

전기화학적 CO_2 전환 e-Chemical 생산 연구

오형석*
한국과학기술연구원
(hyung-suk.oh@kist.re.kr*)

최근 탄소중립의 이슈로 온실가스인 CO_2를 저장 또는 저감하기 위한 연구가 많은 관심을 받고 있다. CO_2를 전환하는 연구는 크게 화학적 전환, 생물학적 전환, 광물화로 구분할 수 있으며, 본 발표는 화학적 전환 중 전기화학적으로 전환하는 연구의 최근 연구 동향 및 연구 결과들에 대해서 발표하려 한다. 'e-Chemical'은 전기에너지의 전자를 활용하여 생산되는 고부가 화합물을 의미하며, 본 발표에서는 CO_2에 집중하여 발표할 계획이다. 전기화학적 CO_2 전환은 일반적으로 2-전자 반응인 일산화탄소(CO) 및 개미산염(formate)를 생산하는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 환원 반응에 대응하는 물산화 전극에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 두산화-환원 반응은 느린 반응으로 이로 인해 과전압이 많이 인가되는 문제점이 있으며, 이를 해결하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 본 발표에서는 실시간 분석 플랫폼을 활용하여 반응 메커니즘 및 내구성 저하 원인을 관찰하고 설명할 예정이다.

심(SK)L목-2

정유산업 이산화탄소 저감을 위한 on-site CCU 기술 개발

황선미*
한국에너지기술연구원
(smhwang@kier.re.kr*)

The oil refining industry is one of the major contributors to global carbon emissions. The adoption of carbon capture and utilization (CCU) technology is crucial for the oil refining industry to reduce its carbon footprint and create a more sustainable future. However, there is currently no on-site CCU technology for oil refining industry process. In particular, the hydrogen manufacturing plant (HMP) is one of the major CO_2 emission sources in oil refining processing. The off-gas of HMP consists of a mixture of H_2, CO_2, CO, and CH_4, so it is essential to design a new catalyst and process distinct from those of CCU using H_2/CO_2 feed. In this presentation, we would like to introduce the concept of on-site CCU technology that produces olefins by directly utilizing the off-gas discarded from HMP.

심(SK)L목-3

이산화탄소 기반 고분자 모노머 합성

이진희*, 유영우, 안진주, 장태선, 임민택, 박지훈
한국화학연구원
(leejh@krict.re.kr*)

과도한 이산화탄소 배출로 인한 지구 온난화와 그로 인한 인간 사회에 미치는 피해로 인해 이산화탄소 저감 기술에 대한 수요가 계속 증가하고 있다. 탄소 포집 활용(CCU) 기술은 기후위기를 극복하기 위한 순환 탄소 경제를 구축하는데 핵심적인 요소이다. 특히, 연료나 화학 중간체와 달리 장기간 사용할 수 있는 장점을 가진 고분자 재료는 이산화탄소의 재배출 주기를 늘릴 수 있는 장점이 있다. 한국화학연구원은 이산화탄소를 이용하여 폴리우레탄을 위한 모노머를 제조하는 기술을 개발하고 있다. 폴리우레탄의 원료 중 하나인 폴리올을 이산화탄소를 이용하여 제조하는 기술은 다양하게 개발되어 왔지만, 다른 반응 전구체인 이소시아네이트를 이산화탄소로부터 합성하는 경우는 보고된 바가 없다. 본 발표에서는 합성가스와 카르바메이트 등의 중간체를 포함하는 이산화탄소로부터 이소시아네이트를 다단계 합성하는 과정에 관한 연구 결과를 소개하고자 한다.

심(SK)L목-4

이산화탄소 활용기술과 전망

정광덕*, 박광호, 이경록
한국과학기술연구원
(jkdcat@kist.re.kr*)

탄소중립을 위한 노력은 단순한 환경활동이 아니라 모든 분야의 미래 추진계획 및 전략에 반드시 고려되어야 한다. 특히, 2050 탄소중립계획에서 수립 한 석탄과 오일의 사용을 중단해야 하는 시나리오에서 석유화학제품 및 기초화학제품을 대체 생산해야 하는 기술로서 이산화탄소를 원료로 이들 유용한 제품을 생산하는 기술(CCU)의 개발은 이산화탄소 감축기술의 범위를 넘어 우리에게 필수적인 유기화학제품을 대체하여 생산하는 수단으로 보아야 한다. CCU기술에 의한 이산화탄소 감축기술은 다양하게 개발되어 왔으나 CCU를 통한 실질적인 이산화탄소 감축은 신재생에너지, 바이오 원료, 이산화탄소 저장을 통해 주로 수행된다고 보는 것이 맞으며 이산화탄소 전환은 이를 열원 또는 원료로 활용함으로써 이산화탄소 네가티브 감축수단으로 인식하도록 기술정책 패러다임을 바꾸어야 한다. 이런 관점에서 각 CCU기술에서 공정 외로 배출되는 이산화탄소의 직접배출이 많은 공정은 배제되어야 하는 것은 당연한 것이나 우리가 보다 기술개발에서 관심을 가져야 할 감축평가 및 경제성의 평가핵심은 최소에너지 소비 공정을 개발하는 것이 저가 신재생에너지 시대의 2050을 지향하는 탄소중립시대 구현에 맞는 추진전략이라고 할 수 있다.

심(SK)L목-5

불확실성을 고려한 이산화탄소 활용 공정 평가

허성민*
한국과학기술원
(smheo@kaist.ac.kr*)

Carbon capture and utilization (CCU) is a promising option to combat the global climate change, as it can convert carbon dioxide into value-added products or cleaner fuels. Despite its advantages, there exist several challenges to be resolved for the successful implementation of CCU technologies at industrial levels. Process systems engineering (PSE) can provide unique tools to address these challenges, and in this work, we briefly present some of our research efforts to develop such tools. First, we describe the systematic evaluation framework that we developed to evaluate multiple CCU products considering the global market dynamics. Second, a risk-based sensitivity analysis framework is discussed, where different CCU processes are evaluated considering various uncertainties and stakeholder-set decision rules. Finally, a reinforcement learning-based expansion planning problem is presented, where optimal long-term planning is identified for the successful deployment of CCU technologies.

심(SK)L목-6

Development of Low-Temperature Methanol Production Technology with Simultaneous CO_2 Capture and Conversion

Ung Lee*, Chun-Jae Yoo, Kyeongsu Kim, Damdae Park
Korea Institute of Science and Technology
(ulee@kist.re.kr*)

The methanol production through CO_2 hydrogenation is gaining attention due to the high market demand for methanol and the potential to mitigate CO_2 emissions. Methanol conversion reactions can be categorized into: high-temperature reactions requiring reverse water-gas shift reactions, intermediate-temperature reactions for CO_2 direct hydrogenation, and low-temperature reactions producing methanol by direct hydrogenation of CO_2 in amine solutions. Among them, the low-temperature reaction is recognized for its potential economic benefits due to low reaction temperatures and direct hydrogenation in the amine solution. In this study, we present all possible reaction pathways for low-temperature methanol synthesis and propose optimal strategies for amine selection to enhance reaction performance. The proposed reaction pathways include previously unreported direct formate hydrogenation, catalyst poisoning and regeneration mechanisms, and a new reaction pathway using alcohol mediation. Furthermore, we introduce a novel methodology based on Bayesian Graph Network filtering techniques to select primary reaction candidates.

심(한화)I목-1

R&D trend and propects of Anoin Exchange Membrane(AEM) Electrolyzer system

양재춘*
한화솔루션
(jaechoon.yang@hanwha.com*)

Currently Commercialized water electrolysis technologies are proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) and alkaline water electrolysis (AWE). Anion exchange membrane water electrolysis (AEMWE) technology is considered one of the most promising hydrogen production technologies thanks to their ability to adapting platinum group metal-free catalysts, less expensive bipolar plates, while its performance is expected very similar to that of PEMWE. The most difficult technical barrier in the development of AEMWE is to find the durable and highly anion conductive AEMs and ionomers. Besides, there are other several technical challenges such as (i) development of Oxygen evolution reaction (OER)/Hydrogen evolution reaction (HER) catalysts, anode/cathode Porous transport layer (PTLs), (ii) MEA fabrication technology, (iii) design and fabrication of bipolar plates, (iv) Stack assembly technology, (v) design and fabrication balance of plant (BoP), and (vi) operating technologies particularly in conjunction with renewable energies. In this presentation, we will introduce how Hanwha Solutions handles such challenges and current status of AEM electrolyzer development.

심(한화)I목-2

Molecular Engineering of Ion-conducting Polymer Membranes for Green Hydrogen and Decarbonization Technologies

배철성*
Rensselaer Polytechnic Institute
(baec@rpi.edu*)

Ion-conducting polymers, either proton- or anion-conducting, are used as polymer electrolyte membranes, which are a key component of electrochemical energy conversion and storage technologies such as hydrogen fuel cells, water electrolyzers, CO_2 electrolyzers, and flow batteries. The use of ion-conducting polymers in these electrochemical energy technologies has a long history but the lack of suitable low-cost, high-performance ion-conducting polymers has hampered wide adoption of these emerging energy technologies. In this presentation, a few highlights of recent progress in the development of advanced ion-conducting (H^+ and OH^-) polymers, their state-of-the-art performance in fuel cells and water electrolyzers, and technology transfer activity to commercialize materials for real world applications will be presented.

심(한화)I목-3

부하변동 대응형 니켈계 알칼라인 수전해 전극 기술 개발

김민중*, 무하마드 메디, 이창수, 이세찬, 조현석
한국에너지기술연구원
(mj.kim@kier.re.kr*)

기후위기가 현실화되면서 국제사회는 탄소중립을 위한 더 강화된 목표를 지향하고 있으며, 이를 실현하기 위한 방안으로 수전해를 이용한 그린수소 생산 기술이 주목 받고 있다. 그린수소 생산을 통해 변동성이 큰 재생전력을 안정화 할 수 있고, 저장된 수소는 난방, 발전 및 수송용 연료 등의 사용 뿐만 아니라 전기화가 어려운 여러 산업분야에서의 탈탄소를 위한 적용도 고려할 수 있다. 그린수소 생산을 위해서는 부하변동 대응 운전이 가능한 수전해 장치의 개발이 요구되는데, 기존 정격출력 운전을 고려하여 개발된 수전해 장치는 부하변동에 따라 효율 및 내구성의 저하 문제를 갖는다. 알칼라인 수전해 장치는 다른 수전해 기술 대비 높은 기술적 성숙도, 가격 경쟁력, 대용량 수소변환을 장점으로 가지고 있지만, 낮은 수소생산밀도와 좁은 운전 범위로 인해 부하변동이 심한 재생에너지와 연계하는데 어려움이 있다. 이를 극복하기 위해서는 알칼라인 수전해 장치의 핵심이 되는 스택의 소재/부품 효율 향상과 더불어 열화 메커니즘의 규명, 회피 설계 등을 통한 내구성 확보가 중요하다. 본 발표에서는 한국에너지기술연구원에서 수행하고 있는 부하변동 대응형 알칼라인 수전해 니켈계 전극 개발 연구성과와 개발방향을 소개하고자 한다.

심(한화)I목-4

한화토탈에너지스에서 탄소중립을 위한 친환경 수소 활용

최현철*
한화솔루션
(choi0501@htpchem.com*)

한화토탈에너지는 콘덴세이트, 나프타와 LPG를 원료로 하여, 고분자 제품 (PE, PP 등), 기초 화학제품 (SM, PX 등), 에너지 제품 (가솔린, 항공유, 경유 등) 등을 생산하고 있고, 이러한 다양한 제품 생산 과정 중에 직간접으로 연간 약 500만톤의 이산화탄소를 배출하고 있습니다.한화토탈에너지는 2050 탄소중립 실현을 위해 친환경 수소를 이용하는 사업을 계획하고 있습니다. 예를 들면, 기존 에너지원을 친환경 수소로 전환하여 이산화탄소 배출량을 직접 감소시키는 사업, 사업장내 배출되는 이산화탄소를 포집한 후, 친환경 수소와 반응하여 납사, 에너지 제품 등을 생산하기 위한 연구개발 등이 해당됩니다.

심(한화)I목-5

친환경 수소 생산을 위한 암모니아 활용기술

서영웅*
한양대
(ywsuh@hanyang.ac.kr*)

수소 사회로의 진입을 위해서는 생산-저장-활용 단계에 대한 전주기 기술 개발이 필요하나, 국내의 경우에는 수전해를 통한 수소 생산이 본격화되기 전에는 해외 수소에 의존해야 하는 상황이다. 하지만 수소의 부피 저장밀도가 매우 낮은 관계로 암모니아, LOHC 등 수소 캐리어를 이용한 방법이 최근 주목받고 있다. 특히, 암모니아는 유통망이 이미 구축되어 있을 뿐만 아니라 고순도 수소를 생산할 수 있다는 특징으로 인해 많은 기업체들이 관련 기술을 개발하는 중이다. 이에 본 발표에서는 암모니아 분해기술의 필요성 및 LOHC 대비 장점을 설명하고 암모니아 분해 공정 및 촉매에 대한 최근 개발기술을 정리할 것이다. 끝으로 암모니아 활용을 위한 앞으로의 기술개발 방향에 대해 논의할 것이다.

심(한화)I목-6

글로벌 수전해 기술동향

이혜진*
수소융합얼라이언스
(hjlee@h2korea.or.kr*)

'22년 발표된 유럽의 REPowerEU 정책은 역내에서 그린수소 1천만톤 생산을 목표로 하고, 고정프리미엄 형태의 지원정책을 예정하였으며, '30년 1천만톤의 자국내 수소생산 목표와 연계하여 '22년 8월 발표 미국의 IRA 정책은 1 kg의 그린수소 생산에 $3을 지원하는 등 공격적인 지원정책 발표하였다. 이에 따라, 2030년 이전 수십 GW 이상의 수전해 설비용량 설치가 예고된 가운데, 주요기업의 공격적인 기술혁신과 실증 노력이 지속되고 있다. 유럽, 일본 등 알칼라인 수전해 기술은 10MW급 단위 스택 실증 중이며, 대규모 실증을 통해 2~3년 이내 GW급 수전해 상용화 및 그린수소 생산이 예정되고 있다. 대표적인 기업으로 독일의 ThyssenKrupp은 기존의 클로로알칼리 생산 공정을 응용하여 알칼라인 수전해기술분야 진출, 최근 사우디 네옴 프로젝트를 수주한 바 있으며, 노르웨이 Nel ASA 전통적 수전해 기업으로 100MW급 수전해설비의 장기간 운전 경험을 보유하고 있다. 이외에도 기존 상용기술의 한계인 낮은 전류밀도와 고가의 설비비를 극복하기 위한 차세대 수전해 기술로 AEM과 SOEC가 개발되고 있다.

심(현대)J목-1

HD현대오일뱅크 수소 관련 사업 추진 방향 및 현황

한장선*
HD현대오일뱅크
(nykim@oilbank.co.kr*)

기후 변화 및 에너지 공급 이슈가 발생하여 신에너지원인 청정수소의 중요성이 커짐에 따라 HD현대오일뱅크는 에너지 기업으로서 수소 사회 구축을 위해 청정 수소 및 암모니아 사업을 추진 중에 있습니다. 정유사 최초로 수소연료전지 차량용 초고순도 수소를 공급하고 있으며, 청정 암모니아 도입 등의 수소 공급 인프라 구축을 위하여 글로벌 선진사들과 전략적 업무 협약을 맺고 사업을 추진하고 있습니다. 또한 기반 기술 확보를 위해 청정 수소 제조를 위한 암모니아 크래킹 촉매, 연료전지·수전해 소재 개발 등을 진행하고 있습니다.

심(현대)J목-2

연료전지 및 수전해용 음이온 교환막

이영무*
한양대
(ymlee@hanyang.ac.kr*)

Anion-exchange polymers (AEPs) have attracted tremendous research interest in alkaline energy devices such as anion exchange membrane (AEM) fuel cells (AEMFCs), AEM water electrolyzers (AEMWEs), CO2 reduction reaction (CO2RR), and redox flow batteries due to the feasible utilization of earth-abundant non-noble catalysts which greatly decreases the cost of energy conversion systems compared with acidic energy systems. Thereinto, highly ion-conductive, and durable AEPs are essential for alkaline energy devices to achieve high performance and longevity. Currently, poly(arylene) with an ether-free backbone has been documented to possess promising conductivity and alkaline stability as AEMs and ionomers. However, the internal relationship between APEs' properties and AEMWE and AEMFC performance has not been established. Here, the advances in AEPs and alkaline energy devices will be presented by understanding their structure-function relationship, covering durable and promising cationic groups, polymer backbones, and AEPs. This presentation will highlight the importance of AEMs and guide future research.

심(현대)J목-3

비차량 연료전지용 MEA 개발

이성철*, 양은준, 정기영, 김 림, 이종명, 이진화, 조성용
현대모비스
(scata@mobis.co.kr*)

최근 글로벌 친환경 정책이 강화되면서 기존에 사용하던 화석 연료의 대체 연료로 수소의 중요성이 강화되고 있다. 차량을 포함한 다양한 e-mobility 영역과 부하 변동이 큰 중소형 Stationary 영역에서 고분자전해질막(PEM) 연료전지의 중요성이 부각되고 있다. 비차량용 연료전지 시장의 성장을 위해서는 다양한 응용처에 사용이 가능한 막전극접합체, 연료전지 스택 등의 연료전지 특화 기술들의 개발이 필수적이다. 이에 본 연구에서는 비차량 영역인 수소지게차에 운전 특성에 적합한 연료전지의 상품성을 강화하기 위한 연구와 부하 변동이 큰 중소형 발전 시스템에 대한 연구가 진행되었다. 특히, 전체 시스템 단가 및 수명에 많은 영향을 주는 막전극접합체의 설계 유연성을 확보하고 특정 운전 조건에서 내구성을 강화하기 위해 전해질막에 전극을 직접 코팅하는 기술을 개발하였다. 전극 재료로 사용되는 촉매, 탄소담지체, 이오노머 등의 변화를 통해 코팅된 전극의 품질을 개선할 수 있었으며, 최적의 전극 표면 특성이 확보되는 조건에서 목표로 하는 성능과 내구성을 확보할 수 있었다.

심(현대)J목-4

고분자 전해질막 수전해 시스템 동적 모델링 및 시뮬레이션

강상규*
서울대
(sgkang@snu.ac.kr*)

고분자 전해질 수전해 시스템은 알칼라인 수전해 시스템에 비하여 동적 응답성이 좋아 재생에너지 직접 연계용 그린 수소 생산 시스템으로 각광받고 있다. 하지만, 풍력과 같이 출력변동성이 큰 재생에너지와 직접 연계하기 위해서는 동적 부하 조건 상태에서의 운전 안정성을 향상시켜야 한다. 본 연구에서는 고분자 전해질 수전해 시스템의 최적 제어 알고리즘을 도출하기 위하여 수전해 스택과 주변 장치의 동적 모델링으로 구성된 시스템 모델이 개발되었다. 스택의 동적 응답성을 모사하기 위하여 전기화학반응, 물질 밸런스, 에너지 밸런스, 모멘텀 밸런스를 고려한 2차원 스택 모델이 개발되었다. 주변 장치 모델은 열교환기, 펌프, 세퍼레이터, 응축기, 그리고 드라이어 모델로 구성되었으며, 물질 및 에너지 밸런스를 고려한 무차원 모델로 개발되었다. 시스템 모델은 태양광 및 풍력 등 재생에너지 발전 프로파일과 연계되어 시뮬레이션이 수행되어 구성품 및 시스템 차원에서의 동적 거동이 파악되었다. 동적 부하 조건에서 수전해 유량, 수전해 스택 온도, 그리고 수전해 시스템 차압 제어 등을 적용하여 시스템 운전 안정성을 확보할 수 있는 최적 제어 알고리즘을 도출하였다.

심(현대)J목-5

고분자전해질막 수전해용 MEA 연구개발 동향

김상경*
한국에너지기술연구원
(ksk@kier.re.kr*)

..

심(현대)J목-6

수소기술을 위한 전기화학

성영은*
서울대
(ysung@snu.ac.kr*)

오늘날 인류는 온실가스로 인한 기후 위기에 직면하고 있다. 이를 해결하기 위해 화석 연료를 획기적으로 줄이는 기술, 협약, 혹은 정책을 쏟아내고 있다. 그에 따라 산업의 패러다임이 바뀌고 있는 추세이다. 내연기관에서 전기차로의 전환에 의해 이차전지 산업의 비약적 성장이 이를 말해준다. 그 다음으로 가장 가능성이 큰 기회가 수소에너지와 수소산업을 통해 이루어질 것이 예상된다. 수소는 가장 가벼운 원자로 우주의 가장 풍부한 원소이지만, 우리가 사는 지구상에는 주로 물에 포함되어 있다. 전극-전해질 계면 현상에 기초를 둔 전기화학은 아주 초기부터 물과 수소를 주요 연구 주제로 다루어 왔다. 많은 전기화학 이론이 이들에 기반하여 이루어져 왔다. 수소가 양성자(H^+)로 산화되거나 양성자가 수소로 환원되는 전위값을 전기화학의 기준인 0V로 정한 것이 그 대표적 예이다. 전기화학 초기에 발견된 물을 전기분해하면 수소와 산소가 2:1로 생긴다는 것과 수소와 산소를 두 전극에 각기 흘리면 전기와 물이 발생한다는 현상은 우리가 잘 아는 수전해와 연료전지이다. 이 발표에서는 수소를 발생하거나 또 수소를 이용하는 연구 현황을 몇 가지 서울대 사례를 통해 소개한다. 그러면서 전기화학적 수소가 단지 에너지원으로서 뿐 아니라 화학 산업에서 활용되어 산업에서 그 비중이 높아져야 함을 그 예를 통해 말할 것이다.

심(촉매)O목-1

Photocatalytic water splitting for solar hydrogen and fuels production

Kazunari Domen*
Shinshu University
(domen@shinshu-u.ac.jp*)

Sunlight-driven water splitting using particulate photocatalysts has been attracting growing interest as a means of producing renewable solar hydrogen on a large scale. A solar hydrogen production system based on 100-m2 arrayed photocatalytic water splitting panels and an oxyhydrogen gas-separation module was built, and its performance and system characteristics including safety issues were reported recently. Nevertheless, it is essential to radically improve the solar-to-hydrogen energy conversion efficiency (STH) of particulate photocatalysts and develop suitable reaction systems. In my talk, recent progress in photocatalytic materials and reaction systems for solar fuel production will be presented.

심(촉매)O목-2

The Impact of Varying the Photoanode/Catalyst Interfacial Composition on Solar Water Splitting

Kyoung-Shin Choi*, Adam M. Hilbrands, Dongho Lee
University of Wisconsin-Madison
(kchoi42@wisc.edu*)

Photoanodes used in a water-splitting photoelectrochemical cell are always paired with an oxygen evolution catalyst (OEC) to efficiently utilize photon-generated holes for water oxidation. Suppressing electron-hole recombination at the photoanode/OEC interface is critical for efficient photocurrent generation. In order to explicitly demonstrate and investigate how the detailed features of the photoanode/OEC interface affect interfacial charge transfer, we prepared two $BiVO_4$(010)/FeOOH photoanodes with different Bi:V ratios at the outermost layer of the $BiVO_4$ interface (close to stoichiometric vs Bi-rich) while keeping all other factors in the bulk $BiVO_4$ and FeOOH layers identical. The resulting two photoanodes show a striking difference in the photocurrent onset potential and the photocurrent density for water oxidation. Using experimental and computational studies, we explain the atomic origin of the experimentally observed differences in electron and hole transfer and solar water oxidation performance of the two photoanodes having different interfacial compositions.

심(촉매)O목-3

e-Chemical production by CO_2 electrolysis

Hyung-Suk Oh*
Korea Institute of Science and Technology
(hyung-suk.oh@kist.re.kr*)

Nanoscale catalytic materials are key components of various electrochemical devices for storing and converting renewable energy, such as fuel cell, water splitting and CO_2 electrolysis system.[1-6] Their successful development and optimization require insight into the relations between atomic-scale structure of the catalytic interface and their electronic structure to improve the catalytic activity and stability. In this talk, we will highlight some of our recent work on the design and understanding of precious/non-precious metal and metal oxide catalyst materials for oxygen evolution reaction (OER) and CO_2 reduction reaction (CO2RR). Especially, their electronic structure and electrochemical stability during operating condition were analysed by using in-situ/operando X-ray absorption spectroscopy. Based on these results, we will outline the preparation, characterization, and catalytic performance of metal and metal oxide model catalysts and discuss fundamental aspects of their structure-activity and -stability relationships.

심(촉매)O목-4

Charge Separation and Water Oxidation in Photocatalysis for Artificial Photosynthesis

Can Li*
Dalian Institute of Chemical Physics
(canli@dicp.ac.cn*)

The solar hydrogen can be produced via water splitting by photocatalysis, photoelectrocatalysis and/or electrolysis with renewable energy. While the photocatalysis water splitting efficiency is not yet high enough currently for large scale application. The great challenge of solar energy conversion via photocatalysis lies in its complicated processes including light absorption (harvesting), charge dynamics (separation and transfer), and catalytic reactions, particularly water oxidation. The lecture will present the research progress made in charge dynamics mainly charge separation and transfer in photocatalyst particles.

심(촉매)O목-5

Photosynthesis of H_2O_2 through Photo(electro)catalytic methods

최원용*
한국에너지공과대
(wchoi@kentech.ac.kr*)

An ideal method of H_2O_2 production is to use sunlight, water and dioxygen only without needing H_2. Herein, we present some examples of photocatalytic and photoelectrochemical (PEC) systems for sustainable production of H_2O_2. Polymeric carbon nitride has been proposed as an ideal photocatalyst for the production of H_2O_2 because of its low surface affinity to H_2O_2 and the visible light activity. The modification of carbon nitride photocatalysts markedly enhances the photonic efficiency of H_2O_2 production up to near 100% in the presence of electron donors. A PEC cell can be designed to have both photoanode and cathode to produce H_2O_2 through water oxidation and O_2 reduction to maximize the solar utilization efficiency. Another PEC system to produce pure aqueous H_2O_2 solution free from electrolytes is introduced. The proposed system is based on a three-compartment-stack cell, which employs a solid polymer electrolyte membrane where pure (electrolyte-free) H_2O_2 solution is produced through the recombination of H^+ and HO_2^-. The PEC system enabled continuous H_2O_2 production over 100 h even

심(촉매)O목-6

Electro-oxidation catalysts for Solar Fuel

Ki Tae Nam *
Seoul National University
(nkitae@snu.ac.kr*)

High-valent metal-oxo moieties have been implicated as key intermediates preceding various oxidation processes. The critical O-O bond formation step in the Kok cycle that is presumed to generate molecular oxygen occurs through the high-valent Mn-oxo species of the water oxidation complex, i.e., the Mn4Ca cluster in photosystem II. I will discuss the spectroscopic characterization of new intermediates during the water oxidation reaction of manganese-based heterogeneous catalysts and assign them as low-spin Mn(IV)-oxo species. We demonstrate that a low-spin configuration of Mn(IV), S=1/2, is stably present in a heterogeneous electrocatalyst of Ni-doped monodisperse 10-nm Mn_3O_4 nanoparticles via oxo-ligand field engineering. Additionally, I will also discuss about a new electrocatalyst for chlorine evolution.

심(촉매)O목-8

My 25 Years to Produce Solar Hydrogen by Water Splitting

Jae Sung Lee*
UNIST
(jlee1234@unist.ac.kr*)

Solar water splitting is a promising approach to store sunlight into renewable, sustainable and green hydrogen energy, which is expected to play a pivotal role in realizing carbon-neutral society by 2050. There is an urgent societal need to develop the technology in its early stage into a practically viable one for large scale dissemination. In this talk, I will present 25 years of research and development of my laboratory (Eco-friendly Energy and Catalysis Lab, EcoCat) to produce solar hydrogen by photocatalytic, photoelectrochemical, and photovoltaic-electrolytic water splitting, and provide a perspective for future developments especially on the scale-up and dissemination of the solar hydrogen production technology.

심(촉매)O목-7

금속산화물 및 페로브스카이트 광전극을 활용한 물분해

박종혁*
연세대
(lutts@yonsei.ac.kr*)

Hydrogen is a promising future sustainable fuel candidate with boundless opportunities. Research into photoelectrochemical (PEC) water splitting based on a lead halide perovskite (LHP) has progressed significantly with the aim of more efficient solar hydrogen production. In this presentation, I unite a well-known photo absorbing LHP with cost-effective water splitting catalysts, and we introduce two types of monolithic LHP-based PEC devices that act as a photocathode and a photoanode for the hydrogen evolution reaction (HER) and oxygen evolution reaction (OER), leading to efficient unbiased overall water splitting. Through the integration of these two monolithic LHP-based photoelectrodes, an unbiased solar-to-hydrogen (STH) conversion efficiency over 10% and ~400 hour stability are achieved.

심(화연)M목-1

왜 청정 메탄올 인가

김기동*
딜로이트 컨설팅
(kidokim@deloitte.com*)

기후변화에 대한 대응으로 UN 및 IPCC등의 노력으로 육지에서는 세계 각국가에서 탄소중립 선언과 이의 이행에 대해 많은 노력을 하고 있다. 한편, 국가간 여객, 화물을 운송하는 선박/해운과 항공분야에서의 탄소중립은 육상과 별건으로 진행되어 왔다. 특히 선박/해운을 총괄하는 국제해사기구(IMO)에서는 육상 및 국가별 탄소중립 선언과 UN, EU의 국제사회에서 해운분야에 대한 탄소 중립 선언 요구와 섬 지역 국가들의 생존 등으로 '23.8월에 드디어 탄소중립인 넷제로를 기존 탄소 감축 50%에서 100% 감축을 2050년까지 달성하는 것에 극적인 합의가 있었다. 이러한 IMO의 온실가스 전략 수정에 따라서, 글로벌 해운/선박에서는 탄소 중립을 위하여 다향한 솔루션을 추진하고 있으나, 선박/해운에서 온실가스 배출 대부분이 연료의 연소에 의해 발생하였다. 따라서 해운회사들은 온실가스 배출 0을 달성하기 위해 탄소중립연료인 청정 암모니아, 청정 메탄올 등에 깊은 관심을 보이고 있다. 본 발표에서는 청정 메탄올이 해운분야 탄소 중립에 왜 필요한지, 어떤 기여를 할지를 발표한다.청정메탄올 생산공정, 온실가스 배출량, 수요 전망 등의 다양한 시각과 한국에서의 추진 전략등에 대해 간략히 발표할 예정이다.

심(화연)M목-2

청정메탄올 생산을 위한 Solution package 방안

오승환*
SK에코플랜트
(hwan.oh@sk.com*)

무탄소 에너지원에 대한 Needs 및 CO_2 Utilization 측면에서 청정수소를 활용한 e-Fuel 수요가 증가할 것으로 예상됨. 특히 한국은 에너지수입국으로 해외수출을 위해서라도 e-Fuel에 대한 기술 확보 및 생산 역량 제고가 필요한 시점임. 청정메탄올 생산을 위해선 수전해 수소 생산과 바이오매스發 CO_2 혹은 합성가스 확보가 필요함. 경제성 확보와 친환경성 제고를 위해 다종의 Solution들이 적용되어야 하며 특히 최적의 Package가 구성되어야 함. 재생e가 적은 한국은 한정된 바이오매스와 그린수소자원을 적극적으로 조합하여 e/Bio 메탄올 생산이 가장 효율적인 방식이라 사료됨. 초기엔 신뢰성 높은 기술로 적용하되, 이후 효율성 측면에서 신기술을 점차 확대 적용하는 방식으로 시스템 신뢰성을 높일 수 있음.

심(화연)M목-3

HD현대중공업의 선박용 메탄올 엔진 개발

박현춘*, 이용석, 유광현
HD현대중공업
(phc0112@hhi.co.kr*)

선박의 온실가스 배출량은 국가로 환산하면 전세계 7위에 해당하며, 국제해사기구(IMO)는 최근 2050년까지 선박 온실가스 배출량 Net-Zero 달성을 전략 목표로 설정하였다. 이에 따라 선박 시장에서 친환경 저탄소 연료인 LNG, 암모니아, 메탄올, 수소에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 메탄올은 비교적 독성이 낮고, 액체상태로 보관과 취급이 용이하며, 생산 및 유통 인프라가 구축되어 있는 연료이다. 세계 1위 선박엔진 메이커인 HD현대중공업은 2010년도에 개발한 LNG 엔진 기술을 바탕으로, 2022년에 세계 최초 메탄올 중속엔진 개발에 성공하였다. H32DF-LM 엔진은 메탄올의 높은 기화열과 고압연료 직접분사 연소기술이 적용되어, 열효율 45% 이상을 달성하면서도 온실가스, NOx, Smoke와 같은 유해가스는 대폭 저감되는 성능을 보인다. HD현대중공업은 2024년 암모니아 엔진, 2025년 수소 엔진 개발을 목표하고 있으며, 선박 및 발전 산업의 탈탄소화를 이끌 계획이다.

심(화연)M목-4

메탄올 합성촉매 소개

박은덕*
아주대
(edpark@ajou.ac.kr*)

메탄올은 다양한 화학제품으로 전환이 가능한 대표적인 플랫폼 화합물로서 현재까지 일산화탄소와 수소로 구성된 합성가스로부터 열화학 촉매반응을 통하여 상업적으로 제조되고 있다. 최근 이산화탄소의 화학적 전환의 방안으로서 포집된 이산화탄소와 재생에너지를 이용하여 제조한 그린 수소와의 반응을 통하여 메탄올을 제조하는 방법이 관심을 끌고 있다. 이와는 별도로 풍부한 매장량을 갖고 있는 메탄의 선택적 산화반응을 통하여 메탄올을 제조하는 직접 전환기술에 대해서도 관심이 높다. 본 발표에서는 이러한 메탄올 합성 촉매에 대하여 간단히 소개하고자 한다.

심(화연)M목-5

바이오 메탄올 생산기술 현황

이윤조*
한화학연구원
(yjlee@krict.re.kr*)

메탄올은 전세계적으로 매년 1억톤 정도 생산되며, 주로 포름알데히드, 초산 및 경질 올레핀과 같은 기초 화학제품을 생산하는 원료로 사용되어 왔다. 전통적으로 메탄올은 대부분 천연가스(65%)나 석탄(35%)과 같은 화석연료로부터 제조되어 왔고, 바이오매스와 같은 재생가능자원으로부터의 생산은 극히 미미한(<1%) 실정이다. 최근에는 탄소중립을 위한 플랫폼 케미컬이나 지속가능 연료로서 그린 메탄올이 주목받고 있다. 그린 메탄올에는 탄소중립 이산화탄소와 재생에너지 기반 수소로부터 제조한 e-methanol과 바이오 탄소원으로 제조한 bio-methanol이 있다. 국제재생에너지기구(IRENA)에 의하면 2050년에는 메탄올 수요가 5억톤/년 규모로 확대될 것으로 예상하고 있다. 본 발표에서는 국내외적으로 수행되고 bio-methanol 생산기술 현황과 주요 이슈를 살펴보고, 본 연구실에서 수행한 매립가스로부터 50kg/d 규모 파일럿 플랜트에서의 메탄올 생산 연구결과를 소개하고 논의하고자 한다.

심(화연)M목-6

이산화탄소의 수소화 반응을 통한 메탄올 제조 기술동향

김학주*
한국에너지기술연구원
(hakjukim@kier.re.kr*)

온실가스인 이산화탄소는 화석연료를 사용함에 있어 필연적으로 발생되는 최종 산물로서 대기 중에 축적되어 지구온난화를 일으키는 것으로 보고되고 있다. 온실가스의 배출을 줄이기 위한 노력으로 배출원으로부터 이산화탄소를 포집하여 지층에 저장하는 CCS(Carbon Capture and Storage)연구와 이를 보다 유용한 물질로 전환하는 CCU(Carbon Conversion and Utilization)연구가 병행되고 있다. 이산화탄소는 열역학적으로 에너지 준위가 낮아 추가적인 에너지원의 공급 없이 이를 다른 유용한 물질로 전환하기가 어렵다. 대량으로 이산화탄소를 처리하기 위하여 직접 수소화에 의하여 메탄올, 포름산 등과 같은 유용한 물질로 전환하는 방법이 연구되어져 왔다. 특히 최근에 메탄올이 차세대 선박연료로의 유용성이 보고되고 있으며, 재생에너지를 활용한 수전해 공정으로부터 생산된 수소와 생물공정으로부터 포집된 이산화탄소를 직접 수소화하여 e-메탄올을 제조하는 기술이 주목을 받고 있다. 본 발표에서는 이산화탄소의 직접 수소화에 의해 메탄올을 생산하기 위한 촉매 및 반응시스템 공정 기술의 산업적 동향과 저온 메탄올 반응을 위한 신개념의 촉매 반응공정 기술개발의 동향에 대하여 소개하고자 한다.

심(설계)J금-1

Analysis of particle dynamics in coating flows and drying processes

정현욱*, 윤진성, 전병진
고려대
(hwjung89@korea.ac.kr*)

In this talk, we would like to briefly introduce dynamic motions of colloidal particles in suspension coating and drying fields. First, it has been found that the characteristics strain rate of the flow universally determines the orientational ordering of non-spherical colloidal rods in various shear and extensional flows, employing mesoscale simulations. By evaluating the degree of orientational alignment of rods along the flows, it has been observed that there is no significant difference between flow types, and the flow-induced ordering of rods dominantly depends on the variation of Pe_r (rotational Peclet number) up to moderate Pe_r. Second, as an ongoing work, we are trying to elucidate how motions of colloidal rods in confined channel flow deviate from Jeffery orbits, which represents the motion of elliptical particles freely suspended in a shear flow.

심(설계)J금-2

HNBR의 ACN 함량이 PVDF 용액의 혼화성, 형태 및 분산에 미치는 영향

이원보*
서울대
(wblee@snu.ac.kr*)

In this study, the crystallization behavior of polyvinylidene fluoride (PVDF) in NMP/DMF solvent at 9 to 67 weight percent (wt%) was analyzed by molecular dynamics (MD) simulation. The PVDF phase did not gradually change with the incremental increase in PVDF wt%, but displayed rapid shifts at 34 and 50 wt% in both solvents. The solvation behavior between the two solvents was quite identical from the similar radial distribution functions. However, PVDFs in DMF solvent showed a higher ratio of β phase crystalline structures than those in NMP solvent. It was found that DMF solvents were more tightly packed near trans state PVDF fluorine compared to NMP solvents. Also, NMP oxygen atoms interacted more favorably with gauche state PVDF hydrogen atoms over DMF oxygen atoms.

심(설계)J금-3

도전재-바인더 도메인과 리튬이차전지 후막 전극 성능 간의 상관관계에 대한 연구

유정근*, 윤지희
한국재료연구원
(yoojk@kims.re.kr*)

최종 팩 레벨 (Pack level) 전지의 에너지 밀도 상향을 위해서는 전지를 구성하는 기본적인 단위인 전극 레벨 (Electrode level) 에서 개발이 중요하다. 전극 레벨에서 에너지 밀도를 올리기 위해서는 전극 내 고용량 활물질(> 97 wt%) 을 높은 비율로 적용해야 하며, 전극 층을 두껍게 (> 6 mAh/cm2)할 수 있는 기술이 필요하다. 고에너지 밀도 후막 전극 성능을 확보하기 위해서는 도전재, 바인더 소재의 개발과 전극 내 균일한 소재 분포를 유도할 수 있는 공정 기술 개발이 필요한 상태이다. 본 연구에서는 탄소나노튜브 도전재 와 PVDF 바인더의 혼합 솔루션 개발을 통해 슬러리 고형분을 높일 수 있는 기술 소개하고자 한다. 슬러리 고형분을 높일 경우 (>77 wt%), 도전재/바인더 마이그레이션 (Migration) 현상이 완화되어 전극의 물성(접착력, 저항)을 향상 시킬 수 있으며, 전지의 성능 (출력, 수명) 도 향상됨을 확인하였다. 또한 CNT 분산액의 분산제의 종류에 따라 PVDF 결 정구조 (α, β, ɣ) 가 변화하는 것을 확인하였으며, 결정 구조에 따른 전극의 물성과 전지 성능을 상관관계를 확인하고자 하였다.

심(설계)J금-4

전기변색 스마트 윈도우를 위한 고분자 겔 전해질 개발

강민지*, 조성근
한국화학연구원
(mjkang@krict.re.kr*)

Electrochromic devices with the ability to reversibly modulate optical properties at low electric fields hold great promise in both academia and industry. Electrochromic technology can be used as smart windows to adjust light and heat transmittance for reducing a building's cooling and heating energy loads. However, developing highly reliable electrochromic and electrolyte films remains a challenge. In this presentation, we will introduce our research on the design of gel electrolytes for flexible electrochromic devices. Additionally, we will also present a continuous roll-to-roll coating process for fabricating large-area electrochromic films.

심(설계)J금-5

배터리 급속 충전을 위한 맞춤형 전해질 연구

최장욱*
서울대
(jangwookchoi@snu.ac.kr*)

The advancement of lithium-ion batteries (LIBs) has profoundly transformed our lives, enabling the widespread use of portable electronics and electric vehicles. As the landscape of demand diversifies, the imperative to develop customized batteries that meet precise performance requisites arises. One significant demand involves the need for LIBs equipped with fast charging capabilities. The performance of battery is influenced by several factors, including Li ion mass transport and the electrode interface. Currently, most studies have primarily concentrated on investigating electrolytes within a restricted range close to 1.0M $LiPF_6$ EC/DEC. To address the demand for fast charging capabilities, there is a compelling need to expand electrolyte compositions across a broader range. However, merely relying on conventional solvent combinations has limitations in influencing the electrode interface. This study utilizes a diluent-based localized high-concentration electrolyte (LHCE) strategy, to enhance the interfacial stability of electrolytes. Simultaneously, it aims to optimize electrolytes that are favorable for fast charging while maintaining high ion conductivity.

심(설계)J금-6

요변성 유체의 혼합 거동 해석 및 배터리 슬러리에의 적용

정선엽*
단국대
(seon27@dankook.ac.kr*)

An effective fluid mixing plays a key role in attaining the desired quality and uniformity of the product in various industrial applications such as slurry preparation, polymer blending, and chemical reactions. While previous numerical studies on mixing have concentrated on Newtonian fluids, they've paid little attention to the non-Newtonian fluid properties such as viscoelasticity, yielding, and thixotropy. In this talk, we investigate the flow and mixing behavior of thixotropic fluids whose viscosity is determined by the formation and breakdown of microstructure. To describe the inelastic thixotropy, a structure-kinetics model was employed, where a scalar called structure parameter, λ, is used to represent the microstructure. The flow and mixing properties of thixotropic fluids are investigated across both macroscopic and microscopic mixers. For the anode slurry of lithium-ion batteries, on the other hand, a two-step structure-kinetics model was developed to properly capture its thixotropic response. The structural breakdown and corresponding mixing behaviors have been systematically analyzed.

Topical Conferences

계산화학-O계산E목-1~5 ····· 137

기능성 소재/반도체 및 전자재료-O소재F목-1~8 ····· 139

생체모방 탄소자원화기술-O생체K목-1~5 ····· 141

수소 생산, 저장 및 활용 기술-O수소I목-1~5, O수소I금-1~12 ····· 143

이산화탄소 분리 및 활용 기술-O이산화L목-1~6 ····· 148

이차전지 소재 및 공정기술-O전지N목-1~8 ····· 150

탄소저감 공정기술/스마트공정-O탄소M목-1~6 ····· 152

O계산E목-1

전기이중층의 이해

조용석*
경상국립대
(ysjho@gnu.ac.kr*)

전기이중층은 하전 유체와 고체 계면에 속박층(condensed layer)이 형성되어 생기는 구조로, 플라즈마, 생명체, 해양 생태계, 배터리, 콘크리트 등 전하가 존재하는 다양한 물질계에서 광범위하게 관찰된다. 유체 내 과잉전하(excess charge)의 대부분은 속박층에 존재하는데, 이 때문에 전기이중층 구조를 종종 축전기로 해석하기도 한다. 조건에 따라 과잉전하의 크기가 지나치게 커져서 전하역전(charge inversion) 현상이나 전하과밀(crowding) 현상이 나타나기도 하는데, 이는 시스템의 전기적 특성을 크게 바꾼다. 본 발표에서는 전기이중층 대한 현대적인 해석들의 동향을 알아보고, 전기이중층이 유발하는 비정상 현상을 설명하는 몇 가지 시도들을 소개한다. 고체 표면의 전하 분포, 고체와 유체의 유전율 차이, 유체 내 전하 캐리어 종류 등이 유발하는 이중층 내의 이온 분포 및 구조 변화를 설명하고, 이를 고려한 거시 수준 열역학 관계식의 변화를 알아본다. 속박층 내의 약한 상호작용을 판단하려면 전산모사 연구가 필요한데, 시뮬레이션 결과로부터 약한 상호작용을 판단할 수 있는 통계학습적 방법을 제시한다.

O계산E목-2

Natural and Artificial Design of Porous Materials

김지한*
한국과학기술원
(jihankim@kaist.ac.kr*)

In this talk, I will explore the paths of designing and discovering novel porous materials using both natural (i.e. computational) and artificial designs. Regarding the natural design, novel composite metal-organic frameworks (MOFs) were designed using our lattice-matching algorithm and our predictions were realized via successful synthesis of various MOF@MOF core shell materials. These materials possess potential synergetic properties for various applications including chemiresistor sensors. Regarding the artificial design, I will talk about developments made using GAN and diffusion models to create porous materials using deep learning and some of the other implementations to take advantage of the modular nature of the MOFs and to build towards universal transfer learning to predict various properties of the MOFs. Within this framework of material prediction models, I will briefly talk about some of the recent work done in integrating GPT type of language models with inverse design of materials.

O계산E목-3

Computational Molecular Engineering for Advanced Materials

이용진*
인하대
(yongjin.lee@inha.ac.kr*)

In the dynamic domain of material science, the potential for fabricating advanced materials is vast, promising transformative advancements for sectors such as electronics, energy, and environmental science. These advanced materials, characterized by their significant diversity and adaptability, offer a virtually limitless array of structural variants by manipulating different molecular components. Exploring this extensive spectrum of potential structures necessitates employing cutting-edge computational methods to illuminate uncharted or overlooked regions of the chemical space and accelerate the discovery of materials with superior properties. In this presentation, we will share our most recent endeavors in investigating and designing advanced materials, especially ionic liquids for CO2 capture and ultra-strength aramid copolymer, utilizing an integrated approach of computational modeling and machine learning techniques

O계산E목-4

제일원리계산 기반 질소 환원 반응을 위한 기능화된 그래핀의 효율적인 전이 금속(V, Mo, W) 단일 원자 촉매 개발

Senthamaraikannan Thillai Govindaraja, 임동희*
충북대
(limkr@cbnu.ac.kr*)

Ammonia production seeks alternatives to the conventional Haber-Bosch process, with Nitrogen Reduction Reaction (NRR) emerging promising. Addressing the challenge of efficient catalysts, the functionalized graphene-based Single Atom Catalyst (SAC) stands out. While prior studies favored heteroatom-doped catalysts, coordination of metal centers with nitrogen atoms remains underexplored. This work investigates TM SACs on nitrogen-doped graphene (N3G) via DFT for Electro-catalytic NRR. Results highlight V@N3G, Mo@N3G, W@N3G stability (binding energies: −7.77, −5.43, −3.89 eV). Insights into work function, d-band center, N-N bond, and IR stretching's role in N2 activation are gained. Bader charge analysis reveals electron redistribution between support and adsorbed N2. Employing CHE, free energy diagrams for TM@N3G (V, Mo, W) in enzymatic, consecutive, alternating, and distal pathways outline potential rate determining step. Remarkably, Mo@N3G's alternating pathway exhibits lowest energy PDS (*NH2 → *NH3) with 0.92 eV uphill, surpassing other catalysts. This computational study sheds light on graphene-based TM-SAC's potential for efficient and stable NRR.

비국지적 구조특성을 고려한 비금속 결함 탄소 재료에서의 화학반응 해석

최근수*
울산과학기술원
(c.keunsu@gmail.com*)

Since the N-doped carbon nanotube was first reported to activate Oxygen reduction reaction (ORR) in 2009, carbon-based materials have attracted much attention as an alternative electrochemical catalyst for noble metal catalysts, such as Pt and Ir. Extensive research has been conducted on metal-free carbon-based catalysts, and recently, both platinum-based catalysts and high-performance, durable carbon catalysts have been developed. However, the detailed mechanism of catalytic reactions remains uncertain and subject to debate. In this study, we conducted DFT calculations to elucidate the role of doped N and vacant carbon defects on the activation of ORR in view of structural deformations. We show that both types of defects enhance non-local structural flexibility of carbon plane, thereby reducing the energy barrier for the sp^2/sp^3 transition of carbon atom and facilitating the adsorption of external molecules onto carbon atom. Our results can contribute to a more comprehensive and profound understanding of chemical reactions in metal-free carbon-based materials.

O소재F목-1

열전 응용을 위한 콜로이드 잉크의 3D 프린팅 기술

손재성*
포항공과대
(jsson@unist.ac.kr*)

Heat is omnipresent in natural and artificial environments, more than 60% of which is dissipated. Thermoelectric (TE) power generation can provide a unique solution to convert this dissipated, wasted heat into useful energy, that is, electricity. Three-dimensional (3D) printing technology can maximize the flexibility in the design and fabrication of TE modules into more efficient structures. Furthermore, the printing process can significantly reduce the processing cost for the fabrication of TE modules owing to lower energy input and a simplified assembly process. Herein, I present the development of the 3D printing process applied to a range of different TE materials of Bi2Te3, BiSbTe, PbTe, and Cu_2Se-based inorganic alloys. The particle-based inks were formulated with the tailored surface charges of particles, achieving the suitable viscoelasticity of the TE inks to the extrusion-based 3D printing. The geometrically designed 3D-printed TE materials were assembled into power generating systems, in which high efficiencies of energy conversion were achieved by the optimization of heat transfer.

O소재F목-2

컨포말 티슈-디바이스 인터페이스를 위한 유연 전극 소재

김대형*
서울대
(dkim98@snu.ac.kr*)

Recent advances in flexible and stretchable electronics have attracted great attention due to its potential applications in personalized bio-integrated healthcare devices. The mechanical mismatch between conventional rigid electronic devices and soft human tissues oftentimes causes various issues, such as a low signal-to-noise ratio of biosensors, inflammations on the tissue interfacing with the bioelectronics, skin irritations in the case of long-term wearing of the device, and ineffective electrical stimulations in feedback therapies. Ultra-flexible and stretchable bioelectronic devices have a low system modulus and intrinsic softness, and thereby have a potential to solve these issues. Nanomaterials and their composites with the elastomeric matrix are a particularly promising material candidate for realizing this soft bioelectronics concept. In this talk, the unique strategies in the synthesis of nanmaterials, processing as stretchable functional nanocomposites, seamless integration into soft bioelectronics, and their wearable and/or implantable device applications will be presented.

O소재F목-3

발광소자 및 광화학 반응 응용을 위한 양자점 소재

이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

수십 나노미터 이하의 나노입자인 양자점은 상대적 표면적이 넓어 표면에서의 화학반응이 입자의 전체 성질을 결정한다. 발광 소자에서는 이와 같은 반응성이 소자의 성능과 수명에 영향을 미치므로 양자점의 설계가 매우 중요한 핵심 변수가 된다. 특히 전자 또한, 흡수한 광에 의해 여기된 전자와 홀은 각각 환원 및 산화 반응에 쓰이므로, 광여기전하가 표면의 특정 부분에 분포하도록 양자점의 크기 및 형상을제어하는 것이 광화학반응의 제어에 필수적이다. 또한, 광화학 반응을 촉진하기 위해 양자점을 광흡수제로 쓰는 경우, 양자점과 촉매반응이 일어나는 촉매 활성점 사이의 연결도 매우 중요하다. 본 발표에서는, 광여기전하를 이용한 광화학 반응 가운데, 이산화탄소 전환 반응과 암모니아 생성 반응에 쓰이는 사례를 바탕으로 이러한원리의 적용예를 살펴 보고자 한다. 이산화탄소 전환 반응을 위해 나노판상 구조의 CdS 입자를 제작하여 광여기 전자와 홀의 분리가 극대화되고, CO의 생성 효율이 극대화됨을 관찰하였다. AM 1.5G의 조건에서 2.13 mol/g/h의 CO를 얻을 수 있었는데, 이는 같은 조건에서 실험한 기존의 연구에 비해 최소 5배 이상의 높은 생성 속도이다. 광여기 전자와 홀의 분리에 대한 분석과 이후 광화학 반응의 효율을높이기 위한 계획을 공유하고자 한다.

O소재F목-4

Eco-Friendly Process of Environment-Monitoring Sensors using Organic-Inorganic Hybrid Perovskite Nanocrystals

김민*
전북대
(minkim@jbnu.ac.kr*)

Perovskite materials have been extensively applied in various types of optoelectronic devices due to their excellent light responsiveness and electronic peroperties. They have particularly received significant attention in the field of solar cells, achieving high efficiencies. However, recent advances have broadened their applications in various optoelectronics, introducing novel material processes for these purposes. Herein, we report several projects of perovskite-based nano-engineering by introducing various organic molecules and perovskite composites. Importantly, surface chemical interactions of hybrid perovskite materials demonstrates eco-friendly processing methods and chemical sensors by controlling interactions between functional organic molecules and perovskite materials. Our research demonstrates that the reversible chemical adsorption of perovskites can be effectively controlled depending on the chemical functional groups of the polymers. We aim to present our research on highly sensitive gas sensors utilizing these insights.

O소재F목-5

Unveiling the Role of Functional Groups for Improving Nonvolatile Characteristics of Conjugated Polymers-Based Neuromorphic Devices

이은호*
국립금오공과대
(leeeh@kumoh.ac.kr*)

Interest has grown in services that consume a significant amount of energy, such as large language models (LLMs), and research is being conducted worldwide on synaptic devices for neuromorphic hardware. However, various complex processes are problematic for the implementation of synaptic properties. Here, we implement synaptic characteristics through a novel method, namely functional group control of conjugated polymers. The developed devices exhibit the characteristics of the biological brain, such as paired-pulse facilitation (PPF), high-pass filtering, and long-term potentiation/depression (LTP/D). Moreover, the fabricated synaptic devices show enhanced nonvolatile characteristics, such as long retention time ($\sim 10^2$ s), high ratio of G_{max}/G_{min}, high linearity, and reliable cyclic endurance ($\sim 10^3$ pulses). This study presents a new pathway for next-generation neuromorphic computing by modulating conjugated polymers with functional group control, thereby achieving high-performance synaptic properties.

O소재F목-6

Electromagnetically Porous Cube-on-Cube Semiconductor Plasmonic Nanocrystals and Near-Field Dense Infrared Response

조신흠*
계명대
(shinhum@kmu.kr*)

We report dopant induced complex hierarchical shell growth in metal oxide nanocrystal cubes, leading to high density infrared near-field localized surface plasmonic resonance (LSPR) response per film area. We synthesize electromagnetically porous infrared plasmonic nanocrystals via hierarchical cube-on-cube surface growth in highly aliovalent doped semiconductor nanocrystals. In indium oxide colloidal nanocrystal systems, under low Sn dopant we observe uniform Frank-van der Merwe type shelling. While exceeding 4% Sn atomic dopant, excessive Sn on (400) nanocrystalline achieves a Volmer-Weber island formation type growth. Through surface XPS analysis, we exclude Stranski-Krastanov type growth, an intermediary between uniform and island surface growth. Through complex hierarchical shapes in infrared plasmonic semiconductor nanocrystal surfaces, infrared range optical extinction is observed around 2500 nm wavelength. Direct electromagnetic near-field was imaged through infrared STEM-EELS electron microscopy technique in single nanocrystal. Due to intrinsic gap dense morphology in monolayer film architecture, electromagnetically dense near-field plasmonic response was directly observed via STEM-EELS.

O소재F목-7

천연자원으로부터 지속가능한 열경화성 고분자 합성 및 재활용가능 연성 전자소자로의 응용

최청룡*, 우도경[1], 강나원, 이기원[2], 김진곤[1]
금오공과대; [1]포항공과대; [2]광운대
(crchoi@kumoh.ac.kr*)

The increasing apprehension surrounding polymer pollution has instigated the exploration of sustainable alternatives, encompassing polymers that are either degradable or recyclable. Among these alternatives, α-lipoic acid, a naturally sourced molecule, stands out as a promising contender for creating degradable soft materials due to its inherent capacity for reversible polymerization and depolymerization contingent upon external conditions. In this study, we have pioneered the utilization of poly(α-lipoic acid)-based polymer network composites for recyclable stretchable electronics. Notably, our work showcases a novel accomplishment: the ability to recover monomers through the depolymerization of polymer networks and to separate and recollect precious metallic elements such as silver nanowires, thus mitigating potential environmental concerns.

O소재F목-8

Modulating light scattering and absorption for active structural colors

Jerome K. Hyun*
Ewha Womans University
(kadam.hyun@ewha.ac.kr*)

Structural colors refer to colors arising from the scattering and interference of light by judiciously designed nanostructures. To be viable candidates for display or smart colorimetric sensing applications, their responses must be dynamic. To this end, our lab has worked on designs that can be tuned through a suite of external stimuli including electricity, humidity, and chemical vapor. Unlike plasmonic designs that require the excitation of surface plasmons, our approach mainly relies on photonic responses such as Mie resonances and dielectric waveguide-array modes which free our system from ohmic damping and the interdependence between wavelength and intensity. We also extend our approach to the microwave regime where unprecedentedly thin electromagnetic wave absorbers are realized.

O생체K목 -1

Bioinspired Redox Neutral Electrochemical Reactions for CO_2 Conversion

Ki Tae Nam *
Seoul National University
(nkitae@snu.ac.kr*)

The biological photosystem continues to inspire the development of new approaches in carbon neutralization. Inspired by the redox cycle in biological systems, we explored the use of redox-neutral reactions in electrochemical CO_2 reduction to expand the product scope and achieve higher efficiency. We combined the CO_2 reduction reaction with two redox cycles in an undivided cell so that the input electrons are carried through the electrolyte rather than settling in CO_2. As a result, dimethyl carbonate—a useful fuel additive—has been synthesized directly from CO_2 in methanol solvent with a Faradaic efficiency of 60% at room temperature. I will discuss about our ongoing projects for CO_2 utilization.

O생체K목-2

공기 중 이산화탄소의 동시 포집 전환 기술 개발 동향

이현주*
한국과학기술연구원
(hjlee@kist.re.kr*)

최근 대기 중 이산화탄소의 농도는 산업화 이전 농도인 280 ppm에서 50% 상승한 값인 410 ppm을 넘어섰다. 이에 비례하여 올해 지구상에는 기상이변과 관련된 재난 재해들이 끊임없이 발생하고 있다. 지금까지 과학계에서는 공기 중 이산화탄소의 농도를 제어하는 방법으로 배출 자체를 줄일 수 있는 기술 개발 및 적용 그리고 고농도 배출원의 이산화탄소를 포집하여 격리하거나 전환하는 연구를 중점적으로 수행하였다. 최근 미국 및 유럽을 중심으로 지구온난화를 막기 위한 방법으로 공기 중 이산화탄소를 직접 포집(Direct Air Capture)하고, 이를 탈거없이 전환 (Reactive Capture and Conversion)하는 기술이 큰 관심을 끌고 있고, 정부와 기업들의 적극적인 투자가 이루어지고 있다. 본 발표에서는 DAC와 RCC 연구 동향 및 현황 그리고 향후 방향에 대해 소개하고 의견을 나누고자 한다.

O생체K목-3

현장 규모 다단 연속 효소 기체 전환 반응기의 설계에 대한 사례 연구

김준우*, 조세희, 이강훈, 윤정호[1]
CJ 제일제당; [1]시마크로
(junwoo.kim1@cj.net*)

대용량 효소 기체전환 반응기 설계는 생명공학적으로 탄소, 질소, 황 등을 자원화할 때 핵심이 되는 기반 기술이다. 실험실 규모의 소용량 반응기는 일반적으로 수십 리터 이하의 부피를 가지며, 반응물의 혼합이 비교적 균일하게 일어날 수 있다. 반면, 현장 규모의 대용량 반응기는 수십 톤 이상의 부피를 가지며, 반응물의 혼합이 비균일 해진다. 그러므로, 현장 규모의 반응기를 설계하기 위해서는 비균일한 혼합에 대한 영향을 반드시 고려해야만 한다. 본 연구에서는 H_2S 및 CH_3SH의 효소 전환반응 공정을 사례로 하여 현장 규모의 반응기 설계를 진행하였다. 구체적으로 효소 전환반응 모델링, 전산유체역학 모사, 구획화 (compartment) 모델링 기술 등을 활용하여 최적화 된 다단 연속 효소 기체 전환 반응기를 설계하였다. 또한 하루에 수백 톤 규모의 기체 처리가 가능한 효소 전환 반응 단위 공정의 실제 산업적 응용 사례를 소개하고자 한다.

O생체K목-4

생체모방 공기 태양단백질 생합성 기술과 전망

장지욱*
울산과학기술원
(jiwjang@unist.ac.kr*)

축산업으로 발생되는 온실가스의 경우 전 세계 온실 배출량의 16.5%를 차지하고 있어 이를 대체할 수 있다면 막대한 양의 이산화탄소 배출량을 저감할 수 있습니다. 또한 축산업을 위해 전 세계 곡물 사용량의 46%를 동물 먹이로 쓰이고 있고, 물 가용량의 23%, 전 세계 토지 사용량의 반정도에 해당하는 비율이 사용되고 있습니다. 이에 따라 기존 육류시장을 대체하는 대체 고기 시장이 빠르게 성장하고 있습니다. 이 중 식물 단백질의 경우 많은 물과 토지 사용량 맛 등의 문제로 시장 확장성에 한계가 있고, 배양육은, 아미노산, 당 등의 값비싼 먹이와 호르몬 사용 등의 문제로 상용화가 어려운 실정 이기 때문에 새로운 기술이 필요한 실정입니다. 본 프리젠테이션에서는 공기와 태양에너지만을 이용해서 단백질을 만드는 연구에 대해서 발표하려고 합니다. 본 기술은 공기가 단백질의 주 원료이기 때문에 아미노산과 당 등의 비싼 먹이가 필요 없고, 소량의 물로도 생산이 가능하며, 이산화탄소을 발생하는 것이 아닌 이산화탄소의 발생량을 실질적으로 저감할 수 있는 등의 많은 장점들이 있습니다.

Metalloenzyme-like Lewis acid zeolites for the conversion of biomass-derived oxygenates

Yuriy Roman-Leshkov*
Massachusetts Institute of Technology
(yroman@mit.edu*)

In an increasingly carbon-constrained world, lignocellulosic biomass, natural gas, water, and carbon dioxide have emerged as attractive options to supply energy, fuels, and chemicals at scale in a cleaner and more sustainable manner. However, the unique chemical makeup of these alternative energy sources has created daunting conversion challenges, requiring the development a new generation of catalysts to promote selective bond-breaking events.In this talk, I will show how advanced synthesis techniques can be coupled with rigorous reactivity and characterization studies to unearth unique synergies in nanostructured catalysts. More specifically, I will discuss the use of molecular engineering tools to design nanostructured earth abundant catalysts. In particular, the use of metalloenzyme-like Lewis acid zeolites as catalysts for the conversion of biomass-derived oxygenates will be presented

O수소I목-1

고분자전해질막 수전해 장치를 위한 Ir 및 Ni 촉매 기술 개발

이현주*
한국과학기술원
(azhyun@kaist.ac.kr*)

기존의 수전해조에 비해 고분자전해질막을 이용한 수전해 장치는 electrolyte 저항이 적어 보다 높은 power density를 가질 것으로 기대되어 널리 연구되고 있다. 현재 양이온 (H+) 교환막과 음이오 (OH-) 교환막이 함께 연구되고 있는데 양이온 교환막의 경우 power density가 가장 높고 intermittent electricity production에 대응이 보다 용이하나 높은 부식 조건으로 인해 OER 촉매로서 Ir 계열의 촉매만이 사용가능하다는 단점이 있다. 음이온 교환막의 경우 비싼 귀금속 촉매가 아니라 Ni 기반의 촉매로 제작이 가능하여 비용이 저렴할 것으로 기대되나 power density가 다소 낮다는 단점이 있다. 본 연구진은 Ir- 또는 Ni- 기반 촉매를 합성하여 membrane electrode assembley (MEA)로 구성된 single cell을 제작하고, 그 촉매 특성을 평가하는 연구를 지속해오고 있다. Ir nanoneedle 기반 촉매를 제작하여 Ir 촉매의 활성을 높임으로써 Ir 사용량을 줄이거나 NiFe/NiMo 촉매를 OER/HER 전극으로 사용하여 single cell의 거동 특성을 관찰하는 연구에 대해 설명하고자 한다.

O수소I목-2

Atomically Dispersed Electrocatalysts for Low Temperature Fuel Cells and Water Electrolysis

이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Single-atom catalysts (SACs) have attracted growing attention because the number of active sites, with unpredictable catalytic activity can be maximized. Despite numerous studies on SACs, there is little research on the support, which is essential to understanding SAC. In this presentation, we report on the influence of the support on the performance of the SAC by comparing with single-atom Pt supported on carbon (Pt SA/C) and Pt nanoparticles supported on WO3-x (Pt NP/WO3-x). The results revealed that the support effect was maximized for atomically dispersed Pt supported on WO3-x (Pt SA/WO3-x). The Pt SA/WO3-x exhibited a higher degree of hydrogen spillover from Pt atoms to WO3-x at the interface, compared with Pt NP/WO3-x, which drastically enhanced Pt mass activity for hydrogen evolution (up to 10 times). This strategy provides a new framework for enhancing catalytic activity for HER, by reducing noble metal usage in the field of SACs. We also prepared Fe-N-C catalysts with tunable catalytic activity for oxygen reduction reaction (ORR). The binding energy of oxygen intermediate was controlled by changing the functional group around Fe-N-C catalysts.

O수소I목-3

Catalytic Challenges from H2 Production to NH_3 Transport and Fuel Cell Applications – Precious Metals Catalysts as Key Enabler for the Hydrogen Economy

Dr.-Ing. Christian Breuer*
Heraeus Precious Metals Catalysts
(christian.breuer@heraeus.com*)

In this presentation we will speak about precious metal catalysts as an enabler for the complete hydrogen value chain: 1. Production of Hydrogen: • Advanced electrolysis catalysts with low Iridium-loading for PEM EL • Purification of Hydrogen (and Oxygen) post-electrolysis 2. Transport and Storage: • Highly active Ruthenium catalysts for low temperature NH_3 cracking 3. Decentral Energy Supply: • State-of-the-art catalysts for the balance of plant in SOFCs 4. Recycling of spent precious metal catalysts

O수소I목-4

Exsolved nickel from a two-dimensional nickel silicate material as an effective catalyst for ammonia decomposition

안광진*, 김은정, 김영우[1], 조윤혜[2], 박민범[2], 신채호[1], 민형기[3]
울산과학기술원; [1]충북대; [2]인천대; [3]롯데케미칼
(kjan@unist.ac.kr*)

The layered B-MWW(P) was transformed to a three-dimensional (3D) tectosilicate (MWW structure), a two-dimensional (2D) Ni delaminated MWW layers (Ni-DML), and a 2D phyllosilicate structures at temperature regions of 100-120 °C, 140-160 °C, and 170-180 °C, respectively. Meanwhile, the contents of Ni on the samples were increased from 3.6 to 37.6 wt.% as the hydrothermal temperature increased from 100 to 180 °C, owing to the substitution of framework B by Ni. The Ni-DML-160 exhibited the best catalytic performance, achieving an ammonia conversion of 70% at 500 °C and maintaining 90% to initial conversion after 100 h at 550 °C.

O수소I목-5

케미컬루핑 메탄 수증기 개질 반응을 위한 산소 캐리어의 개발

성기명*, YOKO Akira[1], TOMAI Takaaki[1], ADSCHIRI Tadafumi[1]
수원대; [1]Tohoku University
(soppua4@suwon.ac.kr*)

천연가스의 주성분인 메탄은 풍부하며 비교적 친환경적인 화석연료이다. 최근 CCS 기술의 발전으로 블루 수소 생산이 주목 받고 있다. 기존의 수증기 메탄 개질 공정은 높은 흡열반응 때문에에너지 효율성과 비용 문제가 있다. 화학적 순환 증기 메탄 개질(CL-SMR)은 산소 캐리어를 활용하여 메탄의 부분 산화와 재생 과정을 분리하는 유망한 해결책이다. CL-SMR은 메탄 산화반응과 더불어, 사용된 산소 캐리어의 재생과정에서도 수소를 생성 시킨다. 이는 저온 작동 환경에서도 높은 변환 효율과 수소 분리를 동시에 이룰 수 있을 것으로 기대된다. 이번 연구에서는 Pt가 첨가된 CeO_2 산소 캐리어를 개발하여 저온에서 CL-SMR 공정을 작동 시켰다. Pt-CeO_2를 사용한 CL-SMR은 메탄 부분 산화 반응 속도에 대한 해석을 통해 최적 조건을 확인했으며, 500-600 °C 온도 범위에서 안정한 운전이 가능함을 확인했다. 이 결과는 블루 수소 생산의 저온 운전 가능성을 제시하며, 지속 가능한 에너지 생산 기술에 기여할 것으로 기대된다.

O수소I금-1

동적운전 조건에서의 수전해 열화메커니즘에 대한 이해

조현석*
한국에너지기술연구원
(hs80.cho@gmail.com*)

This paper presents a study on the robust cell design in low-temperature electrolyte membrane water electrolysis cells. Although the electrochemical electrolysis cells have advantages in dynamic operation and improvements in high current operation, the stability for discontinuous operation was observed to decrease. We will introduce some approaches such as cathodic protection, and layered structure design, shut reduction, double-layer porous transport layer design to mitigate the degradation of the cell under dynamic operation.

O수소I금-2

Boosting charge transport property of hematite for an efficient water splitting system

장지현*
울산과학기술원
(clau@unist.ac.kr*)

In this study, I would like to discuss about how we can address a short-hole diffusion length issue of hematite for an efficient water splitting system. Although hematite is a promising potoactive material due to many adavntages including low price and water stability, its intrinsic poor trasnport behaviors such as low conductivity and short hole diffusion length have been a bottle neck for wide application of hematite as a photoanode mateiral in water splitting. In this study, the low conticitivity was addressed by the creation of porous structure and efficient doping and the poor contact between the photoanode and cocatalyst was solved by the use of organic hole transport layer (HTL). The optimized prous photoanode prepared with an optimal doping conditoin and the HTL showed a maximum photocurrent density of 4.7 mA cm^{-2} at 1.23 VRHE due to enhanced surface reaction kinetics.

O수소I금-3

수소 생산, 저장 및 활용을 위한 촉매의 계산과학 기반 합리적 설계

한정우*
서울대
(jwhan98@snu.ac.kr*)

To elucidate the materials' mechanism at the atomic and molecular level and predict the activity and stability before trial-and-error based experiments to work out sophisticated material designs, computational approaches are essential. Over the last two decades, the computer-aided materials design has been very successful owing to the prosperous establishment of computational methodologies accompanied with tremendous progress of computing power.Our focus here is on the discovery of materials with desired properties for a wide range of important applications in the catalyst design for hydrogen production, storage, and utilization. Specific examples using the systematic catalyst design approaches, such as thermal and electro-catalysis for hydrogen production, liquid organic hydrogen carrier catalysis, and fuel cell electrode will be discussed in this talk.

O수소I금-4

GIS 기반 세계 태양 수소 잠재력 분석.

유준*, Dickson[1]
부경대; [1]Lahore University of Management Sciences
(jayliu@pknu.ac.kr*)

Transitioning towards a net-zero economy demands sustainable alternatives to fossil fuels, with solar-driven water electrolysis producing green hydrogen gaining prominence. However, determining the optimal deployment locations across the globe for solar-based hydrogen production plants to meet global demand efficiently remains extremely challenging. Herein, we present a comprehensive analysis utilizing high-resolution Geographic Information System (GIS) photovoltaic power potential data (kWh/kWp) within the latitudinal range of 60°N to 55°S (extending to 45°S in Latin America) to identify global solar hydrogen potential. By integrating techno-economic and life cycle assessment models, we estimate solar hydrogen potential (ton_H_2 /yr) and the levelized cost of hydrogen (LCOH) ($/kg) across the globe. Our findings reveal that, depending on location, the global solar hydrogen potential varies from 30 to 90 tons per year for a 2 MW photovoltaic power plant coupled with a 1 MW electrolyzer. Additionally, the estimated LCOH ranges between 5-13 $/kg. Notably, regions such as Australia, the Middle East, Africa, and Chile exhibit considerable potential as prime candidates for solar-based hydrogen production. In contrast, Europe (excluding Spain) is deemed less favorable for such endeavors. Remarkably, transitioning to green hydrogen production yields approximately

O수소I금-5

Highly efficient nano structured Cu_2O photocathode on textured Si as substrate for photoelectrochemical water spiting

김진현*, Michael Graetzel[1]
École Polytechnique Fédérale de Lausanne; [1]로잔공대
(Kihi6783@gmail.com*)

Photoelectrochemical composed with earth abundant light absorbers can be the key technology to resolve currently urgent energy and environmental problems. Cu_2O (E_g : 2.1 eV) is one of the rare metal oxide light absorber that can be used as solar cell, as well as photocathode for solar hydrogen production.[1] Despite its renown performance (state of art Cu_2O – 10 mA/cm^2 @ 0.0 V_{RHE}, stability 100 hr [2]), Cu_2O still suffers from its poor optoelectronic property.[3] From previous study, it was proven that nano structured Silicone [4] can be very efficient substrate, for enhancing light harvesting as well as shortening distance for charge transfer. In this work, we used textured crystalline Silicone wafer as substrate, photocurrent density of 9.1 mA/cm^2 @ 0.0 V_{RHE} and APBE of 2.88 % were achieved, which are almost state of art performance reported for Cu_2O photocathode. By using this highly efficient photocathode, we demonstrated $BiVO_4$ photoanode – Cu_2O/Si text photocathode with STH of 4.0 %, which is yet the highest value known for metal oxide only metal

O수소I금-6

Economic and Environmental Potential of Green Hydrogen Carriers (GHCs) Produced viaReduction of Amine-captured CO_2

김창수, 이영근[1], 이웅, 김경수*
한국과학기술연구원; [1](주)위존
(kyeongsu@kist.re.kr*)

The potential of using methanol and formic acid as green hydrogen carriers are evaluated regarding various production and dehydrogenation pathways, within a hydrogen distribution system including the recycle of carbon dioxide. This study analyzes seven scenarios that consider carbon dioxide utilization-based thermocatalytic and electrochemical methanol and formic acid production, as well as different dehydrogenation pathways, and compares them to the scenario of delivering liquefied hydrogen. The results of the study indicate that methanol-based options are economically viable, reducing the cost up to 43% compared to liquefied hydrogen delivery. As for formic acid, only the electrochemical production method is profitable, retaining 10% less cost compared to liquefied hydrogen delivery. In terms of environmental impact, all of the scenarios show higher global warming impact values than liquefied hydrogen distribution. However, results show that in an optimistic case where wind electricity is widely used, electrochemical formic acid production is competitive with liquefied hydrogen distribution, retaining 39% less global warming impact values.

O수소I금-7

효과적인 수소 동위원소 분리를 위한 지스몬딘형 제올라이트의 이상 흡착 특성 탐색

소순형, 오현철*
울산과학기술원
(hcoh@unist.ac.kr*)

순수한 D_2에 대한 수요 증가와 원전 폐수 관리의 필요성은 효과적인 수소 동위원소 분리 기술에 대한 연구를 장려합니다. 에너지 집약적이고 비효율적인 기존 방법의 대체물로 Kinetic 양자 체와 Chemical-affinity 양자 체를 포함한 양자 효과를 활용하는 것이 제안되었습니다. 그럼에도 불구하고 상용화된 기술은 아직 보고되지 않았으며, 제올라이트의 구조적 역학을 활용하는 것은 수소 동위원소 분리에 유리한 전략이 될 수 있습니다. 이를 위해 기공 크기가 매우 좁고 8 MR을 가진 유연한 gismondine 제올라이트 프레임워크를 선택하고 Na-GIS형(NG) 제올라이트와 Cu-교환 Na-GIS형(CNG) 제올라이트를 합성합니다. 이들의 수소 동위원소 흡착/분리에 대해 이 연구에서 최초로 보고되는 것이며, Cu-이온 교환은 전체 성능에 긍정적인 효과를 가져옴을 증명합니다. NG 제올라이트와 CNG 제올라이트의 25 K, 100 mbar, 10 분에서의 동위원소 분리 인자(D_2 흡수)는 11.56(2.23mmol/g)과 4.74(1.13mmol/g)로 나타났습니다. 이 연구는 연구자들이 구조적 역학을 사용하여 수소 동위원소 분리를 위한 제올라이트를 연구하도록 장려할 수 있다고 생각합니다.

O수소I금-8

Volume-of-fluid computational fluid dynamics (VOF-CFD) modeling of catalytic and non-catalytic methane pyrolysis in a molten-metal bubble column reactor for cleaner hydrogen production

Ngo Ich Son, 임영일*, 이영재[1], 이은도[1]
한경대; [1]한국생산기술연구원
(limyi@hknu.ac.kr*)

The pyrolysis of CH_4 within molten-metal bubble column reactors (MMBCRs) offers an efficient approach for generating cleaner H_2 and recoverable carbon. Designing an MMBCR necessitates understanding hydrodynamic parameters like gas holdup, bubble size distribution, and gas-liquid interfacial area. This study used a volume-of-fluid computational fluid dynamics (VOF-CFD) model for catalytic and non-catalytic CH_4 pyrolysis at 1040 ^{o}C using a molten Ni-Bi alloy. Non-catalytic reactions took place inside bubbles due to elevated temperatures, while catalytic reactions occur on the gas-liquid interfacial surface facilitated by the molten Ni-Bi catalyst. A bubble surface detection algorithm was developed to generate the surface reaction. The CH_4 conversion obtained from the CFD model closely approximated experimental one, identifying the ratio of the non-catalytic and catalytic reactions. This CFD approach enables to predict the reactor performance considering both hydrodynamics and reaction kinetics within

O수소I금-9

Investigating the Hydrogen Liquefaction Process: Methods, Challenges and Solutions

Masoud Taghavi*, 임준영, 최정웅, 이철진
중앙대
(mtaghavi@cau.ac.kr*)

The ever-increasing growth of energy demand worldwide, and the emission of greenhouse gases have motivated energy experts to move towards the use of clean fuels. Hydrogen (H_2) as an alternative and suitable energy source produces heat and water after combustion. In addition, hydrogen liquefaction is an important process in the production, transportation, and storage of this gas. In this paper, methods, challenges, and solutions of hydrogen liquefaction processes have been investigated. Specific power consumption (SPC), relatively low exergy efficiency, high total costs, and boil-off gas (BOG) are the main challenges of liquid hydrogen (LH_2) storage. In addition, studies have shown that using the cold energy recovery of liquid air and Liquefied natural gas (LNG) for use in the pre-cooling cycle, waste heat recovery from various industries, and renewable energies such as solar, wind, geothermal, biofuel, etc. for using in the pre-cooling processes and supplying the power of LH_2 cycles is significantly high effective to receive lower SPC and lower costs can be achieved in the hydrogen liquefaction cycle.

O수소I금-10

Fabrication of porous $Zn_{1-x}Cd_xSe$ from inorganic-organic $ZnSe(en)_{0.5}$ on ZnO nanorod photoanode for photoelectrochemical solar hydrogen production

Ruturaj P. Patil, Mahadeo A. Mahadik, Weon-Sik Chae[1], Sun Hee Choi[2], 장점석*
Jeonbuk National University; [1]Korea Basic Science Institute, Daegu ; [2]Pohang Accelerator Laboratory (PAL)
(jangjs75@jbnu.ac.kr*)

Photoelectrochemical (PEC) hydrogen production has sparked widespread scientific attention as one of the potential approaches for clean fuel production. In this study, we report the design and fabrication of porous $Zn_{1-x}Cd_xSe$/ ZnO NR heterojunction via a series of hydrothermal, low-temperature solvothermal methods and cation exchange methods. During the solvothermal process, the ZnO NR acted as a building block for the growth of inorganic-organic $ZnSe(en)_{0.5}$. Moreover, after the solvothermal process, the obtained material exists red brick color due to the absorbance of excessive Se metal particles during the solvothermal process. Furthermore, in order to enhance the photoelectrochemical properties, the Cd^{2+} ion exchange method was applied at various temperatures (140, 160, and 180 ℃ for 3 h) to produce a precursor material to a porous $Zn_{1-x}Cd_xSe$/ZnO NR nanostructure. The

O수소I금-11

Synergistic Role of Oxygen Vacancies and TiO_2 Nanorod/Nanotube Interface Reconstruction in gold loaded H-TiO_2 NR/NT for Photoelectrochemical Bacterial Inactivation and Water Splitting

Mahadik Mahadeo A, Periyasamy Anushkkarn, Ruturaj. P. Patil , 채원식[1], 이현휘[2], 조민, 장점석*
전북대; [1]KBSI 대구센터; [2]포항가속기연구소
(jangjs75@jbnu.ac.kr*)

In this paper, an effective strategy of TiO_2 nanorod/nanotube nanostructured interface reconstruction, oxygen vacancies, and surface modification with gold were employed for the stability of photoanodes. Successive anodization and hydrothermal routes were implemented for the TiO_2 NR/NT photoanodes interface reconstruction. Further, Au nanoparticles/clusters (Au NP) loading on photoanodes resulted in the highest photocurrent density (1.62 $mA{\cdot}cm^{-2}$ at 0.3 V vs. Ag/AgCl) in optimum H-Au-TiO_2 NR/NT/Ti foil photoanodes. TRPL analyses confirm the hydrogen treatments to TiO_2 exhibited the emission lifetime (46 ns) in the H-Au-TiO_2 NR/NT photoanodes due to newly formed lower Ti^{3+}-related trapped electron states and Au NP. The optimum H-Au(4)-TiO_2 NR/NT photoanodes achieved 93 % photoelectrochemical (PEC) bacterial inactivation and effective PEC

Mechanisms of SO_2 and H_2S adsorption activated carbons

Moises Bastos-Neto*, 이창하[1]
Federal University of Ceara; [1]연세대
(mbn@ufc.br*)

Activated carbons are materials widely employed in various adsorption processes, with pore distribution playing a critical role in their performance. Sulfur dioxide (SO_2) and hydrogen sulfide (H_2S) are gaseous substances that have garnered widespread recognition due to their well-documented toxic and corrosive attributes. These compounds frequently manifest as impurities, coexisting with carbon dioxide (CO_2), within gas streams relevant to industrial or environmental applications. While these impurities are commonly overlooked in investigations related to carbon capture processes, their presence can significantly impact the properties of adsorbent materials and, consequently, the overall efficiency of carbon capture processes. This presentation aims to comprehensively explore fundamental aspects related to adsorbent characterization and adsorption mechanisms. This includes investigating adsorbent impregnation, pore size distribution, impurity concentration, and regeneration conditions. This effort seeks to rigorously evaluate the influence exerted by SO_2 and H_2S on the process of CO_2 capture via adsorption onto activated carbons.

O이산화L목-1

이산화탄소 흡착을 위한 고체 흡착제 개발

최민기*
한국과학기술원
(mkchoi@kaist.ac.kr*)

Amine-functionalized porous materials have been extensively investigated as promising adsorbents for post-combustion CO_2. Unfortunately, earlier studies in academia have mainly focused on the improvement of CO_2 uptake of the adsorbents and there have been limited studies on other important aspects for adsorbents such as regenerability, long-term stability, cost, and scalability of material production. Our group recently developed a cost-effective and scalable synthesis method for amine/silica adsorbents that can simultaneously show large CO_2 working capacities and outstanding stability in a practically meaningful temperature swing adsorption (TSA) condition. In particular, the controlled modification of polyethylenimine (PEI) with epoxide-derivatives could markedly reduce the heat of CO_2 adsorption and facilitated CO_2 desorption compared to unmodified PEI during the adsorbent regeneration. The modification also significantly increased long-term adsorbent stability over repeated TSA cycles due to remarkable suppression of CO_2-induced urea formation and oxidative amine degradations.

O이산화L목-2

Predicting ionic behavior of CO_2 induced aqueous amine species in blended aminoehtylethanolamine and diisopropanolamine

Shaukat Ali*
충북대
(shaukatmazari@gmail.com*)

Amines are potential solvents and electrolytes for CO_2 capture and conversion processes. Aqueous amines react with molecular CO_2 to produce a variety of carbamates, carbonate and bicarbonate. In this study, a thermodynamic model, the electrolyte nonrandom two liquid (eNRTL) is used to predict the behavior of speciation of aqueous aminoehtylethanolamine (AEEA) and diisopropanolamine (DIPA) blend for CO_2 capture and conversion. The system of blended aqueous AEEA and DIPA contained twelve equilibrium equations, four mass balance equations and one charge balance equation. These equations were simultaneously solved to determine the speciation of aqueous AEEA, DIPA blend under different temperatures and CO_2 partial pressures, keeping in mind industrially available flue gases. Results of species of blended AEEA and DIPA are compared to those of individual aqueous amines. The change in ionic behavior due to blending is highlighted in the study to evaluate the potential application of AEEA and DIPA blend for CO_2 capture and conversion processes.

O이산화L목-3

동해가스전 실증 사업을 고려한 CO_2 주입 시스템 Pilot Scale 실증 연구 및 시스템 레벨의 CFD 분석

이준섭*, 임성선, 김성은, 김민성, 김기문[1], 박상민, 나한나[2], 김소정[2], 송정용[3]
HD한국조선해양; [1]HD현대중공업; [2]공주대; [3](주)에이원
(joonseop.lee@ksoe.co.kr*)

The global warming has been focused as severe problem due to climate change, thus a large number of countries endeavor to reduce global warming gas. Globally, a lot of countries have proceeding investment to satisfy the zero emission of global warming gas such as CO_2 until 2050. Various technologies to achieve zero emission are exist such as renewable energy development, CCUS, and so on. CCS technology is inevitable option as long as the renewable energy sources can not supply energy demand. The CO_2 injection project at Donghae depleted gas platform is predicted to store 1,200,000 tons of CO_2 per year during 30 years. To successful CO_2 injection, various factors regarding to CO_2 injection must be considered. Therefore, this research focus on verifying offshore CO_2 injection system via pilot scale experiment. Furthermore, the fluid patterns depending on characteristics of CO_2 are also analyzed via system scale CFD. The results will be utilized in Donahae CO_2 injection project and post CO_2 injection projects.

O이산화L목-4

이산화탄소의 수소화 반응을 통한 고부가화합물 생산 기술

배종욱*
성균관대
(finejw@skku.edu*)

Catalytic conversions by COx (CO/CO_2) hydrogenation on various heterogeneous catalysts can produce different value-added petrochemicals and fuels through CO_2 hydrogenation to methanol/dimethyl ether (DME), Fischer-Tropsch synthesis (FTS) reaction and COx hydrogenation to BTX and so on, which always produce excess amount of water. The formed water can successively change the catalyst surface properties by altering their phases by hydration or stronger adsorption as well. Therefore, in the present presentation, the effects of ordered mesoporous metal oxides as well as methods to prepare more hydrophobic surfaces are introduced to minimize the negative contributions of water and increase the positive contributions of ordered mesoporous structures. Those efficient methods to control the surface hydrophobicity of the bifunctional catalysts and to enhance mas transfer rate with small amount of coke depositions in the mesoporous structures are briefly explained for some typical CO_2 hydrogenation, FTS reaction on the core-shell-strucutured mesoporous metal oxides.

O이산화L목-5

혼소 연료 생산을 위한 발전소 배기가스 CO_2 기반 미세조류 대규모 옥외배양 시스템

성영준*
숙명여자대
(yjsung@sookmyung.ac.kr*)

Microalgae have attracted renewed interest as a sustainable biofuel feedstock owing to their high lipid content. However, large-scale cultivation of microalgae for the commercialization of biofuels has few successful operational cases due to various technical challenges. Herein, CO_2 in the flue gas emitted from the coal-fired power plants was fixed through mass microalgal cultivation using only sunlight as an energy source. To minimize the cost and energy required to supply the flue gas and efficiently utilize the microalgal biomass, a polycarbonate (PC) greenhouse and polymeric photobioreactors were installed near the power plant stack. Different microalgal strains were subjected to semi-continuous culturing for one month. After a long-term cultivation of different microalgae, their biomass productivity, lipid content, and calorific productivity were evaluated to confirm the performance of the biomass as a direct combustion fuel. Large amounts of CO_2 can be reduced using the large-scale microalgal cultivation system, which enables efficient biological CO_2 conversion and maximizes microalgal biomass utilization.

O이산화L목-6

마이크로채널 반응기에서의 E-Fuel 생산

김영*, 류진우, 김학수, 김정현, 이종훈, 정융, 문선영
한국기계연구원
(ykim@kimm.re.kr*)

이산화탄소 저감을 위한 전세계적인 노력에도 불구하고 대기중 이산화탄소의 농도는 계속 늘어나고 있다. 본 발표에서는 잉여 재생전력으로 생산한 수소와 포집된 이산화탄소를 반응시켜 청정연료를 생산하기 위해서 기계연에서 수행중인 Power to Fuel 시스템용 마이크로채널 반응기 개발의 성과와 앞으로 나아가야 한 방향을 논의한다. 고온 고압에 적용이 용이한 마이크로채널 반응기를 설계 및 제작하였으며, 역수성가스 반응과 Fischer Tropsch 합성반응의 촉매로 Ni과 Co를 지지체에 담지하여 적용하였다. 반응성능 평가를 위한 시스템을 구축하여 연료생성 성능을 평가하였다. 전체 공정을 설계하여 이를 위해 필요한 가스분리시스템을 구축하였다. 향후 Power to Fuel 시스템의 구성과 마이크로채널 반응기의 적용가능성에 대해 논하고자 한다. 본 연구는 한국기계연구원 기본사업(NK243E)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

O전지N목-1

Development of Advanced Zinc-ion Batteries

송우진*
충남대
(wjsong@cnu.ac.kr*)

As the demand for energy-storage devices in electronics such as wearable devices and flexible displays, safe rechargeable batteries have attracted energy-related industries. Especially, aqueous zinc (Zn) batteries are one of most promising candidates for large-scale energy storage devices due to their many advantages such as high air stability, cost-efficiency, resource availability, pro-environment, and reversibility. Despite these advantages in the rechargeable battery, the unstable Zn anode of irregular dendrite formation on the surface is the obstacle to achieving the stable charge/discharge process in aqueous Zn batteries. Herein, I will present the design of carbon-based polymer composite for a highly reversible aqueous Zn battery by stabilizing the Zn surface during the plating/stripping.

O전지N목-2

하이브리드전해질 기반 반고체전지

이상영*
연세대
(syleek@yonsei.ac.kr*)

Solid-state batteries have recently garnered considerable attention as a next-generation energy storage system beyond current state-of-the-art lithium-ion batteries. Previous studies on solid-state batteries have mostly focused on inorganic-based ionic conductors (e.g., sulfides and oxides). Despite their notable progresses in ionic conductivity, practical applications of the inorganic conductors have been still staggering. To address these issues, a concept of hybrid electrolytes comprising solid electrolytes and liquid electrolytes has been suggested as a facile and practical approach. This talk presents a class of scalable semi-solid batteries based on the hybrid electrolytes. Two different design concepts were proposed for the hybrid electrolytes: (i) polymer/liquid-based and (ii) sulfide/polymer-based hybrid electrolytes. We envision that the hybrid electrolytes proposed herein hold promise as an effective material platform to move solid-state batteries closer to commercialization.

O전지N목-3

디지털 트윈 배터리 모델링 기술

이용민*
대구경북과학기술원
(yongmin.lee@dgist.ac.kr*)

Digital twin-driven 3D modeling revolutionizes comprehension of various composite electrodes in next generation batteries. Once 3D structures are formed at feasible resolutions, they illuminate structural, electrochemical, and mechanical behaviors under various conditions like roll pressing and electrochemical testing. Yet, the primary challenge lies in precise 3D structure generation, either via reconstructing electrodes or creating virtual replicas from limited data. Method selection hinges on available time and computational resources. This study unveils the marvel of digital twin 3D modeling in all-solid-state battery (ASSB) analysis: visualizing the microstructures of ASSBs and quantifying veiled parameters like various contact areas, effective ionic or electronic conductivity, and Li-ion dynamics during cycling. Moreover, we demonstrate successful simulation of single particle mechanics during charging and discharging. Furthermore, structural deformations in composite electrodes are explored via finite element or finite volume methods. Thus, digital twin battery modeling paves a new way to unveil a lot of veiled parameters in battery research.

O전지N목-4

고성능 이차전지를 위한 나노 구조 전극과 전해질 디자인

이승우*
조지아 공과대학
(seung.lee@me.gatech.edu*)

A technology with potential to replace conventional rechargeable batteries uses Li or Na metal anodes to boost energy density. However, the practical application faces hurdles due to safety concerns from uncontrolled Li/Na dendrite growth. In pursuit of these advanced technologies, Dr. Lee's research focuses on harnessing the electrochemical reactions between electrode and electrolyte materials for alkali metal batteries. The research strategy adopted by Dr. Lee encompasses the following aspects: 1) comprehending the bulk and surface structures of electrode and electrolyte materials, 2) establishing correlations between these electrode/electrolyte structures and their electrochemical properties, and 3) demonstrating the feasibility of high-performance metal batteries by integrating them with commercial cathode materials. During this presentation, we will delve into two key topics: 1) the utilization of 3D nanostructured electrolytes to enable stable operation of solid-state Li metal batteries, and 2) the use of 3D nanostructured hosts to enable anode-free Na-metal batteries.

O전지N목-5

Solid Power's Strategic Vision for Market Adoption of Sulfide-Based Solid-State Batteries

John Van Scoter*
Solid Power, Inc.
(john.vanscoter@solidpowerbattery.com*)

Many believe all solid-state batteries (ASSBs) are the future of electric mobility, but they have yet to be commercialized for passenger electric vehicles. In this presentation, Solid Power's Chief Executive Officer, Mr. Van Scoter, will outline Solid Power's strategy to (1) commercialize sulfide-based ASSBs, (2) mass produce sulfide electrolytes, the enabling component of ASSBs, and (3) expand its presence in Korea to support strategic partners. An update will also be given on Solid Power's EV cell production and progress towards producing "A-Sample" EV cells for strategic partners. More importantly, progress towards achieving a minimum of 30 MT per year capacity production rate of sulfide electrolyte at Solid Power's new facility will be presented. Mr. Van Scoter will give the audience a holistic look on Solid Power's strategy to commercialize sulfide-based batteries and electrolytes as well as the importance of engagement in Korea for Solid Power's commercial success.

O전지N목-6

고상형 리튬 금속 전지용 단일 리튬 이온 전도 나노복합 고분자 전해질 개발

최우혁*
인하대
(uhyeok@inha.ac.kr*)

Polymer electrolytes are of great interest as materials in lithium metal batteries (LMBs) because ion-conducting polymers enable good adherence to electrodes and excellent processability for being made into a thin film. The key challenge facing the development of polymer electrolytes for LMBs is to achieve high mechanical performance without sacrificing the requisite ionic conductivity. This makes it possible to stop the formation of lithium dendrite, which is detrimental to the devices. To overcome these challenges, we prepare high-porous silica aerogel (SA)-reinforced single-lithium conducting nanocomposite polymer electrolytes (NPEs). Within this design, weak-binding imide anions are grafted onto the mesoporous SA framework, thereby producing single-ion conductors as ionomer-in-framework. The resulting NPEs ensure the stable operation of LFP/Li full cells and deliver a high discharge capacity. The principal focus of this presentation is on the insight into our understanding of the morphology-transport-electrochemical performance relationship of the NPEs in the LMBs.

O전지N목-7

입자계 시스템의 분산도 정량화 및 단면 정보로부터 입도 분포 재건

김동재*
순천향대
(dkim@sch.ac.kr*)

Numerous studies have elucidated that microstructure composed of particles (or fillers) inside nearly two-dimensional systems, such as coated films, nanocomposites, and elastomers, can directly affect the system performance in terms of electrical, mechanical, thermal, and rheological aspects. Among them, the distribution of clusters and the dispersion of particles inside the clusters simultaneously contribute to enhancing or reducing the performance of a substrate. The dispersion of clusters affects the homogeneity of a substrate, while the particles inside the cluster affect the local performance of the substrate. In this presentation, we will show how to estimate the dispersion state via a random walk simulation and cloud overlap estimation and combine them to obtain a new quantitative index called the DoD. Another topic of this presentation is of investigating particle size distribution, which estimates 3-dimensional particle size distribution from available 2-dimensional particle size distribution data obtained from cross-sectional images.

O탄소M목-1

분리막을 이용한 탄소포집공정 설계

이선근 *
에어레인
(chem@kiche.or.kr*)

전 세계적으로 온실가스(Green House Gas) 배출에 대한 관심이 높아짐에 따라, 에너지 효율이 높고 기술 신뢰도가 높은 친환경 탄소포집 기술에대한 개발경쟁이 심화되고 있다. 우리나라도 정부출연 연구소를 중심으로 Solvent를 이용한 화학적 흡수방법을 개발하였으며, 기존 PSA (Pressure Swing Adsorption) 업체들이 CCS 영역으로 업무를 확대하고 있으며, 비교적 공정구성이 간단하며 공정제어 측면에서도 운전이 용이한 분리막 기법이 경쟁에 함께 참여하고 있다. 또한 분리막 포집공정은 흡수공정보다 훨씬 작은 공간이 필요하므로 공간이 제한된 온보드(onboard) 시스템에 적용될 실용적인 대안 기술이다. 탄소포집 (Carbon Capture) 기술은 공급원 (Source) 에서 CO2를 포집하여 대기방출이 억제되도록 지하에 저장하는 기술(CCS: Carbon Capture and Storage)과 포집된 CO2를 직접 또는 간접적으로 활용하는 기술 (CCU: Carbon Capture and Utilization)을 의미하며, 탄소포집 공정은 공급원 특성화, 포집, 불순물제거, 운송 및 저장의 5단계로 구성되며 이 중 기술적으로 가장 어렵고 비용이 많이드는 단계는 포집 단계로서 불순물 제거, 운송 및 저장에 필요한 구성요소는 포집단계 만큼 기술의존적이지 않다.

O탄소M목-2

디지털 전환을 활용한 탄소중립 공정 개발

송인협*, 백승준
한국화학연구원
(ihsong@krict.re.kr*)

화학산업의 탄소중립을 위해 LNG 등의 화석 연료원을 무탄소 연료로 대체하고 바이오 나프타나 폐플라스틱 재활용 원료 등 석유대체 원료를 사용하는 등의 공정 혁신 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 전기 가열을 통한 나프타의 분해와 폐플라스틱의 업사이클링 등은 기존의 석유화학 공정의 대규모 혁신이 필요하며, 기존 공정의 설비들을 그대로 활용하고자 하더라도 신규 반응기 등의 핵심 설비의 변경은 불가피한 상황이다. 수소 혼소와 같은 무탄소 연료를 사용하여 온실가스 배출을 저감하는 경우에도 수소를 대체한 양 만큼의 NCC 부생가스의 화학적 전환 기술 개발이 필요하다. 이러한 탄소중립 공정을 개발하기 위해서는 신규장치의 설계와 제작 개발이 필요하다. 본 발표에서는 전기가열 촉매 반응 개발에 대해 디지털 전환 기술을 활용하여 이러한 신 개념의 반응기를 효율적으로 설계하는 방안에 대해 논의하고 기술 개발에 필요한 공정 연구 기법에 대해 협의하고자 한다. 또한, 스마트공정 기술이 이러한 탄소중립 기술을 실증화 하고 최적화 하는데 어떠한 역할을 수행해야 하는 지에 대해 논의하고자 한다.

O탄소M목-3

모바일 PSM관리시스템 개발을 위한 제언

박진형*
한국요꼬가와전기
(jinhyung.park@yokogawa.com*)

현재 세계적으로 PSM관리를 위한 다양한 솔루션들이 개발되고 출시되고 있다. 그러나 많은 솔루션들이 종이로 기록되는 양식을 스마트폰에 기록하는 수준 정도로 개발되어 있어 빅데이터 조회나 프로그램 간 통합 등의 장점을 못 살리고 있다. PSM의 12가지 요소 중 위험성평가, 안전작업허가, 도급업체 안전관리계획, 근로자 교육계획, 변경요소관리, 공정사고조사는 서로 연결성이 있다. 위험성평가 시 해당 작업과 관련된 이전 사고조사결과를 조회할 수 있다면 보다 바람직한 위험성평가를 할 수 있다. 안전작업허가를 발급 전에 반드시 해당 작업에 대한 위험성평가를 수행해야 한다. 변경작업에 대한 안전작업허가를 발급하기 전에는 변경요소관리 절차대로 서류가 준비되었는지와 작업에 투입될 근로자가 교육을 충실히 받았는지 그리고 안전을 보장하는 대책이 강구되어야 한다. 안전작업허가 전에는 반드시 선행되어야 하는 업무들이나 확인되어야 하는 상태도 있는데 그런 사항들에 대한 상세한 체크리스트와 확인사진 등을 등록할 수 있는 양식도 필요하다. 두가지 이상의 작업이 동시에 진행되는 경우도 있는데 작업공간이 겹침으로써 발생할 수 있는 위험성에 대해서도 충분히 검토된 후 작업허가가 발급되어야 한다.이 6가지 항목이 상호 조회기능을 통해 관리될 때 운전원과 작업자가 PSM관리솔루션에 대한 장점을 느끼게 될 것이다.

O탄소M목-4

배출권 거래제의 탄소순환 영향평가

최수형*
전북대
(soochoi@jbnu.ac.kr*)

배출권 거래제(emissions trading system)는 공정산업의 탄소중립(carbon neutrality) 달성을 용이하게 한다. 정부가 할당한 배출 허용량을 초과하더라도 배출권(carbon credit) 구입을 통한 탄소상쇄(carbon offset)가 가능하기 때문이다. 단, 배출권 가격은 탄소중립에 다가갈수록 대체로 상승할 것으로 예상된다. 탄소중립 달성 후 정부의 배출권 할당은 그때까지 확보한 포집가능 용량 내에서만 가능하기 때문이다. 현재 이 제도는 국가마다 다르지만, 일반적으로 배출권 총량은 해마다 줄여나가되 가격이 기준치 이상 오르면 일정량을 추가로 할당한다. 배출권 가격이 탄소포집(carbon capture) 비용보다 현저히 높으면 기업은 가능하면 상쇄보다 감축을 택할 것이다. 배출권이 남으면 팔아서 수익을 낼 수도 있다. 그러나 대부분의 기업은 불확실한 미래에 대비하기 위해 차기이월을 선호한다. 남은 배출권의 이월 제도도 국가마다 다르다. 이월을 금지하면 공급과잉으로 가격이 내려가 탄소저감 추진력을 약화시키고, 무제한 허용하면 비축누적으로 인해 불안한 탄소중립으로 가게 된다. 현재 한국의 배출권 가격은 유럽보다 훨씬 낮은데, 무상할당이 많고 이월한도가 순매도량에 비례하는 제도가 주원인으로 지목되고 있다. 본 연구에서는 이와 같은 배출권 거래제 기반 탄소중립 추진정책의 대기 중 이산화탄소 저감 실효성을 탄소순환(carbon cycle) 관점에서 예측해보고자 한다.

선박용 e-메탄올 연료 합성 공정 개발 타당성 분석

정한솔*, 임성선, 김성은, 김민성, 윤여범, 박상민, 전기원[1]
HD한국조선해양; [1]한국화학연구원
(hansol.jung@ksoe.co.kr*)

세계적으로 강화되는 환경규제에 대응하기 위한 기술 확보가 시급한 상황이다. 현재 선사들은 강화된 환경 규제로 인한 불이익을 피하기 위해서 친환경 사양의 선박을 신조 발주하는 것 외에 다른 선택이 없는 상황에 이르렀으나, 환경 규제 대응을 위한 기존 기술만으로는 향후 강화되는 규제에 대응이 어려운 상황이다. 따라서, 기존의 선박 연료를 대체하는 e-메탄올, 암모니아, 수소 등 다양한 친환경 선박 연료의 도입이 필수적일 것이라 예측되고 있으며, 실제로 최근 발주에서는 친환경 선박 연료, 특히 선박 연료로 메탄올을 채택하는 선박의 발주가 기하급수적으로 증가하고 있다. 또한 항공, 선박과 같이 전동화가 어려운 분야에서 친환경 연료 적용이 필수적이며 그 수요 또한 기하급수적으로 증가될 것으로 예측되고 있다. 이에, 기존 연료 대비 고가인 친환경 연료의 경제성 확보를 위한 방안 모색이 필요하다. 본 연구에서는 친환경 선박 연료 중 e-메탄올 연료를 선정하고 합성 공정을 설계하였으며, 타당성 분석을 수행하고 경제성 확보를 위한 방안에 대해서 모색하였다. 나아가, 본 발표에서는 조선해양 산업 관점에서 탄소 중립 사회로의 변화에 대해 소개하고자 한다.

암모니아 개질 공정을 모사하기 위한 OpenFOAM 기반 CFD 모델의 개발 및 적용

서해원*, 유춘상[1], 이재훈[1], Danh Nam Nguyen[1], 안형준, 김범식
포스코홀딩스; [1]울산과학기술원
(haewon.seo@posco-inc.com*)

암모니아를 활용한 수소 생산 기술은 2050 탄소 중립을 위한 주요 기술로 평가받으며, 다수의 기업에서는 암모니아 개질 공정의 선제적 상용화를 위해 공정 개발에 많은 노력을 기울이고 있다. 이를 위해 시뮬레이션을 활용한 선행 검토가 필요하며, 특히 CFD(Computational Fluid Dynamics) 소프트웨어(OpenFOAM/ANSYS Fluent)를 활용한 다양한 공정 및 설계 조건에 대한 검토가 요구된다. 본 연구에서는 CFD 소프트웨어에 적용할 수 있는 공정 내 개별 물리 해석 모델을 개발하고, 개별 해석 모델의 통합을 통해 각각의 물리적인 현상 사이의 상호 작용을 정밀하게 모델링하고자 한다. 개발 대상 CFD 모델은 암모니아 및 수소 연소 반응, 촉매층에서의 암모니아 분해 반응, 화염 및 분해 반응기 사이의 열전달 현상 등이다. 이를 통해 암모니아 개질 공정의 전체적인 흐름을 예측할 수 있는 정밀한 시뮬레이션이 가능할 것으로 예상된다.

General Events 초록

제5회 프로필렌과 다운스트림 기술교류 심포지엄-심(교류)E금-1~5 ····· 155

제7회 전문대학 기술교육 운영사례 심포지엄-심(전문)M수-1~5 ····· 157

재일한인과학자 스페셜 세션-심(일본)L금-1~6 ····· 159

화학 및 분리공정 기술의 발전과 적용 동향 심포지엄-심(공정)E목-1~6 ····· 161

WISET 2023 여대학(원)생 공학연구팀제 지원사업 심화과정 결과발표대회-심(위셋)M수-1~18 ····· 163

심(교류)E금-1

폴리올레핀 촉매 기술

윤승웅*
롯데케미칼
(yoonsw@lotte.net*)

롯데그룹 내의 화학군에는 롯데케미칼을 중심으로 여러 자회사와 합작사가 있다. 롯데케미칼의 주요 사업은 다섯 가지의 큰 범주로 나뉘어져 있고, 각 사 또는 사업단 단위로 사업을 영위하고 있다. 이러한 주요 사업을 영위하기 위해 연구 개발도 각 사업에 맞추어 진행하고 있다. 롯데케미칼 내의 기초소재 사업에 해당되는 석유화학 산업은 원유에서 유래한 납사를 분해해서 생산되는 원료를 기반으로 폴리에틸렌, 폴리프로필렌을 포함한 합성 수지 또는 합성 고무 등을 생산하는 산업이다. 롯데케미칼은 창사 이래 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 등의 폴리올레핀계 석유화학 제품을 생산해 왔으며, 촉매 기술 또한 지속적으로 개발하여 제품 생산에 적용하여 왔다. 촉매는 제품의 요구 물성에 적합한 성능을 보여야 하므로, 롯데케미칼에서는 제품 물성에 맞는 다양한 촉매를 개발해 왔는데, 예를 들어, 배터리 분리막용 제품 생산에 필요한 촉매, 의료용, 식품용 제품 생산에 필요한 촉매 등을 개발하여 상업 적용하였거나, 적용 준비 중이다. 제품 물성에 적합한 촉매를 개발하기 위해서는 촉매 제조에 사용되는 원부 재료 및 제조 조건들을 조절해야 하고, Lab, Pilot, Plant 시생산 등의 개발 단계를 거쳐야 하므로, 본 발표에서는 롯데케미칼의 폴리올레핀 촉매 기술과 각 개발 단계 별 평가 결과를 공유하고자 한다.

심(교류)E금-2

저탄소 아크릴산 혁신공정개발 현황

이성규*
LG화학 석유화학연구소
(crdlee@lgchem.com*)

아크릴산은 일반적으로 적절한 촉매 존재 하에서 프로필렌이 산소와 반응하여 아크롤레인을 거쳐 아크릴산으로 전환되고, 반응기 후단에서는 아크릴산, 미반응 프로필렌, 아크롤레인, 불활성 가스 및 각종 반응 유기 부산물로 구성된 혼합 생성물 가스가 얻어진다. 아크릴산 혼합 생성물 가스로부터 순수한 아크릴산을 얻기 위하여 일반적으로 물을 아크릴산 가스의 흡수용매로 사용하고 있으며, 이렇게 얻어진 아크릴산 수용액을 적절한 공비용매를 사용하여 물을 공비증류를 통해 분리하게된다. 물을 흡수수로 사용하는 공정에서는 흡수에 사용된 물을 다시 증류하는데 많은 양의 에너지를 필요로 한다. 더욱이 공비증류공정에서는 물을 증류해내기 위하여 공비비(solvent ratio)만큼의 공비용매를 사용하기 때문 에너지의 사용이 더욱 커지게 된다. 당사 아크릴 혁신공정 개발의 큰 방향성은 흡수탑 흡수수 공급량을 획기적으로 줄여 TA(Total Acid) 농도를 높여서, 정제 시 에너지가 많이 소모되는 공비증류 단계를 삭제하여 흡수 이후 바로 저온 분리정제공정(결정화)에서 제품 생산 가능한 공정개발을 통해 탄소중립성장에 기여하고자 한다.

심(교류)E금-3

플랜트 산업 자동화 Needs와 현실적 한계

최희동*
SK어드밴스드
(heedong.choi@sk.com*)

2020년 이후로 제조 사업에 스마트팩토리 구축이 새로운 화두로 떠 올랐으며 특히 최근에는 AI, Machine Learning 기술을 활용하는 사례들이 등장하게 되었다.하지만 다양한 기술에 비해 실제 공장에 적용 가능한 분야는 제한적이며, 비용 대비 효과에 대해선 아직도 많은 의문이 있다.이에 플랜트 산업에서 필요한 자동화, DT 시스템의 Needs와 그에 해당하는 각종 기술들을 소개하고, 실제 현장 적용시 어떠한 문제점들이 발생되었는지를 소개하여, 현장과 기술들의 괴리를 이해하고, 더 나아가 현장에 필요한 기술 발전을 기대하고자 한다.

심(교류)E금-4

저탄소 프로필렌 촉매공정 개발

최재순*
LG화학
(jaesoonchoi@lgchem.com*)

Sustainability 메가트렌드로 급변하는 경영 환경에 대응하고, 성장 잠재력 높은 저탄소 시장 선점을 위해, 많은 석화기업들이 친환경 사업 중심으로 체질 개선에 나서고 있다. LG화학은 2050년까지 이산화탄소 순배출이 전혀 없는 Net Zero를 달성하고 신성장동력인 친환경 사업 리더십 위치 확보를 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 특히, 기초소재 부문에서는 재활용(Recycle), 생분해・바이오(Bio), 탄소저감 소재 중심으로 사업구조 전환을 가속화하고 관련 매출을 2022년 1조9000억원에서 2030년 8조원으로 확대해 나간다는 계획이다. 사업전략 실행을 뒷받침하기 위한 기술의 확보에도 적극적인 투자를 하고 있다. 본 발표에서는 LG화학 주요 사업 분야 중 하나인 프로필렌 밸류체인의 탄소발자국을 줄이기 위한 촉매공정 연구개발 활동을 몇가지 예를 들어 소개하고자 한다.

프로필렌 생산을 위한 유동층 프로판 탈수소 기술

박대성*
한국화학연구원
(dpark@krict.re.kr*)

프로필렌은 폴리프로필렌, 프로필렌 옥사이드, 아크릴로니트릴 등의 중요한 석유화학 제품의 플랫폼 원료이다. 프로판 탈수소(PDH)는 프로판에서 프로필렌을 직접 생산하는 상업적 공정 기술로서 에너지 소비 측면에서 현재의 대규모 프로필렌 생산 공정인 스팀 크래킹 및 FCC보다 환경적으로 선호된다. 현재 전세계에서 운영중인 대표적 PDH 상업공정은 Catofin 공정(고정층 반응기, Cr촉매)과 Oleflex 공정(무빙베드 반응기, Pt촉매)이 있으며, 추가적으로 유동층 반응기 기반의 PDH 기술이 개발 중에 있다. 유동층 PDH 공정은 강한 흡열반응에 필요한 에너지 공급과 빈번한 촉매 재생 프로세스를 가장 효율적으로 운영할 수 있고, 에너지 소비 측면에서 가장 우수하다고 알려져 있다. 본 발표에서는 한국화학연구원에서 개발 중인 유동층 PDH 신기술과 개발 중인 다른 유동층 PDH (FCDh 및 K-PRO) 기술의 차이점을 소개하고 촉매 개발을 위한 기술적 이슈 및 연구 개발 결과를 논의하고자 한다.

심(전문)M수-1

기업가치 창출을 위한 산업체와 대학의 협업 사례

최유성*
조선이공대
(usung12@cst.ac.kr*)

지역 특화 분야 전문인력양성 및 산업체 기술 개발을 통해 지역 현안 문제를 해결하기 위한 다양한 시도가 대학, 지자체 그리고 지역 거점 산업체를 중심으로 수립 운영되고 있다. 이에 지역 전문대학이 지자체 그리고 지역거점 산업체와 상호 유기적인 관계를 기반으로하는 산학협력사례를 소개하고자한다. 본 대학에서는 지역특화산업체와의 효과적인 교류를위한 기업지원센터(ICC:Industry Coupled Collaboration Center)를 구축하여 지역 특화산업을 효율적으로 지원 확대시키고있으며 더불어, 기업가치창출센터(ICVC:Industry Corporate Value Creation Center)를 운영하여 지자체와 대학의 정책 및 방향성이 효율적으로 기업에 뿌리내리고 유/무형적인 가치를 창출하는 다양한 모델을 제안 운영 중이다.

심(전문)M수-2

제약, 바이오 계열로의 취업을 위한 전문대학의 해양 미생물 유래 천연물학 교육 및 연구 제언

최병규*
동양미래대
(choibk4404@dongyang.ac.kr*)

최근 COVID-19와 같은 질병의 대유행과 인구 구조의 고령화가 급속도로 진행됨에 따라 신약 및 치료제의 수요도 증가하고 있어 제약 및 바이오 분야가 주목받고 있다. 그뿐만 아니라 제약 바이오 관련 기술의 발전으로 개인 맞춤형 치료 및 의학 분야의 중요성이 더욱 부각되어 관련 산업이 지속적으로 커지고 있다. 이에 전문인력을 양성하는 전문대학의 교육은 빠르게 변화하는 산업 현장이 요구하는 능력을 배양시켜 다양한 기업에 취업할 기회를 제공해야 한다. 전통 천연물학은 오랜 기간 인체에 미치는 약리작용과 생물학적 효과를 확인하고, 그 결과를 바탕으로 의약품을 개발하는 데 많은 도움이 되어왔다. 또한, 미생물과 해양 분야가 융합된 해양미생물 유래 천연물학은 새로운 의약품을 개발에 활용될 수 있는 가능성을 가진 분야로 여겨지고 있다. 따라서, 해양미생물 유래 천연물학 교육 및 연구를 통해 해양, 미생물, 천연물화학 등의 지식습득 및 현장 업무를 간접 경험하여 학생들의 전문성을 향상할 수 있을 것으로 기대한다. 본 발표에서는 해양미생물 유래 천연물학 전공을 바탕으로 제약, 바이오 계열로의 취업에 활용할 수 있는 교육과목 및 방법, 사례 등을 소개하고자 한다.

심(전문)M수-3

기업가치 창출 및 공용장비활용 사례 소개

이종민*
영남이공대
(jlee@ync.ac.kr*)

본 심포지엄에서는 전문대학에서 운영중인 ICC를 중심으로 한 관련 산업체 교류 기반의 경쟁력 강화 및 기업 가치 창출 사례를 소개하고자 한다. 이러한 사례 소개를 통해 산업체 수요를 반영한 교육과정 운영, 애로기술 지도 및 자문, 산학공동연구, 공용장비활용, 재직자교육과정, 가족회사 운영 등 지속가능한 공유, 협업 생태계를 혁신에 대한 정보를 공유 하고자 한다.

심(전문)M수-4

산업안전 실감형 콘텐츠 적용사례 연구

구수진*, 고광춘
한국폴리텍대학
(sjkoo@kopo.ac.kr*)

정보통신기술(ICT)을 기반으로 인간의 오감을 자극하여 유사한 경험을 제공하는 콘텐츠를 실감형 콘텐츠라 한다. 실감형 콘텐츠는 재난이나 우주여행처럼 비용이 많이 들거나 체험이 불가능한 상황을 간접적으로 체험할 수 있어 교육적인 측면에서 시·공간적 범위의 제한을 받지 않는다. 특히, 체험이 불가능한 상황에서도 학습자의 안전을 확보하기 쉬워 교육분야의 혁신기술로 부상하고 있다. 또한 학습자의 주도적 학습을 통해 학습내용을 체화 할수 있기 때문에 교육효과가 아주 높다. 본 연구에서는 국내최초로 한국폴리텍대학 석유화학공정기술교육원에 구축된 XR(확장현실)기반 산업안전콘텐츠의 실제 교육 적용사례를 분석하고 활용도 극대화를 위한 방안을 논의하고자 한다.

심(전문)M수-5

전문대학 직업교육과 캡스톤디자인의 연계

이화수*
동의과학대
(lhs0826@dit.ac.kr*)

2년제 공학교육을 담당하는 전문대학은 산업현장의 성실하고 협력하는 기술 인력을 양성하는 기관이다.직업교육의 완성도응 높이기 위하여 종합설계 교육으로 캡스톤디자인을 수행하고 있다.전문대학에서의 캡스톤디자인의 역활과 효율성을 고찰하고자 한다

심(일본)L금-1

Phase change core-sheath nanofiber membranes designed for personal thermal management

Chunhong Zhu*, Jiajia Wu, Hideaki Morikawa
Institute for Fiber Engineering (IFES), Shinshu University
(zhu@shinshu-u.ac.jp*)

Personal thermal management is an energy-saving approach for mitigating the growing energy crisis and global warming. Form-stable phase change materials are potential candidates for personal thermal management application, owing to the reversible stimuli-responsive, no energy consumption and precise thermal regulation properties. In this study, breathable and flexible textiles for personal thermal management were designed incorporating with phase change materials for absorbing and releasing latent heat using electrospinning technology. Results showed that the heat enthalpy was over than 100 J/g. Moreover, these textiles are also integrated of solar heating and the Joule heating functions, which can supply multi-driving resources, facilitate energy charging and storage, and expand the service time and application scenes.

심(일본)L금-2

A novel PNPG/PVDF composite membrane based bioinspired system for solar evaporation

Jian Shi*, Chunhong Zhu
Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University
(shi@shinshu-u.ac.jp*)

According to the report of World Meteorological Organization, there are at least 3.6 billion people worldwide each year at least a month facing the water shortage problem in 2018, and by 2050, the number is expected to rise to 5 billion. Water shortage seriously affects people's normal production and life. In recent decades, seawater desalination has become an effective measure. Solar desalination with environmentally friendly and energy efficient has attracted wide attention. In this work, a novel PNPG/PVDF photo-thermal composite membrane based bioinspired solar evaporation system was designed for solar desalination. The PNPG/PVDF composite membrane can flow on water like Amazon water lily and the photo-thermal conversion is mainly concentrated at the evaporation interface, minimizing the loss of heat conduction. Meanwhile, the micropores of the PNPG/PVDF composite membrane are conducive to the rapid escape of solar steam. As a result, the bioinspired solar evaporation system minimizes the loss of energy and balances the relationship of water evaporation, solar conversion and thermal regulation.

심(일본)L금-3

Aiming for a New Era of Titanium Dioxide-based Photocatalysts: Control of Morphology and Composition

Seung-Woo Lee*
University of Kitakyushu
(leesw@kitakyu-u.ac.jp*)

TiO_2 (titanium dioxides, titania) is one of the most studied semiconductors for a wide range of applications including photocatalysis, energy storage and conversion, and sensing. An important aspect in the preparation of TiO_2 is the development method of nanostructured TiO_2 with optimized shape and structure. Although there are many structurally distinct materials based on TiO_2, porous and hollow TiO_2 is an important new material that has been renewed in recent years in basic and applied research in the field of material science. Usually, novel porous nanostructured photocatalysts are being actively researched for highly efficient and environment friendly strategy. In order to highly activate the photocatalytic function, it is necessary to increase the catalytically active sites by increasing the porosity (i.e., specific surface area) and enhanced crystallinity. This presentation introduces our recent novel ways to develop unique TiO_2 materials that can be utilized for a broad spectrum of application.

심(일본)L금-4

자기 조직화 기술을 이용한 지속 가능한 겔 재료 개발

이지하*
히로시마대
(leejiha@hiroshima-u.ac.jp*)

고유한 특성을 갖는 신규 분자 재료를 개발하는 과정에서, 분자 간 및 분자 내의 초분자 상호작용을 고려한 분자 설계는 분자 구조뿐만 아니라 물성 제어에도 영향을 미칠 수 있다. 초분자 젤은 금속 이온과 유기 리간드 사이의 비공유 상호작용을 기반으로 하는 포획된 용매를 통해 다차원 네트워크를 형성한다. 그러나 초분자 상호작용만을 고려한 초분자 젤의 경우 고분자 젤과 비교해 기계적 물성이 상대적으로 약하다는 한계가 있다. 칼릭스[4]아렌은 대표적인 초분자 화합물 중 하나로, 그 중 1,3-얼터네이티드 형태를 이용하여 원하는 기능기를 분자 구조의 위와 아래에 도입할 수 있다. 4개의 히드라진 기반의 칼릭스[4]알렌과 2개의 알데히드 기반 다양한 유도체들과의 반응을 통해 기본 지지체를 형성하며, 이를 pH, 온도 및 광자극 반응을 활용하여 초분자 젤의 기계적 강도를 조절하는데 성공했다. 본 심포지엄에서 칼릭스[4]아렌을 기반으로 한 고분자-초분자 복합 젤의 상호작용 제어를 통해 젤의 기계적 강도를 조절한 연구 결과를 소개한다.

Gas sensors for health care and medical applications

Woosuck Shin*
AIST Japan
(w.shin@aist.go.jp*)

Detection of gas species in exhaled breath is a simple, non-invasive screening technique for early diagnosis of various diseases. However, the technique provides insufficient accuracy because the exhaled air has a mixture of inflammable gases and many volatile organic compounds (VOCs) at very low concentrations. To calibrate the gas concentration of the mixture gas without the use of a gas separation tools, such as linear discriminant analysis, principal component analysis (PCA), random forest (RF), and neural network (NN) algorithms, have been used. New detection systems, which incorporate multiple array type of gas sensors and modern data analysis technologies, can enable fast and precise monitoring of health condition at a low cost. In this presentation, the sensor devices and detectors with the nanoparticle technology, paste technology, and small high-temperature heater technology, developed in AIST are explained, and their various health care and medical applications are introduced.

고성능 전지를 위한 나노파이버 어프로치

김익수*
신슈대학
(kim@shinshu-u.ac.jp*)

최근 나노 파이버의 전지관련 이슈가 주목을 받고 있는 가운데 그 용도에 따른 개발이 활발하게 진행되고 있다. 본 강연에서는 PVDF 나노 파이버와 기반지지체 PET 박막의 조합으로 전고체 전지 전해질 지지막과 2차전지 분리막, 그리고 Proton exchange membrane fuel cells을 소개 하고자 한다. 이러한 에너지 관련 분야에 있어서 나노파이버의 특징과 장단점 등을 분석하고 앞으로 나노 파이버의 나아갈 지침을 제시하고자 한다.특히 최근 Science Advances지에 발표된 미국 에너지성이 지정한 목표치의 7배가 넘는 고내구성 연료전지용 박막의 개발에 대한 고찰과 Journal of Power Sources에 발표된 전고체전지의 전해질 지지막으로서의 나노 파이버의 역할과 실용 가능성에 대해서도 진단하고자 한다. 결론적으로 에너지 분야에 있어서 나노 파이버의 현주소와 연구동향을 파악하고 나노 파이버가 나아가야 새로운 길을 같이 생각하는 시간을 가지고자 한다.

심(공정)E목-1

화학공학에서 결정화기술의 활용

김우식*
경희대
(wskim@khu.ac.kr*)

결정화란 과포화의 기상 또는 액상에서 결정성 고체가 석출되는 현상을 말하는 것이다. 결정 석출은 결정핵생성 (crystal nucleation)과 결정성장 (crystal grwoth)이라는 기본과정으로 이루어지며 결정핵생성에 의해 여러 구조의 결정이 생성된다. 여기서 동일한 물질이 여러 결정구조로 생성되는 것을 다형체 (polymorphism)이라고 한다. 생성된 결정핵은 과포화 조건에서 성장을 통해 여러가지 모양 (morphology)의 결정으로 나타나게된다. 결정성장 과정은 과포화용액의 용질 분자 또는 원소가 결정 성장점 (kink)에 자기조립 (self-intergation)되는 방식으로 진행된다. 여기서 자기조립 과정에서 성장점은 분자인식을 통해 용질분자를 선택적으로 조립하게 된다. 이러한 특성으로 인하여 결정성장 과정에서 용액 내의 불순물을 배제하는 정제효과를 갖게되며 결정화가 산업에서 분리기술로 많이 활용되는 이유이다. 결정화기술은 화학공학에서 중요한 unit operation중 하나이며 제약, 정밀화학, 석유화학 및식품산업에서 널리 활용되고 있는 기술이다. 최근 첨단 전자소자 분야의 급속 발전에 따라 높은 기능성의 결정소재의 요구가 높아가고 있다. 따라서 본 발표에서는 결정화기술이 기존 산업을 넘어 첨단 화학산업에 활용될 수는 기술로서의 가능성을 보여주고자 한다

심(공정)E목-2

금속 및 반도체 나노결정의 형상제어 합성

장지웅*
금오공과대
(jwchang@kumoh.ac.kr*)

Metal and semiconductor nanocrystals plays a crucial role due to their distinctive optical and electronic properties and utilized in catalysis, sensors, photoelectronics, biological, and medical applications. Anisotropic nanocrystals exhibits shape-dependent and surface structure dependent properties beyond the size-dependent properties of nanocrystals. The theoretical frameworks for nucleation and growth of nanocrystals employs conventional crystallization theories; however, there exists inherent dissimilarities between conventional crystallization materials and metal/semiconductor nanocrystals. Despite the inherent differences, both materials share fundamental propensity and behaviors in terms of nucleation and crystal growth Additives such as solvents, capping agents, shape-directing agents, and other reactants, which are impurities impact crystallization behavior in the point of crystallization, play important role in synthesis of anisotropic nanocrystals. We present synthetic methods of tuning anisotropic metal and semiconductor nanocrystals through the incorporation of additives.

심(공정)E목-3

고급 SCADA시스템 상용화 및 실 적용 사례

성수환*, 임창규, 이동호
경북대
(suwhansung@knu.ac.kr*)

All-in-one 자동화 소프트웨어인 PROMONICON은 P-Bridge와 P-Automation으로 구성되는데 P-Bridge는 PLC, DCS, SCADA, stand-alone PID, commercial controllers, MFC, inverter, and third-party systems like data acquisition system (DAS) and manufacturing execution system (MES) 등의 자동화 장비로부터 공정 데이터를 읽고 쓰는 역할을 한다. 다양한 통신 방법(OPC, TCP/IP, UDP/IP, Serial, File I/O, ODBC) 및 통신 프로토콜을 구현할 수 있어 호환성이 좋고 그 적용 범위가 넓다. P-Automation은 공정 데이터 저장, 다양한 제어 로직 (PID, PIDA, Gain Scheduling, Cascade, APC, Batch Control, TBB0 Control), PID/PIDA Autotuning, 공정 모델링, 알람, 원격 제어 및 모니터링, Script programming, Sequence Control, 가상 공정, 최적화, 공정 diagram 기반의 공장 운전 등의 기능을 제공한다. 또한 영상처리 기능도 제공한다. 본 발표에서는 단결정 성장로의 직경, 인장속도 제어, 시멘트 배합 공장의 개근 자동화 및 운전 자동화, 접착제 생산 공장 자동화, 다품종 고분자 생산 공장 자동화, 연구실 자동화 등에 대한 응용사례와 주요 PROMONICON기능에 대해 발표하고자 한다.

심(공정)E목-4

Scale-up of Dry Reforming of Methane (DRM) Processes via Predictive Modelling

김도연*
LG화학
(doyeon.kim@lgchem.com*)

A dry reforming of methane (DRM) process is an attractive method that simultaneously utilises methane (CH4) and carbon dioxide (CO2) to produce industrially useful synthesis gas. Currently, in industries, synthesis gas is primarily produced using steam or oxygen as oxidants. However, the DRM process has the potential to contribute significantly to reducing greenhouse gas emissions. Nevertheless, the DRM process faces challenges due to its high endothermic nature and high reaction temperatures. Particularly, issues such as rapid catalyst deactivation, especially due to coke formation, have made it difficult to apply this process on an industrial scale. The purpose of this research is to develop a process that enhances the stability of the DRM process for commercialisation while maximising the efficiency of the reactor via developing a predictive model based on lab-scale observations. The developed model has been validated against bench-scale data and then using it to explore the optimal conditions for the pilot reactor.

화학공학신소재 연구정보센터-30년간의 연구정보제공

강정원*
고려대
(jwkang@korea.ac.kr*)

화학공학 신소재 연구정보센터(www.cheric.org)는 1995년 고려대 양대륙 교수의 노력으로 탄생하였으며, 이후 약 30년에 이르는 긴 세월동안 화학공학 및 신소재 분야의 연구정보를 연구자, 교수 및 학생들에게 제공해 왔다, 이 센터에서는 최신 연구정보, 뉴스, 교육자료, 서지정보, 술어 DB 등 화학공학과 신소재 분야의 다양한 정보를 제공해 왔다. 많은 내용 중에서 특히 열역학 물성 데이터베이스로서 KDB (Korean thermophysical properties Data Bank)는 세계 유명 대학의 도서관 및 각종 저널, 문헌 등에서 인용되어서 전세계에서 널리 활용되는 핵심정보로 발돋움해 왔다. 본 발표에서는 화학공학 연구정보센터의 약 30년간의 성과를 간략히 설명하고 열역학 물성 데이터 중심으로 현재 진행되고 있는 몇가지 연구성과들에대하여 소개하고자 한다.

Batch-type reverse osmosis의 발전 동향 및 담수화 시스템 실 적용 사례

박기호*
전남대
(kiho138@jnu.ac.kr*)

Batch-type reverse osmosis (RO) is one of the most energy-efficient desalination systems achieved by gradually increasing the applied pressure, unlike continuous RO. Its high energy efficiency results from minimizing irreversible energy losses during pressurization, facilitating low-energy desalination. However, the complex structure of batch-type RO hinders its practical application in groundwater and seawater desalination. In this study, we review the current advancements in large-scale implementation of batch-type RO. We compare and analyze two distinct types: the free-piston and flexible-bladder designs. Key performance indices, such as energy consumption and water production rate, are discussed in their current states. Furthermore, we introduce a new configuration of batch-type reverse osmosis known as hybrid semi-batch/batch RO (HSBRO), aiming to enhance design flexibility and applicability.

심(위젯)M수-1

정삼투 공정을 위한 유도 용질로서 다른 알킬기를 포함하는 이중 감응성 이온성 액체 개발

조연수, 강효*
동아대
(hkang@dau.ac.kr*)

Imidazolium-based magnetic ionic liquids (MILs) with dual responsiveness, a series of 1-alkyl-3-methylimidazolium tetrachloroferrates (C_n-$FeCl_4$, n = 4, 8, and 12, where n denotes the number of carbon atoms in the alkyl group of 1-alkyl-3-methylimidazolium), were synthesized to assess their ability as smart draw solutes for forward osmosis (FO). The recovery properties and FO performance of C_n-$FeCl_4$ were investigated extensively. The lower critical solution temperature (LCSTs) of the C_4-$FeCl_4$, C_8-$FeCl_4$, and C_{12}-$FeCl_4$ draw solutions at a concentration of 20 wt. % were approximately 76, 43, and 55 °C, respectively. The respective calculated magnetic susceptibilities of MILs were 5.92×10^{-5}, 4.53×10^{-5}, and 4.12×10^{-5} emu cm^{-3} at 300 K. Moreover, when the concentration of the draw solution was 20 wt. %, the water flux of C_8-$FeCl_4$ was approximately 17.30 LMH in active layer facing draw solution (AL-DS) mode. Therefore, for the first time, we studied the effect of the structural transformation of MILs on draw solute properties and examined its applicability as draw solutes for FO processes.

심(위젯)M수-2

고흡수성 수지 내에서 합성 경로에 의존하는 테트라하이드로퓨란 하이드레이트의 수소 포집 거동

김민경, 이재철, 이준형, 박소희, 안윤호*
숭실대
(yhahn@ssu.ac.kr*)

온실가스에 의해 지구 온난화가 가속화되면서 기존의 전통적인 화석연료에서 친환경적인 수소로의 에너지 패러다임이 변화하고 있다. 수소는 온실가스 배출이 없는 청정한 에너지원으로 향후 수소사회 구축을 위하여 생산, 수송, 저장 등에 관한 기술 연구가 활발히 이루어지고 있다. 가스 하이드레이트란 물 분자들의 수소 결합으로 형성된 격자 내에 가스 분자를 포집하는 가스 저장매체 중 하나로 주 구성성분이 물로 이루어져 연소 시 물만 배출하는 매우 친환경적인 저장매체라고 할 수 있다. 하지만, 가스 하이드레이트를 수소 저장매체로써 활용하기 위해서는 형성 조건 및 형성속도 향상에 관한 연구가 필수로 수반된다. 본 연구에서는 열역학적 촉진제인 Tetrahydrofuran(THF)와 동역학적 촉진제인 고흡수성 수지(Superabsorbent Polymer, SAP)를 활용하여 THF 수용액의 초기 상에 따라 합성 경로를 달리하여 THF-수소 하이드레이트를 형성하고 형성속도 및 수소 저장 거동을 확인하였다. 더하여, 시간에 따른 압력 거동과 XRD, Raman spectroscopy를 통해 입자크기가 시스템의 형성속도에 미치는 영향과 구조 및 cage occupancy를 확인하였다.

심(위젯)M수-3

구조적 유사성 기반의 자가조립을 이용한 수질 내 폐의약품의 선택적인 감지와 포집 기술

박정연*, 이서연, 이제현, 이지은, 김용주
고려대
(goda0424@korea.ac.kr*)

Disposal of pharmaceutical wastes into sewers or landfills can negatively impact the environment and human health, such as ecological disruption and the emergence of super bacteria due to antibiotic resistance. To solve these problems, research on the removal of pharmaceutical waste in rivers has been conducted. However, it has been limited to requiring complex separation processes. In this study, pollutant drug carrier (PDC) molecules based on 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) polymer were synthesized via EDC coupling, and then the polymer absorbent was produced with cellulose. PDC can selectively capture the target drugs by utilizing non-covalent binding between the drug and PDC molecules. Furthermore, a system for detecting pharmaceutical waste was constructed.

심(위젯)M수-4

나무 수종별 무선 센싱 데이터 특성 비교 연구

김도경*
홍익대
(abcwyx3085@daum.net*)

기존의 스마트팜 기술은 주로 대기 온도나 습도와 같은 기후 환경 데이터를 수집한 후 수목의 건강상태나 농작물의 생산성을 연관짓는 연구가 많았지만 수목 자체를 대상으로 하는 센싱 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 저전력 배터리로 동작되는 센싱 장치를 소나무, 밤나무, 느티나무, 고로쇠나무에 설치한 후 LoRa (Long-Range) 무선 통신 기술을 이용하여 장기간 무선으로 센싱 데이터를 수집하였으며 이렇게 수집한 센싱 데이터로부터 평균값, 표준편차, 최소값, 최대값, 평균절대편차값 등 100여개 이상이 특징값(feature)을 추출한 후 수종간 비교하였다. 분석 결과, 4종의 수목간 센싱 특징값에 있어 현격한 차이가 있음을 확인하였으며 단 2개의 특징값 조합만으로도 수종을 어느정도 잘 구분할 수 있음을 발견하였다. 또한 의사결정트리 모델을 이용하여 특징값 데이터들로부터 수종을 성공적으로 구분할 수 있었다. 해당 4종의 수목간, 시간별 센싱 특징값을 비교 분석한 최초의 연구사례로 향후 다양한 수목의 센싱 특성을 밝히는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

심(위젯)M수-5

버려지는 포장용 발포재를 이용한 계층적 구조의 탄소 재료 이차전지 음극재 제작

박수아, 문승재, 이용승, 이효진, 최달수*
명지대
(dalsuchoi@mju.ac.kr*)

배달 시스템과 온라인 쇼핑이 활성화되며 발포 플라스틱의 사용량은 꾸준히 증가하는 추세이다. 하지만 발포 플라스틱은 내부에 공기가 차있는 구조적 특징으로 인해 분리배출을 하더라도 파쇄가 불가능하므로 적절한 처리 방안이 요구된다. LIB는 가장 많이 사용되는 이차전지이지만 매장량이 한정적이며, 제조 비용이 높다는 단점이 있어 대체재에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 그중 SIB는 LIB와 유사한 충방전 메커니즘을 가져 LIB의 대체재로 많은 관심을 받는 이차전지의 한 종류이다. 또한 Na+의 크기가 Li+의 크기보다 크기 때문에 기존에 사용되던 흑연질 음극재 대신 안정적이며 층간 간격이 넓어 부피변화를 수용할 수 있는 hard carbon이 SIB의 음극재로 주목받고 있다. 따라서 본 연구에서는 3대 발포 플라스틱 중 하나인 Polyethylene(PE) 발포재를 전구체로 선정하고, 발포 플라스틱의 구조적 특징을 이용하여 PE 발포재의 형태를 유지한 채로 탄소재료로 전환시켜 SIB 음극재용 탄소 재료를 제작하고자 한다.

심(위젯)M수-6

B. subtilis 포자 표면 발현 기술을 이용한 생물학적 흡착제의 중금속 흡·탈착 시스템 개발

최수빈, 김준형*
동아대
(june0302@dau.ac.kr*)

Heavy metal adsorption using biological materials can be a safe and environmentally alternatives to removing heavy metals harmful to the human. Therefore, research on effective and sustainable removal methods is continuously being conducted. In this study, we report removing heavy metal using Bacillus subtilis spore surface display system. We used CotE protein as an anchoring motif because of its high abundance and location in the outer coat layer. And we inserted His12 (double histidine 6 tag) at the C-terminal end of anchoring motif. We confirmed the surface expression of the CotE-His12 fusion protein using flow cytometry. We tried Cu^{2+}, Ni^{2+} and Cd^{2+} adsorption with recombinant spore DB104 (pCotE-His12) and DB104 spore. Then, desorption was attempted by adjusting the pH according to the pka value of the imidazole group of histidine. As a result, the effect of the characteristics of histidine molecular structure on the adsorption mechanism of recombinant spores was confirmed. This means that our spore displayed His12 system can be generally applied for the removal of various kind of heavy metals in the field.

심(위젯)M수-7

폐자원 기반 촉매와 폐유지를 활용한 바이오디젤의 생산

조정현, 윤지민, 전채윤, 김수민, 정지철*
명지대
(jcjung@mju.ac.kr*)

동·식물성 원료에서 생산되는 바이오디젤은 경유에 대한 환경친화적인 대안으로 주목받고 있다. 현재 국내에서는 바이오디젤이 경유에 3.5%만큼 혼합되어 사용되고, 혼합 비율은 2030년까지 8%로 확대될 예정이다. 그러나 이러한 바이오디젤 보급 활성화는 불안정한 원료 수급과 원료유 가격 급등 문제를 동반한다. 따라서 원활한 연료유 공급을 위해서는 폐유지를 활용하는 바이오디젤 합성 기술의 개발이 필수적이다. 바이오디젤은 염기 촉매를 사용하는 원료유 내 중성지방의 전이에스테르화 반응을 통해 합성된다. 이때 폐유지를 원료로 활용 시, 높은 유리지방산 함량으로 인해 반응 도중 지방산염이 형성되어 바이오디젤의 수율이 감소한다. 따라서 전처리 공정으로 산 촉매를 이용하여 유리지방산을 바이오디젤로 전환하는 에스테르화 반응의 수행이 필요하다. 기존 연구들에서는 NaOH와 H2SO4 수용액과 같은 균일계 촉매들이 주로 사용되었지만, 균일계 촉매는 폐수 발생과 촉매 재사용의 어려움 등의 문제점이 존재한다. 본 연구에서는 폐유지를 활용한 바이오디젤 합성용 불균일계 고체 산·염기 촉매를 개발하고자 하며 경제성을 제고하기 위해 폐플라스틱과 폐굴껍질을 활용하여 촉매를 제조하고자 한다.

심(위젯)M수-8

자외선 차단 및 피부 온도 조절이 동시에 가능한 선스크린용 픽커링 구조 상전이 캡슐 개발

박지윤, 이주형*, 김연경, 송치민, 이현지
명지대
(ljbro@mju.ac.kr*)

자외선 차단제와 태양 복사선과의 상호작용의 결과로 발생하는 열을 잠열 형태로 흡수하여 선스크린이 도포된 피부에 열적 관성을 부여하며, 피부 온도 상승을 크게 지연시킬 수 있는 코어-쉘(Core-Shell) 또는 픽커링(Pickering) 구조의 새로운 종류의 선스크린용 유무기 복합 조성물을 개발한다. 또한, 이를 포함한 선스크린의 자외선 차단 및 피부 온도 조절 능력을 증명한다.

심(위젯)M수-9

펄스 레이저 시스템을 활용한 친환경 그래핀 합성 및 수소 에너지 전환용 촉매로 응용

이예령, 최명룡*
경상국립대
(mychoi@gnu.ac.kr*)

Hydrogen energy acts as a substitute for fossil fuels, and when converted into electricity or heat, it emits no greenhouse gases or particulate matter, making it a subject of extensive research. This study introduces a novel approach to synthesize a dual laser pulse pattern hetero-interface composed of Co/rGO (reduced graphene oxide) nano-sheets using the PILL (Pulsed Laser Irradiation in Liquid) process. Graphene-based heterogeneous structures have been utilized in various electrochemical energy conversion applications due to their unique characteristics, including conductivity, electron transport, and hole effects. Our work highlights the potential of the dual laser pulse strategy, dynamic surface restructuring, and their promising correlation with active OER (Oxygen Evolution Reaction) catalysts, paving the way for advancements in various energy technologies.

심(위젯)M수-10

카본나노튜브 - 셀룰로오스 생분해성 복합 소재를 이용한 고효율 전고체 배터리용 양극 집전체 개발에 관한 연구

박세정, 윤창훈*, 류보은 , 박성연, 손서영
전남대
(chyun2020@jnu.ac.kr*)

The safety of and electric vehicles has recently been cited as a stumbling block in the battery industry. Instead of lithium-ion batteries (LIB) composed of commercially available combustible organic liquid electrolytes, nonflammable all-solid-state-batteries (ASSBs) are attracting a lot of attention. At the same time, many studies are being conducted to achieve high-capacity ASSBs. Among the key elements of the ASSB, the current collector (CC) that transmits electronic energy and affects battery performance. As a CC, carbon-based materials have recently been in the spotlight because of their efficient and stable operating characteristics. Carbon nanotubes, in particular, were desirable as battery materials due to their special electrical characteristics, but it is difficult to ensure uniformity when aligned in large quantities. In this work, we successfully realized a CC using a composite with cellulose and carbon nanotubes. The composite was confirmed through an field emission scanning electron microscope (FE-SEM), and the application to the ASSB showed that the composite film improved capacity and stability during the discharge capacity retention.

심(위젯)M수-11

초음파 감응형 소재를 통한 암세포 내 산화환원 붕괴

하민지, 이정진, 박재형*
성균관대
(jhpark1@skku.edu*)

암세포는 정상 세포보다 활성산소종의 기저 수준이 높아 활성산소의 농도 증가에 더 민감한 특징을 지닌다. 이에 암세포 내 활성산소종의 농도를 극대화하여 암 특이적 세포사멸 유도가 가능한 초음파역동치료에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 초음파역동치료에서 활성산소종의 발생은 초음파감각제의 활성화에 기인한다. 그러나 기존 초음파감각제의 경우, 생체 내 안정성이 낮고 초음파 조사 시 충분한 양의 활성산소종을 생산할 수 없어 임상으로의 응용에는 한계가 있었다. 이에 본 연구에서는 초음파역동치료의 낮은 활성산소종 발생 효율을 극복하고, 표면의 poly(ethylene glycol)(PEG) 개질로 생체 내 안정성을 확보하는 적철광 기반의 다공성 실리카 나노소재(P-HMSN)를 고안하였다. 세포 수준 안정성 평가와 관련된 실험들을 통해 P-HMSN의 생체 내 안전성을 확인하였고, P-HMSN이 초음파에 노출되었을 때 유효하게 많은 양의 활성산소종을 생성하여 암세포를 효과적으로 사멸시킴을 확인하였다. 이를 통해, 본 연구에서 개발된 P-HMSN은 초음파 감응 활성산소종의 발생으로 암세포 특이적 제거를 이룰 수 있어 뛰어난 항암 효능을 가질 것으로 기대된다.

심(위젯)M수-12

간단한 표면처리법을 통해 전기차의 전비 향상을 위한 고기능성 나노첨가제 제조

김하영, 윤창민*
한밭대
(cmyoon4321@hanbat.ac.kr*)

As the importance of eco-friendliness increases, the demand for electric vehicles (EVs) is also increasing. Unlike internal combustion vehicles, EVs utilize battery coolants and motor decelerator oils to extend its lifespan. Therefore, properties like thermal conductivity and friction prevention in oil are significant factors in preventing abrasion and increasing the safety of EVs. In this study, multi-functional nano-additives are fabricated by incorporating inorganic and organic materials. For the former, SiO_2 is fabricated via the Stöber method to decrease the friction area. For the latter, reduced graphene oxide (PrGO) is synthesized by plasma treatment to effectively transfer heat. As-prepared SiO_2 and PrGO are combined using a silane coupling reaction (S-SiO_2/PrGO). As a result, dispersing S-SiO_2/PrGO in oil increases the thermal conductivity and dispersion stability by 20.1 and 20.0%, while decreasing the coefficient of friction by 38.9%. Hence, the study presents a facile method to effectively increase the performance of oils in EVs.- 본 연구는 2023년도 정부재원(과학기술정보통신부 여대학원생공학연구팀제 지원사업)으로 과학기술정보통신부와 한국여성과학기술인육성재단의 지원에 의한 연구임 (202301540001)

심(위젯)M수-13

마약 검출을 위한 무기나노입자-단백질 복합체 제조 및 분석

최유림, 윤상빈, 이규원 , 한상민 , 나현빈 *
명지대
(hyonbin@mju.ac.kr*)

Recent research aims to minimize the societal impact of drug abuse through rapid and accurate drug detection methods. The widely used enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) quantitatively detects antigens through enzyme binding but faces complexity and environmental safety issues. Gold nanoparticles, with their localized surface plasmon resonance (LSPR) for antigen detection, address the limitations of ELISA. In this study, we synthesized a gold nanoparticle-antibody complex as a signal transducer, replacing enzymes due to the high stability of gold nanoparticles. This complex was applied to a well plate-based immunoassay, confirming selective reactions with cocaine. Therefore, the plasmonic immunoassay platform using the gold-antibody complex could detect antigens through quantitative analysis.

심(위젯)M수-14

검은색 라이다 인지형 이중 중공구조 나노입자의 설계 및 자율주행차량용 도료로의 응용

김지원, 윤창민*
한밭대
(cmyoon4321@hanbat.ac.kr*)

In this study, black-colored double-shell hollow nanoparticles are synthesized for improved recognition by the LiDAR sensor. Firstly, double-shell nanoparticles (DS-NPs) are fabricated using a repetitive series of Stöber and TTIP sol-gel methods. Subsequently, black-colored double-shell hollow nanoparticles (BDS-HNPs) are prepared by reducing the external titania shell of DS-NPs using $NaBH_4$, followed by etching the silica core. As-synthesized BDS-HNPs are employed as hydrophilic black paint and applied onto a glass substrate to examine the near-infrared (NIR) reflectance for the practical LiDAR application. As a result, BDS-HNPs-based paint exhibits an outstanding NIR reflectance of 34.5 R% and a similar blackness compared to carbon black. Such high reflectance is attributed to the formation of double-shelled structures and differences in refractive indices between air and titania. Accordingly, the invention of the novel LiDAR-detectable material may have the potential to substitute a conventional carbon black material for autonomous vehicles.-본 과제(결과물)은 2023년도 정부재원(과학기술정보통신부 여대학원생 공학연구팀제 지원사업)으로 과학기술정보통신부와 한국여성과학기술인육성재단의 지원을 받아 연구되었습니다. (No. 20231530001)

심(위젯)M수-15

액체수소탱크 열손실 최소화를 위한 극저온 단열 GFRP

정아람*
부산대
(gjs1584@naver.com*)

수소는 화석 연료를 대체할 차세대 에너지원으로서 우주에서 가장 풍부한 자원으로 화석 연료와 달리 고갈의 염려가 없다. 또한 국지적으로 존재하지 않으므로 전 세계 각국의 에너지 자립 및 안보가 가능하여 내연기관 대비 각광을 받고 있는 친환경 에너지, 수소를 이용한 운송 시스템 구축이 각광받고 있다. 특히 액체수소는 수소 가스를 매우 낮은 온도로 냉각해 액화한 형태로 기체 형태 대비 부피가 800배 작기에 동일한 체적에서 기체수소보다 상대적으로 많은 양의 수소를 저장할 수 있어 에너지 효율이 높다. 이러한 액체수소의 효율적인 운송을 위하여 -253 ℃ (수소의 액화 온도)의 극저온 환경에서 높은 단열성능을 보이는 소재가 상용차 부품 소재로써 적합하다. 현재 액체수소 저장용기에 사용되고 있는 스테인리스는 기계적 물성이 우수하지만 단열성능이 낮아 열손실이 많이 발생하고 있는 추세다. 따라서 극저온 환경에서의 우수한 단열 성능 및 기계적 물성을 가진 새로운 소재 개발에 관한 연구가 필요하다.섬유강화 복합재료 (Fiber reinforced plastic, FRP)는 경량성 및 우수한 기계적 물성을 지녀 다양한 산업 분야에 사용되고 있다. 특히 유리섬유 강화복합재료 (Glass fiber reinforced plastic, GFRP)는 열전도도가 낮아 단열 성능이 필요한 우주 항공, 조선 및 건축 분야에 적용되고 있다. 액체수소 저장용기의 기존 소재인 스테인리스를 대체하여 낮은 열전도도와 기계적 물성이 우수한 특성의 GFRP를 새로운 소재로 채택하였다. 이에 단열 입자인 중공유리구

심(위젯)M수-16

태양광 물 분해 수소 생산을 위한 Zn/Ni/Cd ZIF 광촉매 제조

김주현, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

Solar energy has garnered considerable attention as a sustainable solution to meet future energy demands. Among the promising contenders, Zeolitic Imidazolate Frameworks (ZIFs) stand out as a subset of Metal-Organic Frameworks (MOFs), comprising transitional metals and organic imidazole compounds. ZIFs exhibit remarkable attributes, including high crystallinity, porosity, surface area, and exceptional chemical stability. Nevertheless, the practical utilization of ZIFs faces a challenge due to their wide band gap. The distinctive characteristics of ZIFs are profoundly influenced by the choice of transitional metal and resulting structural configuration. To address this issue, the current study focuses on the synthesis of trimetallic ZIFs, leveraging zinc, nickel, and cadmium precursors, with the aim of narrowing the band gap. The synthesis of the ZIFs structure employs a precipitation method, which is subsequently evaluated for its hydrogen production performance using gas chromatography.

심(위젯)M수-17

과산화수소 생산을 위한 폴리도파민/TiO_2 광촉매의 산소환원 반응

이수진, 구민수*
동아대
(sbgms@dau.ac.kr*)

Hydrogen peroxide(H_2O_2) is gaining prominence in future industries as an environmentally friendly oxidant and liquid fuel. A photocatalytic method for H_2O_2 generation involves the two-electron oxygen reduction reaction(ORR) driven by solar energy. In this paper, we propose an advanced titanium dioxide(TiO_2) photocatalyst containing catechol groups based polydopamine(PDA) for high-performance H_2O_2 production. PDA layer on the surface of TiO2 exhibited a superior performance(1835 μmol/g), surpassing the individual capabilities of pure TiO2(311 μmol/g) or PDA(1545 μmol/g) by reducing the rate of H_2O_2 decomposition of TiO2. Notably, TiO2@PDA demonstrates enhanced efficiency without an external electron donor, indicating efficient charge carrier separation which more advanced from previous researches. Furthermore, the inability to produce H_2O_2 in the absence of light or oxygen validates the reliance on solar energy-driven ORR reactions. The proposed TiO2@PDA catalyst is anticipated to provide new opportunities for future-oriented H_2O_2 production, boasting high production capacity, low decomposition efficiency, and long-term stability.

심(위젯)M수-18

High Capacitance Supercapacitor Formed via Double Filtration of Quasi Solid Polymer Electrolyte into Carbon Based Electrode

김은수, 김재균 [1]*
한양대; [1]한양대
(jaekyunkim@hanyang.ac.kr*)

For the demand of supercapacitor with higher energy density as the next-generation energy storage devices, various research has been focused on developing a large surface area, high-capacity, and mechanical stable characteristics. Ink formulation carbon-based compound electrode is new strategies from the benefit of efficient fabrication process. Hybrid compound which was consisted of carbon-based materials can effectively obtain a high surface area and conductivity without increased resistance due to oxidation and complex processes. We prepared high-performance electrode using carbon-based material (Activated carbon, Carbon black, Grpahene), binder (polyvinylidene fluoride, PVDF) in N-methyl-2-pyrrolidone (NMP) solvent. The free-standing electrode used in supercapacitor was obtained by peeling off the carbon-based electrode film from the polyvinylidene fluoride (PVDF) membrane through vacuum filtration. The QSPE was vacuum-filtered in order to completely infiltrate the electrolyte into the filtered electrode.

화학공학일반

화학공학일반(부문위원회)-구두 발표 169

화학공학일반(부문위원회)-포스터 발표 232

O고분C금-1

Water droplet templating method for fabricating polydimethylsiloxane sponge as an oil sorbent

이승현, 이건우, 류정기, 이동욱*
울산과학기술원
(dongwoog.lee@unist.ac.kr*)

Porous polymers have attracted considerable attention in many areas, including filtration and sorption materials because of their versatile applications. However, conventional manufacturing techniques consume a lot of energy and use harmful substances, resulting in a negative environmental impact. To ensure a sustainable future, it is essential to develop manufacturing methods that are effective, fast, and minimize environmental impact. Herein, we developed a water droplet templating technique for fabricating a polydimethylsiloxane (PDMS) sponge. The method uses surfactant-free water droplets as templates, generated by a typical spray machine, and ultraviolet light to cure the PDMS prepolymer, thereby resulting in an effective fabrication method of PDMS sponge. The fabricated porous PDMS sponge exhibited a high porosity of 80.8% and a high dichloromethane absorption capacity (~27.3 g/g). This study introduces a fast, simple, and environmentally friendly approach to producing porous polymers, addressing the limitations associated with conventional techniques.

O고분C금-2

동적 수소 결합을 생성하는 과분지형 폴리글리세롤에 의한 얼음 성장에 대한 야누스 효과 동적 수소 결합을 생성하는 과분지형 폴리글리세롤에 의한 얼음 성장에 대한 야누스 효과

원태경, 이상엽[1], 김민성[2], 김병수[2], 안동준*
고려대; [1]KU-KIST융합대학원; [2]연세대
(ahn@korea.ac.kr*)

Water freezing is a commonly observed natural phenomenon; however, ice growth and recrystallization can critically damage living organisms. To survive this freezing threat, nature has evolved to produce antifreeze proteins (AFPs) with specific amino acid sequences that induce the Kelvin effect. On the contrary, ice-binding surfaces can also lead to heterogeneous ice nucleation when the appropriate chemical and dimensional aspects are satisfied. In this study, a new phenomenon describing the Janus effect on ice growth by hyperbranched polyglycerols, which can align the surrounding water molecules, has been identified. Even with an identical polyglycerol, we not only induced to inhibit ice growth and recrystallization, but also to promote the growth rate of ice. To analyses the control of ice growth and recrystallization, phenomena were observed with the 1-directional freezing and the splat method, through molecular simulation, we found that the behavior at the water/ice interface varies depending on the concentration of the polymer.

O고분C금-3

Anti-Inflammatory Electrical Stimulation Therapy with Highly Conductive Chronic Wound Healing Iontronic Patch

김보경, 신종찬[1], 임준우[2], 김주성, 김지홍, 정재현[2], 이민재[1], 김도환*
한양대; [1]군산대; [2]숭실대
(dhkim76@hanyang.ac.kr*)

Human skin wounds can recover over time by the endogenous electric field (EF) but often become chronic due to aging, systemic disorders, and traumatic injury. Proposed as a therapeutical modality for chronic wounds, electrical stimulation (ES) therapy uses electrical current via electrodes placed on the skin near the wound to enhance EF. However, conventional metallic electrode-based ES therapy is constrained to create an anti-inflammatory microenvironment and makes it difficult to provide a moisture condition for growth factors proper functioning can be detrimental to healing. Here, we introduce the superabsorbent patchable hydrogel electrode (SaPhe), an ionically conductive biopolymeric hydrogel that induces ionic polarization-driven EF between the wound and the patch. Notably, efficient charge injection and long-term stability of SaPhe are achieved through high quantities of ion dissociation and material interactions, respectively. We believe it can present the next-generation chronic wound healing management system.

O고분C금-4

Coarse-grained Simulation Study on Experimentally Measured Colloidal Debye Force

조유미, 고은민, 이향미[1], 김용우[1], Chetan Revadekar[1], 최규환[1], 박범준[1], 곽상규[2]*
울산과학기술원; [1]경희대; [2]고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

The dipole-induced dipole (D-I) interaction, or Debye interaction, between colloidal particles at fluid-fluid interfaces is intriguing due to its prevalence in soft materials. The separation of asymmetric surface charge across the liquid-liquid interface gives rise to a D-I interaction, resulting in the formation of a permanent perpendicular electric dipole that can be explained with fixed dipole-dipole interaction model. To clarify this unclear D-I interaction, we aimed to theoretically elucidate it using Coarse-grained molecular dynamics (CGMD) simulations. With the P^i_1 particle at the oil-water interface and P_2 in water, asymmetric ion distribution formed an interface dipole, inducing ion reorganization in water. We observed that separated particles were drawn together via D-I interactions (long-range), with van der Waals forces becoming dominant upon dimer formation (short-range). Similar phenomena were observed in the trimer system. In contrast, particles in a water-only environment lacked asymmetric ion distribution, preventing attraction and dimerization. To this end, the pivotal role of D-I interactions in forming multimer of colloidal particles was

O고분C금-5

고분자 복합수지의 Creep Curve 예측을 위한 멀티 스케일 데이터 분석 및 FNN 모델 설계

손진경, 이재욱, 신동일*
명지대
(dpshin@gmail.com*)

소재 분야에서 주요 과제는 사용 조건에서 정확한 물성 및 거동을 예측하는 것이다. Creep curve는 시간에 따른 소재의 변형을 나타내는 지표로, 소재의 변형 및 파괴 특성을 평가한다. 기존 유변학적 creep curve 예측 모델은 제한된 데이터와 범용성으로 고분자 복합수지(PMC) 예측에 한계가 있다. 따라서 다양한 조성, 공정조건, 소재 특성을 종합적으로 고려하는 연구가 지속적으로 진행되고 있으며, 측정 시간, 비용을 줄이고 높은 정확도, 효율성을 요구한다. 본 연구에서 creep curve 데이터베이스를 구축 후, 데이터 생성기관에서 생성한 데이터를 정제하여 유효 변수를 추출하고, 클러스터링을 통해 구분하였다. 이후, 다양한 종류의 PMC에 대한 creep curve 데이터를 확보하고 물성 및 거동 데이터 사이의 상관관계 및 Creep curve 와의 추가적인 관계를 도출하였다. 모델의 학습과 범용성 확장, 성능 개선을 위해 1, 2차 크립선도의 선형회귀를 통해 계수를 추출하여 학습 데이터로 활용하여 FNN에 적용하였다. 모델의 성능 평가를 위해 R-squared를 사용하여 실제 측정값과 예측값의 오차를 확인하고 검증하였다. 그 결과, 고분자와 필러의 종류, 조성, 공정조건의 변화에 유연하게 대응하는 예측 모델을 설계하였고, 예측된 creep curve를 분석 및 해석하여 소재의 특성을 추출하며 탄성률 및 굴곡강도를 계산하여 제공하였다.

O고분C금-6

수계 환경에서의 polyether 기반 고분자 전해질의 다상 코아세르베이트

박상준, 최수형*
홍익대
(shchoi@hongik.ac.kr*)

Complex coacervation, a liquid-liquid phase separation, occurs when two oppositely charged polyelectrolyte solutions are mixed. This coacervation phenomenon is employed to describe a sub-compartmental condensed structure in a biological process. Although the molecular interaction between biomolecules leading to the multiphase separation is important to understand the behavior, much less is known about the factors to cause the coexistence of multiphase separation and thus the parameters to control the biological systems. In this study, a multiphase aqueous system is explored using model polyelectrolytes containing ammonium (A), guanidinium (G), and sulfonate (S) groups. We observed that a multiphase coacervates are formed within a droplet when A+S and G+S coacervates are mixed: A+S outer phase and A+G+S inner phase. The combination of NMR spectra and confocal optical microscopic images reveals the separation behavior and the polymer concentration in both domains as a function of salt concentration. Inner phase size, number, and cation ratio changed with A/G ratio. Furthermore, altering the total polymer concentration did not result in a change in the cation ratio of inner phase.

O고분C금-7

A rapid removal of gas bubbles at the gas evolution reaction electrodes through nanofibrillar superaerophobic hydrogel-embedding (HG)

박진우, 전다솜, 강윤석, 류정기, 이동욱*
UNIST
(dongwoog.lee@unist.ac.kr*)

For efficient hydrogen production, the fast removal of produced gas bubbles has always been a critical issue. To achieve this, researchers have focused on endowing aerophobicity to the electrodes by chemical and/or structural tuning. However, these methods are generally expensive, material-specific, and exhibit poor large-scale applicability. Herein, we introduce a revolutionary strategy, Hydrogel-embedding (HG), as an effective way of removing bubbles. HG substantially decreased the adhesion of gas bubbles and conferred bubble-repellent properties to the electrodes. As a result, the performance of Ni foam (NiF) electrodes with HG was dramatically increased for alkaline hydrogen evolution reaction, especially under realistically high-current conditions, even surpassing the performance of NiF modified with Pt/C. Furthermore, the HG strategy can be used generically for any type of gas-evolving electrode, providing a new method for accomplishing an efficient gas-evolution reaction.

O고분C금-8

고분자 복합 수지의 물성 예측을 위한 인공지능 모델 성능 개선에 관한 연구

한요셉, 김인*, 김성훈[1], 최우진, 박재성, 조남정
한국화학연구원; [1]한양대
(inkim@krict.re.kr*)

본 연구에서는 고분자 수지와 세라믹 필러, 탄소계 필러를 이용하여 열전도도 복합소재를 제조하고, 해당 소재의 조성, 공정, 그리고 다양한 물성 실험 데이터를 수집하여 열전도성 고분자 복합소재 데이터셋을 구축하였습니다. 해당 데이터셋을 활용하여 머신러닝 모델을 적용하여 여러 물성을 예측하였습니다. 예측에는 밀도, 열변형온도, 굴곡탄성율, 굴곡강도, 인장강도, 충격강도, 그리고 열전도도 등이 포함되었습니다. 예측 성능을 높이기 위해 먼저 원료정보와 제품정보를 기반으로 조성정보 데이터의 표현법을 다르게 하여 물성 예측을 수행하였습니다. 두 번째로 공정정보 데이터를 활용하여 물성 예측을 수행하였으며, 모델의 성능 평가에는 R2와 RMSE를 사용하였습니다. 또한, 모델 해석을 위해 피처 중요도를 분석하여 모델의 동작을 이해하는데 활용하였습니다. 이 연구를 통해 다양한 열전도성 고분자 복합소재 물성 예측에 데이터 기반 접근을 통해 실용적인 물성 예측에 기여하고, 산업 분야에 응용할 수 있는 중요한 정보를 제공하고자 합니다.

O고분C금-9

Reactive compatibilization of eco-friendly ethylene vinyl acetate(EVA)/microalgae polymer composite

양진훈, 홍정숙, 안경현*
서울대
(ahnnet@snu.ac.kr*)

There has been global attention towards microalgae as a third-generation biomass source. These micro-sized organisms offer a sustainable and cost-effective way for making biofuels, biopharmaceuticals, and food supplements. Furthermore, microalgae are also employed in polymer research. The first approach involves utilizing microalgae for polymer cultivation, and the second approach involves utilizing microalgae as an eco-friendly filler. However, the thermodynamic compatibility is poor due to the difference in hydrophilicity. This results in a decrease in the mechanical properties of polymer composites. This study focuses on enhancing the mechanical properties of microalgae-filled polymer composites by using peroxide. Dicumyl peroxide(DCP) is employed as a crosslinking agent in ethylene vinyl acetate(EVA)/microalgae(Chlorella) composite. Crosslinking is analyzed based on rheological measurements under the temperature condition that DCP activates at a moderate rate. Specimens for tensile mechanical tests were fabricated based on rheological measurements. The tensile mechanical properties were improved over neat EVA.

O고분C금-10

Wearable Piezo-capacitive Pressure Sensor with High Sensitivity and Wide Sensing Range Enabled by Ionic Liquid Complex based Ionogel Film

현지은, 이주형*, 김성훈
한양대
(therauss@hanyang.ac.kr*)

Wearable and flexible pressure sensors are applicable to a variety of fields, including human motion detection. Detecting a wide range of pressures with a high degree of sensitivity is necessary to cover the entire range of human movement. Ionogel-based pressure sensors are flexible and stretchable, making them suitable for wearable applications. Among various pressure sensing mechanisms by ionogel, piezo-capacitive interfacial ionogel sensors measure the capacitance generated at the electrolyte-electrode interface. In this study, TPU-based ionogels were fabricated and an ionic liquid complex was used to enhance ion conductivity. The pressure sensor was fabricated in a fabric-based form, which was suitable for wearable devices. A knit type conductive tape was used for the electrode, resulting in good durability and remarkable sensitivity and a wide sensing range. The proposed ionogel pressure sensors are applicable to various wearable devices such as human motion sensors.

O공업C목-1

A novel bubble size model for multiple flow regimes in molten-metal bubble column reactors

Bang Thanh Le, Ngo Ich Son, 임영일*, 이은도[1]
Hankyong National University; [1]Korea Institute of Industrial Technology
(limyi@hknu.ac.kr*)

We have developed a series of empirical bubble size models suitable for bubbling, transient, and slug flow regimes, based on experimental data from molten-metal bubble column reactors (MMBCRs). The bubble size models were developed as a function of a set of dimensionless numbers including the Bond, Galilei, Froude, and Weber numbers. The impact of the nozzle diameter and bubble elevation on the bubble size was captured through the dimensionless nozzle size and gas-liquid density ratio. Our empirical bubble size models were rigorously validated against experimental data from MMBCRs operated in various flow regimes. Using the new bubble size models, a one-dimensional MMBCR model exhibited remarkable accuracy in predicting both hydrodynamics and reaction kinetics for methane catalytic and non-catalytic pyrolysis. The novel bubble size models is expected to be valuable for aiding in the design and scaling up of MMBCRs.

O공업C목-2

AB, SBH 수소저장체 기반 수소 저장 및 발생 기술 연구

엄호선, 김지우, 백경돈[1], 이승영[2], 정지훈*
경기대; [1]국방과학연구소; [2]비츠로밀텍
(jhjung@kgu.ac.kr*)

연료전지 기술의 발달로 수소를 연료로 하는 고효율 PEMFC 연구가 활발히 진행되고 있다. 수소는 압축, 액화 등의 물리적 저장 방법과 수소화물을 이용한 화학적 방법으로 저장이 가능하나 물리적 수소저장 방법은 낮은 수소 저장밀도로 인해 무인항공기와 같은 비행 운송수단에는 부적합하다. 따라서 가벼운 수소 저장체로써 다양한 화학적 수소 저장 방법에 관한 연구가 진행되고 있다. Ammonia borane(AB)과 Sodium borohydride(SBH)는 각각 19.6wt%와 10.6wt%의 수소를 포함하여 화학적 수소 저장체로써 매우 유용한 물질이다. 하지만 두 물질 모두 열분해를 위해서는 500℃ 이상의 고온이 필요하며, 가수분해의 경우 과량의 물로 인해 수율이 낮아진다. 특히 AB는 가수분해에 의해 연료전지를 피독시키는 암모니아가 다량으로 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 촉매와 첨가제를 사용하여 반응온도를 낮추고 수소 수율을 높이는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 AB와 SBH의 탈수소 반응에 적합한 촉매를 스크리닝하고, 이 촉매를 이용하여 반응조건에 따른 수소 발생 특성과 최대 수소 수율을 얻기 위한 최적 조건을 파악하였다.

O공업C목-3

Roll-to-roll compatible fabrication of carbonaceous counter electrode-based low cost perovskite solar cells

성수환, 이승준, 이건민, 최장훈, 백주열, 이희욱[1], 진준형*
경기대; [1]서강대
(jjh1023@kgu.ac.kr*)

Even though the perovskite solar cells (PSCs) have many advantages such as lightweight, low-cost, and excellent tolerance of defects in the structure, the fabrication of PSCs still have serious obstacles to commercialization, e.g., evaporation of noble metal electrode, spin-coating of perovskite, electron, and hole transport layers which are practically incompatible with mass production of the PSCs. In this work, we have employed roll-to-roll compatible dip-coating, doctor-blading and air-blowing processes to fabricate the metal-free PSCs. Component layers of the PSCs formed by the roll-to-roll compatible processes are functionalized with oxygen plasma to chemically activate the substrate before the deposition of each layer. I-V curves, electrochemical impedance spectra, scanning electron microscope images of the PSCs based on the carbonaceous counter electrodes are compared with each other.

O공업C목-4

전기화학적으로 수산화 리튬 합성하는 공정을 위한 리튬이온 선택성 MOF-based Sulfonated Polyether ether ketone(sPEEK)복합막 개발

이종찬, 임하나, 고원건[1], 김현종*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(hjkim0023@gmail.com*)

현재 탄소 중립 정책에 따라 전기 자동차 및 휴대용 장치의 리튬이온 배터리에 대한 전 세계적 수요가 증가함에 따라 폐 리튬이온 배터리 생성이 급격히 증가했다. 따라서, 이러한 폐 배터리로부터 유가금속을 회수할 필요성이 대두되고 있다. 특히, 하이니켈 양극재의 전구체로 사용되는 수산화 리튬은 수요는 높으나 공급이 제한되어 있어 폐배터리로부터 재활용할 수 있는 기술의 필요성이 높아지고 있다. 본 연구에서는 폐 배터리소재로부터 수산화 리튬을 합성하는 전기화학적 공정을 위한 리튬이온 선택성 양이온 교환막을 개발했다. 고기능성 소재인 PEEK의 술폰화를 통해 이온 교환 특성을 도입하고, 술폰화 시간을 조절하여 적절한 화학적 안정성과 이온 전달율을 갖도록 제작하였다. 이 후, ZIF-8, HKUST-1, UIO-66과 같은 MOF 물질을 합성하고 술폰화된 PEEK 멤브레인에 복합화함으로써, 다중 이온으로부터 리튬 이온에 대한 선택성을 향상시켰다. FT-IR, SEM, XRD, 이온전도도, 이온 투과율 분석을 통해 복합막의 특성을 조사하고 리튬이온 선택성에 대한 메커니즘을 제시하였다.

O공업C목-5

가교된 아크릴레이트 고분자 기반의 신축성이 좋고 기공크기와 젖음성 조절이 가능한 다공성 구조

윤혜빈, 손은호*, 강홍석[1], 배진우[2]
한국화학연구원; [1]인하대; [2]한국기술교육대
(inseh98@krict.re.kr*)

This study presents a acrylate-based crosslinked sponge with exceptional elasticity, robustness, and wettability and pore size controllability which can displace the widely used poly(dimethyl siloxane) (PDMS). The sponge was prepared via salt precipitation technique using a mixture of acrylate-based monomer and methacrylate-based crosslinker as the main constituents. Also, the pore size of sponge was controlled by ball-milling of sodium chloride (NaCl) which was used as porogen. Also, by copolymerization of hydrophilic acrylate or hydrophobic acrylate, the wettability could be controlled. The crosslinked-hydrophilic acrylate polymer sponge exhibits high hydrophilicity which can contain and carry the non-toxic liquid metal. Also, the crosslinked-hydrophobic acrylate polymer sponge presents water contact angles exceeding 140° and oleophilic surfaces with oil contact angles of approximately 0°. Being able to control the wettability means that depending on the purpose of using the sponge, the wettability can be adjusted and utilized in various fields. And this crosslinked sponge presents a significant advanced performances more than PDMS and holds great potentials.

O공업C목-6

NIR-II 영역에서 발광하는 캡슐화 된 바이오이미징용 유기염료

김다솔, 김민정, 이재원*
충남대
(jaewonlee@cnu.ac.kr*)

Biomedical imaging technologies play a pivotal role in visualizing biological structures and conditions across multiple dimensions and scales, offering crucial insights for disease diagnosis and treatment. In this regard, capturing and visualizing wavelengths within the second near-infrared window (NIR-II) is of paramount importance due to their ability to penetrate biological tissues. To address this, we present a novel molecular fluorescent construct based on the donor-π bridge-acceptor-π bridge-donor (D-π-A-π-D) architecture tailored for the NIR-II range. The design aims to absorb in the near-infrared window I (NIR-I) range (750-900 nm) and emit light in the NIR-II range (1000-1700 nm), thereby enhancing tissue penetration. Furthermore, nanoparticles are synthesized through the combination of amphiphilic polymers and physical interactions, followed by the evaluation of their corresponding properties.

O공정H목-1

탄소 중립을 위한 수소, 암모니아, 그린메탄올의 혼소 발전 개발 및 경제성 평가

조성현*
전북대
(shcho5043@jbnu.ac.kr*)

전세계적으로 기후 위기가 점차 악화하고 있으며, 이는 온실 가스 배출량의 급격한 감소가 필요한 시점에 도달하고 있음을 의미하며, 2050년까지 탄소 중립을 달성하는 것이 전 세계적으로 받아들여지고 있다. 이러한 배경에서, 본 연구는 탄소 중립을 달성하기 위한 핵심적인 역할을 할 수 있는 혼소발전 시스템의 개발과 경제성 평가를 다루고 있다. 먼저, 수소, 암모니아 및 그린 메탄올의 혼소발전 시스템의 개발 및 설계를 수행하였다. 각 연료 유형에 대한 적절한 혼소발전 장치 및 시스템을 개발하여 이러한 에너지 원천들을 효율적으로 이용하고자 하였다. 다음으로, 경제성 평가를 수행하였다. 수소의 경우 가격, 암모니아의 경우 NOx의 발생, 그린 메탄올의 경우 이산화탄소가 추가적으로 발생한다는 문제점이 있기 때문에 이러한 혼소발전 시스템을 도입함으로써 기존 에너지 생산 방법에 비해 어떠한 경제적 이점이 있는지 분석하였다. 또한, 이러한 시스템이 탄소 중립 목표를 달성하는데 어떠한 기여를 할 수 있는지 평가하였다. 본 연구의 핵심은 청정 에너지 원천을 혼소발전 시스템에 적용하여, 에너지 생산과 환경 보호의 양립 가능성을 탐구한다는 것이다. 이러한 연구는 2050 탄소중립을 달성하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

O공정H목-2

Process modelling of rotating packed bed (RPB) for CO_2 capture from flue gas using MEA solvent

Muhammad Zubair Shahid, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

Rotating packed bed (RPB) has been identified as an effective equipment to intensify the absorption-based CO_2 capture process. The accurate modelling of RPB is challenging due to the lack of availability of reliable mass transfer and hydrodynamic correlations for RBP systems. This study aims to model the RPB CO_2 absorption process using MEA solvent and validated it accordingly using the experimental data over a wide range of operating conditions. The developed model has included the use of Billet and Schultes (BS) effective mass transfer area correlation of the conventional packed columns. The accuracy of the model has been improved by adjusting the regression parameters in the BS effective area correlation using the experimental data in a wide range of MEA concentrations, packing rotation speed, gas and liquid flow rates, solvent loadings, and a type of packings. Sensitivity analysis is carried out to understand the impact of key design variables on the performance of CO2 separation, which also demonstrates the benefits of RPB for industrial applications.

O공정H목-3

AI-Based Prediction and Exploration of the Biodegradability of Organic Compounds

Gbadago Dela Quarme, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

In existing research on biodegradability prediction, chemical information such as intermolecular distances and bonding energies between molecules has been used as input datasets. However, there are limitations due to the significant time and computational costs associated with performing DFT calculations and analysis to obtain such data. Therefore, we propose developing an AI-based biodegradability prediction model that utilizes readily available molecular formulas and structures in the form of SMILES (Simplified Molecular-Input Line-Entry System). The proposed model is a multimodal approach (LSTM and CNN) using the molecular structure images and natural language (SMILES) to enhance biodegradability prediction. This approach captures fine-grained details and spatial relationships, while SMILES concisely describes the chemical structures. We achieved exceptional prediction performance and obtained a distinctly clear ROC curve by leveraging the synergistic capabilities of the CNN and LSTM architectures. Furthermore, we applied reinforcement learning techniques to enhance the predictive model and to explore the discovery of new compounds with biodegradable properties.

O공정H목-4

CO2 운반선과 연계한 부유식 CO2 주입 플랫폼 개발

임성선*, 김민성, 김성은, 윤여범, 정한솔, 이준섭, 박성일, 남재우, 박상민
HD한국조선해양
(seongseon.lim@ksoe.co.kr*)

세계적인 탄소 배출량의 'Net Zero' 달성을 위한 CCS (Carbon Capture and Storage) 시장의 확대가 예상되는 가운데, 현재 세계에는 100여개의 CO2 육/해상 지중 저장 플랜트가 운영되고 있다. 2050년까지 글로벌 블루수소 생산량의 증대를 위해서는 연간 30~60개의 신규 CO2 지중저장 시설의 개발과 총 2.3 GTPA의 CO2 지중저장 공간이 필요하다는 사실이 강조되어진다. 본 연구에서는 "CO2 Value Chain: 포집/운송/저장"을 중심으로 이 Value chain 내에 포함되는 CO2 운송선과 CO2 주입 설비를 연계한 방안을 채택하였다. CO2 운반선 내의 CO2 주입 설비를 활용하면 지중 저장 지역의 주입에 필요한 인프라를 크게 줄일 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 CO2 지중 저장 및 CO2 운송 조건을 고려하여 CO2 운반선과 연계한 부유식 CO2 주입 시스템 공정을 설계하여 최적화 방안을 모색하였다.

O공정H목-5

On the CFD modeling of Industrial Burners: Combustion of Hydrocarbon Fuel vs. Green Ammonia based Fuel

Krishnadash S. Kshetrimayum*, Minkyu Han, Chanhyun Park, Younghee Lee, LaeJune Jeong
Samsung Engineering Co., Ltd.
(kris.singh@samsung.com*)

In the present time, amid the global effort to fight climate change, research related to the use of Green Ammonia as an alternative candidate for carbon free fuel is increasing. In this presentation, we will present the modeling process of a conventional industrial burner used for a specific industrial application, considering the detailed design of the burner including the burner tips and the involved combustion chemistry and physics. The results of combustion characteristics, in terms of flame temperature, laminar burning velocity, flame pattern and exhaust gas composition, using conventional hydrocarbon fuel will be first discussed. Thereafter, combustion characteristics of Green Ammonia based fuel (blended with different % of green Hydrogen) on the same burner design will be discussed using the results obtained from combustion simulation of the same considering combustion chemistry of Ammonia. Understanding gained from the present work is expected to help in the design of burners for Ammonia Cracking as well as for various other industrial applications in the effort towards decarbonizing combustion systems.

O공정H목-6

Comparison of internal flow patterns depending on different implementation methods for rotation in RPB using CFD

임진경, 구보람*
전남대
(boram.gu@jnu.ac.kr*)

A rotating packed bed (RPB) is a type of High Gravity (Hlgee) technology that can significantly improve mass transfer performance by forming a high gravity field with centrifugal force through rotation. Various experiments have been conducted to observe the liquid flow behavior inside the RPB, but experimental approaches have limitations in obtaining detailed information on the internal flow of the RPB. To address these challenges, many research efforts have been made by utilizing computational fluid dynamics (CFD). In this study, we used CFD simulations to analyze the internal flow patterns depending on the method of implementing RPB rotation. In order to compare different approaches for the realization of packing rotation, either the liquid splitter or the entire packing body was chosen to revolve in an independent simulation. By comparing the simulation results with experimental observations, a more appropriate approach for realistic flow patterns inside the RPB was found. The results show that rotating the packing provides better dispersion than rotating the inlet.

O공정H목-7

Quantifying coating layer shapes with arbitrary geometries

송지수, 남재욱*
서울대
(jaewooknam@snu.ac.kr*)

Quantifying the shape of a coating layer is a crucial task for optimizing process conditions.Typically, the shapes are measured from local thickness, under the assumption that it is uniquely determined along the substrate profile.However, this assumption fails if the system has geometrical irregularities.For instance, a substrate profile may have concave regions where the local thickness in surface-normal direction may not be defined.Additionally, a coating layer profile can have an overhang where the local thickness is not uniquely defined.These irregularities are encountered in industrial processes such as dip coating with small immersion depth, necessitating the development of new measures.In this study, we developed new measures using the integral Fréchet distance and dynamic time warping.Our measures can be applied to systems with arbitrary geometries, thus enabling the quantification of coating layers with irregular features.

O공정H목-8

Economic and environmental analyses of molten metal-based turquoise hydrogen production process including carbon separation

김세미, 임영일*, 이은도[1], 강윤배[2], 김성원[3]
한경국립대; [1]한국생산기술연구원; [2]포항공과대; [3]국립한국교통대
(limyi@hknu.ac.kr*)

Demand for hydrogen energy is soaring as a way to achieve carbon neutrality in an effort to prevent climate change by reducing CO_2 emissions. Among hydrogen production technologies such as steam methane reforming (SMR), coal gasification, water electrolysis, and methane pyrolysis, hydrogen is mainly produced by SMR, simultaneously generating CO_2. Water electrolysis and methane pyrolysis are considered as a CO_2-free H_2 production process. Non-oxidative methane pyrolysis is an endothermic reaction that requires heat above 1200 ℃ without catalyst. This study presents the process flow diagram (PFD) including a molten metal-based bubble column reactor (MMBCR) and carbon separation unit. Economic analysis was performed for carbon separation processes of both low-purity carbon and high-purity carbon to increase the economic feasibility of methane pyrolysis. The CO_2 emission rates were analyzed for the process including carbon separation, hydrogen purification and compression, and heat source supply.

O공정H목-9

촉매 반응 영역 변화에 따른 메탄 건식 개질 (DRM) 반응기 모델링

손수원, 구보람*
전남대
(boram.gu@jnu.ac.kr*)

From an environmental point of view, researchers are showing a growing interest in dry reforming of methane (DRM), which converts greenhouse gases (CO_2 and CH_4) into syngas(CO and H_2) and help reduce gas emissions containing carbon. DRM requires high temperatures as an endothermic reaction and a relatively small change in pressure while maintaining a high flow rate. Therefore, a fixed-bed catalytic reactor with a relatively large catalyst particle size (a tube-to-particle diameter ratio<10) is generally used. In this study, we simulate the fixed-bed catalytic reactor for DRM using two different types of catalysts : (i) spherical catalyst particles as a porous medium and (ii) spherical shells coated with catalyst. The model consists of fluid dynamics, heat transfer, and transport phenomena in order to resolve velocity, pressure, temperature and concentration distribution, which are used to compute reaction rate and the conversion of CH_4 and CO_2 and yield of H_2. Simulation results show that the use of porous catalysts results in a much larger temperature decrease than that of the catalysts-coated shells, which is associated with decrease reaction rates.

O공정H목-10

CCU 기반 메탄올 합성 공정과 메틸메타크릴레이트 생산 공정 통합설계의 경제성 및 환경성 평가

서승권, 이철진*
중앙대
(cjlee@cau.ac.kr*)

Carbon capture and utilization (CCU) is promise technology for the application of CO2 utilization, encompassing the conversion of CO2 into valuable products like fuels, chemicals, and construction materials. Among the various CCU technologies, direct CO2 hydrogenation for methanol synthesis has garnered considerable attention due to the versatile applications of methanol in downstream industries as a fundamental chemical building block. However, taking climate benefits from CCU products can be contradictory if the energy source is fossil fuels. Incorporating green hydrogen into CO2 hydrogenation incurs substantial costs, and the high activation energy required for CO2 reduction reaction leads to substantial energy consumption. To address the challenges associated with green hydrogen and high energy consumption in CO2 hydrogenation, this study assesses the integrated process design of methanol synthesis with the downstream application process of methyl methacrylate production. By considering heat integration and optimal process configuration in this integrated approach, the study provides solutions that enhance both economic feasibility and environmental impact.

O공정H목-11

군집 분석 기법과 광학 신호를 통한 플라즈마 식각 종말점 검출의 신호 민감도 향상

박은총, 김재현, 한상희, 채희엽*
성균관대
(hchae@skku.edu*)

In this work, clustering analyses are applied to optical emission spectroscopy (OES) data to enhance the signal sensitivities in EPD. Optical signal data was collected from plasma etching of SiO_2 in Inductively coupled plasma (ICP) reactor with 8%, 4%, and 1% of open ratios based on 4-inch silicon wafer. K-means clustering analysis (KMC), gaussian mixture model (GMM), spectral clustering (SC) and Procrustes analysis (PA) were modified for real-time process, and the effects of them were compared through the signal-to-noise ratio. The sensitivity of the OES signal was improved about 1.8 times improved using KMC and improved 2.4 times, 2.5 times and 2.6 times by the GMM, SC, and PA respectively.

O공정H목-12

Deep RL 기반 end-to-end 자율 운전 시스템 지하역사 실증 실험

김상윤, 허성구, Tariq Shahzeb, 우태용, 정찬혁, Mohammad Moosazadeh, Roberto Chang, Vahid Ghorbani, Usama Ali,
유창규*
경희대
(ckyoo@khu.ac.kr*)

본 연구에서는 S시의 Y지하역사에 Deep RL 기반 end-to-end 자율 환기 운전 시스템을 구현하고 실증 실험을 수행하였다. 이 시스템은 센서 데이터 수집부터 Deep RL 기반 자율 환기 제어까지 모든 과정을 인공지능이 판단하는 End-to-End 구조다. Y지하역사에 설치된 센서로부터 얻은 실시간 (초)미세먼지 농도 측정값을 데이터베이스에 저장한다. 이어서, skip connection과 gated recurrent unit (GRU)을 결합한 예측 모델로 미래 (초)미세먼지 농도를 예측한다. 학습된 deep Q network (DQN) 기반 자율 환기 제어 알고리즘을 통해 예측된 (초)미세먼지 농도에 대응하는 최적의 환기 제어 전략을 최대 1시간 조기에 도출하여 Y지하역사에 실증 실험하였다. 본 연구에서 개발된 End-to-End 자율 운전 시스템은 실시간 모니터링이 가능하며, 최대 1시간 뒤 미래의 (초)미세먼지 농도 예측값에 조기 대응하여 환기량을 제어할 수 있다.Acknowledgements: This work was supported by a grant from the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Korean government (MSIT) (No. 2021R1A2C2007838), and from the Subway Fine Dust Reduction Technology Project of the Ministry of Land Infrastructure and Transport from the Republic of Korea (22QPPW-C152457-04).

O공정H금-1

그레이에서 블루 암모니아로의 경제적 전환: 탄소세에 따른 기술-경제성 평가

오시은, 문하늘, 이인규*
부산대
(inkyu.lee@pusan.ac.kr*)

암모니아 합성 공정은 글로벌 이산화탄소 배출량의 1.8%를 차지하는 탄소-다배출 공정이다. 이에 따라 탄소 포집 공정의 도입은 암모니아 합성 공정 전체의 경제성에 큰 영향을 미친다. 특히 그레이 공정에서의 수소 개질 방식에 따라 탄소 배출량 및 운전조건이 상이하므로 공정별로 탄소 포집 공정의 도입이 블루 공정의 경제성에 미치는 영향을 고려하여 연구하는 것이 매우 중요하다. 본 연구는 다양한 암모니아 합성 공정을 대상으로 탄소세 시나리오에 따른 기술-경제성 평가를 수행하고, 그레이에서 블루 암모니아로의 경제적인 전환을 위한 탄소-효율적인 옵션을 제안하는 것을 목표로 한다. 암모니아 합성 공정은 수소 생산방식(SMR(Steam-methane reforming), ATR(Autothermal reforming), Hybrid SMR-ATR)과 탄소 포집 유무(Grey, Blue)에 따라 총 6개의 공정으로 구성되며, 이를 대상으로 기술-경제성 평가 및 탄소세 시나리오에 따른 LCOA(Levelized cost of ammonia) 분석을 수행하였다. 연구 결과, 그레이에서 블루 암모니아로의 전환 과정에서 블루 ATR 공정이 가장 빠르게 경제성을 보이며, 강력한 탄소 배출 규제에서 가장 탄소-경제적인 옵션으로 나타났다.

O공정H금-2

Exergy mapping method for estimating indirect carbon emissions: Carbon reduction process design applications

서주영, 노원준, 이인규*
부산대
(inkyu.lee@pusan.ac.kr*)

탄소 저감형 공정설계 시 탄소 감축량을 평가하기 위해 공정의 탄소 간접 배출량을 정확히 산정하는 것이 중요하다. 현재 화학 공정의 간접 배출량 산정은 Life cycle assessment (LCA) 기법 또는 IPCC의 국제 온실가스 가이드라인에 제시된 인벤토리를 기반으로 하여 수행된다. 하지만 이는 각 공정의 특성을 반영하지 못한 일반화된 값이기 때문에 정확한 간접 배출량 산정이 어렵다는 한계가 존재한다. 따라서 본 연구에서는 기존 방법의 한계를 극복하고자 공정의 탄소 흐름을 파악하여 간접 배출량을 해석하는 새로운 기법을 제시하였다. 먼저 엑서지 맵핑을 통해 사용되는 유틸리티별 탄소 배출계수를 산정하였다. 이를 공정설계 단계에 활용하여 유틸리티 사용에 따른 간접 배출량을 계산하였다. 제시한 방법을 Naphtha Cracking Center (NCC)와 Para-xylene 분리 공정의 탄소 저감 공정 설계안에 적용하여 탄소 저감량을 정량적으로 평가하였다.

O공정H금-3

디메틸 카보네이트 반응증류 생산공정에서의 하이브리드 열 통합방법

이민용, 이희천[1], 서채영, 이정우, 이재우*
KAIST; [1]LG화학
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

본 연구에서는 디메틸 카보네이트(DMC)의 생산을 위한 반응 증류-압력 변동 증류의 3-column 시퀀스에서 내부/외부 열 통합 방법을 조합한 하이브리드 열 통합을 통해 에너지 효율적인 공정 생산과정을 제안하였다. 내부 열 통합은 고압 컬럼과 저압 컬럼 간 이중 환형 증류탑의 형태로 구성하였으며, 외부 열 통합은 열 교환기, 그리고 증기압축을 위한 열 펌프(VRHP) 등이 사용되었고, 이들 간의 적절한 조합이 이루어졌다. 내부와 외부 열 통합을 결합시킬 경우, 저압 컬럼의 리보일러가 열 교환에 의해 상쇄되어 30.28%의 비용 절감율을 보였다. VRHP와 외부 열 통합을 같이 적용시킬 경우 고압 컬럼의 응축기 및 저압 컬럼의 리보일러가 완전히 상쇄되어 38.33%의 에너지 절감과 37.5%의 이산화탄소 배출량 감소를 확인하였다. 하이브리드 열 통합 중 외부 열 통합이 포함된 방법은, 고압 칼럼의 환류 유량(reflux flow)과 저압 컬럼의 재비등 유량(reboil flow)의 상당한 감소로 인해 에너지, 경제성 및 이산화탄소 배출량 측면에서 내부 열 통합을 포함한 시퀀스보다 우수한 성능을 보였다.

O공정H금-4

전기자동차 고용량 배터리 팩의 효율적인 열 관리를 위한 Zone Model Predictive Control 활용

신상훈, 홍창범, 조현우, 홍대기[1], 오세규[1], 김연수*
광운대; [1]현대자동차
(kimy3@kw.ac.kr*)

배터리 열 폭주는 전기자동차의 주행 성능 저하와 화재 사고로 이어진다. 배터리 열 관리를 위한 온도 제어가 필요하며, 주행 성능 향상을 위해 배터리 열 관리에 필요한 전력 소비를 줄여야 한다. 본 연구에서는 간소화된 배터리 팩 제어 모델을 구축하고, Set-point Model Predictive Control(MPC)과 Zone MPC가 결합된 통합 MPC를 사용하여 배터리 온도 제어와 전력 소비 최소화를 위한 냉각수 유량과 온도를 결정한다. 먼저, 배터리 온도가 적정 운전 범위 밖에 있을 때 Set-point MPC가 적용되어 적정 운전 범위에 도달한다. 적정 운전 범위 도달 후, Zone MPC가 적용되어 배터리 온도가 적정 운전 범위에서 유지되면서 배터리 전력 소비가 최소가 되도록 최적의 냉각수의 유량과 온도를 결정한다. 통합 MPC를 적용한 경우 Set-point MPC만 적용한 결과보다 배터리 전력 소비가 더 적은 것을 확인하여 본 연구에서 제안한 제어 기법의 타당성과 유효성을 검증하였다. 이 성과는 현대자동차그룹의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (과제명: 배터리 열 관리를 위한 모델 예측 제어기 개발(2차년도))

O공정H금-5

Geometry Recognition by Image Segmentation Using K-means Clustering for Feasibility Study of Reactive Distillation Systems

신용범, 이민용, 이정우, 김동근, 이재우*
한국과학기술원
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

반응증류는 기존 공정에 비해 에너지 요구량과 이산화탄소 배출량을 현저히 줄일 수 있는 이점을 가지고 있다. 그러나 반응증류의 장점이 일반적으로 모든 경우에 적용되지 않을 수 있어, 체계적인 타당성 평가가 필요하다. 본 연구는 인공지능 기반의 영역 인식 방법을 활용하여 반응증류탑의 타당성 평가를 자동화하는 절차를 제안하였으며, 시스템의 타당성 평가에 있어 전문 지식 및 경험적 방법에 대한 의존도를 감소시켰다. k-평균 클러스터링 기반의 이미지 분할을 통해 삼원 다이어그램 이미지에서 반응 및 분리 가능한 영역의 위상 정보를 추출하였다. 추출된 정보를 계층별 계산에 통합하였으며, 이 계산 절차를 다양한 유형의 반응에 대한 반응증류탑의 타당성을 평가하는 데 적용하였다. 자동화된 타당성 평가 결과는 수 초 안에 얻어지며, 이를 통해 방법의 효율성을 입증하였다. 또한 사례 연구에서 공정 시뮬레이션 결과를 활용하여 실제 예시에 대한 타당성 평가 결과를 검증하여, 제안한 방법의 신뢰성 및 적용 가능성을 확인하였다.

O공정H금-6

Dynamic Mode Decomposition 과 Autoencoder 기법으로 구성된 데이터 기반 유체 흐름 파라미터 예측 모델

주성현, 이종민*
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

The demand for Computational Fluid Dynamics (CFD) underscores its pivotal role as a robust tool for simulating fluid dynamics and related phenomena, providing insightful understanding of fluid behaviors. CFD facilitates a comprehensive analysis of how flow characteristics vary across diverse combinations of flow parameters. Despite the advancements in hardware and numerical methodologies, CFD remains intrinsically associated with substantial computational time and cost for transient flows. This study presents a novel approach for a data-driven prediction model, significantly alleviating the computational burden of CFD simulations in determining flow parameter combinations for desired flow behaviors. The proposed model, integrating Dynamic Mode Decomposition and autoencoder techniques, processes time-series data representing desired flow behavior as input and produces predicted flow parameter combinations associated with that specific flow as output. To validate, we investigate a two-dimensional pulsatile flow scenario involving non-Newtonian Carreau fluids with varying rheological parameters. This case serves as a robust test for evaluating the efficacy of our model.

O공정H금-7

Life Cycle Assessment of Large-scale Biomass-derived Ester-based Lubricant Production via Integrated Biological and Chemical Conversion

고재락, 이윤재[1], 이현정, 정수민, 황보순호, 한지훈[1]*
경상국립대; [1]포항공과대
(jhhan@postech.ac.kr*)

To reduce carbon emissions, it is important to produce lubricants from sustainable resources such as biomass instead of fossil fuel. Despite several limitations such as low efficiency of carbon reduction and economics, in conventional small-scale biomass-based lubricant production processes, this study aims to deal with the issue. The purpose of this study is to 1) design a novel large-scale integrated biological-chemical conversion process for biomass-derived ester-based lubricant production and 2) conduct life cycle assessment (LCA) based on the inventory data of proposed process. As a result, 46.7 metric tons of 99wt% poly alpha olefin (PAO) is produced through the suggested process. The result of LCA shows that the greenhouse gas emission is 11.76 kg CO2-eq/kg of PAO, which is 22.4% less than the conventional crude oil-based PAO production process.

O공정H금-8

건식 CO2 포집과 천연가스 복합 사이클 (NGCC) 발전소 통합: 기술-경제성 평가 및 전 과정 평가

안병찬, 이동호[1], 이성훈[1], 전동혁[1], 주영환[1], 박영철[1], 원왕연*
고려대; [1]한국에너지기술연구원
(wangyunwon@gmail.com*)

Natural gas is recognized for its potential as a bridge fuel for climate change mitigation due to its lower CO2 emissions than coal. Nevertheless, CO2 capture is indispensable for natural gas combined power (NGCC) power plants because it still enates lots of CO2. CO2 capture can be largely divided into two types: wet and dry. Compared to wet CO2 capture, dry CO2 capture has advantages such as lower energy consumption, reduced corrosion concerns, and compact design. Here, we defined cases 1 and 2 which utilize temperature swing adsorption and vacuum swing adsorption to regenerate the sorbent, respectively, and the cases were analyzed to identify the economic and environmental feasibilities. The levelized costs of CO2 capture of cases 1 and 2 were determined to be 76,650 KRW and 79,541 KRW, and the major cost-drivers were commonly electricity from blowers. Furthermore, CO2 reduction impacts by integratind dry CO2 capture were quantitatively analyzed through life-cycle assessment. This study can provide the direction for the technology development for commercialization of dry CO2 capture unit.

O공정H금-9

반응증류를 활용한 디에틸카보네이트의 직접 제조 방법

김동근, 이재우*
카이스트
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

본 연구에서는 반응증류공정에서 에스터교환반응을 통하여 에틸렌카보네이트와 에탄올로부터 디에틸카보네이트 생산하는 에너지 효율 및 경제성이 향상된 공정을 제시한다. 디에틸카보네이트의 피드로 사용되는 디메틸카보네이트는 메탄올과 저비점 공비혼합물을 생성하기 때문에 이를 분리하기 위해서는 압력변환 증류공정 또는 추출증류공정 등 특수한 증류 기법이 요구되어 왔다. 이를 개선하기 위해 본 연구에서는 반응증류공정만을 활용하여 디메틸카보네이트 생산 공정과 디에틸카보네이트 생산 공정을 통합함으로써, 공비혼합물의 분리를 필요로 하지 않는 두가지 공정도를 제시한다. 첫번째 공정도는 두개의 반응증류탑을 활용하여 공비혼합물 분리없이 첫번째 반응증류탑의 생성물을 두번째 반응증류탑에 바로 투입함으로써 요구되는 전체 설비의 수를 감소시킬 수 있었으며, 이를 통하여 기존 공정 대비 에너지 사용량 및 연간 총비용을 각각 12% 절감할 수 있었다. 두번째 공정도는 하나의 반응증류탑에서 모든 에스터교환반응을 수행함으로써 24%의 에너지 사용량을 절감할 수 있었으며, 14%의 연간 총비용을 절감할 수 있었다. 새롭게 제시된 두 공정은 경제성 뿐만 아니라 에너지 사용량 절감을 통해 이산화탄소 배출량 또한 각각 15% 11% 절감할 수 있는 것으로 확인되었다.

O공정H금-10

Eulerian CFD heat transfer analysis of non-catalytic thermal degradation of CH_4 for hydrogen production in a vertical tube

Mazhar Ali, Ngo Ich Son, 임영일*, 이영재[1]
한경대; [1]한국생산기술연구원
(limyi@hknu.ac.kr*)

Low-carbon H_2 production technologies have gained attention in the context of climate change for their potential to yield H_2 with zero CO_2 emissions. The non-oxidative thermal decomposition of CH_4 produces H_2 and solid carbon while eliminating CO_2 emissions. In this study, a single-phase Eulerian computational fluid dynamics (CFD) model coupled with chemical reactions and heat transfer was developed to investigate the hydrodynamics of non-catalytic CH_4 thermal decomposition in a vertical tube. The CFD results were validated against our experimental data in terms of axial temperature profiles and methane conversion (X_{CH4}). A maximum X_{CH4} of 98.9% was observed at 1200 ^oC and 0.5 LPM. The reactor also exhibited the phenomenon of mixed convection heat transfer due to the low gas flow rates. The overall convective heat transfer coefficient from wall to fluid was 14.6 $W/m^2/K$. The CFD CH_4 decomposition model has the potential to serve as a valuable tool for enhancing heat transfer, considering the mixed convection heat transfer effect in the reactor.

O공정H금-11

Design of lithium production process using waste heat from natural gas combined cycle and desalination wastewater

이혜정, 임종훈, 문 일[1], 김정환[1]*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

As the demand for electric vehicles and portable electronic devices grows, the use of lithium is increasing. The most commonly used lithium manufacturing technology is to reduce and concentrate the brine volume for 4-24 months by solar thermal evaporation and then separate and utilize lithium. However, the solar thermal evaporation method is affected by climate change, has a very slow production rate, requires a continuous supply of Na_2CO_3, and requires high operating costs. Therefore, to solve these problems, this research proposes a novel lithium production process that uses waste heat and carbon dioxide generated in the natural gas combined cycle (NGCC) process. The proposed process model separates abundant metal cations such as Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, and Li^+ in seawater freshwater wastewater produced via a hybrid FO-RO process and finally yields NaOH, $MgCO_3$, $CaCO_3$, Li_2CO_3, etc., of high value-added products. It also captures carbon dioxide and waste heat generated in the NGCC process, increasing environmental benefits and reducing operating costs. As a result, this study solved the time-consuming problem of lithium production and achieved environmental and economic benefits.

O공정H금-12

Techno-economic analysis of CO_2 liquefaction and storage according to CO_2 recovery of distillation column

정평곤, 김세미, 임영일*, 문흥만[1], 김효준[1]
한경국립대; [1](주)에이원
(limyi@hknu.ac.kr*)

The hub terminal for CO_2 storage is a crucial part of the carbon capture and storage (CCS) process to prevent the risk of impurities and to ensure storage stability. In this study, the hub terminal included multi-stage compressors, flashes, and temperature swing adsorption (TSA), and distillation column for CO_2 compression, liquefaction, and purification.The objective of this study is to assess the techno-economic viability of the CCS hub terminal, considering its location and the recovery of the distillation column. The location of the distillation column for impurity removal from the captured CO_2 is determined minimizing the levelized cost of CO_2 liquefaction (LCCL) in the hub terminal. Moreover, the effect of the carbon tax on CO_2 emissions is examined to find the optimal recovery rate.This study calculates economic values of the CO_2 hub terminal such as total capital investment (TCI), total production cost (TPC), and LCCL. This study will play a pivotal role in a cost-effective and environmentally suitable implementation of the CCS hub terminal.

O공정H금-13

Stacked Deep Neural Network와 Layer-wise Relevance Propagation을 이용한 배터리 성능 예측 및 해석

윤지영, 김해창, 이보라[1], 정은주[1], 이종민*
서울대; [1]LG 에너지솔루션
(jongmin@snu.ac.kr*)

Battery manufacturing process consists of multiple unit processes, each encompassing various interacting features. These features collectively impact the final battery performance, yet complex non-linear causal relationships present challenges for comprehensive understanding. This study proposes deep neural network (DNN) structure for predicting the performance of batteries and utilizes Layer-wise Relevance Propagation (LRP) to analyze the key factors within the processes. First, a prediction model is constructed based on eXtreme Gradient Boosting and analyzed by SHapley Additive exPlanations (SHAP), in which the feature selection based on SHAP values enhance the performance of DNN as well as the interpretability of the model. Then, DNN models for each unit process are formulated and stacked into a single model considering the sequential property of process. LRP is utilized to the model to quantify the impact of factors on the predictive performance of the stacked network. With this method, we are able to reflect the sequential characteristic of battery manufacturing process and analyze the contribution of each feature of the unit process to the final performance.

O공정H금-14

Designing a simultaneous NO_x, CH_4, and CO_2 capture system on LNG-powered ships

박지예, 김유림, 문일[1], 이재원, 조형태*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(htcho@kitech.re.kr*)

As a major international transportation mode, ships emit many air pollutants, and thus liquefied natural gas (LNG) which can reduce SO_x emissions, is widely used as a marine fuel. However, as the International Maritime Organization's (IMO) regulations on greenhouse gases (GHG) are intensifying, research is needed to reduce NO_x, CH_4, and CO_2 emissions from LNG-powered ships. Therefore, this study proposed a novel system for simultaneously capturing NO_x, CH_4, and CO_2 from LNG-powered ships. The proposed system consists of the following three steps. First, NO_x and CH_4 in the exhaust gas from the engine are captured by a metal support-based selective catalytic reduction system and a methane oxidation catalyst system. Second, the exhaust gas with NO_x and CH_4 captured is cooled with seawater to separate H_2O. Third, the cooled exhaust gas captures CO_2 as a solid phase at cryogenic temperatures by utilizing the cold energy wasted during LNG regasification. The proposed system reduces the volume and energy consumption of the capture system, enabling simultaneous capture of NO_x, CH_4, and CO_2, which is highly effective in reducing GHG emissions.

O공정H금-15

전기화학적 에틸렌 옥사이드 생산 공정에 대한 경제성, 환경성 분석

김승우, 김주연[1], 이원보*, 이찬우[2], 진경석[3], 나종걸[1]
서울대; [1]이화여자대; [2]국민대; [3]고려대
(wblee@snu.ac.kr*)

In the present study, we conducted techno-economic analysis and life-cycle assessment for nine potential ethylene oxide production pathways with either CO_2 or ethane as the feed source. Also we compared profitability and environmental effects of different process alignments. Sensitivity analysis was also performed to determine the most important electrochemical parameters, which were identified as the current density and Faradaic efficiency. Finally, we evaluated the influence of carbon credits in relation to target carbon reductions based on stated guidelines for future economic planning.

O공정H금-16

Exploring Sustainable Production of Ethylene Oxide through Electrochemical Conversion: Techno-Economic Analysis and Life Cycle Assessment

윤지은, 이웅*
한국과학기술연구원
(ulee@kist.re.kr*)

The chemical industry is one of the highest carbon emitting sectors. Therefore, it is imperative to adopt carbon reduction technologies in chemical manufacturing. Ethylene oxide (EO) serves as an essential intermediary in this industry, with an annual demand of 30 million tons in 2021 [2]. Conventional EO production involves partial oxidation of ethylene using oxygen gas or air. However, this process yields not only EO but also converts 10-25% of the ethylene into carbon dioxide and water. This process releases $0.9t_{CO2.eq}/t_{EO}$, with direct emissions from complete oxidation accounting for up to 63%. Electro-conversion technology is regarded as an environmentally sustainable approach due to its ability to utilize renewable energy as the energy source for reactions and its capability to control selectivity. The chloride-mediated selective electrosynthesis of EO showed an industrially relevant current densities ~300mA/cm2 with Faradaic efficiency ~90% and 2.0~2.4V [3, 4]. In this study, an integrated EO/EG (ethylene glycol) process model was developed with the electrosynthesis of EO subsystem, thermochemical EG reaction subsystem and separation subsystems. Through a

O공정H금-17

Stochastic Model Predictive Control for Electric Vehicle Energy Management: Performance Assessment and Comparative Study

박현민, 윤형로, 정해성[1], 오세규[1], 이종민*
서울대; [1]현대자동차
(jongmin@snu.ac.kr*)

Electric vehicles are exposed to a range of stochastic disturbances, including fluctuations in vehicle speed, road grade, and external temperature. In the context of electric vehicle energy management, the volatility of these disturbances can pose challenges for deterministic controllers in providing accurate predictions, potentially leading to suboptimal performance or an inability to meet state constraints. Stochastic Model Predictive Control (SMPC) is an optimization-based control methodology that integrates stochastic models into a model predictive control framework. SMPC enhances prediction accuracy by utilizing stochastic models to propagate disturbances across the prediction horizon. Nevertheless, there has been limited exploration of comparative evaluations of SMPCs in the existing literature. In this study, two representative SMPC methodologies were applied to the electric vehicle's air conditioning system. The performance of two SMPC methodologies—stochastic tube-based MPC and scenario-based stochastic MPC—was compared to that of deterministic MPC. A case study was carried out for each controller using disturbance data under diverse conditions.

O공정H금-18

Process Simulation for Wet Scrubber of Detritiation System: A Case Study of ITER

이윤재, 황보순호[1], 이재욱[2], 장민호[2], 한지훈*
포항공과대; [1]경상국립대; [2]한국핵융합에너지연구원
(jhhan@postech.ac.kr*)

세계 에너지 수요는 1990년 8507Gtoe에서 2021년 14221Gtoe로 67%로 증가하였고, 매년 1%씩 증가할 것으로 예상된다. 이에 핵심 에너지원으로 고효율, 친환경, 그리고 안정성을 장점으로 갖는 핵융합 발전이 주목받고 있으며, 마찬가지로 국제 핵융합 실험로(International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER)는 상용화할 수 있는 최소 핵융합 효율 달성을 목표로 하는 거대 규모의 국제 공동 핵융합 연구 개발 사업으로서 큰 주목을 끌고 있다. 탈삼중수소화 시스템 (Detritiation System, DS)은 국제 핵융합 실험로의 말단에서 정상 및 사고 상황에 삼중수소의 환경 배출을 막는 최종 설비로 삼중수소를 활용하는 모든 설비에 필수적인 시스템이다. 본 연구에서는 ITER 내 DS의 정상상태 기반 설계 데이터 확보 및 사고 상황에 대한 비정상상태 기반 DS를 모사해 삼중수소 wet scrubber의 성능을 테스트해 최종적으로 시스템의 실현 가능성과 정상 및 사고 상황에 대한 대처 시나리오를 설립하고자 한다. 연구 결과를 통해 ITER 내 DS에 대한 전반적인 고찰과 공정 거동에 따른 의사 결정에 활용할 수 있다.

O공정H금-19

Integrated kinetics-CFD-optimization for catalytic hydrogenation of CO_2 to formic acid

Atsbha Tesfalem, Taexang Yoon, Ali Cherif, Arash Esmaeili, Mohamed Atwair, Kwangho Park[1], 김창수[1], 이웅[1], 윤성호, 이철진*
중앙대; [1]KIST
(cjlee@cau.ac.kr*)

As enormous research findings indicate, carbon dioxide (CO_2) can be converted to important products such as formic acid using catalytic hydrogenation of CO_2 technologies. In this work a three-dimensional computational fluid dynamic (CFD) reactor model for the catalytic hydrogenation of CO_2 to formic acid was developed. A kinetic model which estimates kinetic rate expressions was also developed and validated using experimental data. The kinetic parameters from the kinetic model were used as reaction source terms for the CFD reactor model development. Sensitivity analyses were performed on the design variables by integrating the kinetic parameters from the developed kinetic model. The Bayesian optimization algorithm was used to optimize the catalytic CO_2 hydrogenation reactor. The optimal design was acquired, and the CO_2 conversion increased by 32.6% compared to the initial base case. An optimized reactor design was proposed for the catalytic hydrogenation of CO_2 to formic acid within a catalytic trickle-bed reactor based on the integration of reaction kinetic modeling and

O공정H금-20

전력화 환경에서의 천연가스 개질 기반 수소 생산 공정의 에너지 및 경제성 분석

이주화, 박하린, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

수소는 화학제품의 원료 및 친환경 에너지 운반체로 활용될 수 있어 지속가능한 수소 생산에 많은 관심이 쏠리고 있다. 보편적으로 활용되는 천연 가스 개질 방식은 경제적이지만 많은 열 에너지를 필요로 하고 동시에 많은 양의 CO2를 발생시키는 단점이 존재한다. 개질 반응에 필요한 열 에너지 공급을 화석연료 기반의 연소로 설비가 아닌 신재생 에너지를 활용한 전력화 기반 열공급 설비로 대체한다면 CO2 배출량을 대폭 감축할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 기존 화석연료 기반 수소 플랜트의 개질기 연소로(reformer furnace)를 전기기반 가열기(electrified heater)로 대체한 전력화 기반 수소 플랜트를 비교 검토하였다. 상용 시뮬레이터를 활용해 대상 공정을 모델링하고, 전공정 에너지 분석을 통해 전력화 기반 수소 플랜트의 최적 설계 방안을 도출하였다. 기존 화석연료 기반 수소 플랜트와의 비교를 통해 전력화설비 도입에 따른 CO2 배출량 감축 효과를 분석하고, 경제성 평가를 통해 균등화 수소 생산 비용 및 CO2 회피 비용을 도출하였다.이 성과는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2019R1A2C2002263).

O공정H금-21

대형차량 수소충전 프로토콜 개발 위한 캐스케이드 수소 충전 시스템 고급 모델링

오종연, 신동일*
명지대
(dpshin@gmail.com*)

수소충전소는 수소를 고압으로 압축하여 저장하고 있으며, 차량 충전은 고압의 충전소 저장탱크와 저압의 차량탱크 간의 압력차로 발생한다. 이는 충전 후반부 차량탱크의 압력이 점차 높아짐에 따라 탱크 간 압력차가 감소하게 되며, 결국 유속이 느려져 충전지연이 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해 대부분의 수소충전소는 2개 이상의 저장탱크를 설치하여 캐스케이드 충전으로 연료공급 시간을 최소화하고 있다. 하지만 국내 수소충전 프로토콜은 아직 캐스케이드와 관련된 충전지침을 제시하고 있지 않기에 현재 캐스케이드 충전방법은 충전소 별로 상이하다. 또한 현재의 프로토콜은 대부분 경량차량에 대한 충전 프로토콜로 초점이 맞춰져 있기 때문에 수소에너지가 가장 많이 활용될 것으로 예상되는 대형차량에 대한 프로토콜 개발이 추가적으로 필요하다. 따라서 본 연구에서는 캐스케이드 충전 시스템 시뮬레이션을 통해 경량급 이상의 대부분 수소차량에 대한 최적의 충전지침을 제안한다. 이를 위해 충전소에 설치될 저장탱크 개수, 공급압력, 공급압력 전환 시점 등을 변수로 갖는 유체역학, 열역학 수식 기반의 모델을 개발하였으며 최종적으로 충전시간, 차량탱크 내부의 온도·압력 등을 분석할 수 있다. 개발된 모델은 기존의 수소충전 시뮬레이션 모델링 연구에서 사용해왔던 대부분의 가정을 사용하지 않는 상세한 모델링을 포함하며, 실제 국내 수소충전소에서 측정된 센서데이터로 검증되어 높은 신뢰도를 제공한다. 본 연구를 통해 수소충전소의 최적 운

O공정H금-22

윤활유 개발 촉진: 재료 물성에 대한 인공지능 기반 예측 및 Inverse Design 프레임워크

김민성, 주종효, 임종구[1], 염승호[1], 문일, 김정환*
연세대; [1]GS 칼텍스
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

Composition and material property serve as cornerstones in materials research. The trial-and-error method has faced challenges in this modern era, especially as the number of components and phases in lubricant production continues to increase. This method demands a significant amount of resources to develop lubricant with the desired properties. In this research, a successful recipe-to-property prediction model was developed using 2530 datasets from the lubricant industry. This approach effectively minimizes the need for trial-and-error in the lubricant development process. Furthermore, leveraging this prediction model alongside metaheuristic approach, a property-to-recipe inverse design framework was proposed based on the domain knowledge derived from the lubricant dataset. The performance of the machine-learning model was evaluated using the R2 metric, with an impressive average value of 0.975. As this model was established using the formulation dataset, the inverse design directly provides recommendations for the formulation, making it a practical tool for the lubricant industry. This framework holds the potential to be readily applied to other chemical blending industries.

O공정H금-23

GPT prompt 학습 기반 Green Sustainable Process로의 공정 개선 생성 AI 시스템

이동현, 이재욱, 지영욱, 신동일*
명지대
(dpshin@gmail.com*)

화학 공학에서 공정 설계는 효율성과 지속 가능성을 결정하는 핵심 요소이다. 환경 문제에 대한 전 세계적인 인식이 높아지면서 기존 프로세스를 보다 친환경적이고 지속 가능한 프로세스로 재설계하려는 요구가 급증했다. 그러나 공정 개선에는 지식이 많이 필요하고, 시간 소모적이며, 공정 조건과 장비 사양 등의 변수들로 인해 비용이 크다. 이러한 한계를 극복하기 위한 방법으로 인공지능(AI), 특히 Generative AI의 적용이 필요하다. 본 연구에서는 GPT를 활용하여 기존 화학 공정의 효율성과 지속 가능성을 향상시키는 방법을 제안한다. 제안된 시스템은 GPT prompt를 통해 data를 학습한다. 시스템 성능 향상을 위해 GPT는 체계적인 prompt와 예제를 사용하여 학습되고, 정확도 높은 공정도를 얻기 위해 핵심 모델은 순차적 흐름을 통해 공정도를 생성한다. 또한 프로세스에 대한 더 많은 정보를 나타내기 위해 Simplified Flowsheet Input-Line Entry-System 표기법을 기반으로 하는 새로운 Detailed Simplified Flowsheet Input-Line Entry-System 표기법이 제안한다. 결과적으로 추가적인 공정 제안하고, UniSim을 이용한 simulation을 통해 검증하였다. 이 연구 결과는 Green Sustainable Process를 위한 화학 공정 설계 및 재설계에 생성 AI를 사용할 수 있는 가능성을 제시한다.

O공정H금-24

Fundamental modeling and economic optimization of a naphtha cracking furnace considering carbon tax from CO_2 emissions

이수연, 손상환*
부산대
(shson@pusan.ac.kr*)

온실가스 저감을 위한 효과적인 방안 중 하나는 기존 탄소 다배출 공정에서 이산화탄소 배출량을 감소시키는 것이다. 본 연구에서는, Naphtha Cracking Center에서 열공급을 위한 LNG 연소가스로 인해 대량의 탄소를 배출하는 열분해 공정을 대상으로 모델링 및 최적화를 수행하였다. 먼저, olefin 생산물의 출구 조성과 연소가스로 인한 탄소배출량을 동시에 예측하기 위해, 열분해 공정의 cracking furnace의 radiation section에서 관형반응기와 firebox를 복합적으로 고려한 coupled firebox and tubular reactor model을 개발하였다. 모델이 실제 시스템을 더욱 적절하게 나타낼 수 있도록, 실제 naphtha cracking furnace의 운전 데이터를 바탕으로 모델 피팅을 수행하였다. 그 후, 개발된 모델을 활용하여 에틸렌과 프로필렌으로부터의 수익을 최대화하는 동시에 탄소 배출에 의한 탄소세를 최소화하기 위한 최적화 문제를 디자인하고 풀이하였다. 그 결과, 제품의 yield는 비슷하게 유지하면서 탄소 배출량은 효과적으로 감소시킬 수 있는 최적의 운전조건을 유도할 수 있었다. 추가적으로, 제안한 최적화 문제에 더 넓은 범위의 탄소세를 적용하여 최적 운전조건에 대한 탄소세 수치의 영향을 분석하였다. 결과적으로, 탄소세가 증가할수록 제안된 탄소배출량을 경제성 관점에서 고려하는 최적화 전략의 필요성이 더욱 증가할 것으로 기대된다.

O공정H금-25

신뢰가능한 인공지능 기반 수소 생산 공정 설계를 위한 파라미터 불확실성 정량화 및 투자 위험 관리 전략

오종환, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

최근 최적화, 기계학습 등의 인공지능 기술과 화학 공정 설계의 접목으로 인한 효과가 크게 주목받고 있으며, 구체적으로 공정의 최적 운전 조건을 제안함에 있어 강력한 도구를 제공한다. 하지만 공정 변수의 부정확한 예측은 공정 생산성, 더 나아가 공정 경제성에 대한 불확실함으로 전파되어 AI 기반 예측의 신뢰성에 대한 한계점으로 제시된다. 본 연구는 공정 설계에서 신뢰가능한 AI를 구축하기 위해 불확실성 정량화를 통해 투자 위험을 최소화하는 AI 예측 정확도에 대한 가이드라인을 제시한다. 연구를 수행하기 위해 수소 생산 공정을 예시로 하여 물질 및 에너지 수지를 계산하고 기술 경제성 평가를 수행하는 대리모델 기반 시스템과 AI 기반 반응 시스템으로 구성된다. 반응 예측 정확도는 다양한 평가 지표들(R2, MSE, RMSE)을 사용하여 계산하며 각 모델들의 정확도를 군집화하였다. 군집화한 정확도, 공정 경제성, 반응 조건에 대한 불확실성 정량화를 수행 후, 정확도가 가장 높도록 최적화된 모델에 대해서도 불확실성을 정량화한다. 불확실성 정량화 결과를 바탕으로, 투자 위험을 최소화하기 위한 AI 예측 정확도에 대한 가이드라인을 제시한다. 이를 통해 AI 기반 공정 설계에서의 최소 오차 발생률을 고려할 수 있도록 하며, 실제 산업에서의 적용 가능성을 높인다.

O공정H금-27

Self-Attention-based Lithium-Ion Battery Lifespan Prediction to Reduce Necessary Input Cycles

이재욱, 허성민*, 이재형[1]
한국과학기술원; [1]University of Southern California
(smheo@kaist.ac.kr*)

Predicting the lifespan of lithium-ion batteries (LIB) is crucial for optimizing operating strategies. This study uses Attention Mechanism (AM), to enhance LIB lifespan prediction by improving accuracy and identifying key cycles to predict rapid degradation. Instead of predicting end-of-life, 80% of initial capacity, directly, this study tries to calculate and predict knee-onset [1], the initial point of nonlinear degradation for fast and precise prediction. Recurrent Neural Networks (RNN) and Convolutional Neural Networks (CNN) are combined to predict LIB lifespan as baseline model. Though baseline models provide reasonable performance, they lack interpretability. To address this, AM is introduced. Self-attention (SA) is used to extract essential cycle information from context vectors, representing the cycle's characteristic value. We constructed cyclic attention (CA) algorithm between RNN and CNN with SA. Significant cycles are identified through CA scores using a 100-cycle dataset. Then, input reduction test is followed using key cycle information from extracted CA scores, considering the significant cost of each cycle. Finally, the input cycle is reduced to 50 cycles, with test set loss comparable to the 100-cycle dataset as input. [1] Fermín-Cueto, Paula, et al. "Identification and

O공정H금-28

석탄화력발전소의 배기가스 내 Hg0와 NOx 의 동시제거를 위한 고체상 NH4Cl 주입기술과 이를 이용한 Honeycomb의 성능 평가

박종호, 홍용석*, 김문현[1]
고려대; [1]대구대
(yongseokhong@korea.ac.kr*)

석탄화력발전소에서 화석연료의 연소로 의해 발생하는 배기가스에는 배출규제물질인 원소수은 (Hg0)과 질소산화물 (NOx)가 포함되어 있다. 배출되는 Hg0를 저감시키기 위해 다양한 연구가 진행되어왔으며 이 중 SCR (Selective Catalytic Reduction) 장치에 산화제를 주입하여 Hg0를 산화수은 (Hg2+) 형태로 제거하는 방법이 대표적이다. 기존의 산화제 주입방법은 설비의 부식이 유발되며 작업 환경의 악화와 유지보수의 어려움을 초래했다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 취급이 용이한 고체상 NH4Cl을 SCR에 공급할 수 있는 장치를 개발하여 HCl은 Hg0 산화제로, NH3는 NO 환원제로 사용하였다. 또한, 고체상 NH4Cl 공급장치의 pilot-scale 적용을 위하여 honeycomb 촉매를 이용한 Hg0와 NO의 동시 전환효율을 측정하였다. 측정값을 powder 형태의 촉매와 비교한 결과, 두 시료 모두 HCl이 NO 환원에 영향을 주지 못한 반면 NH3와 NO 농도의 증가는 Hg0의 산화를 억제하는 특성을 보임으로써 NO 및 Hg0 동시제거 거동에 있어 같은 경향성을 나타냈다.

O분리G금-1

Flow Synthesis of Metal-Organic Frameworks

한수용*, Yuriy Román-Leshkov
매사추세츠 공과대
(suyong.han@outlook.com*)

Metal-Organic Framework (MOF) is an emerging class of materials for a wide range of applications due to its excellent porosity, flexibility for tuning, and applicability as both adsorbents and catalysts. Currently, a phenomenal variety of MOFs over 90,000 have been synthesized as the development of MOFs is heavily focused on finding a new structure. Nevertheless, a significant knowledge gap from the discovery of MOFs to the implementation and commercialization of MOFs exists, majorly due to time-intensive batch-based experimentation. To address this challenge, we developed a microfluidic continuous flow synthesis strategy, which offers unique benefits such as intensified heat transfer and tunable mass transfer rates. In this work, we demonstrated the versatile synthesis of three MOFs, Ni_2Cl_2(BTDD), MOF-808, and MFU-4l with a shortening synthesis time from days to minutes. Utilizing the accelerated synthesis of MOFs, we performed screening intrinsic and operational parameters and studied the kinetics of crystallization. Moreover, we expanded a scale-out approach with the optimized condition as well as solvent recycling strategy, leading toward sustainable MOF development.

O분리G금-2

Rigid Zeolitic Imidazole Framework Membrane with Graphene Nanoribbons for Gas Separation

최은지, 김대우*
연세대
(audw1105@yonsei.ac.kr*)

Metal-organic frameworks (MOFs) with well-defined crystalline pore structures are studied for gas separation membranes due to their effective and mild synthesis process. The ideal aperture size can be predicted based on the rigid framework, but the movement of organic-linker molecules makes gas transport unpredictable. To address this, graphene nanoribbons (GNRs) into ZIF layers was introduced, forming hybrid ZIF-8/GNR membranes. Depending on the sp2 carbon edge domain's exposure area, different molecular cut-offs were achieved. The embedded ZIF-8 membranes demonstrated sharp H2/CO2 separation and successful ternary gas separation. Molecular dynamics simulations further explored gas transport through the intrinsic ZIF-8 framework.

O분리G금-3

Engineering Asymmetric Nanoporous Channels in Covalent Organic Framework Membrane for Boosting Osmotic Energy Harvesting

방기력, 권초아[1], 김상태[1], 조은선*
한국과학기술원; [1]한양대
(escho@kaist.ac.kr*)

Salinity gradient-based osmotic power can be directly harvested via reverse electrodialysis (RED) with its high potential for large-scale applications. As RED process relies on membrane performance which governs the transport of ions, the membrane structure with tunable pore size and surface charge is desirable—the representative case is covalent organic framework (COF). However, high resistance caused by small pore size and hydrophobic nature remains challenges. Here, we designed asymmetric COF channels with hydrophilicity gradients via a simple alkaline solution treatment for efficient osmotic power generation. The resulting channel structure presents lower membrane resistance, simultaneously generating asymmetric water distribution. A small number of water molecules in hydrophobic pores can create a high ionic concentration, inducing a large salinity difference. Consequently, it enables the improved RED performance, achieving an industrial guideline of power density (5 W/m^2).

O분리G금-4

Two-dimensional metal-organic framework (MOF) membranes for high-performance molecular sieving

김성천, 최시영, 박제성[1]*
KAIST; [1]한국생산기술연구원
(jpark@kitech.re.kr*)

The rapidly advancing membrane separation technology has been effectively employed for diverse mixture separations. In particular, 2-dimensional membranes have exhibited superior permeability and selectivity compared to traditional membranes. MOFs possess regular nanopores and a robust framework, leading to exceptional separation performance due to its inherent structure. Thus, 2D MOF-based membranes demonstrate outstanding molecular sieving capabilities. However, existing MOF nanosheets have faced challenges in optimal membrane assembly due to issues in uniformity and layer thickness. In this study, we proposed an efficient synthesis strategy for MOF nanosheets along with a practical membrane fabrication method. Specifically, by leveraging the vacuum-assisted filtration method, we successfully synthesized membranes considering the appropriate interlayer spacing of nanosheets and the pore size of 2D MOFs. Furthermore, we conducted a detailed investigation on the influence of nanosheet dimensions and thickness on the filtration performance of the membrane. These findings present promising potentials for the application of membrane technology in various fields.

O분리G금-5

Sustainable and viable process for onsite hydrogen production through ammonia.

Devkota Sijan, 문종호*, Shaukat Ali Mazari, Jin Young Cha
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

This study reports H_2 production through NH_3 decomposition using a multi-catalytic packed bed reactor with an intermediate heating system. The results were validated with experimental data for commercially available Ru/Al_2O_3 catalyst. Thermal energy, obtained from about 9% of combusted fresh feed NH_3, drives cracking with an overall thermal efficiency of 79%. Two bed TSA and four bed PSA processes are developed in Aspen Adsorption, recovery of 80% and purity of 99.999% are obtained. The various process and economic parameters are considered to investigate the effect on LCOH. The LCOH is estimated and found to be 6.05 USD/kg. Monte-Carlo simulation method is applied to present uncertainties in prices of equipment, energy, and raw materials. The profitability analysis is conducted by calculating profitability indicators like ROI, PBP, NPV, IRR and PVR for 25-year plant life with 10% discounted rate. Furthermore, this study reports global warming potential analysis under different energy source scenarios.

O분리G금-6

Process optimization of separation of isopropyl alcohol-water mixtures using polypropylene hollow fiber membranes through active learning

박지민, 고동연*
한국과학기술원
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

The elimination and recovery of volatile organic compounds (VOCs) which are emitted as byproducts from diverse industrial processes is of paramount necessity due to its profound environmental and economic implications. The VOC of interest in this study was isopropyl alcohol (IPA), as it is a crucial component utilized across a wide range of industries. Once IPA is released into wastewater streams and volatilized to air, it poses threats to not only public health but the overall ecosystem. As virgin-chemical and disposal costs, and safety and environmental issues increase, the significance of recycling ultrapure IPA has been gathering attention. Among diverse technologies, we discuss prominent technological opportunities of vacuum membrane distillation in the separation of mixtures of IPA and water. We show that a hollow fiber module based on a polypropylene membrane has the potential to separate and recover IPA from IPA-water mixtures. Moreover, this study is, to the best of our knowledge, the first attempt to predict and optimize the removal efficiency of the target component based on process variables in the vacuum membrane distillation process.

O분리G금-7

Entirely Bioderived and Biodegradable Membrane for Green Engineering Processes

김정*, 박성준[1], Hai Yen Nguyen Thi, 이정현[1]
인천대; [1]고려대
(JeongKim@inu.ac.kr*)

Membrane technology has become an indispensable tool in chemical engineering processes. Although membranes are widely accepted as a green process, the fabrication of the membrane itself is far from green nor sustainable. Commercial membranes are fabricated using fossil-based polymers and toxic solvents while generating enormous amounts of wastewater. Hence, there is an urgent need to develop sustainable membranes from cradle to grave, i.e. both bioderived and biodegradable. Cellulose is a promising option being the most abundant biopolymers that are biodegradable upon disposal. However, it is technically challenging to process cellulose into membranes, as it is only soluble in unconventional solvents and extreme conditions. In this work, we have developed an innovative methodology to fabricate solvent-resistant cellulose membranes, starting from a soluble precursor with a sacrificial acetate group. Every component involved in the fabrication process, including the solvents and nonwoven supports, was bioderived and bio-recyclable (i.e., closed life-cycle). The fabricated membranes exhibited excellent solvent resistance with nanometer-grade pores, rendering their use for organic solvent nanofiltration (OSN) applications. Due to its superhydrophilicity, cellulose membranes displayed rather peculiar

O분리G금-8

Polyimide hollow fiber membranes derived from in situ thermal imidization and cross-linking for CO_2/CH_4 separation

유현정, 이종석*
서강대
(jongslee@sogang.ac.kr*)

Polymeric hollow fiber membranes are desirable for natural gas processing due to their superior processability and affordability. A dip-coating technique for fabricating defect-free and plasticization-resistant polyimide hollow fibers on a cross-linked polyimide/polysilsesquioxane hollow fiber support is demonstrated in this talk. The polyimide selective layer is fabricated by thermal imidization and cross-linking of the dip-coated polyamic acid (PAA) precursor solution. Imine linkages enhanced CO_2/CH_4 separation performance in the resulting thermally imidized polyimide hollow fiber membranes compared to polyimide solution-coated fibers due to disturbances in intersegmental chain packing. Further, the hollow fibers exhibited plasticization resistance under a CO_2/CH_4 mixed feed of approximately 50 bar, indicating that this simple approach provides an effective method for the fabrication of plasticization-resistant polymeric hollow fibers. AcknowledgmentsThis research was supported by the C1 Gas Refinery Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science and ICT (Project No. 2019M3D3A1A01069101).

O분리G금-9

Synthesis of {100}-oriented polycrystalline ZIF-8 membranes by solventless secondary growth

정정윤, 권혁택*
부경대
(htkwon@pknu.ac.kr*)

Zeolitic imidazolate framework 8 (ZIF-8) possesses two types of pore aperture depending on crystallographic orientation: one is a six-membered (6M) window and the other is a four-membered (4M) window along <111> and <100> direction, respectively. The former with effective size of ~4 Å was demonstrated to be suitable for diffusive C_3H_6 (kinectic diameter, 4 Å)/C_3H_8 (kinetic diameter, 4.3 Å) separation while the later was considered inaccessible for gas separation owing to too small effective size (~3 Å). However, Wei et al recently proved that the 4M window is an usable transport pathway for gas molecules and therefore, considering intrinsically smaller size of 4M window than 6M counterpart, one could possibly expect better molecule sieving through 4M window. In this presentation, we share our results on the synthesis of {100}-oriented ZIF-8 membranes with 4M windows aligned in the out-of-plane direction by 2D ZIF-8 nanosheets-based solventless secondary growth and their gas separation performance.

O분리G금-10

C3 기체 분리 MMM 제작을 위한 미세다공성 고분자 내에 ZIF-8의 증기 리간드 침투 변환

김규남, 고동연*
KAIST
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

This study explores a novel approach to enhance the performance and scalability of mixed matrix composite membranes for light paraffin/olefin separation. A key challenge in membrane-based separations is the selective separation of closely sized gas molecules. In this work, we address this challenge by utilizing the Vapor Ligand Infiltrative Conversion (VLIC) process. This technique involves the conversion of zeolitic imidazole framework-8 (ZIF-8) within a polymer of intrinsic microporosity (PIM-1) matrix via infiltration of vapor phase 2-methylimidazole ligand through the polymer micropores. Previous successful cases of ZIF growth on polymers have been limited by non-solution processability or solvothermal reactions, creating limitations in scale-up. The vapor phase synthesis employed eliminates scalability barriers, allowing for limitless PIM-1/ZIF-8 composite production, under sufficient vapor pressure of 2-methylimidazole, and reaction temperatures. The resulting mixed matrix composite membrane exhibits exceptional gas permeation performance due to the unique properties of PIM-1's contortive backbone, as well as high dual gas selectivity unprecedented in previous MMM studies.

O분리G금-11

Dye mixture fractionation with Carbon nanotube/graphene nanoribbon organic solvent nanofiltration membrane

김주연, 김대우*
연세대
(audw1105@yonsei.ac.kr*)

One-dimensional carbon materials possessing bundle structures can provide significant benefits for separation membranes due to their heightened permeability. However, an abundance of oxygen functional groups on their surface induces lower permeability for alcohol solvents. In this study, we fabricated a hybrid membrane composed of carbon nanotube (CNT) and graphene nanoribbon (GNR) with enhanced permeability for alcohol solvents due to the expanded d-spacing from CNT intercalation and the decomposition of oxygen functional groups via an additional reduction process (Hot-press). The hot-pressed membrane exhibited remarkable stability and selectivity, maintaining consistency even after a long-term operation for 1315 h under the cross-flow filtration system. Further, the membrane showed complete dye mixture fractionation, indicating its potential for application in the practical industrial field.

O분리G금-12

우수한 기계적 강도 및 기체 분리 성능을 가진 블록형 공중합체/이온성 액체 분리막의 제조

김영준, 김종학*
연세대
(jonghak@yonsei.ac.kr*)

We report a crystalline elastomeric block copolymer/ionic liquid membrane with robust mechanical strength and superior CO_2 separation performance. The block copolymer, poly(ethylene glycol) monomethyl ether-block-poly(acrylonitrile) (mPEG-b-PAN), was synthesized via facile one-pot free radical polymerization under the mild condition. The highly crosslinked network where PAN crystallites acted as crosslinking junctions resulted from the strong interaction between the mPEG-b-PAN and ionic liquid (IL). The microphase-separated, interconnected elastomeric membranes could confine high IL loadings up to 300 wt % while maintaining robust mechanical strength. The mPEG-b-PAN/IL membrane with 250 wt% IL contents exhibited the best CO_2 separation performance with CO_2 permeability of 456.4 barrer, CO_2/N_2 selectivity of 61.4, CO_2/CH_4 of 18.1, and CO_2/H_2 of 12.3. Especially, the CO_2/N_2 separation performance surpassed the Robeson upper bound (2008) and almost reached to the upper bound (2019). The mPEG-b-PAN/IL membranes exhibited outstanding mechanical strength and separation performance compared to those of homopolymer PAN (H-PAN) and other IL based membranes.

O분리G금-13

아미노산 결정화 공정의 템플릿 기반 구획 모델링

김준우*, 김왕수[1], 윤정호[1]
CJ 제일제당; [1]시마크로
(junwoo.kim1@cj.net*)

산업적으로 생산되는 아미노산의 대부분은 발효 공정으로 생합성되어 막분리, 증발 및 증발 결정화, 결정-모액 분리, 건조 등의 정제 공정을 거쳐 제조된다. 아미노산 증발 결정화 공정에는 강제 순환 결정화기, Draft-Tube-Baffled (DTB) 결정화기, Oslo 결정화기 등 다양한 구조의 장치가 사용되며, 다중 효용 증발기 (multi-effect evaporator)가 사용되는 경우도 고려해야 한다. 또한 동일한 장치에서 다른 종류의 아미노산을 다른 공정 조건에서 생산 해야 하는 경우도 발생한다. 본 연구에서는 주어진 결정화 공정 장치를 템플릿화하고, 이를 기반으로 다양한 아미노산 공정액 및 공정 조건을 모사할 수 있는 어플리케이션 개발 과정을 소개하였다.

O분리G금-14

Shrinking-core model에 의한 흡착 현상의 모델링 및 다공질 입자의 흡착 공정 해석

조영상*
한국공학대
(yscho78@kpu.ac.kr*)

Shrinking-core model은 촉매 입자 내부에서의 화학 반응 및 연소 반응 등의 해석에 유용하게 적용되어 왔다. 본 발표자는 다공질 입자에서의 흡착 현상을 shrinking-core model을 활용하여 해석할 수 있도록 모델링을 수행하였다. 다공질 입자의 모양이 구, 무한히 긴 원통, slab 인 경우 흡착 성능을 비교하기 위하여 회분식 흡착기, 연속식 흡착기, 고정층 흡착기를 가정하여 모델링을 수행하였다. 아울러 흡착제의 형상이 core-shell 형태인 경우 내부에 흡착 특성이 없는 inert-core를 설정하여 core의 두께에 따른 흡착 성능을 예측하였으며, 흡착제 외부에서의 물질전달 저항을 고려하기 위하여 Biot 수에 따른 흡착 효과를 추정하였다. 연속식 흡착기의 경우 adsorbate의 농도, 공급물의 유량 등의 효과를 분석하였으며, 고정층 흡착기에서는 분산 특성을 고려하기 위하여 Peclet 수에 따른 성능을 모사하였다. 콜로이드 자기 조립법에 의해 합성된 구형 다공질 실리카 입자와 전기 방사에 의해 제조된 다공질 실리카 섬유를 활용하여 얻어진 회분식 실험 결과로부터 adsorbate의 유효확산계수를 추정하였으며, 이 수치를 적용하여 고정층 흡착기에 적용하여 실험 결과와 가장 근사적으로 matching할 수 있는 공정 매개변수를 추정하였다.

O분리G금-15

이산화탄소, 휘발성 유기화합물 흡착 성능 증가를 위한 K-HKUST-1 유기금속골격체 친환경 합성 방법

Sachin Kuchekar, 한상일*
창원대
(sangilh@changwon.ac.kr*)

An alkali metal doping strategy is one of the promising methods to enhance the adsorption performance of metal-organic frameworks (MOFs). The remarkable properties of HKUST-1, including its high surface area, substantial pore volume, and the presence of open metal sites (OMS), have solidified its position as a versatile and indispensable Metal-Organic Framework (MOF) extensively applied across diverse sectors, revolutionizing fields such as gas storage, catalysis, drug delivery, and environmental solutions. In the present work, we proposed eco-friendly and cost-effective methods such as stirring, microwave, and ultrasonication for the one-pot K-HKUST-1 synthesis. The K-HKUST-1 from ultrasonication-45 ºC synthesis method demonstrated an outstanding CO_2 adsorption capacity of 6.19 mmol/g at 25 ºC and 1 bar.

O분리G금-16

Single-step ethylene purification from ternary C_2 hydrocarbon mixtures in a scalable metal-organic framework

김동현, 배윤상*
연세대
(mowbae@yonsei.ac.kr*)

Single-step purification of the ternary C_2 hydrocarbon mixture to produce ethylene (C_2H_4) directly using adsorption-based technologies is desirable for reducing large energy consumption. However, it is challenging to develop an appropriate adsorbent, having preferential adsorption characteristics toward ethane (C_2H_6) and acetylene (C_2H_2) rather than C_2H_4 coupled with high adsorption capacity owing to their similar physicochemical properties. Herein, we present a highly scalable CAU-23 adsorbent, which enables single-step production of high-purity C_2H_4 (>99.95%) from the ternary C_2 hydrocarbon mixture. CAU-23 showed a reasonable selectivity for C_2H_6/C_2H_4 (1.54) and C_2H_2/C_2H_4 (1.5) with an equimolar binary mixture. The breakthrough experiments demonstrated its capability to produce high-purity C_2H_4 (>99.9%) with various $C_2H_6/C_2H_4/C_2H_2$ compositions at 298 K and 1 bar with high recyclability. The origin of the separation performance was further explored by using computational simulations of the grand canonical Monte Carlo (GCMC) and density functional theory

O분리G금-17

Cycle Optimization of Pressure/Vacuum Swing Adsorption for CO/CO_2 Separation

윤성현, 자오구오빈, 이기봉[1], 정용철*
부산대; [1]고려대
(drygchung@gmail.com*)

Carbon monoxide (CO) is a valuable raw material used for production of many important chemicals. Adsorption separation methods based on solid adsorbents have been studied to recover CO from gas mixtures including CO_2 in an energy-efficient way. Cu(I)-incorporated adsorbents have been considered as potential adsorbents for CO/CO_2 separation due to their high CO working capacity and selectivity. In this work, we performed process simulations to evaluate performances of Cu(I)-incorporated porous carbons. 5-step pressure/vacuum swing adsorption (PVSA) simulation and process optimization using genetic algorithm (GA) were carried out to obtain purities, recoveries, productivities, and energy consumptions of Cu(I)-incorporated porous carbons. The purity/recovery pareto fronts show that K8(3)-Cu(1.0), one of Cu(I)-incorporated porous carbon in this study, exhibited high purity and recovery (95% purity/99% recovery and 99% purity/96% recovery). From the result of economic optimization, K8(3)-Cu(1.0) had the lowest energy consumption at high productivity values (>4 mol CO/kg adsorbent/s) than other adsorbents.

O분리G금-18

CO_2 포집의 혁신: 탁월한 흡수 성능을 위한 강화된 수소 결합을 통해 형성된 깊은 공융 용매

조재한, 강동우*
충북대
(qwerty@cbnu.ac.kr*)

탄소 포집 기술의 발전은 기후 변화에 필수적이다. 지금까지 사용되어 온 알카올아민 기반 CO_2 흡수기술은 에너지 소비와 부식 문제로 한계에 봉착했다. 이에 대한 대안을 찾기 위해 기능화된 깊은 용매(DES)에 주목하였으며, 이 연구에서는 아미노산 기반 DES에 대해 탐구하였다. 글리신과 프롤린 포타슘염을 HBA로, MEA, DEA, MDEA과 같은 알카놀아민을 HBD로 활용했다. 연구 결과, 기능화된 DES가 고전적인 흡수제보다 우수한 CO_2 흡수량과 빠른 반응 속도를 보였다. 아미노산 기반 DES는 경제적이고 구하기 쉬운 재료인 아미노산과 기존 공정에서 사용되는 알카놀아민을 활용하였기에 접근성이 매우 높다. 또한 아미노산을 아미노산 염으로 변환하는 반응은 간단하여 DES를 합성하는 과정 또한 간단하다. 향상된 흡수량으로 인해 아미노산 기반 DES는 CO_2 포집 비용과 에너지 소비를 절감 할 수 있을 것으로 보이며, DES의 낮은 증기 압력은 기존에 비해 높은 안전성을 시사한다. 마지막으로, 아미노산염 기반의 DES는 다양한 흡수 특성을 갖는 DES를 개발에 대한 가능성을 제시하며, 효율적이고 경제적인 탄소 포집 기술 발전을 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

O분리G금-19

Experimental measurements and theoretical analysis of thermodynamic properties in Methyl 2-hydroxyisobutyrate mixtures with water and alkanol (C_1-C_2)

Sweety Verma, 이용진[1]*
KITECH; [1]인하대
(yongjin.lee@inha.ac.kr*)

Methyl 2-hydroxyisobutyrate (HBM) is a pivotal chemical used as a thinner in semiconductor photoresist (PR) applications. In this study, we explore the density and viscosity of binary mixtures of HBM with water and alkanol (C_1-C_2) across varying temperatures. Using the experimentally determined data, we computed the excess molar volume, apparent, partial, and excess partial molar volume, along with deviation in viscosity for these mixtures at each temperature. The extracted thermodynamic properties were modeled using the Redlich-Kister polynomial equation. We employed a graph-theoretical analysis of the data to understand the intermolecular interactions present in these mixtures. Additionally, FT-IR spectra of both the pure components and their respective binary mixtures were recorded to shed light on their interactive dynamics

O분리G금-20

제올라이트 5A와 13X에서의 메탄 내 초저농도 황화합물(H_2S, THT)의 제거 및 CO_2 불순물의 영향

조영호, 김경민[1], Masoud Mofarahi[2], 이창하*
연세대; [1]강릉원주대; [2]Persian Gulf University
(leech@yonsei.ac.kr*)

환경규제가 강화되고 연료전지의 활용이 증가함에 따라 천연가스 내의 황 성분을 ppm 수준까지 제거해야 하는 필요성이 커졌다. 기존의 천연가스 개질 공정에서는 공정 초기에 hydrodesulfurization (HDS) 공정을 사용하고 있으나, 미국 환경보호청 (US EPA)의 10 ppm 규제 및 연료전지의 성능저하 방지를 위해서는 1 ppm 미만의 추가적인 황 제거가 필요하다. 본 연구에서는 제올라이트 5A와 13X 펠렛에서 천연가스 내의 대표적인 황 화합물인 H_2S와 tetrahydrothiophene (THT)을 4 ppm과 50 ppm 농도에서 흡착 거동을 조사하였다. 또한, 흡착 메커니즘을 파악하기 위해 CH_4 내에 단일 황 성분의 파과 실험을 진행하고 제올라이트 표면을 분석하였다. 이후 1.5%의 CO_2 불순물을 첨가하여 파과 실험을 진행하여 CO_2가 황 제거에 미치는 영향을 조사하였다.연구 결과로는 제올라이트 13X가 주로 catalytic oxidation을 통해 H_2S를 제거하는 반면, 제올라이트 5A는 해리성 흡착을 통해 H_2S를 제거하는 것으로 추측되었다. THT는 주로 물리 흡착이 일어나며 낮은 흡착양을 보여 5A에서 더 빠른 파과가 나타났다. 두 황 화합물 모두 13X가 5A보다 우수한 제거 성능을 보였으며 1.5% CO_2 환경에서 H_2S의 catalytic oxidation이 가속화되는 것을 확인하였다.

O분리G금-21

해수담수화 브라인과 중공사막접촉기를 활용한 이산화탄소 광물화

이예찬, 배태현*
카이스트
(thbae@kaist.ac.kr*)

해수담수화는 현대 사회의 지속가능성에 있어 매우 중대한 요소이다. 하지만 해수담수화 시설은 막대한 에너지 소비를 동반하며 이는 대량의 연도 가스를 배출하는 발전소의 설치를 요한다. 또한 해수담수화를 거쳐 발생한 해수역삼투 농축액 (브라인)은 칼슘과 마그네슘 같은 양이온들이 농축되어 있지만 아직까지 해양에 무분별하게 배출되고 있는 실정이다. 이를 해결하기 위해 중공사막접촉기를 활용한 이산화탄소 포집 및 광물화를 이뤄낼 수 있는 효과적인 방법을 제안한다. 중공사막접촉기는 지금까지 제시된 다양한 모듈 형태 중에서도 단연 우수한 접촉 면적을 가지며 이를 이산화탄소 광물화에 활용할 경우 단위 부피당 큰 접촉 면적, 개별 제어가 가능한 작동 변수, 운전의 단순성 및 작은 필요시설 면적 등의 이점을 가질 수 있다. 최대 이산화탄소 제거율 달성과 안정적인 장기 운전을 위해 다공성 PVDF 중공사막을 자체 제작하였으며 연잎 효과에 영감을 받은 합성후 변형 방법을 거쳤다. 결과적으로 표면 처리된 다공성 PVDF 중공사막의 접촉각과 거칠기는 각각 87.8%, 1,479% 증가하였으며 10일 동안의 장기 운전 후에도 3.5%의 이산화탄소 플럭스 감소만이 확인되었다.

O분리G금-22

최적의 추출제 선택 및 압력 제어 전략을 통한 추출 증류의 분리 효율 향상

백선화, 강정원*, 서원욱[1]
고려대; [1]서강대
(jwkang@korea.ac.kr*)

Complex mixtures characterized by significant intermolecular interactions pose challenges in conventional distillation. In such cases, advanced distillation technologies are employed. Extractive distillation makes separation more effective by adding an appropriate solvent. When entrainers are introduced, and complete azeotropic breaking cannot be attained, pressure manipulation becomes a prospective tool to modify vapor-liquid equilibrium (VLE) behavior and achieve enhanced separability. In this study, suitable entrainers were selected to achieve the separation of pure 'A' within ternary azeotropic systems. Experimental validation was performed to ensure the reliability of the specified method. Both extractive distillation and reverse extractive distillation scenarios were comprehensively evaluated, offering an extended perspective. The investigation of vapor-liquid behavior under manipulated pressures and the refinement of model parameters served as complementary tools in scenarios where obtaining ideal results proved challenging. Results emphasize the pivotal role of entrainer selection and pressure manipulation in advancing the separation of intricate mixtures.

O분리G금-23

Efficient CO Adsorption Properties of Cu^{1+}-doped-boron-carbon-nitrogen-based Composites for Trace CO Capture

Win May Zaw, 박지혜, Wathone Oo, 이광복*
충남대
(cosy32@cnu.ac.kr*)

To develop straightforward strategies for enhancing CO adsorption properties of CuCl with better oxidation resistance, this study investigated heteroatom doping effects on fabricating functional carbon composite supports via simple pyrolysis, using chitosan, urea, boric acid, and KOH. Utilizing nitrogen-doped carbon supports for 30wt% Cu^{1+}-impregnation improved Cu^{1+} dispersion and immobilization, enhancing CO adsorption to ~33cm³/g at 100kPa. Even after 30 days of air exposure, 87% adsorption stability was retained. Unexpectedly, nitrogen-induced surface basicity lowered CO/CO_2 selectivity to 1.1 at 100kPa, even at 30wt% Cu^{1+} impregnation. To counter this, we introduced a cost-effective application of co-doped carbon composite with nitrogen and boron. A simple 5 wt% boron loading on nitrogen-doped carbon increased CO/CO_2 selectivity from 1.1 to 2.6 at 100kPa at constant 30wt% Cu^{1+} impregnation, via acid-acid repulsion between CO_2 and surface boron species. Notably, this co-doping was most pronounced at low adsorption pressure (~0.4kPa), raising CO/CO_2 selectivity to 79. This offers effective trace CO removal from

O분리G금-24

혼합 아민을 통한 CO2 흡수 효율 향상: 시너지 효과 및 공정 최적화

한성철, 성하일, 노혜원, 최유정, 샤우카트 알리 마자리[1],
문종호[1], 김경민*
강릉원주대; [1]충북대
(kmkim@gwnu.ac.kr*)

The chemical absorption process using amine aqueous solutions is a promising method for CO2 emission reduction. Combining blended amines offers an effective approach to enhance process performance. This study assessed commercial amines (MEA, DEA, DIPA, TEA, MDEA, AMP) and their binary mixtures to understand how synergistic effects could reduce regeneration energy. By employing the e-NRTL model and Shortcut method, CO2 loading, liquid-phase molar fraction, heat of absorption, pH, and regeneration energy were analyzed. Two scenarios revealed synergy effect in reducing regeneration energy. First, blending carbamate-forming and non-carbamate-forming amines accelerated carbamate formation, expanding cyclic capacity in DIPA-MDEA and DEA-AMP systems. Second, in MEA-MDEA system without enhanced cyclic capacity, the blending ratio was optimized from the trade-off between heat components, sensible, latent, and reaction heats.

O분리G금-25

Heteroatom-Doped Graphene-Based Functional Separator for Dendrite-Free Lithium Metal Anodes

손범권, 조용준, 조은선*
한국과학기술원
(escho@kaist.ac.kr*)

With increasing demands for energy storage systems, Li metal has great advantages of high theoretical capacity and low reduction potential as an ideal anode for next-generation batteries. However, the high reactivity and volume change induce fatal safety issues, suspending the commercialization. Particularly, the dendritic growth of Li leads to an internal short circuit and poor cycle life. Also, the mechanically unstable interface between Li and electrode severely deteriorates the evolution of dendrites. Here, we present a heteroatom-doped (N or B) graphene coating layer on a glass fiber membrane as a functional separator for controlling Li deposition. The graphene layer with excellent mechanical properties and electrical conductivity induce a stable Li deposition during the Li plating/stripping process, and at the same time the lithiophilic element-doped site reduce the Li deposition overpotential, increasing the cell lifetime. By varying the chemical functionalities of separator, the lithiophilicity is finely tuned to investigate its role in electrochemical performance, potentially providing the guideline for advanced functional separator.

O분리G금-26

A Framework for the Design of a Melt-Crystallization Process Incorporating Thermodynamic and Kinetic Data

김태현, 정시연, 강정원*
고려대
(jwkang@korea.ac.kr*)

Melt crystallization is a promising separation technique for producing ultra-pure chemicals with a lower energy consumption than conventional distillation processes. For the design of an efficient melt crystallizer, reliable thermodynamic and kinetic data are essential. This work presents a systematic method combining thermodynamic data (SLE: solid-liquid equilibrium) and experimental kinetic observations to produce a high-purity intermediate chemical used in industry. The purity and material balance for separation was established by analyzing these thermodynamic data. Kinetic data were obtained using a one-liter-lab scale continuous crystallizer equipped with a scrapper to remove the slurry deposition at the wall and to improve mixing inside the crystallizer. The results demonstrated that increasing the residence time resulted in a larger average crystal size. Furthermore, the experimental results provide whether the crystallizer slurry is transported according to the desired crystallizer temperature. The information obtained in this study can be further extended to developing an industrial scale of continuous melt crystallization process.

O생물K금-1

Real-time monitoring of small molecules in biological gas conversion reactors with agitation and bubbling based on surface-enhanced Raman spectroscopy

황금래, 민준원, 신용희, 김영재, 이정윤, 김동철, 강태욱*
서강대
(twkang@sogang.ac.kr*)

Surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS) is a promising technique for the monitoring various biochemical reactions because of its high sensitivity and rapid response time. However, several requirements should be fulfilled for the application of SERS in monitoring the concentration of small molecules in biological gas conversion reactors with agitators and spargers. The metal nanostructures need protection from strong shear stress and bubbling, and the concentration should be predictable based on the signal measured in bioconversion media. Here, we propose a novel method for real-time monitoring of dissolved CO and acetate concentrations in reactors with agitators and spargers based on SERS by using an optofluidic device. We show that the optofluidic device effectively protects the nanostructure from agitation and bubbles, enabling stable and accurate measurement of the SERS signal within a bioconversion reactor. By incorporating machine learning, the concentrations of dissolved CO and acetate are predicted in a bioconversion media. Finally, we demonstrate the real-time monitoring of concentration changes of the small molecules within the reactor based on SERS.

O생물K금-2

Synthesis of Plasmonic Nanoparticles in Periplasmic Space between Inner and Outer Membranes of Microbes

신용희, 임영욱, 이아람[1], 김동철, 조미라[1], 강태욱*
서강대; [1]가톨릭대
(twkang@sogang.ac.kr*)

Plasmonic nanoparticles have been combined with microbes to improve microbial functions. However, such combination has been limited to surface adsorption or internalization of the nanoparticles to microbes. Here we propose the synthesis of plasmonic nanoparticles in the periplasmic space between inner and outer membranes of microbe by utilizing the microbial respiration. The synthesis of the plasmonic nanoparticles in microbes is extensively examined by electron microscopy. In addition, the formation of the nanoparticles in microbe is identified over time by using dark-field microscopy. Biochemical property of microbes with plasmonic nanoparticles is also investigated.

O생물K금-3

효소 나노반응기를 이용한 조효소(NAD)의 재생

조성민*
부산대
(seongmini@pusan.ac.kr*)

본 발표에서는 효소를 이용하여 조효소인 NAD를 재생하는 방법에 대한 연구를 소개하고자 합니다. NAD는 생물학적 반응에서 중요하게 사용되는 조효소 중 하나 입니다. 이를 재생해서 사용하는 과정은 세포에게 있어서는 경제적인 대사과정이며, 산업적으로도 경제적인 측면이 있습니다. 이러한 NAD의 재생을 위하여 본 연구에서는 dehydrogenase를 비롯한 몇가지 효소들을 조합하여 효율적으로 NAD를 재생하는 방법들을 개발 하였습니다. 이러한 효소들은 또한 실리카 기반의 나노반응기에 캡슐화 함으로써 안정성을 더욱 향상 시킬 수 있었습니다.

O생물K금-4

슈도모나스 푸티다에서의 계산적 단백질공학 및 대사 공학을 통한 글리세롤로부터의 향상된 중간사슬길이 폴리하이드록시알칸산의 생산

허동훈, 이준영, 정기준*
한국과학기술원
(kjjeong@kaist.ac.kr*)

Polyhydroxyalkanoates (PHA) are biodegradable biopolymers that show promise as eco-friendly alternatives to petroleum-based plastics. Among these, medium-chain-length polyhydroxyalkanoates (mcl-PHA) have garnered attention for their unique properties and industrial applications. Pseudomonas putida, a relevant strain, exhibits significant potential for mcl-PHA production. To boost mcl-PHA yields, in silico protein and metabolic engineering have emerged as powerful tools for rational design and optimization of key enzymatic pathways. By integrating protein engineering, metabolic engineering and synthetic biology principles, this study seeks to enhance mcl-PHA accumulation by targeting key enzymes and regulatory elements.Ultimately, this research uncovers the potential of mcl-PHA production from glycerol using P. putida, emphasizing the importance of in silico protein and metabolic engineering in guiding rational design strategies. By harnessing computational tools and biotechnological advancements, this work contributes to the sustainable development of eco-friendly polymers, advancing green bioplastic manufacturing and reducing environmental impact.

O생물K금-5

종양 특이적 국소요법을 위한 다기능성 스프레이 나노 치료제

전유리, 조윤기*
경북대
(ykjo@knu.ac.kr*)

Here, we propose chitosan-based nanoparticles containing Fe(III)-catechol complexes (Cat-CS NPs) as a tumor-activatable therapeutics delivery system to accomplish highly site-directed administration while minimizing adverse effects towards surrounding normal tissues, inspired by intriguing adhesion mechanism of marine mussels. The Cat-CS NPs fabricated through electrospray exhibited spherical uniform size nanoparticles. Furthermore, they indicate improved adhesiveness on glass and porcine skin tissue model in aqueous conditions. The pH-dependent stoichiometry of Fe(III)-catechol coordination in the doxorubicin-loaded Cat-CS NPs (Cat-CS@DOX NPs) allows the triggered release of DOX in response to the acidic conditions around the tumor tissues. The Cat-CS@DOX NPs showed a significant inhibition of growth of cancer cell in vitro while exhibiting a good biocompatibility towards normal cells. In addition, they demonstrated superior adhesion ability to tissue substrates after local spray process in vitro and ex vivo. Taken together, our polysaccharide-based sticky nanoparticles can be applied to open new avenues as a topical delivery system to adjuvant cancer therapy.

O생물K금-6

Bioengineered Endometrial Organoids Generated in Microfluidic Droplets for Regeneration of Endometrial Injuries

백명재, 조윤기*
경북대
(ykjo@knu.ac.kr*)

Here, we propose a homogenous organoid culture platform using microfluidically fabricated microgels to establish a reproducible therapy. The endometrial organoids cultured within the highly uniform microgels exhibited the phenotypic and genotypic features specific to endometrial epithelium, as well as high level of homogeneity. Moreover, we verified the hormone-responsiveness of endometrial organoid, suggesting the reliability to recapitulate functional features of endometrial tissues. In addition, we confirmed hormone-responsive changes of endometrial organoids in thickness, which suggest the reliability to recapitulate functional features of endometrial tissues. Taken together, our endometrial organoids can be a powerful high-throughput microgel therapy for female infertility treatment with further expansion to precise personalized medicine.

O생물K금-7

Adhesive protein-based conductive interface for bioelectronics

우현택, 차형준*
포항공과대
(hjcha@postech.ac.kr*)

There are increasing demands for conductive materials in biophysical environment, especially for bioelectronics devices. In order to overcome the mismatch caused by the difference in physical properties between conductive materials and biological tissues, there have been trials to bridge the interfaces. In the present work, we newly developed double layered biocompatible nanoparticles with eutectic gallium-indium alloy (EGaIn) core shell. Bulk EGaIn is dispersed evenly via ultrasonic in solution which contains HA molecules whose net charge is negative in neutral pH condition, forming single layered nanoparticles at the same time. Thickness of coating has been regulated through the concentration of HA solution. The second coating layer is bioengineered mussel-derived protein (MAP), which contains rich DOPA residues playing critical role in adhesive and cohesive effect in mussel and abundant lysine residues making protein positive net charge. We confirmed that nanoparticles are formed because of the electrostatical force between HA and MAP. These nanoparticles can be applied as interface between electrode and tissues through utilizing various residues in MAP.

O생물K금-8

췌장암 표적 치료를 위한 생체접착성 나노입자 전달 시스템

이혁준, 차형준*
포항공과대
(hjcha@postech.ac.kr*)

Pancreatic cancer is a serious disease with high mortality rate, often diagnosed at an advanced, metastatic stage, which limits treatment options. In order to improve survival rates, systemic chemotherapy with nanoparticles has been proposed as a potential therapy. Nanoparticles for drug delivery need to be biocompatible and have appropriate morphology and biodegradation rates. Moreover, effective drug release and tissue residence time are critical for successful drug delivery. In this work, mussel adhesive protein (MAP)-based nanoparticles, rich in DOPA, were successfully fabricated and can encapsulate the anti-cancer drug gemcitabine with high capacity. PEGylation with an MMP2-cleavable peptide allowed for dePEGylation in the tumor site of pancreas due to the overexpression of MMP2. The PEGylated MAP nanoparticles can protect themselves from aggregation with plasma proteins in the blood, while dePEGylated MAP nanoparticles can take advantage of their bioadhesive abilities in the tumor and successfully release the drug. Therefore, our novel MAP-based nanoparticles have great potential as effective drug carriers for systemic pancreatic cancer chemotherapy.

O생물K금-9

광범위한 각도 스캐닝 및 이미지 재구성을 통해 SPR 이미지 광 신호변환에서 민감하게 정량 및 해상도를 향상시키는 전략

이윤성, 홍수린*
차의과학대
(hongsr@cha.ac.kr*)

표면 플라즈몬 공명 이미징(SPRi)은 다양한 분야에서의 응용 및 다중검출의 요구로 인해 SPR에서 발전된 기술입니다. 잠재력이 있음에도 불구하고 SPRi는 저분자량 물질을 다룰 때 감도에 제한이 발생하여 이미지 신호의 정량처리 연구가 필요합니다. 본 연구에서 광범위한 각도 스캐닝 모듈과 신호변환 처리를 개발하여, 기체 및 액체 상에 적용가능하고 감도를 향상시키며 개선된 SPRi 신호를 시각적으로 정량화하였습니다. 신호의 개선은 대비 향상 히스토그램 균일화(CLAHE)를 구현하여 높은 대비와 감도를 제공함으로써 더 정확한 이미지 재구성에 기여하였습니다. 다중 점 픽셀 처리 기술을 통해 더욱 향상된 SPRi 신호를 정량화와 시각화가 가능하게 했습니다. 신호처리과정을 검증하기 위해 SiO_2/Au 칩을 네 가지 서로 다른 기능기로 개질화하여 SPRi에 적용가능하도록 하였습니다. 또한 변환된 이미지 데이터는 다중 검출 및 정량화를 거쳐 미세한 SPRi 신호를 두개의 상에서 효율적으로 검출가능하다는 것을 확인하였습니다. 이 융합된 처리과정은 미지의 샘플에 대해 교정, 정량 및 모니터링에 활용할 수 있을 것입니다.

O생물K금-10

재생 가능한 자원으로부터 아디프산 생산을 위한 Yarrowia lipolytica 기반 플랫폼 균주 개발

백승호*
한국화학연구원
(baeksh@krict.re.kr*)

There is an increasing demand for bio-based dicarboxylic acids (DCA) as an eco-friendly alternatives to chemically synthesized DCA. Adipic acid, which is not naturally produced by microorganisms, is an essential DCA with significant industrial importance. This study aimed to develop a platform strain using Yarrowia lipolytica for efficient bioconversion of renewable resources into adipic acid. To prevent the complete oxidation of adipic acid, peroxisomal β-oxidation was engineered by selectively disrupting acyl-CoA oxidases. Furthermore, ω-oxidation activity was improved via introducing an additional copy of cytochrome P450 monooxygenase (ALK5) and reductase (CPR1) with fatty alcohol oxidase (FAO1). The production phase used SP92D medium in a two-stage bioconversion process, during which the engineered strain exhibited the highest production level, achieving a remarkable 9.7-fold increase compared to that of the parental strain. To our knowledge, this is the first report demonstrating that engineered Y. lipolytica can produce adipic acid from fatty acid methyl esters.

O생물K금-11

광학순수형 (R)-γ-발레로락톤 생산 및 슈퍼 커패시터 적용 가능 탄소질 전극 생산을 위한 조류 바이오매스 기반 제로 폐기물 바이오리파이너리

차재현, 민경선*
한국에너지기술연구원
(min4605@kier.re.kr*)

Mankind is facing to climate crisis caused by fossil fuels-derived CO_2 emissions. Biorefineries, using biomass, are seen as alternatives to petroleum for producing eco-friendly fuels and chemicals, but making them economically viable is a challenge. One approach is zero-waste biorefineries, with our focus on creating one from algal biomass. The algal biomass was used to produce levulinic acid (LA), an intermediate in the production of (R)-γ-valerolactone ((R)-GVL) through hydrothermal oxidation. For enzymatic hydroxylation of LA to 4-hydroxyvaleric acid (4-HV), engineered 3-hydroxybutyrate dehydrogenase successfully converted LA to 4-HV which was sequentially lactonized under acidic conditions, resulting in optically pure (R)-GVL. To our best knowledge, this is a first report to produce algal biomass-derived (R)-GVL with a perfect enantiomeric excess (>99.99%). Furthermore, residual biomass after hydrothermal oxidation was used for the fabrication of carbonaceous anode. This work not only showcases a zero-waste biorefinery applicable across industries (biopharmaceuticals, energy) but also contributes to a closed-carbon-loop approach.

O생물K금-12

Decolorization of textile dye by small laccase (SLAC) using Bacillus subtilis spore system for the enhanced thermal stability and repeated reaction

정유라, 김준형*
동아대
(june0302@dau.ac.kr*)

In this study, we tried to decolorize synthetic dyes using small laccase from Streptomyces coelicolor (SLAC), which is resistant to pH, temperature change and traditional inhibitors for the actual industrial applications using spore surface display system. We inserted SLAC-His6 tag at the C-terminal of CotE anchoring motif. The proper surface expression of CotE-SLAC fusion protein on the surface of Bacillus subtilis spore was verified with flow cytometry using FITC labeled anti-His6 tag antibody. After 6 hours of reaction, more than 90 % of indigo carmine was decomposed using recombinant SLAC displaying Bacillus spore, whereas less than 10 % of indigo carmine was decomposed with wild type spore. Over 70 % of laccase activity was retained with recombinant SLAC displaying spore, which was heat-treated for 3 hours at 90℃. For eight rounds of repeated decomposition of Indigo carmine, no significant decrease of enzymatic activity was observed. This showed the robust characteristics of spore display format for repeated and harsh condition reactions.

O생물K금-13

저순도 hydrogen을 이용하는 cofactor swing arm 기반의 all-in-one microreactor system 설계

박현선, 차재현[1], 권인찬*
광주과학기술원; [1]한국에너지기술연구원
(inchan@gist.ac.kr*)

Hydrogen (H2) is gaining attention as a next-generation energy source. However, cheap H2 sources have low purity, presenting usage challenges. Certain hydrogenases exhibit selectivity even in low-purity H2. To ensure an economically viable process, expensive cofactors should be regenerated in situ. Moreover, for reusability, the entire enzymatic system must be immobilized. We demonstrated that a cofactor-swing arm can be co-immobilized with hydrogenase and mannitol dehydrogenase on solid supports, resulting in the design of all-in-one microreactors. These microreactors efficiently convert inexpensive D-fructose into valuable D-mannitol with high reactivity and reusability

O생물K금-14

항노화 약물 스크리닝을 위한 세포 공배양 미세유체 플랫폼

손희성, 이창수*
충남대
(rhadum@cnu.ac.kr*)

Aging is a complex process that affects individuals, leading to declines in physical and cognitive functions and increasing susceptibility to age-related diseases. The search for molecules to regulate circadian metabolism for effective anti-aging molecules has become a focus of scientific research. Nevertheless, conventional screening methods like benchtop systems have limitations of relatively low-throughput and being labor-intensive for dealing with spatial and temporal analysis of secondary metabolism. Microfluidic study has emerged as a promising solution to this challenge. In this study, we have developed a microfluidic co-culture system for anti-aging molecule screening using Y1 and HT22 cells. Our objective is to study the development of a microfluidic screening platform, with the ability to capture the spatial and temporal aspects of cell-to-cell signaling. In this presentation, we will discuss about the method of analysis for cell heterogeneity as getting chemical diffusion to target cell. The results of this study will provide insight into the effects of potential anti-aging compounds on single cell heterogeneity, paving the way for future research in this field.

O생물K금-15

Cathode modification for enhancing acetate productivity of microbial electrosynthesis

김은서, 김민수, 리수웨이, 김중래*
부산대
(j.kim@pusan.ac.kr*)

Microbial electrosynthesis (MES) based on CO_2 conversion and utilization has recently been spotlighted as a technology for the production of high-value chemicals (i.e., acetate). Electron uptake of microorganisms through extracellular electron transport system and cathode material is crucial in MES's acetate production from CO_2. Here, we developed a polyaniline (PANI) electrodeposited graphite felt (GF) electrode for enhancing acetate production in MES. The high biocompatibility and high conductivity of PANI promote biofilm formation by increasing the interfacial interaction between the cathode and electroactive microorganisms. In the last cycle of a total of 3 cycles, the PANI/GF produced higher acetate production (61.8 $g/m^2cat/day$) than the unmodified GF (41.6 $g/m^2cat/day$). The specific capacitance (C_p) that the PANI/GF (0.018 Fg^{-1}) was 8.7 times higher than that of the unmodified GF (0.002 Fg^{-1}). These results indicated that PANI/GF electrodes enhance the microbes-electrode interaction, extracellular electron transfer, and performance of MES. Physicochemical and electrochemical analyzes compared to unmodified GF showed that PANI/GF electrodes promoted the formation and enrichment of

O생물K금-16

Formate-induced enhancement of 1,3-propanediol production through NADH regeneration in Klebsiella oxytoca

박은주, 김민수, 유지인, 김중래*
부산대
(j.kim@pusan.ac.kr*)

1,3-Propanediol (PDO) is a value-added chemical widely used in cosmetics, foods, lubricants, adhesives, and pharmaceuticals. It is also a monomer in polymers used to manufacture plastics and fibers. Klebsiella oxytoca is facultative microbe that can produce 1,3-PDO through the fermentation of glycerol metabolism. NADH is a key factor for production of 1,3-PDO as a coenzyme in that pathway. Recently, (bio)electrochemically produced formate from CO_2 as a substrate has been highlighted as an aspect of being environmentally friendly. And formate is known to be involved in NADH regeneration for enhancing target product formation. In this study, the anaerobic glycerol fermentation of K. oxytoca with various concentrations of formate as co-substrates was examined. Increase in glycerol consumption (from 58.7% to 92.6%) and 1,3-PDO production (from 172.51mM to 251.02mM) was observed when using a 50mM of formate in 500mM glycerol condition. These results presented that without genetic modification of bacterial strain, the addition of formate can be an alternative strategy to enhance 1,3-PDO production.

O생물K금-17

Carbon negative bioelectricity production by light-driven photosynthetic microbial fuel cell (PMFC)

박원경, 김민수, 김중래*
부산대
(j.kim@pusan.ac.kr*)

Microbial fuel cell (MFC) converts chemical energy directly to electrical energy via electrochemically active bacteria. We propose a novel concept of MFC that achieves carbon-neutral bioelectricity production by inducing a microbial community capable of CO2 uptake under illuminated conditions. In this study, the effects of light between PMFC and dark MFC were compared. After the enrichment of the electroactive photosynthetic microbial community on the anode chamber, PMFC shows a two times shorter bioelectricity production cycle and COD removal rate than dark-MFC, which means the decomposing rate of the organic matter was faster. Different from the dark MFC, the effluent gas volume of the anode chamber was reduced in the PMFC. It seems to be uptake effluent gas (mainly CO2 and CH4 gas) by the electroactive photosynthetic microbial community. PMFCs also show higher power density (836 mW/m2) than dark-MFCs (592 mW/m2). From these, PMFC can provide a new concept of renewable energy for electricity generation without the emission of CO2 gas.

O생물K금-18

암치료를 위한 다공성 나노입자 기반 CRISPR/Cas9 유전자 전달 연구

신현수, 김재윤*
성균관대
(kimjaeyun@skku.edu*)

With the development of gene editing technology, new treatments are being developed for various genetic diseases and cancers. Gene editing, using clustered regular interspaced short palindromic repeats (CRISPR)/CRISPR-associated protein 9 (Cas9) systems, is a promising tool for genome manipulation. However, its low intracellular delivery efficiency has been a significant limitation, hampering its usage and clinical potential. This highlights the need for adequate carriers with high loading efficiency of CRISPR/Cas9 system and high intracellular delivery to specific cells. Porous nanoparticles have advantages of high loading efficiency through a large surface area and high pore volume, which is beneficial for intracellular gene delivery. We propose the use of porous silica nanoparticles to deliver the plasmid-type CRISPR/Cas9 system to cancer cells to knock out specific genes that play a major role in immunosuppressive mechanism and growth of tumor. The proposed porous nanoparticles have the potential to be applicable not only to cancer treatment but also to various genetic disease treatments.

O생물K금-19

약물 부작용 신호 예측을 위한 의료 데이터 기반 머신 러닝 체계

전준혁, 홍유진, 김현욱*
KAIST
(ehukim@kaist.ac.kr*)

Multiple drugs are often prescribed together for more effective disease treatment. While this aims to optimize therapy, it can lead to unintended adverse drug reactions (ADRs) due to drug-drug interactions (DDIs), contributing to over 30% of reported ADRs. Acknowledging their importance, computational models predict DDIs and ADRs. However, these models mainly rely on drug molecular characteristics, ignoring clinical variables. This prompts further refining of relevant models for better ADR and/or DDI prediction. Addressing this, we introduce a machine learning framework predicting ADR signals caused by DDIs using medical data. Our model utilizes preprocessed MIMIC-IV data, including factors like age, ethnicity, gender, patient disease history (ICD-10 codes), and drug information (e.g., molecular structure, dosage). Using this dataset, we explored diverse machine learning methods to predict ADR signals. These signals classify abnormality in specific lab results (e.g., hematocrit, creatinine). The best model showed an average AUROC above 0.8. This study's machine learning model holds promise for assessing risks (e.g., ADRs) related to multiple drug usage.

O에환F목-1

액상 플라즈마를 이용한 물 분해에서 가시광 감도와 광촉매 활성이 크게 향상된 $Ni_xFe_{(1-x)}TiO_3$ 복합 페로브스카이트 합성

정경환, 정상철*
순천대
(jsc@sunchon.ac.kr*)

A $Ni_{(1-x)}Fe_xTiO_3$ complex perovskites with highly improved visible-light sensitivity was newly synthesized. Their photocatalytic activities in water splitting using liquid-plasma was evaluated. The $Ni_{(1-x)}Fe_xTiO_3$ perovskite had a higher light absorption ability for visible light than $NiTiO_3$ and the absorption area was expanded. Bandgap energy was also greatly reduced to about 1.8 eV. The H_2 evolution rate from water splitting by plasma over the perovskite was also greatly improved. Among the complex perovskites, $Ni_{(1-x)}Fe_xTiO_3$ (x=0.3) had the highest H_2 evolution rate. This is because it has enhanced light absorption ability at 486 nm and 656 nm emitted in plasma into water, so the photocatalytic activity is also increased.

O에환F목-2

폐플라스틱 열분해 오일 연속 생산 및 고품질화 기술 개발 연구

전원진*, 김영두, 이경환
한국에너지기술연구원
(wonjinjeon@kier.re.kr*)

매년 꾸준히 증가하고 있는 플라스틱 폐기물 발생량 문제를 타개하기 위한 일환으로서, 물질 재활용이 어려운 저급의 폐플라스틱의 화학적 재활용 기술이 많은 주목을 받고 있다. 소각 및 매립의 의한 폐플라스틱 처리 대비 탄소중립적이고 친환경적인 처리 방법인 열분해 오일화 기술을 활용하면, 다양한 화학 제품 원료 물질을 생산할 수 있다. 현재 국내에서 진행 또는 추진되고 있는 열분해 오일화 기술 동향을 분석하고, 한국에너지기술연구원에서 개발하거나 연구 중인 열분해 오일화 및 업그레이딩 기술에 대한 소개를 하려 한다.

O에환F목-3

ZrO2-propelled bi-metallic CuPd catalyst for direct one-pot conversion of cellulose to sustainable aviation fuel components

Deepak Verma, 김재훈[1]*
Sungkyunkwan University; [1]성균관대
(jaehoonkim@skku.edu*)

Cellulose conversion into selectively targeted compound remains a great challenge due to its nature of robust crystallinity and over-functionalized structure with C-O bonds groups. Herein, we firstly report a novel approach to selectively produce 2,5-dimethylfuran (2,5-DMF) with a yield of 33.8% along with its further derived 2,5-hexadione product with a yield of 17.2% (a combined yield of 51.0%) directly from cellulose feedstock in a one-pot catalytic system at 240 ℃ within 4 h over multifunctional heterogeneous ZrO_x-promoted bimetallic Cu-Pd NPs supported on HY(5.1) catalyst under a supercritical methanol (scMeOH) condition. Product distribution analysis represents the reaction pathway occurred through a sequential cascade reaction (acid-solvolysis, dehydration and hydrogenation-hydrogenolysis). The involvement of proton from solvent in the reaction is also observed which is further verified through H-D exchange mechanism by performing some 5-HMF reactions.

O에환F목-4

세륨옥사이드 촉진제가 Fe계 촉매보다 높은 탄화수소로 CO2의 수소화에 미치는 역할 조사

Muhammad Kashif khan, 쉐라즈 아머드, 김재훈*
성균관대
(jaehoonkim@skku.edu*)

A viable method to mitigate the global warming is the thermocatalytic conversion of CO2 into liquid fuels and chemicals. Though the choice of metal-oxide promoter in bimetallic oxides has a significant impact on the CO2 conversion and long-chain hydrocarbon selectivity, the promoter's exact role is still ambiguous. Herein, the role of CeO2 as a promoter for an Fe-based catalyst was investigated. Bimetallic Na-FeCeOx-9 catalyst exhibited a high C5+ yield of 14.7% with a CO2 conversion of 36.7%. The presence of CeO2 increased the catalyst stability up to 250 h time-on-stream. In addition, at the early stage of reaction, the decoration of the cerium oxide surface with nanosized χ-Fe5C2 enhances the C5+ yield. Moreover, a detailed deactivation mechanism based on active phase migrations in different spent catalysts (200 and 550 h) was also elucidated.

O에환F목-5

SELF-POWERED ZnO-$ZnWO_4$ @PDMS PIEZOELECTRIC NANOGENERATOR FOR REAL-TIME SAFETY EARLY WARNING SYSTEM

Ragu Sasikumar, 김병기*
한국기술교육대
(byungki.kim@koreatech.ac.kr*)

The current study demonstrates a real-time safety early warning alarming system aimed at preventing accidents and enhancing safety management in laboratories. We developed zinc oxide doped zinc tungstate (ZnO-$ZnWO_4$ @PDMS) composite-based on a novel flexible piezoelectric nanogenerator (FPENG). The observed piezoelectric response was 1.32 V, which is ~4 times better than that of $ZnWO_4$ alone, owing to the synergistic effect of ZnO-$ZnWO_4$@PDMS. When subjected to finger-tapping motion, the FPENG can charge a 1 μF capacitor, and 81 mV it reached within 56 s, then the light-emitting diodes (LEDs) powered under 2x amplification. Subsequently, the FPENG system was demonstrated and validated through real-time application at the laboratory setting marked as “caution/restricted” line. The application of the system demonstrated its capability to simultaneously glow LEDs and alarms when the people touch or cross the caution line.

O에환F목-6

아임계수에서 경질 폴리우레탄 폼의 해중합 거동

김동은, 정은송[1], 강승오[1], 이태규, 이상호[1]*
KPX케미칼; [1]동아대
(sangho@dau.ac.kr*)

폴리우레탄(PU)은 Polyol과 Isocyanate의 종류와 비를 조절하여 물성을 광범위하게 조절할 수 있어서 자동차용 시트, 냉장고 및 건축용 단열재, 섬유, 접착제 등 여러 용도에 적용되고 있다. PU는 자연 분해가 어려워, 보통 매립이나 소각을 통해 폐기되고 있으며, 환경 오염이 문제되고 있다. 최근 들어 녹색 성장, ESG 경영, 탄소중립 달성 등이 부각됨에 따라, 폐기되는 PU의 재활용 방안에 대한 관심이 증대되고 있다.본 연구에서는 별도의 분해 촉매를 사용하지 않고 경질 PU foam의 Hydrolysis를 아임계수 230C, 20MPa의 조건에서 수행하여, Polyol과 원료 Isocyanate의 구조를 가지는 1급 아민을 회수하였다. PU 분해 거동을 실시간으로 관찰한 결과, 해중합은 짧은 시간에 이루어지며 압력보다 온도의 영향을 크게 받았다. 분해 온도와 분해 시간에 관한 측정 결과는 에너지 회수공정 설계에 유용할 것으로 기대된다.

O에환F목-7

Energy-efficient Electrochemical Generation of Active Chlorine and Treatment of Ammonium Wastewater Using Iridium-doped Tin Oxide

임종훈*
성신여자대
(jlim@sungshin.ac.kr*)

This study investigated iridium-doped tin oxide (Ir-SnO2) as an energy-efficient anode material for the generation of active chlorine from ubiquitous chloride ions. The Ir-SnO2 anode was found to have superior electrical conductivity, high electrochemical active surface area (ECSA), and low charge transfer resistance compared to conventional dimensionally stable IrO2 anodes (DSA). Furthermore, density functional theory (DFT) calculation demonstrated that chloride was readily adsorbed on Sn sites with higher oxidation states. As a result of excellent electrochemical properties and high chloride adsorption capability of Ir-SnO2, it showed a remarkably greater current efficiency of 92% and energy efficiency of 7.78 mmol/Wh for active chlorine evolution in a diluted 0.1 M NaCl solution at 30 mA/cm2 compared to both Sb-SnO2 and IrO2 DSA. The Ir-SnO2 anode also achieved complete removal of ammonium wastewater within 3h, which was faster than other control anodes.

O에환F목-8

계층적 CuO 나노와이어의 코팅된 NiFe LDH 메시 소자의 에너지 발전 시스템

박지영, 곽연수[1], 이지은, 김유빈, 이승환[2], 정다운[2], 좌용호*
한양대; [1]델라웨어대; [2]한국생산기술연구원
(choa15@hanyang.ac.kr*)

We introduce a novel electricity generator with advanced capillary wicking at ambient conditions. A hierarchical nanostructure of nickel-iron layered double hydroxides (NiFe LDHs) is deposited on copper oxide nanowires (CuO NWs) on Cu meshes to enhance the diffusion of ion-rich water infiltration. LDH coating improves the overall power, voltage, and robustness of the device output. A 200 μL droplet of 3.3 M $CaCl_2$ solution on a device produces power at the 250 nW/cm^3 scale, which could sustain more than a month. We explore the working and deactivation mechanism, regenerability, and potential scalability through serial allocation for further applications. This research allows water-driven electricity generation using hierarchical nanostructured materials, effectively harnessing renewable energy from readily available hygroscopic salts or abundant seawater resources.

소성패각과 해수를 활용한 간접탄산화과정의 부산물 처리를 통한 이산화탄소 저장연구

고은빛, 김명진*
한국해양대
(kimmj@kmou.ac.kr*)

현재 산업에서 배출되는 CO_2의 증가는 환경에 심각한 결과를 초래한다. 따라서 환경 문제를 해결하기 위해 CO_2 저장 및 활용 기술을 개발하고 있다. 소성패각과 해수를 활용한 간접탄산화를 통해 고순도 바테라이트형 탄산칼슘이 생산되며 약 3kg-CO_2/ton-seawater가 저장가능하여 경제적·환경적으로 유리하다. 하지만 칼슘용출과정에서 과량의 소성패각이 요구되므로 부산물이 다량 발생하는 문제가 있다. 따라서 본연구에서는 간접탄산화 부산물을 직접탄산화하여 유용자원으로 전환하고 CO_2를 추가적으로 저장하기 위한 연구를 진행하였다. 간접탄산화 부산물의 XRF 분석결과, 칼슘과 마그네슘은 각각 75%, 15% 함유되어 있음을 확인하였다. 부산물을 직접탄산화 한 결과, 생성된 고체는 칼사이트형 탄산칼슘과 탄산마그네슘임의 한 종류인 네스퀘호나이트임을 XRD를 통해 확인하였으며 그 형태를 SEM을 통해 관찰하였다. 직접탄산화를 통해 저장될 수 있는 CO_2의 양은 칼사이트형 탄산칼슘 생성으로 약 3kg-CO_2/ton-seawater, 네스퀘호나이트 생성으로 약 2kg-CO_2/ton-seawater이었다. 따라서 간접탄산화와 직접탄산화 공정을 통해 저장되는 CO_2 양은 총 8kg-CO_2/ton-seawater이었다. 본 기술은 해양폐기물을 처리하면서 동시에 유용자원을 생산하고, 이산화탄소를 효율적으로 저장할 수 있는 고부가가치 탄소중립 기술

황 함유 고분자/맥신 복합소재 기반 고성능 및 재활용이 가능한 마찰대전 발전기 개발

조웅비, 김성수, 이현후, 한나라[1], 김현기[1], 이민백[1], 한태희, 위정재*
한양대; [1]인하대
(jjwie@hanyang.ac.kr*)

Sulfur-rich polymer (SRP) is one of the promising materials for waste-based yet high-performance triboelectric nanogenerators (TENG). Recently, we reported that directly injecting fluorine gas or blending fluoropolymers can induce fluorine-rich surface of SRP, resulting in higher triboelectric output performance than poly(tetrafluoroethylene) (PTFE), one of the most negative materials in TENG. However, these strategies can raise environmental concerns due to toxicity of F_2 gas and per-/polyfluoroalkyl substances (PFAS). In this presentation, we introduce SRP-based composites embedding a small amount of $Ti_3C_2T_X$ MXene to mitigate the environmental concerns and to develop recyclable and high-performance TENG. Well distributed MXene in SRP can boost TENG output performance by generating additional charges at interfaces due to the high negative surface charge density of MXene. After corona discharging, the SRP/MXene composites-based TENG demonstrates a record high power density of 3.89 W/m^2 among the SRP-based TENG.

Widening the operating window of Pt/ZSM-5 catalysts for efficient NOx removal in H2-SCR: Insights from thermal aging

박동찬, 황세인, 김도희*
서울대
(dohkim@snu.ac.kr*)

NOx emissions from various sources cause serious environmental problems. The selective catalytic reduction of NOx by hydrogen (H2-SCR) using Pt/ZSM-5 catalysts has attracted significant attention due to its effective removal of NOx at low temperatures. However, Pt/ZSM-5 has a narrow operating window because of the excessive oxidation of NO to NO2 at high temperatures. In this study, Pt/ZSM-5 catalysts were prepared by thermal aging treatment of fresh Pt/ZSM-5 at various temperatures to prevent the excessive oxidation of NO to NO2 at high temperatures. The fresh Pt/ZSM-5 catalyst showed high NOx conversion at low temperatures, reaching 93% at 75 ℃. However, the conversion rapidly declined as the temperature increased, dropping to 50% at 200 ℃. In contrast, when the catalyst was thermally aged, the NOx conversion increased at all temperatures, and the operating window was significantly widened. Especially, Pt/ZSM-5 aged at 850 ℃, maintained 84% NOx conversion even at 200 ℃. Various characterizations and probe reactions revealed that the oxidation ability of the thermally aged catalysts decreased due to the sintering of Pt, resulting in widen operating windows.

Photocatalytic Oxidation of Mn^{2+}(aq) Using Natural Sunlight and Hematite

최준영, 정해성*
창원대
(haesung.jung@changwon.ac.kr*)

Excessive manganese can cause issues like pipe blockages and Parkinson's disease. Therefore the World Health Organization(WHO) has set the acceptable Mn^{2+}(aq) limit at 0.4 mg/L. As eco-friendly technology has recently stand out, an environmentally friendly method for removing Mn^{2+}(aq) is required. Here, we confirmed the natural sunlight-driven rapid oxidation of Mn^{2+}(aq) using a photocatalytic reaction with hematite, the most commonly occurring iron oxide mineral in nature. Our kinetic analyses showed that the natural sunlight-driven photocatalytic oxidation of Mn^{2+}(aq) is orders of magnitude faster than that of conventional abiotic and biotic processes. This result suggests the possibility of photocatalytic manganese oxidation through natural sunlight and hematite, all of which are abundant in nature. Furthermore, we confirmed that cation species play a crucial role in the oxidation rate and formation of Mn(III/IV) oxides. Our results not only reveal the importance of photocatalytic oxidation of Mn^{2+}(aq) in environments, but also illuminate the sustainable pathway to remediate Mn-contaminated water using natural sunlight-driven photocatalysis.

O에환F금-5

The environmental impact of waste lithium-ion batteries with Shewanella under anaerobic condition

김성령, 정해성*
창원대
(haesung.jung@changwon.ac.kr*)

With the advent of electric vehicles, the amount of waste LIBs is rapidly increasing, raising environmental pollution problems. Although it is widely acknowledged that exposure of waste LIBs to the environment can occur severe pollution, specific studies and data on this matter are limited. Here, our study shows how the cathode of waste LIBs is affected by exposure to nature. Specifically, we showed the dissolution of NCM622 when in contact with Shewanella putrefaciens under anaerobic conditions at neutral pH. The dissolution of the spent cathode in LIBs showed about 78%. Through control experiments and solid-state analyses, we confirmed that the dissolution occurs via the reduction of Ni, Co, and Mn derived from microbial respiration under anaerobic condition (i.e., Dissimilatory process). Notably, we also found that the microbial dissolution of metal induces secondary mineralization, such as manganese phosphate. These novel findings demonstrate potential environmental impacts, such as release of metals and the formation of secondary mineral, of cathode materials from contact with Shewanella putrefaciens when waste LIBs are exposed to nature and flew into deep, oxygen-free soil.

O에환F금-6

Theoretical Understanding of Perovskite Phase via DFT calculation for Efficient Pure-Blue LEDs

권성현, 신윤섭, 오승학, 김진영, 곽상규[1]*
울산과학기술원; [1]고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

Inorganic-halide quasi-2D perovskite structures have gained significant attention for enhancing the performance of solar cell and light emitting diodes. By incorporating zwitterionic additives (i.e., L-dopa and L-phenylalanine) into PEDOT:PSS substrate, $[PbX_6]^{4-}$ quasi-2D perovskite with excellent external quantum efficiency (i.e., 5.57% $_{max\ EQE}$) and operating stability could be synthesized. To elucidate the effect of substrate and additives toward 2D-perovskite formation and its phases (i.e., high and low n-phases), we conducted density functional theory calculation. First, we verified the influence of electrostatic interaction on the formation of quasi-2D perovskite at substrate. Through comparative assessment within each additive system, we anticipate L-phenylalanine facilitates perovskite formation by the means of electrostatic attraction. Moreover, we corroborate the effect of additives on the formation of distinct n-phases by evaluating their respective formation energies. It was revealed that, L-phenylalanine promotes the formation of high n-phase perovskite due to its stronger binding affinity, in contrast to the less favorable interaction observed with L-dopa

O에환F금-7

Study of Reductive Decomposition Mechanism o Solid Electrolyte Interphase

이승민, 김형준, 이윤성[1], 김고은[1], 전중현[2], 홍성유, 최남순[3], 곽상규[4]*
울산과학기술원; [1]현대자동차; [2]연세대; [3]한국과학기술원; [4]고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

To develop Li-ion batteries with high-capacities, Si-containing anodes having high interfacial stability should be preemptively secured, in despite of severe volume change during cycling. In this study, 4-(allyloxy) phenyl fluorosulfate (APFS) additive combined with vinylene carbonate (VC) was applied to SiG-C (Graphite and SiC composite) / $LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O_2$ full cell to secure anode interfacial stability. In result, a high capacity of 143.5 mAh g^{-1} and the capacity retentions of 72.5% was achieved. The enhancement of long-term cyclic performance was originated from the formation of mechanical strain-adaptive solid electrolyte interphase (SEI) comprising LiF and polymeric species. To elucidate the SEI formation from the reductive decomposition of APFS additives, density functional theory (DFT) calculations were conducted. By calculating energy barrier and heat of reaction for possible reaction paths, feasible formation path of LiF and polymeric species on the anode surface was revealed. This result suggests plausible occurrence of LiF formation and copolymerization of APFS with VC, which is both thermodynamically and kinetically favorable.

O에환F금-8

고효율 CCUS를 위한 DES 기반 복합 sorbent 개발

박민석, 강동우*, 권석호, 조재한, 최동윤, 김선호
충북대
(qwerty@cbnu.ac.kr*)

산업혁명 이후 지속적으로 증가되는 CO2 배출량에 따라 지구온난화 문제가 심각해지고 있다. 따라서 대기중으로 방출되는 CO2의 양을 제어할 필요가 있으며, 그 방법 중 Carbon Capture Utilization & Storage (CCUS) 기술이 주목받고 있다. CCUS 기술이 고도화되기 위해서는 Carbon capture 기술이 선행되어야 하는데, 대표적으로 액상 흡수제를 활용하는 습식 흡수법과 porous materials를 통한 흡착법이 널리 사용되고 있다. 습식 흡수법의 경우, 대표적으로 alkanolamine류의 물질이 흡수제로 널리 사용되고 있다. 그러나 강한 염기성으로 인한 설비부식 문제나 많은 증발손실량 등이 문제시되어 최근에는 공융용매를 활용한 흡수제 개발이 이루어지고 있다. 흡착법의 경우는 습식 흡수법에 비해 흡착성능이 저하되어 이산화탄소 배출량이 많지 않은 경우에만 한정적으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 아민 기반의 공융용매를 제조하고, 이를 porous materials에 함침(Impregnation)하여 습식흡수법과 흡착법의 단점을 보완한 복합 sorbent를 개발하고자 한다.

O에환F금-9

A Benzoquinone-Mediated Hybrid Fuel-Cell in Alkaline Conditions with a Packed-Bed Reactor for Enhanced Performance and Efficiency

하태연, 김병규, 정태엽, 김용석, 김성수, 찬단 찬드루 구달, 정찬화*
성균관대
(chchung@skku.edu*)

Hydrogen fuel cells, which produce electric energy and only water as by-products, are highly evaluated for their eco-friendly technology. However, water management is a key challenge in conventional hydrogen fuel cells. Recently, to overcome this challenge, a mediated fuel-cell (MedFC) system in which hydrogen fuel cells are combined with a redox flow battery using an oxidation-reduction reaction of an electrolyte has been researched. In MedFC, the reduced ions of mediator generated by the oxidation reaction of hydrogen in a chemical reactor are fed to electorde of the fuel cell. In this work, 2,5-dihydroxy1,4-benzoquinone (DHBQ) was used as a mediator to operate the MedFC in alkaline conditions. DHBQ and hydrogen are injected up-flow into the packed-bed reactor to reduce DHBQ by chemical reaction. In the anode of fuel cell, DHBQ oxidizes and transfers electrons to the cathode. In the cathode, the oxygen reduction reaction occurs alkaline conditions. The reduction potential of DHBQ is -0.72 V and the reduction potential of ORR is 0.4 V. Thus, the theoretical potential of the cell is 1.12 V. During the operation of MedFC, the maximum power density of 282 mW/cm2 has been

O에환F금-10

채널 형태 분리막 반응기에 의한 액상 유기 수소 운반체의 탈수소화 반응 향상

김창섭, 강정원*
고려대
(jwkang@korea.ac.kr*)

A liquid organic hydrogen carrier is an organic compound that can safely and stably transport hydrogen and it can store and release hydrogen through a catalytic reaction under a specific temperature and pressure. The dehydrogenation reaction, which is a reaction that releases hydrogen from LOHC, is an endothermic reaction, and a fairly high heat source must be continuously supplied for an efficient dehydrogenation reaction, which causes significant energy loss. To show excellent dehydrogenation reaction activity at mild reaction temperature, LOHC materials with low reaction enthalpy should be developed, or excellent dehydrogenation reaction activity can be achieved by efficiently supplying the reaction heat necessary for the dehydrogenation reaction of LOHC through the design of the reactor. There are various forms such as a batch reactor, a continuous stirred tank reactor, and a plug flow reactor as forms that can be utilized as a dehydrogenation reactor. In this study, the design of a channel type membrane reactor in the form of a plug flow and the evaluation of dehydrogenation reactivity according to channels of various sizes and shapes were carried out.

O에환F금-11

실험실 규모의 용융 금속 기포 컬럼 반응기를 활용한 PE와 PP의 열분해에 따른 수소 생산 특성에 대한 실험적 연구

이은지, 양원, 이은도, 이용운, 이영재*
한국생산기술연구원
(leeyj@kitech.re.kr*)

전 세계적으로 플라스틱으로 인한 환경문제가 지속적으로 제기되었으며, 코로나19 이후 플라스틱 폐기물이 급증함에 따라 심각한 이슈로 부각되고 있다. 이에 따라 발생된 폐플라스틱의 소각과 매립 비중을 줄이고 온실가스와 환경오염 물질을 최소화하는 기술이 요구되고 있다. 그 중 폐플라스틱 열분해를 통한 자원화는 한 가지 대안이 될 수 있다. 최근 국내에서는 플라스틱 열분해 연구가 지속적으로 수행되고 있으며, 대부분 액상과 고상으로 분리하는 데 초점을 두고 있다. 본 연구에서는 열분해와 용융 금속 촉매와의 연계를 통해 수소와 탄소를 선택적으로 분리할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 대표적으로 사용되는 PE와 PP를 기준으로 원소 분석, 공업 분석, 그리고 TGA-DSC 분석을 통해 열분해 기초 특성을 분석하였다. 또한 기존의 플라스틱 열분해 문헌 조사를 통해 얻은 비응축성 탄화수소 화학종을 기반으로 상세 화학 반응 기구를 활용하여 생성물의 거동을 예측하였고, 주요 운전 변수인 온도, 압력, 그리고 체류시간에 따른 수소 및 탄소의 생성 변화에 대해 분석하였다. 이를 기반으로 실험실 규모의 용융 금속 기포 컬럼 반응기를 이용하여 반응 온도 700℃ 이상 조건에서 대상 플라스틱의 열분해 실험을 수행하였으며, 열분해 온도 조건에 따른 탄화수소 전환율의 변화를 비교하였다.

O에환F금-12

Enhanced Photoelectrochemical Hydrogen Production of PbS Quantum Dot-Sensitized Photoelectrodes Using Heat Treatment and Regeneration Method

서주원, 김재엽*
단국대
(jykim@dankook.ac.kr*)

Photoelectrochemical (PEC) hydrogen production is a promising approach to convert solar energy into chemical fuels. PbS quantum dots (QDs) are ideal sensitizer, since its narrow bandgap (~1.5 eV), and multiple exciton generation. Here, we report the enhanced PEC hydrogen production of PbS quantum dot-sensitized photoelectrodes by heat treatment and regeneration (HTR) method. PbS QDs were deposited on the TiO_2 layer by conventional successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR). We annealed PbS quantum dot-sensitized photoelectrodes, which led to oxidation of the Pb species, and then be easily regenerated to the PbS phase by dipping in sulfur contained electrolytes. The resulting photoanode exhibited a significantly increased photocurrent from 9.839 to 23.752 mA/cm^2 (at 0.6 V_{RHE}). The retention rate of photoanode without HTR method and with HTR method was 56.51% and 34.42%, respectively.

O에환F금-13

플래시라이트 유도 광열반응을 통해 그래핀화된 나노 다공성 $FeCl_3$ 함침 셀룰로오스 기반 고성능 수분 발전기

김대웅, 전상민*
POSTECH
(jeons@postech.ac.kr*)

We have developed a novel method for enhancing the performance of moisture-induced power generators (MPGs) through flashlight-induced graphitization (FIG). $FeCl_3$-impregnated cellulose papers (FCPs) were photothermally converted into graphitized cellulose papers (GCPs) by flashlight irradiation under ambient conditions. When a bilayered cellulose paper (BCP), formed by stacking GCP on top of FCP, was exposed to moisture, a potential difference was generated between the collecting electrodes due to the concentration gradient of dissociated Fe^{3+} ions within the BCP, with higher concentration in FCP and lower concentration in GCP. The resulting migration of Fe^{3+} ions from FCP to GCP caused electron movement along the external circuit. Fe^{3+} ions were found to serve multiple roles such as catalysts for graphitization, moisture absorbers, and charge carriers. The BCP-based MPG exhibited continuous generation of voltage and current outputs, instead of pulsed outputs, with maximum values of 0.39 V for voltage and 28.6 $\mu A/cm^2$ for current density at 45% relative humidity, representing the highest continuous current density value observed under

O에환F금-14

Enhancing Hydrothermal Stability of Cu-exchanged BEA zeolite for Effective Hydrocarbon Trapping: Fabrication of BEA zeolite on Cu-exchanged BEA

심재희, 최정규*
고려대
(jungkyu_choi@korea.ac.kr*)

Regulations regarding CO, NO_x, and hydrocarbon (HC) emissions are becoming stricter, and meeting these regulations is becoming increasingly difficult. A common technique is the utilization of Three-Way Catalysts; however, these catalysts become activated above 200-300 ℃. The period before the activation condition, referred to as the cold start period, is responsible for 80% of all hydrocarbon emissions. HC trap is one of the methods for reducing the emissions of hydrocarbons during the cold start period. BEA zeolite is an attractive candidate as a hydrocarbon trap due to its appropriate pore size and affinity for hydrocarbons. To achieve effective HC adsorption and hydrothermal stability, we exchanged Cu ions into BEA zeolite (referred to as CuB), and additional BEA zeolite was hydrothermally synthesized on CuB (the resulting material was denoted as B_x@CuB). Although CuB and B_x@CuB showed similar cold-start test (CST) performance, B_x@CuB exhibited a much higher efficiency when compared to CuB after hydrothermal treatment (HT). In addition, various chemical properties were considered to investigate factors that affect CST performance.

O에환F금-15

C1 ~ C4 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응에서 금속 산화물 담체에 따른 영향

공지현, 김민주, 전경원, 장원준*
아주대
(wjjang@ajou.ac.kr*)

본 연구에서는 수소 생산을 위해 Ni계 촉매를 혼합 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응에 적용하였다. 이 반응은 크래킹 반응, 탄소 침적, 수증기 개질 반응 및 수성가스전이 반응이 동시에 일어나므로 크래킹 반응과 탄소 침적에 저항성을 가진 촉매를 연구하였다. 담체에 따른 영향을 확인하기 위해 CeO_2, Al_2O_3, ZrO_2, SiO_2에 활성물질인 Ni을 15 wt.%로 담지하여 함침법으로 제조하였다. 혼합 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응을 수행하기 위해 반응가스는 CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}을 동일한 몰비로 혼합한 가스를 사용하였으며, 실험 조건은 온도 400 ~ 850 ℃, H_2O/C 비 7.0, GHSV 451,184 $mL\,h^{-1}\,g_{cat}^{-1}$ ($GHSV_{(CxHy)}$: 20,052 $mL\,h^{-1}\,g_{cat}^{-1}$)으로 설정하였다. 반응 결과, 600 ℃ 이하에서 Ni/CeO_2 촉매는 CH_4 전환율이 0%를 나타냈으며, Ni/Al_2O_3 촉매는 500 ℃에서 크래킹 반응으로 인해 오히려 CH_4이 생성된 것을 확인하였다. 650 ℃에서 850 ℃로 온도가 증가할 때 Ni/CeO_2와 Ni/Al_2O_3 촉매 모두 CH_4 전환율이 약 70%에서 94%로 유사하게 증가하였다. 반면에, Ni/ZrO_2 및 Ni/SiO_2 촉매는 크래킹 반응으로 인해 650 ℃에서 850 ℃로 증가함에 따라 두 촉매 모두 약 0%에서 -130%으로 감소하였다. 이러한 결과는 Ni/CeO_2 촉매의 높은 환원성과 산소저장능력, 낮은 산점, 그리고 Ni/Al_2O_3 촉매의 높은 Ni 분산도 특성 때문이다. 또한, TGA 분석

O에환F금-16

방사성 이온제거를 위한 전기적 흡착 탈착 공정 연구

엄호현, 김현중, 이재우*
한국과학기술원
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

글로벌 전기 수요가 증가함에 따라 CO2 배출 및 기후 변화의 영향도 커지고 있습니다. 핵 발전은 물론 저탄소 솔루션으로 인식되지만, 방사성 폐기물과 누설 같은 문제가 지속되고 있습니다. 이에 우리는 안정한 티타노실리케이트 물질인 DTS를 활용하여 Capacitive Deionization (CDI) 전극에 적용함으로써 오염된 물에서 Cs와 Sr을 신속하게 제거하는 연구를 수행했습니다.DTS 흡착재의 분석 결과, DTS의 전기화학적 특성부터 시작해 경쟁이온(Na) 대비 Cs와 Sr의 선택적인 흡착 능력, 간편한 재생 과정, 안정적인 흡탈착 주기 운전까지 확인할 수 있었습니다.DTS의 티타늄은 전기화학적 산화환원 반응성을 가지며 제염에 유용하게 활용될 수 있는 잠재성을 보였습니다. 또한 DTS의 특별한 구조를 통해 Cs와 Sr에 대한 선택성을 활용하여 나트륨 20배 존재 환경에서도 200mg/g에 가까운 높은 흡착 용량을 나타내었습니다. 특히 -1.2V에서는 0.5시간 만에 최대 흡착 용량과 유사한 효율을 보여주며, 역전압인 +2V를 적용하여 효과적인 탈착을 실현하였습니다. 다중 흡착 및 탈착 주기에서도 흡착 용량이 안정적으로 유지되어 재료의 안정성을 입증하였습니다.

O에환F금-17

Enhancing gas-liquid interfacial area in molten-metal bubble column reactors through electromagnetic field exposure: A volume-of-fluid computational fluid dynamics approach

Thi Hong Hanh Bui, 임영일*, Ngo Ich Son , 이은도[1], 이영재[1]
한경대; [1]한국생산기술연구원
(limyi@hknu.ac.kr*)

The use of molten metal bubble column reactors (MMBCRs) for CO_2-free H_2 production via non-oxidative CH_4 pyrolysis has gained significant attention. The bubble interfacial area is one of crucial parameters to enhance CH_4 conversion in MMBCRs. This study investigates the impact of the electromagnetic field on the hydrodynamics of MMBCRs using a computational fluid dynamics (CFD) model in the framework of the volume of fluid (VOF) multiphase model coupled with the large eddy simulation (LES) for turbulence and magnetohydrodynamic (MHD) model for magnetic field. The CFD model was validated against experimental data for the Ar-GaInSn system. The effect of horizontal alternating current (HAC-MHD) electromagnetic field at several electromagnetic strengths was explored on hydrodynamic parameters such as gas hold-up, mean bubble size and gas-liquid interfacial area in the CH_4-Sn system. The MMBCR employing HAC-MHD exhibited a notable enhancement in a_s up to 29%, compared to the conventional MMBCRs. This study provides a useful guideline for designing MMBCRs with electromagnetic fields to enhance the

O에환F금-18

희박 전해질에서 리튬-황 전지의 지속 가능한 리튬 보호를 위한 전략

최보경, 이홍경*
대구경북과학기술원
(hongkyung.lee@dgist.ac.kr*)

높은 이론용량을 갖는 황 (1675 mAh g^{-1})과 리튬금속 (3860 mAh g^{-1})을 각각 양극과 음극으로 구성하는 리튬-황 전지는 이차전지의 저가화 및 경량화를 통해 비행체 중심으로 신응용 시장에 있다. 리튬-황 전지의 실질적인 고에너지밀도를 구현하기 위해서는 전해액 양을 최소화하는 것이 핵심이나, 희박 전해질 환경에서 구동은 전지 저항의 급격한 증가와 리튬과의 부반응으로 기인한 전해액의 변질 및 소모로 인한 급격한 수명 퇴화가 상용화의 걸림돌이 되고 있다. 이를 감안할 때 리튬 음극에 보호막 기술을 적용하는 것이 이상적임에도 불구하고 리튬 용출 과정으로부터 기인한 리튬-황 전지 내 보호막의 진화 거동 및 퇴화 메커니즘에 대한 이해가 부족하다. 본 연구에서는 리튬 음극에 고분자계 보호막 도입에 따른 열화 메커니즘과 희박 전해액을 포함한 리튬-황 전지 성능에 미치는 영향을 규명하고자 한다. 특히, 상용 리튬 호일의 불균일한 표면 산화층에 기인한 국부적인 리튬 용출의 심각성과 이에 따른 고분자 보호막 종류에 따른 구조 진화과정을 관찰하였다. 리튬-황 전지의 초기 방전/충전에 따라 보호막의 탈리 및 천공, 변형 등 다른 퇴화기작이 고분자/리튬 간 계면 에너지와 기계적 특성에 의존함을 확인했다. 또한 이러한 퇴화기작이 전해액 침투 허용으로 인한 전해액 부반응 정도 차이와 리튬 표면 열화도 (전극 부피팽창 및 쿨롱 효율)와의 상관관계를 유추할 수 있었다. 앞선

O에환F금-19

The AI circular hydrogen economist: Hydrogen supply chain design via hierarchical deep multi-agent reinforcement learning

송근서, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

To protect the environment, a rapid transition toward renewable energy and optimization of renewable energy supply chains are essential. Conventionally, mathematical programming (MP) is used to solve energy management problems by formulating equations into mixed-integer linear programming (MILP). However, real-world scenarios involve fluctuations in hydrogen demand and solar power generation. Incorporating such variations into mathematical formulations gives rise to challenges of computational inefficiency and exponential cost escalation. Here, we introduce a hierarchical deep multi-agent RL framework for hydrogen supply chain optimization in which agents representing the hydrogen refueling stations (HRSs) and hydrogen distribution system (HDS) coadapt. This model has robustness to parameter variability and interacts with the changing environment in real-time. In the gray hydrogen economies, RL recovers the optimal value in MP. In the gray, blue, and green hydrogen economies, which is difficult to implement with MP methods, our framework suggests a trade-off between profit of HDS and carbon emissions according to carbon credits.

O에환F금-20

A development of rechargeable Zn-CO_2 battery utilizing gaseous CO_2

고은채, 김용석, 정찬화*
성균관대
(chchung@skku.edu*)

The Zn-CO2 battery is an advanced technology for both CO2 fixation and energy storage. However, typical rechargeable aqueous Zn-CO2 batteries suffer from slow conversion rates, low selectivity, and limited output due to CO2's low solubility in water. This results in at least maximum power density of around 2 mW/cm2. Another approach, a CO2 reduction system close to a fuel cell, overcomes output issues by using gas CO2 as fuel, but it's one-time use due to zinc depletion. To enhance the power output of the rechargeable Zn-CO2 battery, we introduced a system. It employs a zinc anode and a bifunctional cathode capable of gas CO2 reduction and oxygen evolution reaction (OER). Unlike the typical approach, we applied an anion-exchange membrane (AEM) that facilitates OH- ion migration between electrodes, improving ion conductivity. Upon discharge, the zinc anode oxidizes, simultaneously converting CO2 into valuable products. This change yielded an impressive maximum power density of 7.74 mW/cm2. In the charging phase, OER took place at the cathode as the zinc anode reduces. This advanced design addresses previous limits, representing significant progress in the realm of Zn-CO2 batteries.

O에환F금-22

물속의 황함유 약품 제거를 위한 신규 포스파이트 함유 다공성 유기 중합체

최유진, 한혁희, 오광현, 시누 라비, 배윤상*
연세대
(mowbae@yonsei.ac.kr*)

수많은 미세오염물질 중에서 제약및개인의료제품(PPCPs)는 최근 전세계적으로 큰 문제가 되고 있으며, 물 속에 존재하는 PPCP 물질들의 흡착 제거 기술의 개발에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 설파메톡사졸(SMX)과 같이 황을 포함하는 PPCP는 분해가 되지 않고 독성이 있기에 이에 대한 뛰어난 흡착 성능을 가지는 흡착제의 개발이 필수적이다. 다공성 유기 중합체(COP)는 온화한 조건에서 합성이 가능하고, 대량 합성이 용이하며, 높은 비표면적과 뛰어난 열적 및 수분 안정성을 지님으로 인해 물속의 PPCP 물질 제거를 위한 효율적 흡착제로 기대된다. 본 연구에서는 포스파이트기가 다량 함유된 새로운 COP를 합성하였고, 물속의 SMX 흡착에 효율적인 흡착제임을 확인하였다. AcknowledgmentsThis work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT). (No. 2022R1A2B5B02002577 and No. 2020R1A5A1019131).

O에환F금-23

Stochastic Techno-Economic Assessment of Renewable Demand-Supply Network: A Deep Learning Approach

남설지, 하병민, 변재원[1], 황보순호*
경상국립대; [1]전남대
(s.hwangbo@gnu.ac.kr*)

The study's objectives encompass three key aspects: firstly, suggesting energy policy-driven conversion factors to transform existing solar and wind energy data into reference data for a specified future year; secondly, employing a generative model to craft samples and establish a predictive model; and thirdly, conducting stochastic techno-economic evaluations to appraise costs related to mitigating energy shortages. The evaluation spans three scenarios, yielding total cost ranges of 0.5 to 1.1 billion USD/year, 1.3 to 3.0 billion USD/year, and 2.0 to 4.5 billion USD/year, respectively, considering elements like capital, operational expenses, and additional energy requirements.

O에환F금-24

수정 미세 진동자를 이용한 수분 발전기의 전력 생성 메커니즘 규명

백혜림, 전상민*
POSTECH
(jeons@postech.ac.kr*)

A novel quartz crystal microresonator was developed as a moisture-induced power generator (MPG) by constructing an interdigitated electrodes-lateral field excited (IDEs-LFE) quartz resonator. This design enabled the simultaneous measurement of both the electrical output of the MPG and the resonant frequency shift of the quartz crystal (QC). The SCP film, composed of sodium alginate, carbon nano-onions and polyvinyl alcohol, was coated onto the IDEs which were deposited on the top surface of the QC to generate electricity during the adsorption of water molecules. Two symmetrical electrodes which were deposited on the bottom surface of the QC were employed to monitor the adsorption of water molecules into the SCP film by measuring the change in resonant frequency during oscillation. By conducting simultaneous measurements of the resonant frequency shift and electrical output under varying humidity conditions, parametric plots were established that correlate the electrical output with the resonant frequency shift. This dynamic interplay between resonant frequency shifts and electrical output provided insights into the impact of moisture adsorption on MPG performance.

O에환F금-25

효율적인 수소 저장 시스템을 위한 다공성 흡착제의 수소 유효 용량 계산

김현림, 오현철*, 소순형
UNIST
(hcoh@unist.ac.kr*)

The importance of hydrogen storage techniques rises with concerns about global warming. Accordingly, research on a safe and efficient method for storing hydrogen has become more important. Hydrogen storage performance is evaluated from various perspectives and in various ways, such as excess uptake, absolute uptake, and total uptake. However, in previous literature, most reports have sporadically focused on one or two indicators, posing challenges in analyzing practical and comprehensive hydrogen storage capacities. Optimized usable capacity is defined as the amount of H_2 per mass of adsorbent that can be released from maximum tank pressure to back pressure at the optimized operating temperature. It is considered the most practical measure of a tank system's capabilities. Therefore, the maximum usable capacity can be influenced by temperature variation, and it is crucial to identify the ideal temperature conditions. This study investigates the hydrogen storage performance of Metal-Organic Frameworks (MOFs) and carbon-based porous materials, both considered suitable for hydrogen storage. This research is expected to contribute to future hydrogen economy development.

O에환F금-26

Catalytic co-pyrolysis of keyboard/sawdust for the production of high-grade aromatic hydrocarbons

표수민, Avnish Kumar[1], 박영권[1], 최시영*
한국과학기술원; [1]서울시립대
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

The organic content of electronic waste (e-waste) can be converted into functional chemicals, making a crucial contribution to solid waste management. Co-pyrolysis of biomass with carbon-enriched waste leads to facile aromatic hydrocarbon generation. In this study, catalytic co-pyrolysis of keyboard (KB) and sawdust (SD) over various zeolite catalysts such as HZSM-5 (HZ) (SiO_2/Al_2O_3: 30), Hβ (38), Ga/HZ (30) and Ga/Hβ (38), was investigated using a tandem micro reactor-gas chromatography/mass spectrometry at 600 ℃. Higher experimental yields were achieved for aromatics via catalytic co-pyrolysis, than the theoretical values, with a significant decrease in the phenolics and oxygenates. Hβ (38) produced larger amount of benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEXs) (mass spectrometry (MS) peak area; 71.32×10^7) compared to that of HZ (30). Using the metal-doped Ga/Hβ (38) further increased the production of BTEXs (peak area; 76.07×10^7) showing high denitrification efficiency. Comparing the in-situ and ex-situ reactions, in-situ catalytic co-pyrolysis revealed a higher efficiency for aromatics formation due to the direct contact between the

O열역D목-1

Synergistic Enhancement of Thermodynamic Stability of sH-Type Gas Hydrates Using Organic Mixtures as Hybrid Promoters

설지웅*
서울대
(seoljiwoong@snu.ac.kr*)

The synergistic enhancement of gas hydrates' thermodynamic stability through the incorporation of organic mixtures is proposed. Using high-resolution powder diffraction and solid-state ^{13}C NMR, novel sH formers, namely cyclooctanone (cOct=O) and cycloheptanone (cHpt=O) were identified. Cyclooctane (cOct), an established sH former, was selected to form mixed formers of (cOct + cOct=O) and (cOct + cHpt=O). In the presence of CH_4 gas, each mixture formed a homogeneous sH hydrate with a single set of lattice parameters, rather than a combination of two distinct sH phases with two sets of lattice parameters. Also, both cOct=O and cHpt=O served as thermodynamic promoters for CH_4 hydrates, increasing dissociation temperatures by 6 K and 5 K, respectively. Unexpectedly, the (cOct + cOct=O) and (cOct + cHpt=O) exhibited greater promotion capabilities than their individual constituents. The promotion capabilities of the promoters followed: cOct < cOct=O < (cOct + cOct=O) and cOct ≈ cHpt=O < (cOct + cHpt=O). Typically, mixed promoters yield properties intermediate to those of individual promoter; however, this study reveals that certain combinations of promoters can serve as "hybrid" promoters, enhancing

O열역D목-2

다공성 매체 내 고상 세미클러스레이트를 활용한 흡착 기반의 이산화탄소 분리 및 포집

김성우, 목정훈, 서용원*
UNIST
(ywseo@unist.ac.kr*)

Hydrate-based gas separation (HBGS) has been proposed as an innovative approach to reduce CO_2 emissions. However, its practical application faces several challenges, including harsh thermodynamic conditions, stochastic formation, and significant energy required for phase transition. In response to these challenges, our approach involved utilizing "pre-formed" solid semiclathrates within porous media for HBGS. By employing solid tetra-n-butylammonium chloride (TBAC) semiclathrates, reversible CO_2 adsorption from CO_2 (40%) + H_2 (60%) mixture gas without a phase change was achieved. To characterize the formation of semiclathrate within silica gel pores and the adsorption of CO_2, various experimental methods were employed. DSC results proved that semiclathrates were formed within silica gel pores. In-situ Raman spectra clearly demonstrated CO_2 behavior onto the semiclathrate phase. CO_2 was enriched to 85% in the semiclathrate phase. This study successfully validated the possibility of CO_2 adsorption/desorption on solid TBAC semiclathrates, suggesting its potential applicability to gas separation process.

O열역D목-3

Enhancing gas storage capacity with controlling the cage occupancy of natural gas hydrate

이승인, 서동주, 이윤석, 박영준*
광주과학기술원
(young@gist.ac.kr*)

As global energy demand grows, natural gas has gained attention for its lower CO_2 emissions than other fossil fuels. Accordingly, gas hydrate has emerged as a alternative storage medium. C_2H_6 and C_3H_8 in natural gas exhibit better hydrate formation conditions than that of CH_4, making $CH_4 + C_2H_6 + C_3H_8$ mixed gas storage more advantageous than pure CH_4 hydrate. For more feasible hydrate-based gas storage, maximizing storage capacity is crucial. Note that there is potential to improve CH_4 occupancy in sII-S due to partially occupied C_2H_6 and C_3H_8 in sII-L. Thus, this investigation enhanced storage capacity by controlling cage occupancy through lowering tetrahydrofuran and 1,3-dioxane concentrations, including CH_4 and $CH_4 + C_2H_6 + C_3H_8$. Phase equilibria and growth kinetics were measured. XRD patterns confirmed sII hydrate formation for all concentrations. Raman revealed that CH_4 only occupied in sII-S, while improved CH_4 occupancy was observed through NMR as the promoter concentration decreased, leading to enhanced gas uptake. Hence, these findings emphasize the importance of enhancing gas uptake via improved cage occupancy for hydrate-based natural gas

O열역D목-4

C3H8 하이드레이트에 CO_2 주입 압력에 따른 CO_2 포집 거동 변화

이종혁, 목정훈[1], 최원중[2], 문성주, 서용원*
UNIST; [1]콜로라도 광업대학; [2]창원국립대
(ywseo@unist.ac.kr*)

Natural gas hydrates (NGHs) hold promise as abundant and clean energy sources, comprising hydrocarbons like CH4, C2H6, and C3H8. Among these, C3H8 forms the structure II (sII) hydrate, featuring vacant small cages. To simultaneously sequester CO2 and produce natural gas, the guest replacement method has been explored across hydrate structures. This study investigated precise guest exchange behaviors in sII hydrate, focusing on CO2 enclathration in sII C3H8 hydrate at varied CO2 injection pressures. Gas chromatography was employed to measure guest compositions in both vapor and hydrate phases. Additionally, powder X-ray diffraction analysis, coupled with Rietveld refinement, was performed on each hydrate sample to determine weight fractions of individual phases and the occupancy of guest molecules within the cages during replacement. The experimental results revealed that hydrate compositions remained relatively stable up to a certain injection pressure. Beyond a critical pressure threshold, however, the CO2 composition within the hydrate phase exhibited a sudden increase, coinciding with a significant structural transition to the sI hydrate.

O열역D목-5

Phase equilibria and formation kinetics of CO_2 hydrates toward ocean carbon sequestration

서준우, 정시윤, 한현수[1], 전상민[1], 사정훈*
동아대; [1]포항공과대
(jhsa@dau.ac.kr*)

The increase of the atmospheric CO_2 level has been accelerated by the global warming, and thus CO_2 storage technologies are one of the most important problems. Ocean carbon sequestration is a promising way toward carbon neutrality. When CO_2 is injected into deep ocean, CO_2 can spontaneously form solid clathrate hydrates under low-temperature and high-pressure conditions. However, a significant portion of liquid or gaseous CO_2 may rise upward due to their lower density than seawater (< ~3,000 m) or may eventually be dissolved in seawater, which would cause problems to the ocean environment. In this work, formation of CO_2 hydrates under deep ocean environment and their stability were examined by lab-scale experiments. Phase equilibrium conditions for CO_2 hydrates formed with pure water, deep seawater (East sea, -2,000 m), and artificial seawater (ASTM 1141-98) were measured. Then, kinetics and morphologies of CO_2 hydrate formation under deep sea environment were investigated. The stability of CO_2 hydrates stored in the sedimentary layer was demonstrated.

O열역D목-6

계산화학 기반 해수 수전해 OER 촉매 개발

박성일, 정한솔*, 김성은, 윤여범, 김민성, 박상민, 정현정[1], 송지현[2], 노경종[2], 임현애[2], 이유진[2], 한정우[1]
HD한국조선해양; [1]서울대; [2]포항공과대
(hansol.jung@ksoe.co.kr*)

에너지 탈탄소화 기조 아래 그린수소 생산, 즉 수전해 기술개발의 필요성은 커지고 있다. 특히, 시장 지속성 및 확대를 위해 한정된 양의 담수 대신 해수를 이용한 수전해 기술이 최근 각광받고 있다. 수전해 핵심 기술 중 하나는 고활성의 전극촉매로, 수전해 반응 중 산소발생반응(OER)은 수소발생반응에 비해 느린 화학반응 속도를 보여 전체 반응 속도를 저하시키므로 이를 개선할 OER 촉매가 필요한 실정이다. 이에 본 연구진은 OER 촉매의 해수 내 성능 향상 방안을 빠르고 효율적으로 도출하기 위해 계산화학 기법 기반 스크리닝을 수행하였다. 활성 향상 및 해수조건 적합성을 목표로 최첨단 촉매 재료인 NiFe 이중층 수산화물(LDH) 기반 촉매 후보군을 연구하였으며, 최적 후보군에 대해서는 실험을 통해 그 성능을 검증하였다. 본 발표에서는 밀도-범함수 이론(DFT) 기반 계산기법을 도입하여 진행한 OER 촉매 후보군 선정 과정을 소개하고자 한다.

O열역D목-7

대규모 언어 모델을 활용한 통합 데이터 마이닝

이원석, 강영훈, 김지한*
한국과학기술원
(jihankim@kaist.ac.kr*)

The rapid advancement of materials science research demands innovative approaches for efficient data extraction and aggregation from a burgeoning volume of scientific papers. We introduce a state-of-the-art Material Data Mining Tool, which employs a sophisticated chain of Large Language Models (LLMs) to automate the data mining process. Our comprehensive system comprises four pivotal steps: (1) parsing papers into text, tables, and figures, (2) employing LLM chains to selectively extract material properties, (3) summarizing extracted data per paper and material, and (4) post-processing the data for future research endeavors. A key feature of our approach is the specialized prompt engineering that allows for high-fidelity extraction of material data. We have deployed our system to crawl and analyze over 20,000 papers across various scientific journals, yielding a clean, consistent, and expansive dataset ready for subsequent research. This work paves the way for accelerating materials science research and offers a robust methodology for large-scale data mining in scientific domains.

O열역D목-8

First-Principles Study on Phase Transition and Metallic Properties of Cu-Fe-S Colloidal Nanocrystals for Optoelectronic Application

김형준, 박주현, 윤상은[1], 김용진[1], 권효근[1], 김운정[1], 이상연[1], 서형탁[1], 김상욱[1], 김종현[1], 곽상규[2*]
울산과학기술원; [1]아주대; [2]고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

In semiconducting nanocrystals, enhancing methods of electrical conductivities for optoelectronic applications have been scarcely reported due to the limited efficiency of charge carrier generation. Herein, we reported the Cu-Fe-S nanocrystal with high electrical conductivities (13,400 S cm^{-1} at 2 K) synthesized via cation-exchange reaction. The first-principles calculations were conducted to elucidate phase transition mechanism between hexagonal Cu-S and cubic Cu-Fe-S phases. First, we confirmed that the formation of Cu vacancies in hexagonal Cu_2S is energetically favorable, and the vacancies lead to the dislocation of S layer and phase transition to cubic phase. Then, defective Cu-S phase was transformed into two different types of Cu-Fe-S phases, bornite and talnakhite, depending on the amount of inserted Fe precursor. Additionally, electronic properties of Cu-Fe-S nanocrystals were investigated by band structure and projected density of states (PDOS) analysis. As a result, we revealed that the bornite exhibits metallic properties because a small amount of exchanged Fe cations induces high hole concentration and

O열역D목-9

Study of Effect of Control Factor on CO_2 Mineralization toward Forsterite via DFT calculation and MD simulation

오승학, 이정현, 김진철, 이지윤, 이승우[1], 최병영[1], 곽상규[2*]
울산과학기술원; [1]한국지질자원연구원; [2]고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

Mineral trapping of carbon dioxide (CO_2), which is the one of the effective methods for CO_2 capture is important against greenhouse gas emission. In the process of CO_2 mineralization, CO_2 in the supercritical state reacts with metal cation to form the carbonate mineral. Previous studies have revealed that forsterite is a promising material for CO_2 mineralization. However, there are insufficient studies for the carbonate process of forsterite with various factors. Thus, we investigated the mineralization mechanism using density functional theory calculation and molecular dynamics simulation. In particular, we consider the mechanism as following two steps, which are the ion dissolution pathway where Mg ions dissolve, and the cluster growth pathway for agglomerating ion pairs into the clusters. We also investigated the effect of control factors such as pH and temperature to the reaction kinetics. We found that the pH influences on the structure change of surface and carbonate cluster, and both pathways are promoted by high-temperature condition. These results suggest that control factors have a positive influence on the CO_2

O열역D목-10

Machine learning for predicting temperature-dependency of the vapor pressure of organic compounds

류범찬, 강정원*
고려대
(jwkang@korea.ac.kr*)

Predicting the temperature-dependent vapor pressure of a chemical is essential for accurately modeling the phase change and separation behavior in a distillation process simulation. This study proposes a machine-learning model for vapor pressure prediction. The model comprises graph convolutional networks (GCN), dense layers, and a vapor pressure model. The GCN layer focuses on learning molecules' structure, using atomic data based on the group contribution method. The dense layer performs regression on vapor pressure model parameters for each compound. A vapor pressure model describes and regularizes the temperature dependency of vapor pressure. We collected about 11,000 organic compounds and 190,000 data points from two thermodynamic property databases. The machine learning model's hyperparameters were adjusted using the Hyperband algorithm and K-fold cross-validation. An ensemble model emerged from combining three vapor pressure models. We assessed the machine learning model's performance and discussed factors for the practical application of the model.

O열역D목-11

Quantified Defect Characterization Based on Nitrogen Adsorption Isotherms of UiO-66 with Machine Learning Approach

첸유, 정용철*
부산대
(drygchung@gmail.com*)

Adsorption isotherms provide valuable insights into defect characterization of nanoporous materials such as metal-organic frameworks (MOFs). However, conventional Grand Canonical Monte Carlo (GCMC) simulations are often computationally intensive for materials with large pores or defects. This study presents an alternative approach to achieve a quantified defect characterization of UiO-66, a well-known MOF in defect engineering field, based on the analysis of the nitrogen adsorption isotherms predicted by machine learning (ML) model, along with the saturation loading (SL) and BET surface area (BETSA) obtained from the isotherms. Our developed ML model demonstrates high accuracy in predicting N2 adsorption isotherms at 77 K and a wide range of pressure, thereby enabling more efficient determination of SL and BETSA. Thereby a quantified defect characterization of a provided material can be carried out by fitting to a sets of basis defect models with different defect concentration. This study showcases the potential of ML techniques for increasing the accuracy and efficiency of defect identification and characterization on nanoporous materials based on the adsorption isotherms.

O열역D목-12

A study of ionomer morphology by solvent composition of PEMFC catalyst ink using molecular dynamics simulation.

강현우, 박치훈*, 임성대[1]
경상국립대; [1]한국에너지기술연구원
(chp@gnu.ac.kr*)

Recently, to achieve carbon neutrality worldwide, research has been actively conducted to utilize hydrogen energy, which can replace fossil energy.Fuel cells are very suitable for operating hydrogen energy by using hydrogen to generate electricity. A membrane electrode assembly of a fuel cell is a component that converts the chemical energy of hydrogen into electricity through an electrochemical reaction and is an essential material for improving the performance of a fuel cell system. In this study, using s molecular dynamics simulation, we investigated how the ionomer is distributed on the catalyst, Pt and carbon, surfaces according to the solvent composition of the catalyst ink used in the MEA fabrication process. The ionomer showed different morphologies depending on the composition of the solvent. When the solvent composition was 100% water, the hydrophobic backbone of the ionomer was arranged toward the air, and when the solvent composition was 100% NPA, the ionomer chain was suspended in the NPA solvent. This study results provide essential information for MEA design by observing the ionomer distribution according to the solvent composition of the catalyst ink.

O열역D목-13

Theoretical study of bandgap evolution during ex-solution process

임채성, 한정우*
서울대
(jwhan98@snu.ac.kr*)

Ex-solution is the phase separation phenomenon of perovskite oxide and metal NP. Because the ex-solved NP is a partially socketed into the host oxide lattice, it presents good electronic/ionic property through the heterointerface region. As the results, ex-solved NPs have been used in highly stable catalysts and fuel electrode of solid oxide fuel cell (SOFC). While ex-solution catalysts have the unique electronic property, the previous theoretical studies have mostly focused on the non-electronic properties of it. However, the electronic structure such as the d-band/p-band center, the electron filling of d-band, and the band gap directly determines the surface activities of catalyst and fuel electrode of SOFC. In this study, we investigated the electronic properties of $Pr_{0.5}Sr_{0.5}FeO_3$ (PSF) perovskite during ex-solution process using DFT calculation. PSF is a good model material due to the easy ex-solution in low temperature. We showed a decrease in the bandgap of PSF during the growth of ex-solved NP. This was related with the electron transfer between PSF and the ex-solved NP, and the valence band shift.

O열역D목-14

In-silico design of single transition-metal incorporated $FeTe_2$ for efficient electrochemical reduction of nitrogen to ammonia

Truong Nam, 신혜영*
충남대
(shinhy@cnu.ac.kr*)

The advancement of practical electrocatalytic ammonia synthesis relies on the development of electrocatalysts demonstrating high activity, selectivity, and stability for the nitrogen reduction reaction (NRR). Our study utilized systematic density functional theory calculations to explore the potential of single transition-metal incorporated $FeTe_2$ catalysts for the NRR. In the context of $FeTe_2$-based electrocatalysts, the initial $N_2 \rightarrow NNH$ protonation step dictates the limiting potential of overall reactions. By introducing single transition metal atoms, we achieved a notable improvement in N_2 adsorption strength on $FeTe_2$-based catalyst surfaces. This modification substantially lowered the energy barrier ($\Delta G(N_2 \rightarrow NNH)$) compared to pristine $FeTe_2$ surfaces. Our investigation identified four effective descriptors for screening NRR electrocatalysts. Further analysis of their electronic structures enabled a deep understanding of the intrinsic connection between structural features and performance.

O열역D목-15

MatGD(재료과학 그래프 추출 프로그램)

이재웅, 이원석 , 김지한*
한국과학기술원
(jihankim@kaist.ac.kr*)

Materials science research produces vast amounts of data, often encapsulated in figures. However, these figures remain underutilized. To address this, we introduce MatGD (Material Graph Digitizer), a tool designed to unlock the potential of figures in this field. MatGD was tested with a diverse range of real-world figures, demonstrating its robustness and effectiveness. It employs a unique information mapping algorithm, promoting a deeper understanding of data within graphs. We have amassed over 500,000 graph images ready for analysis via MatGD, aiming to revolutionize data utilization and accelerate discovery and development in materials science.

O유동D목-1

순환유동층에서의 암모니아 혼소의 전산유체 해석

이시훈*, 국 진우[1]
전북대; [1]경원테크
(donald@jbnu.ac.kr*)

In this study, a lab-scale circulating fluidized bed (CFB) combustor established by three dimensional Eulerian-Lagrangian model was used to simulate the co-combustion behavior of ammonia and coal. The 3D CFB model consists of riser, cyclone, loop-seal and diplegs. On the basis of the multiphase particle-in-cell (MP-PIC) scheme, the gas phase is modeled by a large eddy simulation (LES) approach and the solid phase by discrete particle method. Various reaction kinetics including devolatilization, combustion of char, volatiles and ammonia, formation and retention of acid gas, and production and reduction of NO and N2O are simultaneously considered. The gas-solid behaviors of the CFB combustor and co-combustion characteristics are obtained with the ammonia co-combustion ratios from 0 to 40%. Numerical results reveal that a fast fluidization regime takes place in the chamber region, while a bubbling fluidization regime appears in the loop-seal. Though N2 input increased with increasing ammonia input, NOx concentration in flue gas was stabilized due to the decrease of thermal NOx formation.

O유동D목-2

매체순환연소 연계 이산화탄소 직접 환원 반응을 이용한 이산화탄소 전환 공정의 물질 및 에너지 수지 분석

원유섭*, 최유진, 류호정, 황병욱, 김하나, 김재영, 김대욱, 주지봉[1]
한국에너지기술연구원; [1]건국대
(yswon@kier.re.kr*)

천연가스를 이용한 매체 순환 연소 기술은 화석 연료로부터 에너지를 얻음과 동시에 별도의 포집 설비 없이도 이산화탄소를 원천 분리할 수 있다. 원천 분리된 이산화탄소는 저장소 또는 활용처로 이송되고 대기 중으로 배출되지 않는다. 하지만, 현재 이산화탄소 활용 기술 중에는 이산화탄소 포집 기술과 연계되어 연구된 것이 드물다. 본 연구는 이산화탄소를 원천 분리할 수 있는 매체 순환 연소 기술에 연계하여 이산화탄소를 직접 환원시키는 공정의 물질 및 에너지 수지 분석을 목적으로 수행되었다. 이산화탄소 직접 전환 반응은 매체 순환 연소의 환원반응기에서 배출되는 산소전달입자의 강력한 산화력으로 인해 가능했다. 상압 고온 유동층 반응기(직경 0.05 m, 높이 0.8 m)를 이용하여 이산화탄소 전환 반응기를 모사하였다. 수소를 이용하여 산소전달입자를 완전 환원시킨 후 이산화탄소를 주입하여 일산화탄소로 전환되는 비율을 확인하였다. 반응기 온도가 높을수록 이산화탄소 전환율이 높아지고, 그 전환율이 오래 유지되었다. 고정층 반응기에서 이산화탄소 전환율이 유동층 반응기보다 높았지만, 유동층 반응기에서도 고농도 일산화탄소를 충분히 얻을 수 있었다. 또한, 유동층 반응기에서 단위 시간 당 일산화탄소 생산량이 높았다.

O유동D목-3

Hydrodynamic characteristics in the circulating fluidized bed for DME carbonylation to MA

남지영, 성우창, 이동현*
성균관대
(dhlee@skku.edu*)

Producing ethanol from C1-carbon fuels using CCUS methods reduces CO_2 emissions and enables diverse applications, including fuel. The synthesis of methyl acetate (MA) from dimethyl ether (DME) as an intermediate step in the route to ethanol from C1-carbon fuels employs zeolite catalysts. This reaction involves rapid deactivation, making it possible to anticipate long-term operation by employing a circulating fluidized bed (CFB) reactor to repetitively conduct reactions and regenerate the catalyst. Reaction and regeneration experiments of the catalyst were performed in a fluidized bed reactor (I.D. = 0.0254 m). The reaction rate constants were calculated based on experimental results obtained from a fixed-bed reactor (I.D. = 0.0095 m) where temperature, pressure, space velocity, and CO partial pressure were varied. The hydrodynamic characteristics of FER catalyst in CFB were investigated in appartus (bubbling bed I.D. = 0.08 m, riser I.D. = 0.009 m, riser height: 2.6 m). The FER catalyst in the CFB requires residence time for reaction and regeneration, along with solid circulation rate. This study aims to establish optimal both reaction and regeneration conditions for FER catalyst.

O유동D목-4

기포탑 내 수력학적 특성에 대한 벤츄리형 미세기포 발생기 형상의 영향

장예지, 김수영, 고유진, 원근혜, 김성원*
한국교통대
(kswcfb@ut.ac.kr*)

불화가스는 다양한 산업에서 불산을 이용한 공정의 증가에 따라 배출량이 지속적으로 증가하고 있다. 불화가스는 전체 온실 가스 배출량의 약 5%의 비중을 나타내나, 지구 온난화 지수가 매우 높아 이에 대한 처리기술이 필요하다. 최근 불화가스를 처리하는 다양한 기술 중 액체금속 활용 기술이 저온 처리 및 고효율로 인해 주목받고 있다. 액체 금속을 이용한 기포탑에서 기포 크기 제어는 불화가스와 액체 금속 간의 접촉 효율을 향상시키기 위한 중요한 인자이다. 본 연구에서는 기포탑 cold flow 반응기(0.15×0.15×0.4m-high) 내 기체 분산을 위한 방법으로, 벤츄리형 미세기포 발생기를 적용하였으며, 벤츄리형 미세기포 발생기의 형상이 수력학적 특성에 미치는 영향을 연구하였다. 벤츄리관을 통과하는 가스 유속과 액체 유속이 증가할수록 기체 체류량은 증가하였다. Throat diameter가 5mm에서 3mm로 감소함에 따라 기체 체류량은 48% 증가하였다. Divergent angle이 22.5°에서 32.5°로 증가함에 따라 기체체류량은 25% 증가하였다. Fast Furie transform을 통한 반응기 내 압력변동 신호 분석 결과, 기체 유속이 증가할수록 domain frequency는 감소하였다.

O유동D목-5

CNT 열 흡수체를 갖는 액체 금속 태양열 흡열기의 기체 예열

고유진, 김수영, 장예지, 원근혜, 김성원*
한국교통대
(kswcfb@ut.ac.kr*)

산업 공정 에너지 소비의 상당부분을 차지하는 기체 예열 영역에 태양에너지의 활용은 화석연료 소비와 탄소 배출을 줄이는 데 크게 기여할 수 있다. 이에 넓은 운전 범위와 고온에서 낮은 증기압을 갖는 액체 주석을 이용한 태양광 흡열기의 기체 예열기로의 활용은 탄소 저감을 위한 매력적인 대안이 될 수 있다. 본 연구에서는 CNT 열흡수체를 갖는 태양열 액체금속 흡열기 (40 X 40 mm; 300 mm-high)의 기체 가열 특성을 확인하였다. VACNT(Vertically Aligned CNT)로 제작한 판형 열 흡수체를 통해 흡수된 태양열은 액체 주석으로 효율적으로 전달되었다. 흡열기의 기체 가열 성능을 평가하기 위해 액상 주석에 주입된 질소의 온도 변화를 측정하였다. 기체 유량이 증가할 수록, 기포의 크기가 증가하고, 기포의 체류시간이 감소하여 기체의 열흡수율이 감소하였다. 기체 주입 개선을 위한 sparger 형 노즐 (20μm pores) 적용을 통해 기포 크기 감소 및 기체 흡열 효율 향상의 결과를 얻었고, 기체 속도 0.94mm/s 에서 기체온도는 460℃에 도달하였다.

O유동D목-6

머신러닝 기법을 이용한 분류층 가스화 시스템의 합성가스 조성 예측 연구

안태휘, 박신범, 라호원[1], 윤성민[1], 이상철, 서명원*
서울시립대; [1]한국에너지기술연구원
(mwseo82@uos.ac.kr*)

This research focuses on the effective control of gasification plants using machine learning (ML) algorithms and proposes a suitable prediction ML algorithms for operating condition. The gasification plants transform carbonaceous fuels into syngas including H_2, CO, and CO_2 at high temperature. The composition of syngas is influenced by operating factors such as temperature, pressure, and O_2/coal ratio. The objective of the study is to test how well ML algorithms predict syngas composition in 10 tons/day of bituminous coal entrained flow gasifier. The ML algorithms used in this study include random forest regression, support vector machine, extreme gradient boosting, gradient boosting machine, and multi-layer perceptron. This study compares the prediction accuracy among different ML algorithms using R-squared and identifies a key contribution factor using SHapley Additive exPlanations analysis. The result shows the most promising ML algorithm to predict syngas composition and the key factors to be considered. The findings of this research would contribute to demonstrating the benefits and usability of ML algorithms in the realm of gasification plants.

O유동D목-7

CPFD 시뮬레이션을 이용한 1톤/일 가스화기에서의 SRF 가스화 특성 연구

이태원, 서명원*, 라호원[1], 윤성민[1], 국진우[2]
서울시립대; [1]한국에너지기술연구원; [2]경원테크
(mwseo82@uos.ac.kr*)

SRF(Solid Refuse Fuel)은 도시고형폐기물(MSW, Municipal Solid Waste) 중에서 연료로서의 가치가 높은것을 분류하여 만들어지므로 발열량이 높은 연료이다. SRF는 보통 대체연료로 활용되지만 이외에도 가스화를 통해 CO와 H_2를 포함한 합성가스를 생산할 수 있다. 특히 Bubbling Fluidized Bed (BFB)에서의 가스화는 기체와 고체의 접촉을 원활하게 하고, 열전달이 효율적으로 이루어지는 가스화 방식으로 주목받고 있다. 전산입자유체역학(Computational Particle Fluid Dynamics, CPFD)은 연속체 기반의 유체와 고체상을 계산할 수 있어, 입자 수가 많은 유동층 가스화기의 해석에 적합하다. 이러한 특성으로 인해 스케일-업 과정에서 실제 실험 이전에 많은 변수를 대입해 결과를 예측해 볼 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 1톤/일급 유동층 가스화기에서의 SRF 가스화 특성을 바라쿠다 상용 시뮬레이터를 이용하여 CPFD 시뮬레이션 결과와 비교하였다. 비교 결과, 기포 특성, 합성가스의 조성 등을 성공적으로 예측할 수 있었다. 또한 당량비의 변화에 따른 합성가스의 조성 변화와 H_2와 CO의 수율 변화를 확인하여 최적의 당량비를 도출하였다.

O이동M금-1

멀티스케일 전산모사를 활용한 선형-고리형 고분자 블렌드 특성 연구

정소담*
동의대
(sohdam@deu.ac.kr*)

Computer simulation is of great importance in science and engineering fields along with experiments and theories. This computational approach enables to predict structure, dynamics, and other material properties of complex macromolecules like polymers. In general, thermodynamic properties and dynamics of polymer system are determined by its internal structures or topologies, thus understanding molecular-scale details of the dynamics of polymer plays a key role in revealing the relationship. Polymer blends, which are mostly immiscible, can exhibit miscibility or phase separation, leading to high interfacial energy with complicated morphology. In this study, we aim to examine an effect of interfacial structure between components of polymer blend system without considering any energetic effect induced by chemicals. Here we perform nonequilibrium molecular dynamics (NEMD) simulation of linear-ring blends. We calculate interfacial properties like contact area, cohesive energy, or entanglement. Also, we attempt to implement coarse-grained simulation, thus giving structural, dynamic, rheological and thermodynamic properties of macromolecular linear-ring blends.

O이동M금-2

용매 침전에 의한 블록 공중합체 표면 마이셀의 형태 변화

배석영, 김동협, 김소연*
서울대
(soyounkim@snu.ac.kr*)

Unique nanostructures have gained interest in various fields of material science and engineering, such as photonics, plasmonic metamaterials and surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS). Owing to its ability to self-assemble into periodic nanostructures, block copolymers (BCPs) are considered as a key material for nanostructure fabrication.Herein, we introduce a simple and versatile nanopattern fabrication platform utilizing direct solvent immersion of substrate deposited BCP surface micelles which were formed from self-assembly at an air/water interface. We show that substrate deposited BCP surface micelles exhibit a unique morphology transformation when immersed in specific liquid solvents. The following phenomenon not only applies to the unit pattern level but also to the nanopattern arrangement in large area. In addition, the morphology transformation was affected thermodynamically and kinetically by altering experimental parameters such as the type of immersion solvents, BCP molecular weight, substrates and temperature. Furthermore, the fabrication of metal nanopatterns was demonstrated utilizing BCP nanopattern templates prepared by solvent immersion of surface micelles.

O0이동M금-3

Effect of polymer concentration on the particle deposition in an expansion-contraction channel: a microfluidic study

황민선, 김대연[1], 안경현[1], 정선엽*
단국대; [1]서울대
(seon27@dankook.ac.kr*)

Microfluidics have been employed to observe particle deposition phenomena in a channel, relevant for the operational efficiency of micro-scale processing system. However, few studies on the particle deposition behavior have been performed within a polymer solution. In this study, a systematic exploration of deposition phenomena of polystyrene(PS) particles suspended in polyethylene oxide(PEO) solutions at various concentration was performed. A cavity channel was chosen as the microchannel geometry with the consideration of its numerous applications, such as particle sorting and fluid mixing. The suspension was injected into the channel using a syringe pump at a constant flow rate, and the behavior of the PS particles was observed by an inverted microscope and a CCD camera. Generally, particle deposition occurred at the contraction neck, however, certain instances suggested that the particle-polymer interactions may facilitate the deposition. As the polymer concentration increased, particle deposition became easier and faster. We believe that this study would deepen our understanding of particle deposition within non-Newtonian fluids utilized in various industrial applications.

O0이동M금-4

점탄성 입자 집속법 및 평면 신장 유동장 기반 미세유체 장치를 활용한 비구형 흑연의 크기 및 모양 정량화 연구

박지인, 홍사빈, 진대권, 이원준, 이승우[1], 김주민*
아주대; [1]조지아공과대
(jumin@ajou.ac.kr*)

The shape of the graphite is a key factor for both improving battery performance and increasing battery production. However, there are few methods to analyze the shape and size of the non-spherical graphite. We prepared two different types of graphite: natural (sphered) graphite and ball-milled graphite samples, respectively. With our novel microfluidic method, we successfully quantified the circularity, aspect ratio, convexity, and area of the edge plane of the graphite based on the planar elongational flow utilizing viscoelastic particle focusing. In particular, we investigated the effects of the graphite shape on the elongational rheological properties of the Li-ion battery anode slurries, which are crucial factors in the coating process in battery production, which depend on the shape and size of the graphite. Finally, we fabricated anode half cells made of natural and ball-milled graphite, respectively, and conducted their electrochemical performance. We demonstrate the influence of the shape and size of the graphite on the tap density and charging and discharging performance of the battery.

O0이동M금-5

Conformational behavior of guanidinium-containing polyelectrolyte in aqueous solution

오승환, 최수형*
홍익대
(shchoi@hongik.ac.kr*)

The guanidinium (G) group in arginine, a representative cationic functional group in proteins along with the ammonium (A) group in lysine, has emerged as to liquid-liquid phase separation (LLPS) in biomolecular condensates. In this work, a biomimetic polyelectrolyte system containing both G and A moieties in random fashion (G-ran-A) is designed to understand the role of G pairs in the LLPS. The phase and conformational behavior of G-ran-A copolymer in an aqueous solution are characterized by transmittance and small-angle neutron scattering (SANS) as a function of NaCl concentration (C_{NaCl}). As G fraction increases, the LLPS occurs at the lower critical salt concentration (CSC). Furthermore, as C_{NaCl} approaches the CSC, the radius of gyration (R_g) gradually decreases. These results imply that the π-π stacking of G pairs dominantly governs the LLPS and conformational behavior.

O이동M금-6

Solutal-capillary 흐름에 대한 수치모사

김민찬*
제주대
(mckim@jejunu.ac.kr*)

고분자 용액의 건조 공정에서 발생하는 표면 불균질성을 이해하기 위하여, 고분자 용질의 농도에 따른 표면장력의 변화를 고려하는 solutal-capillary 흐름을 수치적으로 해석하였다. 고분자 용액에서 고분자 용질을 비휘발성 물질로 가정하고 용매만 증발된다고 가정하여, 기-액 계면에서 시간에 따른 고분자 용질의 농도의 변화를 지배하는 방정식을 유도하였다. 또한, 고분자 용질의 농도에 따른 기-액 계면에서의 표면장력의 변화를 고려하는 경계조건을 유도하였다. 유한요소법에 이러한 새롭게 유도된 경계조건들을 성공적으로 적용하여, solutal-capillary 흐름에 의한 고분자 용액 계면에서의 표면 불균일성의 발생을 성공적으로 모사하였다. 해석결과 증발이 일어나는 고분자 용액의 기-액 표면에 발생하는 패턴(pattern)을 지배하는 중요한 인자는 증발속도, Marangoni 수와 Capillary 수 임을 알 수 있었다.

O이동M금-7

바나듐 레독스 흐름전지용 실란 기반 이온 선택성 분리막

이윤기, 김종민[1], 최시영*
한국과학기술원; [1]한국화학연구원
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Ion selective membrane is an essential element in energy and environmental fields such as flow batteries or direct lithium ion extraction. Like all membranes, the ion selective membrane has a trade off between ion permeability and proton conductivity. To overcome this trade-off, we produce a silane based membrane. Silane network can play the role of a sieving effect, only allowing proton to be conducted while blocking vanadium active species. At the same time, a membrane with an ultra-thin thickness is designed to decrease membrane resistance. Here, ultra-thin silane network can be created through the sol gel reaction of silicon alkoxide at the liquid-liquid interface using total wetting phenomena. We achieved the mechanical stability of ultra-thin silane based membrane by introducing the polymeric part in silane network. The ultra thin silane network can be introduced onto support porous membrane to form a thin film composite. We checked membrane thickness, surface morphology, vanadium permeability and proton conductivity. Finally, we checked the vanadium redox flow battery single cell test to compared the efficiency with Nafion membrane.

O이동M금-8

재구성 가능한 미세유체 채널의 접합을 통한 정렬된 3차원 신경 네트워크 내 공간적 조절이 가능한 신경제어

강현욱, 최낙원*, 정소현[1], 김홍남, 정석[2], 방석영[3], 김소현[4]
한국과학기술연구원; [1]맵스젠; [2]고려대; [3]동국대; [4]SK 바이오팜
(nakwon.choi@kist.re.kr*)

Anisotropically organized neural networks are indispensable routes for functional connectivity in the brain, which remains largely unknown. While prevailing animal models require additional preparation, stimulation-applying devices and have exhibited limited capabilities regarding localized stimulation, no in vitro platform exists that permits spatiotemporal control of chemo stimulation in anisotropic 3D neural networks. We present the integration of microchannels seamlessly into a fibril aligned 3D scaffold by adapting a single fabrication principle. We investigated the underlying physics of elastic microchannels' ridges and interfacial sol gel transition of collagen under compression to determine a critical window of geometry and strain. For the first time, we demonstrated the spatiotemporally resolved neuromodulation in an aligned 3D neural network by local deliveries of KCl and Ca^{2+} signal inhibitors such as Tetrodotoxin (TTX), Nifedipine, and Mibefradil, and also visualized signal propagation with a speed of 3.7 μm/s.

O이동M금-9

전단 유동하 계면 상의 짧은 가지가 달린 매우 긴 선형 및 고리형 고분자에 대한 구조적 및 유변학적 성질 분석

하태용, 백충기*
울산과학기술원
(cbaig@unist.ac.kr*)

Using atomistic nonequilibrium molecular dynamics simulations, we present a detailed study on the rheological behaviors of entangled short-chain branched (SCB) linear and ring polymers at interface under shear flow via a direct comparison with the corresponding pure (unbranched) analogues. Our group has been figured out that SCB polymers exhibit overall compact and less deformed structures compared to pure polymers due to the fast random Brownian motions of short branches via very short intrinsic relaxation time scales. In this work, various physical properties are compared in the bulk and interfacial regions separately within the confined melt systems. The results show that both the interfacial pure and SCB polymers exhibit similar fundamental molecular mechanisms with respect to the flow strength. However, the SCB polymer exhibit overall compact and less deformed structures compared to pure polymer at interface. As a result, the SCB polymers show a significantly reduced interfacial slip compared to the pure polymers. Furthermore, we investigated these interfacial slip behaviors in terms of rheological properties by comparing the pressure of interfacial region and bulk region.

O이동M금-10

Development of portable electromagnetic dispensing and suction system configurable for digital microfluidics

이선준, 배서준, 임도진*
부경대
(dj-im@pknu.ac.kr*)

Digital microfluidics(DMF)는 Microfluidics의 한 분야로 전기 또는 자기장을 활용하여 액적의 움직임을 제어하기 때문에 소형화 및 자동화가 용이하다. 이로 인해 Point-of-care(POC), Lab-on-a-chip(LOC)와 같은 분야에서 높은 잠재력을 가진다. 하지만, DMF 시스템에 액적을 공급 및 회수하기 위해서는 syringe pump와 같은 추가적인 장비의 사용이 불가피하다. 이와 같은 추가적인 장비의 사용은 DMF 시스템이 가지는 소형화가 가능하다는 장점을 저해하며 다양한 연구분야에서 DMF 시스템을 활용하기 어렵게 만든다. 따라서 본 연구에서는 syringe pump를 필요로 하지 않는 Electromagnetic dispensing & suction(EMDS) 시스템을 개발하여 기존 DMF에서 필수적인 syringe pump의 사용으로 야기되는 문제를 해결하고자 하였다. 개발된 EMDS 시스템은 단일 solenoid actuator를 이용해 샘플의 공급과 회수 양방향 구동이 가능하며, 오일을 매개로 하여 작동함으로 샘플의 오염을 방지하였다. 또한, 시스템의 각 구성요소가 'block assemble' 방식으로 조립되어 시스템 구성의 변경 및 보수가 용이하다. 제작된 EMDS 시스템을 이용해 DMF 시스템 내 액적 기반의 3차원 세포배양, 배양 유지 및 배양액의 교체를 성공적으로 시연하여 3차원 세포배양 분야의 활용성을 검증하였다.

O이동M금-11

유변공정 연구장비의 산업적 응용 – 소재개발, 공정개발, 문제 해결 분야

김명호*
한남대
(mkim@mkepolymer.com*)

날로 격화되는 국제 경쟁에서 우선순위를 점하기 위해서는 실험실 수준에서 실행되는 연구에서 양산에 이르는 개발 과정을 빠르게 수행할 수 있는 방법이 필요하다. 이를 위하여 연속공정에 이용되는 슬러리, 패이스트, 용융체 등의 유체의 혼련과 이송 등의 이동현상 공정을 효율적으로 수행하여 적은 실험양으로도 최종 제품의 공정 가능성을 조기에 판정할 수 있는 다양한 장비가 개발되고 있다. Small Volume Processing Equipment와 다양한 Rheological Equipment 등이 이러한 역할을 효율적으로 수행할 수 있다. 본 발표는 배터리 전극소재, 반도체 패키징 소재, BioPlastic 소재 및 플라스틱 블랜드와 컴파운드, rPlastic 소재등의 개발 및 양산 공정 QC 등에 광범위하게 이용되는 기기의 적용 범위와 원리를 간단히 살펴보고자 한다.

O이동M금-12

리튬이온 배터리 슬러리 여과 공정 중 응집체 투과에 관한 평가

이성경, 백영빈*
인하대
(ybbaek@inha.ac.kr*)

리튬이온 배터리 전극 제조 공정 중, 음극 슬러리는 배터리의 용량 증가, 사이클 수명 및 속도 성능을 결정한다. 최적의 성능을 위한 균일한 슬러리는 여과 공정으로 얻을 수 있다. 현재 여과 공정에서 불필요한 응집체가 여과액으로 투과되고, 명확한 원인을 파악하지 못하는 것이 문제로 지적되고 있다. 본 연구는 이러한 응집체 투과 현상을 확인하고자 여과 공정을 평가하였다. 음극 슬러리는 흑연, 카본 블랙과 CMC로 제조하였다. 여과는 283, 212, 180 ㎛ 공극을 지닌 1.1 ㎠ 80, 100, 120 단일 메쉬를 사용했다. 50 mL의 슬러리를 여과하였을 때, 각 2, 13, 30개의 응집체가 흡착되었으며, 응집체 크기는 평균 380, 244, 200 ㎛로 필터 공극보다 컸다. 이러한 여과 공정을 지속하여 응집체가 쌓이면 농도분극 현상으로 인해 예기치 못한 응집체 투과가 일어나고 전극 불량으로 이어질 수 있다. 본 연구결과를 기반으로 여과공정의 최적화를 통해 안정된 배터리 전극 생산에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

O이동M금-13

Adsorption behavior and dispersion stability of PFSA ionomers in catalyst ink for PEMFC applications

박상률, 안경현*
서울대
(ahnnet@snu.ac.kr*)

It is widely understood that the microstructure of the catalyst layer (CL) significantly influences the performance and durability of proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs). Additionally, the dispersion stability of the catalyst ink directly impacts the CL. Ionomers are well-known for their crucial role in dispersing catalyst ink, with perfluorinated sulfonic acid (PFSA) being one of the most commonly used ionomers in catalyst ink. PFSA ionomers consist of a hydrophobic polytetrafluoroethylene (PTFE) main chain and hydrophilic sulfonic acid side chains. To gain insights into the dispersing behavior of PFSA ionomers, it is essential to understand how they adsorb onto the catalyst particles. This study primarily compares the adsorption preferences between PFSA ionomer and PTFE binder using zeta-potential measurements, stability tests, and rheological properties. The results will help us understand which part of the ionomer contributes to the adsorption with catalyst particles. Based on these findings, dispersion stability tests will be conducted among various PFSA ionomers for future research.

O이동M금-14

고분자 첨가를 통한 Segré-Silberberg 효과 억제

진대권, 김주민*
아주대
(jumin@ajou.ac.kr*)

From biological cell flow to the processing of Li-ion battery slurry, particle-laden flow through the channel is widely utilized in both natural and industrial systems. In such particulate flows, the particles laterally migrate due to particle-fluid or particle-particle interactions resulting in the non-uniform spatial distribution of particles such as the "Segré-Silbeberg effect". This phenomenon is undesirable in most material processing which demands uniform particle distribution. Here, we demonstrate that adding a small amount of polymer to the particle-suspending solvent effectively suppresses the Segré-Silberberg effect. In this work, we developed a dual-view imaging system to determine the 3-D particle locations within microchannels with square and circular cross-sectional shapes at varying polymer concentrations. Also, We studied the mechanism causing homogenous particle distribution by linking the inertial effect of channel flow with the elastic effect of polymer additive. We anticipate that these findings will have important ramifications for material processing requiring uniform particle distribution as well as particulate matter manipulation in fluidic conduits.

O이동M금-15

2차원 유동해석 시뮬레이션을 통한 간헐 코팅에서의 불균일 엣지 연구

지상훈, 정현욱*
고려대
(hwjung89@korea.ac.kr*)

In intermittent slot coating process, the control of non-uniform edges is necessary for high-quality particulate coating patches. Start-up/end flow conditions for making a patch induce inevitably multiple edge formation – leading and trailing edges. In this study, we identified the relationship between the residual volume existing in coating die lips and two edges through two-dimensional CFD simulations under intermittent coating operation. By changing various process and material conditions, it has been found that the residual volume remaining on the die lips only emerges above a certain Capillary number (Ca) and increases with increasing Ca. The length of trailing edge shows an opposite behavior compared to the residual volume with respect to Ca, whereas the residual volume itself affects leading edge in a coating patch.

O이동M금-16

메조스케일 시뮬레이션 기법을 이용한 브라운-비브라운 입자 혼합물의 유변물성 연구

이영기*
한경국립대
(yklee@hknu.ac.kr*)

Particulate suspensions consisting of Brownian and non-Brownian particles are encountered in a multitude of industrially relevant processes, for example, semiconductors, and secondary batteries, to list a few. Understanding what affects the rheology of suspensions, and how to manipulate it, is crucial for improving the quality of products. Despite the devotion of pioneers, the influences of size distributions and interactions among components on suspension rheology have not been fully understood yet. Inspired by this point, we explore the flow behavior of mixtures consisting of Brownian and non-Brownian particles through numerical simulation. Describing the target system is a challenge due to the theoretical and technical difficulties in managing the significant differences in length and time scales among its components. To solve this issue, we employ the "mesoscale simulation" technique. In the presentation, we briefly introduce a strategy to achieve our study. Then, we share several preliminary results that demonstrate a change in the rheological behavior of suspension by tuning the affinities among components.

O이동M금-17

전단 유동 하에서 선형 유사체와 비교한 얽힌 짧은 가지가 달린 고분자의 다양한 특성

최동훈, 백충기*
울산과학기술원
(cbaig@unist.ac.kr*)

Our study analyzed the structural, topological, and rheological properties of $C_{565}H_{1132}$ short-chain branched (SCB) polyethylene (PE) under shear flow using atomistic nonequilibrium molecular dynamics (NEMD) simulations. In structural analysis, comparing to the Linear PE, we confirmed that short branches make SCB PE more compact and less aligned along the flow direction. The topological analysis highlighted how short-chain branching affects interchain entanglement. In the low and intermediate Wi regimes, short branches in SCB PE act as blocks to prevent chain entanglement, whereas in the strong Wi regime, chain entanglement is maintained by them. In rheological analysis, SCB PE has less shear thinning than Linear PE. The findings shed light on the role of short branches in entangled polymer behavior under nonequilibrium conditions such as shear flow, offering valuable insights into the design and application of polymeric materials.

O이동M금-18

리튬 이온 배터리 음극 슬러리의 시간 의존성 유변학적 거동

박나연, 이명재, 정현준, 남재욱*
서울대
(jaewooknam@snu.ac.kr*)

This study investigates the complex rheological properties of lithium-ion battery (LIB) anode slurries, a critical material in the LIB manufacturing process. The manufacturing process involves mixing, coating, drying, and calendaring, with each process requiring meticulous control to mitigate defects. The study focuses on understanding the fundamental, time-dependent flow behavior of the battery slurry essential for minimizing defects and optimizing the process. A variety of rheological tests on LIB anode slurry, including shear rate sweep and amplitude sweep tests, flow start-up and cessation tests, and shear rate step-up and step-down tests were conducted on the anode slurry to investigate yielding, viscoelastic, thixotropic, and generalized Newtonian behavior of anode slurries. The results suggest that at low shear rates and time scales, the roles of yield stress and viscoelasticity are important, while the contribution of thixotropy becomes prominent as the shear rate and time scale increase. The study establishes that the transient behavior of battery slurry is significantly influenced by time and shear rate scales, providing a basis for the analysis of slurry processes.

O이동M금-19

Rheological characteristics study of the Tadpole-shaped polymer under shear flow using Brownian dynamics simulations.

조채현, 김준모*
경기대
(junmokim@kyonggi.ac.kr*)

The rheological property of the polymer changes under shear flow depending on the polymer structure. Tadpole (or Lasso)-shaped polymers exhibit distinctive rheological behavior because of their peculiar structure combining ring-shaped components with linear segments. To investigate the rheological characteristics of the Tadpole-shaped polymers we conducted a Brownian dynamics simulation under shear flow in a dilute and free-draining (FD) solution.In the FD system under high shear flow, both the ring and linear parts of Tadpole polymer are fully stretched and aligned in the flow direction. Thus, Tadpole polymer chains behave as one continuous linear chain in an FD system. On the other hand, the chain cannot achieve full extension in dilute solutions, particularly due to the excluded volume, which significantly impacts chain mobility. Since the linear part of the tadpole polymer penetrates the ring segment during the tumbling cycle, overall chain tumbling differs significantly from pure ring polymer in a dilute solution system under a high shear flow.

O이동M금-20

Double-parameter structure-kinetics 모델을 사용한 다양한 유동 공정 단위에서의 음극 슬러리의 유동 시뮬레이션

한종현, 박준동[1], 안경현*
서울대; [1]숙명여자대
(ahnnet@snu.ac.kr*)

The thixotropy and double-yielding behavior of a lithium-ion battery anode slurry comes from the microstructural interactions within the slurry. The two interaction modes causing two-step yielding are the interaction between graphite particles and the interaction between CMC molecules adsorbed on the particles. We developed a double-parameter structure-kinetics model to correlate the viscosity of the slurry and its two microstructural interaction modes. By obtaining model parameters from a flow curve and step-shear test data, we conducted a finite element simulation to observe the flow behavior and structural distribution through a pipe with sudden expansion or contraction. The simulation results show that the graphite-graphite interaction mainly causes rheological heterogeneity in the pipe system. The effect of convection from the structured fluid formed at the corner in the expanding pipe plays a crucial role in the heterogeneity of the outlet fluid. The introduction of a double-parameter structure-kinetics model effectively describes the complex behavior of the battery slurry. This study gives information on the structural change through the flow units.

O입자C목-1

신경화학물질 센서를 위한 DNA 나노물질 복합체 진화법

정상화*
부산대
(rmanasit@gmail.com*)

Release and reuptake of neuromodulator serotonin is central to mood regulation and neuropsychiatric disorders, whereby imaging serotonin is of fundamental importance to study the serotonin signaling system. We 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. Our results suggest evolution of nanosensors could be generically implemented to rapidly develop other neuromodulator probes, and that these probes can image neuromodulator dynamics at spatiotemporal scales compatible with endogenous neuromodulation.

O입자C목-2

플래시라이트 기술을 이용한 재료 합성 및 처리

임창용*
경북대
(cy.yim@knu.ac.kr*)

The Flashlight technique is a novel method in material processing, versatile for various materials like metal nanoparticles and polymers. By using the high power of a flashlight to sinter metal nanoparticles, it avoids thermal oxidation with a quick 6-millisecond response time. This method has significant potential in fabricating electrodes and enhancing metal-oxide nanoparticles' surface area, aiding energy storage device development. Compared to traditional methods, the flashlight technique is more efficient, reducing process times and eliminating the need for inert gas during heat processing. It also minimizes substrate damage. The talk will first cover conductive inks for printed electronics, focusing on materials such as copper-silver, and addressing thermal oxidation and explosive chemical reactions. The second part will explore the flashlight technique's applications in energy storage.

O입자C목-3

Effect of molecular weight of carboxymethyl cellulose on the dispersion of silicon particles in lithium-ion anode slurries

김경진, 안경현*
서울대
(ahnnet@snu.ac.kr*)

Silicon has attracted attention as an appealing anode material, substantially enhancing the energy density of current commercial anodes when co-utilized with graphitic materials. However, silicon-containing electrodes encounter stability issues due to its inherent volume change properties of up to 300% during cycling. In order to ensure stable cell performance, achieving homogeneous dispersion of silicon particles within the electrodes is imperative, as silicon agglomerates can dramatically expedite cell degradation. In this context, this study delves into the correlation between the molecular weight of carboxymethyl cellulose (CMC) (degree of substitution; DS 0.7) and the dispersion states of silicon particles. The chain lengths of CMC are systematically adjusted, ranging from approximately 296kDa to 82kDa using the ultrasonic degradation method. The effects of CMC molecular weight on silicon dispersion are examined through Si/CMC model suspensions. Additionally, we evaluate how changing the length of CMC chains, which in turn affects silicon dispersion, impacts the electrical and mechanical characteristics of Si/C electrodes.

O입자C목-4

Structural Transformation and Capacitive Enhan Pulsed Light Annealing

안준혁, 임창용*, Ninad B. Velhal, 윤태호, 김태욱, 김지수, 구민수[1]
경북대; [1]동아대
(cy.yim@knu.ac.kr*)

Delving into Co_3O_4 supercapacitor electrodes, the study spotlights the pivotal morphological and capacitive shifts ushered in by ultrafast Intensive Pulsed Light (IPL) annealing. Co_3O_4 was synthesized on nickel foam using a hydrothermal method with cobalt precursor, after which two distinct annealing approaches were employed: the traditional constant heat annealing (CHA) and the novel instant heat annealing (IHA) using IPL. Morphological observations revealed that CHA-treated Co_3O_4 displayed nano rope-like structures and micro-sheets. In contrast, IHA led to the formation of a unique pattern reminiscent of coral reefs and melting ice, without altering the intrinsic composition of Co_3O_4. Notably, this altered morphology with IPL treatment resulted in a doubling of its energy storage capability, registering a capacitance of 955.73 mF/cm^2, in contrast to CHA. The enhanced performance is attributed to the coral-like morphology facilitating efficient energy storage and faster charge processes. It also lasted a long time, keeping 90.81 % of its energy after being used 10,000 times.

O입자C목-5

Predictable incorporation of nitrogen into carbon dots: Insights from pinacol rearrangement and iminium ion cyclization

조수현, 이다진, 권우성*, 한현호[1]
숙명여자대; [1]연세대
(wkwon@sookmyung.ac.kr*)

Nitrogen-doped carbon dots (CDs) have attracted considerable attention across various research areas and applications due to their enhanced optical properties and photostability. However, the mechanism of nitrogen incorporation in CDs remains elusive, hampering the precise control over nitrogen-incorporated structures and the investigation of the effects of nitrogen on the electronic structure and optical properties of CDs. In this study, we employed a rational design approach, utilizing glucosamine and ethylene glycol as the carbon source and co-reagent, respectively, to synthesize N-doped CDs. Our synthesis strategy involved pinacol rearrangement and iminium ion cyclization reactions, enabling the reliable formation of N-doped CDs. Notably, the resulting CDs exhibited distinctive emissive states attributed to heteroatomic defect structures, including oxygenic and nitrogenic polycyclic aromatic hydrocarbons. To gain further insights into their energy levels and electronic transitions, we conducted comprehensive investigations, employing extended Hückel calculations and pump-probe spectroscopy. The synthesized CDs displayed great promise as bioimaging and photodynamic therapy agents, highlighting their potential for biomedical applications. Moreover, our

O입자C목-6

Improving physical properties of PU foam including starfish particles treated with silane coupling agents

윤동주, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

Polyurethane (PU) foams are widely used in the automotive industry as seat cushioning and sound absorbing materials, owing to its lightweight and ease of production in desired shapes. In this study, polyurethane foam was synthesized with starfish particles. To enhance the interfacial compatibility between the PU matrix and starfish particles, the starfish particles were chemically treated with various silane coupling agents. As a result, chemically treated starfish particles provided good compatibility with the PU matrix, resulted in much improved physical properties. The differences in particle surface characteristics had a significant impact on the morphology and physical properties of the composites, as well as the sound absorption characteristics.

O입자C목-7

효율적인 전하분리를 위한 CdS-CdSe 코어쉘 구조 디자인

허동규, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

CdS is a semiconductor with high photoelectrochemical(PEC) efficiency and narrow bandgap of 2.42 eV. However, CdS is susceptible to degradation due to reactions with holes and oxygen, which can lead to its deterioration over time. Notably, oxygen produced on a photoanode can induce CdS ionization to Cd^{2+} and S^{2-}. To resolve this drawback, we have adopted a CdS-CdSe core-shell structure. The presence of a CdSe shell prevents direct contacts between oxygen and CdS, thereby preventing the degradation process. In addition, inherent band alignment of the CdS-CdSe core-shell structure facilitates the independent flow of electrons and holes within the CdS core and CdSe shell, and it enhances charge separation and transfer. In this CdS-CdSe core-shell structure, direct contacts between CdS core and FTO substrate can be established. As a result, the accumulated electrons within the CdS core can rapidly transfer to the FTO, while the accumulated holes within the CdSe shell can effectively engage in reactions with water. These findings demonstrate the potential applications of the CdS-CdSe core-shell structure on various substrates to achieve high PEC performance.

O입자C목-8

Electrodeposition을 통한 토도로카이트 타입(OMS-1) 망간산화물 One-step 생성법

허재영, 정해성*
창원대
(haesung.jung@changwon.ac.kr*)

Based on the large tunneled-crystalline structure (~1 nm), todorokite has garnered interest in engineering applications and materials science. Previous studies have synthesized todorokite through a multi-step process: (1) hydrothermal synthesis of layered Mn oxides, (2) intercalation of Mg2+ into the layered Mn oxides by ion-exchange, and (3) hydrothermal transformation of Mg-layered birnessite to todorokite. Thus, the synthesis of todorokite typically takes quite a long time and chemicals, which are not aligned with the principle of green chemistry. In this study, we show a one-step method of the todorokite-type phase of Mn oxides (OMS-1-E) using electrodeposition of Mn oxides in a Mg solution. We confirmed the formation of OMS-1-E using the analyses of XRD, XAS and TEM. Strikingly, we found that pH plays a crucial role in determining the crystalline structure of Mn oxides between tunneled and layered structures. The results highlight the importance of comproportionation and cation species in controlling crystalline structure of Mn oxides. Moreover, the simple control of the structure of the Mn oxide may facilitate its application to catalysts, electrodes, and OMS.

O재료N목-1

I-III-VI Quantum Dots: Optimizing Sunlight Utilization and Beyond

Hunter McDaniel*
UbiQD, Inc.
(hunter@ubiqd.com*)

In recent years, I-III-VI semiconductor quantum dots (QDs) have shown significant improvements that have unlocked new capabilities and end markets. Some typical examples of I-III-VI QDs are CuAlS2 (blue), AgInS2 (green), CuInSe2 (red), and CuInSe2 (near-IR). These materials exhibit tunable photoluminescence peak emissions, with near unity quantum yield. They can have efficient broad emission, but also narrow emission, large Stokes shifts, and high optical extinction coefficients. They are more stable, safer, and lower cost than alternatives in many cases. UbiQD, a leading materials technology and QD manufacturing company, has pioneered the industrialization and scale-up of these novel QDs, starting with critical end uses related to spectrum optimization for greenhouses and solar energy. In this presentation, UbiQD's CEO will give an update on I-III-VI QDs as performance fluorophores, highlighting growth in exciting new markets and expanding availability of materials supply.

O재료N목-2

A novel nitrogen-doped MXene quantum dots as effective fluorescent probes for detecting dopamine

Rajapriya Govindaraju, 김종성*
가천대
(jongkim@gachon.ac.kr*)

Recently MXene-derived quantum dots have attracted great interest in scientific world due to their unique physico chemical properties and their potential application in bio sensing, bio imaging, catalysis, energy storage and conversion. Herein, we successfully prepared nitrogen functionalize Ti_3C_2 MXene-derived quantum dots (NMXQDs) through hydrothermal process. The prepared NMXQDs have good aqueous dispersibility and show excellent blue fluorescence in aqueous solutions. The morphology, element composition and optical properties of NMXQDs were investigated by transmission electron microscope (TEM), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and photoluminescence spectroscopy. The NMXQDs were explored for fluorescence sensing of dopamine (DA) molecules. The initial strong blue fluorescence intensity of NMXQDs in aqueous solution was quenched upon addition of DA. The proposed sensing system is simple and low-cost with facile experimental operations and has a high selectivity for DA over other interfering species.

O재료N목-3

Simultaneous 980 nm and 800 nm orthogonal upconversion and ligand-sensitized downshifting of triply excited and multicolour emitted core-pentad-shell nanocrystals for high-level anti-counterfeiting applications

Venkata Nanda Kishor Babu Adusumalli, Akash Gupta, 박용일*
전남대
(ypark@jnu.ac.kr*)

We have developed lanthanide-doped core-pentad shell nanocrystals (CPS NCs) that demonstrate orthogonal upconversion at 980 and 800 nm, UV-excited downshifting, and triply emissive properties. Er and Tm ions are used for green and blue emissions via upconversion, while Eu and Tb ions are used for red and green emissions via downshifting process. Yb and Nd ions serve as sensitizers for 980 and 800 nm laser irradiation. The CPS NCs' surface was modified with 2,6-PDA ligands that sensitize the Eu and Tb ions in the outer layer upon 280 nm excitation. By strategically doping lanthanide ions into specific layers of the host matrix, each layer contributes producing three distinct emission colors for three different excitations, maintaining color purity and preventing cross relaxations. Using these CPS NCs, luminescent inks were prepared by mixing them with a carboxymethyl cellulose polymer. These luminescent inks were used to fabricate image patterns through a screen printing technique. These transparent image patterns exhibit three distinct

O재료N목-4

저유전 폴리이미드 필름을 이용한 FCCL 접합 특성 연구

장은진, 오미혜*, 윤여성, 임은식[1], 최영진[1]
한국자동차연구원; [1]테라신소재(주)
(mhoh@katech.re.kr*)

고주파 통신용의 연성 동박 적층판(FCCL)은 주파수 증가에 따른 신호손실을 최소화하기 위해 필름 소재의 유전율과 유전 정접의 제어가 중요하다. 본 연구에서는 저유전 특성을 폴리이미드 제조 과정 중 실리카 입자를 형성시켜 유전율과 유전손실이 낮은 복합 필름을 제작하였다. 이러한 저유전 폴리이미드 필름을 이용하여 고성능 FCCL 제조를 위해 나노분자 접합 기술을 적용하였다. 본 연구를 통해 0.6kN/m 이상의 접합 강도를 나타내는 저유전 특성을 갖는 FCCL 적용 소재 및 제조공정을 고찰하였다. 저유전손실 복합필름 제조는 최소의 수분 함유 조건의 폴리이미드 필름 제조 조건으로 졸-겔 공정을 통해 실리카 입자를 혼합하여 저유전 손실 특성의 폴리이미드 복합필름을 제작하였으며, SEM을 통해 실리카 입자를 확인하였다. 고성능 FCCL 제작은 저유전 필름과 Cu clad의 접합력 강화를 위해 접합계면을 플라즈마 전처리하였다. 낮은 점도를 갖는 나노분자 접합제의 도포는 그라비아코팅 공정을 보완하 fuem코팅 혼합방식으로 수행하였다. 플라즈마 전처리 표면은 접촉각 측정을 통해 분석하였고, 필테스트를 통해 조건별 접합력을 분석하였다. 본 연구를 통해 고주파 통신은 물론, 데이터의 대용량/고속송신으로 유전손실, 저유전 특성의 성능 향상이 지속적으로 요구되는 고성능 저유전 FCCL 산업에서 소재 및 제조공정 데이터 확보의 기초가 될것으로 판단된다.

O재료N목-5

Top-down 방식의 적층가공으로 제작된 지르코니아 크라운의 변연 및 내부 간극 비교 및 평가

장경준, 이상규, 조광호, 정연성, 용선정, 이채언, 서원호, 유태경[1]*
(주)쓰리디컨트롤즈; [1]경희대
(tkyu@khu.ac.kr*)

Zirconia restorations manufactured by the milling method are successfully used for single anterior and posterior restorations. Incorrect marginal fit of zirconia prostheses can lead to cavities between the prosthesis and natural teeth, resulting in periodontal disease. In this study, the marginal fit of zirconia crowns manufactured by milling machine and top-down additive manufacturing was compared and analyzed. Existing milling methods show excellent precision, but the fit result may vary or the precision may be lowered depending on the degree of use of the burr. In addition, different results may be shown depending on the limitations of the milling axis of CAD/CAM equipment or the compensation value of the milling bur. The additive manufacturing method can solve all of these limitations because there is no consumption of cutting tools and complex shapes are processed with a constant layer thickness.

O재료N목-6

SERS detection of amyloid beta using plasmonic structure with high-density nanopores

라주아, 고형덕[1], 강태욱*
서강대; [1]한국과학기술연구원
(twkang@sogang.ac.kr*)

Surface enhanced Raman scattering (SERS) has been explored as a sensitive molecular detection technique for early diagnosis and progression, including cancers and neurodegenerative disorders. For early diagnosis and staging of diseases, rather than general diagnostic methods such as PET/CT, MRI, fluorescence, and Raman spectroscopy, a diagnostic technique that can detect the concentration of biomolecules that act as biomarkers below the cut-off value is needed. Here, we show that sensitive molecular detection of biomolecules such as amyloid beta (Aβ) can be achieved by using a plasmonic structure densely packed with nanopores as a SERS substrate. The plasmonic nanostructure is systematically characterized using scanning electron microscopy, UV-vis-NIR spectroscopy, and Raman spectroscopy. We determine the limit of detection concentration using standard small molecules to evaluate the SERS activity of these substrates. Finally, we not only demonstrate sensitive detection of Aβ using SERS, but also indicate its potential for early-stage diagnosis, prognosis, and progression monitoring of brain diseases related to neurodegenerative disorders.

O재료N목-7

비평형 열합성법을 통한 금속나노입자 형성조절 및 전기화학적 응용

송지윤*, 하진필[1], 정희태[1]
KAIST; [1]한국과학기술원
(jiyoonsong312@gmail.com*)

Metal nanoparticles are widely used as energy materials and tunable engineering of metal nanoparticles essentially needs for the high performances and expanding application fields. However, tunable formation such as alloying immiscible metal elements, high entropy alloy, high coverage of metal nanoparticles is still limited. In this work, we demonstrate a strategy of tunable metal nanoparticle synthesis to improve previous limitations via ultrafast joule-heating process. This method enables immiscible metal alloying, multi metallic nanoparticles, high surface metal nanoparticle coverage without the aggregation. Based on the method, we applied metal nanoparticle electrodes as diverse energy materials for high performance electrocatalytic energy conversion systems of carbon dioxide reduction and ammonia synthesis from nitrogen.

O재료N금-1

Solid-state ordered porous materials (SSOPMs) for the electrochemical sensing of dopamine

Jose Paul, 김종성*
가천대
(jongkim@gachon.ac.kr*)

Solid state-ordered porous materials (SSOPMs) are a class of materials that have a well-defined framework and channels. Covalent organic frameworks (COFs) and metal-organic frameworks (MOFs) are the best examples of SSOPMs have received huge interest due to their robust and tailorable nature. The preparation of highly crystalline MOF and COF is so challenging. Synthesis strategies include elevated temperature, strong diacid catalysts, suitable solvents, and rescaling from nanoballs to planar layering can increase the crystallinity of SSOPMs. Ordered cages and channels on the SSOPMs can transfer the charge in a unidirectional pathway. Also, nanometer-sized perforations can hold the charge carriers and adsorb the analyte molecule on the surface. Our group synthesized a COF and MOF by solvothermal method and used it as an electrochemical probe for dopamine. TEM, SEM, XRD, FT-IR, BET, TGA, and NMR were employed for the chemical and morphological characterization. CV and DPV were conducted for the voltammetry studies. The detection limit of the COF and MOF-based sensors were 1 μM and 110 nM respectively. Also, the current response has good linearity with a dopamine concentration range of 1 – 10 μM and 90 – 130 nM correspondingly.

O재료N금-2

바이오 연료 전지와 슈퍼 커패시터를 결합한 하이브리드 에너지 디바이스

이준영, 권용재*
서울과학기술대
(kwony@seoultech.ac.kr*)

Biofuel cells (BFCs) can provide electrical power to operate wearable, portable, and implantable devices because they are manufactured by biocompatible materials, such as enzyme. Nonetheless, their application is limited due to low power density and the mandatory supply of fuel. In this study, we undertake the innovative integration of a supercapacitor, an energy storage system distinguished by its formidable power density, to overcome these limitations. Such fabricated HED can play its role as energy conversion and storage system simultaneously, showing remarkable current and power densities. Regarding cycle process in HED, self-charging occurs at HED, and such charged HED can maintain its open circuit voltage, and then this can be discharged even in the absence of fuel. This new device can act as a simultaneous energy conversion and storage device with wearable, portable, and implantable properties, enabling self-charging and high performance.

O재료N금-3

Selectively edge oxidized graphene to achieve highly dispersible graphene flakes with pristine graphene properties

이용현, 최창호*
경상국립대
(ch_choi@gnu.ac.kr*)

Graphene possesses exceptional properties including high electron mobility and remarkable mechanical, chemical, and thermal characteristics. Therefore, graphene has garnered numerous interest for various applications in industrial sectors. However, the application of graphene into the industrial domain remains challenge due to its non-dispersibility to solvents and difficulty of achieving scalable graphene production. Herein, we propose a selective edge-oxidizing (SEO) approach of graphene to enhance the dispersibility of graphene in various solvents while retaining the graphene properties. The remarkable dispersibility and properties of the SEO-graphene is demonstrated by preparing a highly concentrated aqueous dispenser printing ink (103 g/L) without any additive. Additionally, the SEO-graphene can be directly dispersed into an epoxy resin and PEDOT:PSS solution, resulting in the fabrication of reinforced epoxy resin and highly transparent and conductive film, respectively. Notably, the resulting graphene films are dried at room temperature. The SEO-graphene will promote the industrial applications of graphene, unlocking its wide utilizations in various fields

O재료N금-4

High yieldproduction of two-dimensional MXene via Hydrothermal-Assisted Etching and WaterIntercalation

심수인, 최창호*
경상국립대
(ch_choi@gnu.ac.kr*)

Ti3C2Tx (MXene) offers intriguing electrical and mechanical properties and has proven outstanding performance in various applications such as batteries, supercapacitors, sensors, EMI shielding, and water purification. The typical yield of MXene is lower than 20%, and increasing the yield remains a major challenge for facilitating the practical applications of MXene in various research fields. In this work, hydrothermal etching and water intercalation processes are proposed to improve the yield of MXene. A hydrothermal etching process based on modifying the in-situ HF method results in the production of multilayer MXene with almost 100% etching efficiency. Subsequently, the multilayer MXene are subject to a water intercalation process, where water molecules can intercalate between the interlayers of multilayer MXene. This process enables the exfoliation of multilayer MXene into single or few layer-MXene flakes without the need for additives, resulting in the production yield of MXene with 60 %. This study provides a facile protocol to synthesize MXene in high yield and environmentally friendly manner, promoting the potential applications of MXene.

O재료N금-5

Design of informative metahologram with liquid crystals

김원식, 김혜인, 최진강, 최예나, 신지수, 노준석, 김영기*
포항공과대
(ykkim@postech.ac.kr*)

The integration of diverse information holds significant importance across various fields, including display and sensor. This motivation causes the study of an innovative approach involving active metaholograms utilizing stimuli-responsive liquid crystals (LCs). Our system is sensitively responsive for a range of stimuli (e.g. electrical field, heat, pressure, and gas). Molecular reorientation of LC molecules by stimuli causes optical transition of the incident light on metasurface. Consequently, the holographic image from the metasurface has a transformation from one image to another. However, in case of polarization, the overlapping causes cross-talk of optical properties. We suggest to utilize orbital angular momentum (OAM) for discrimination of infinite information theoretically. By selecting specific OAM values via LC cells, the stored image on the metasurface is shown to our eyes. This research presents a promising trajectory towards the potential for dynamic and boundless information storage, with implications spanning a multiplex of metasurface and LCs. This work was supported by NRF (2021R1A4A1030944, 2022M3C1A3081312) and Samsung Electronics Co., Ltd.

O재료N금-6

수분 노출에 의한 반도체 양자 나노 결정의 비정질 중간체 매개 분해

마현종, 양지웅*
DGIST
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

Understanding the degradation mechanism induced by water in quantum-sized semiconductor nanocrystals is a crucial prerequisite for their practical utilization due to their vulnerability to moisture in comparison to their bulk counterparts. In-situ liquid-phase transmission electron microscopy is considered as a desirable approach for investigating the deterioration of nanocrystals, and notable technological improvements has achieved recently. This work will introduce degradation of semiconductor nanocrystals induced by moisture, using graphene double-liquid-layer cells that facilitate control over initiation of reactions. During the decomposition of quantum-sized CdS nanorods, crystalline and non-crystalline domains are obviously discernible due to high-resolution imaging capability with the developed liquid cells. Our findings fundamentally elucidate a degradation process including the formation of an amorphous phase, which is distinguishable from the conventional process of nanocrystal etching trajectories. This study uncovers degradation pathways of semiconductor nanocrystals deformation under moisture exposure, being explained by the presence of amorphous intermediates.

O재료N금-7

고엔트로피 이중층수산화물을 전구체로 이용한 다성분 금속 산화물 구조체의 액상합성법

김미리, 조승호*
울산과학기술원
(scho@unist.ac.kr*)

In spite of the increasing demand for multi-elemental metal oxides with customized compositions in advanced technologies, their synthesis through solution-based methods, remains a formidable challenge. In this study, we introduce high-entropy layered double hydroxides (HE-LDHs) with complex compositions, serving as precursors for the synthesis of complex metal oxides. Furthermore, we reveal that the incorporation of metal cations into the hydroxide layers is determined by their ionic radii. These hydroxide layers have the remarkable ability to contain up to 10 different types of metal cations, thereby inheriting a metal cation ratio from the reacting solution. Through the process of heat treatment, these HE-LDHs undergo a transformation into complex metal oxides based on the spinel structure. Notably, even under elevated heat treatment temperatures (up to 1,200°C), the ratios of the metal cations within the metal oxide structures remain unchanged. This suggests that solution-based techniques can be effectively employed for producing complex metal oxides with precisely tailored compositions.

O재료N금-8

고성능 페로브스카이트 태양전지를 위한 혼합 차원 페로브스카이트상 형성

차정범, 김민*
전북대
(minkim@jbnu.ac.kr*)

Here, we report a facile fabrication of surface-modified multi-dimensional (1D/3D) perovskite structure based on a pyridinium bromide (PyBr) treatment. We demonstrate that the 1D/3D perovskite have various beneficial effects on the perovskite photovoltaics: 1) reduced surface recombination, 2) enhanced charge separation to carrier transport layer, and 3) improved energy level of the device by making cascade shaped energy band alignment. The devices PyBr-modified showed significantly improved open-circuit voltage from 1.06 V to 1.18 V. In addition, the multi-dimensional structure improves device stability maintaining 80% of initial PCE under 85% RH condition. This study suggests the organic halide salts for 1D/3D perovskite construction and efficient surface passivation strategy for high performance perovskite solar cells.

O재료N금-9

Ir-anchored CoFe layered double hydroxides for highly efficient and stable oxygen evolution reaction at neutral pH

유제민, 장지욱*
울산과학기술원
(jiwjang@unist.ac.kr*)

Highly efficient electrocatalysts for the oxygen evolution reaction (OER) in neutral electrolytes are indispensable for practical water electrolysis-related technologies such as seawater utilization and CO_2 conversion. Herein, we report a facile approach to synthesize Ir species-anchored Co/Fe layered double hydroxide (LDH) that delivers high water oxidation activity and good stability in a neutral electrolyte. The synergistic effect of Ir-Co-Fe cations and factors affecting the catalyst stability were investigated using a series of designed experiments. The optimized Ir-CoFe LDH exhibited high OER performance. It demonstrated an overpotential of 323 mV (at 10 mA cm^{-2}) and the lowest Tafel slope of 42.8 mV dec^{-1} among all reported neutral OER catalysts to our knowledge. Also, it showed high stability during 24 h operation with ~100% of Faradaic efficiency for water oxidation. This work suggests a catalyst design to achieve excellent neutral OER performance, based on the electronic coupling between Ir species and metal cations located in the octahedrons of LDH nanosheets.

O재료N금-10

Photo-patternable Elastic Polymer Network Electrolyte for Highly Integrated Skin Electronics

하지연, 조완호[1], 권혁민, 김승태[2], 정제연[2], 김승한[3], 강문성[3], 이원보[2], 김봉수[1], 김도환*
한양대; [1]울산과학기술원; [2]서울대; [3]서강대
(dhkim76@hanyang.ac.kr*)

Stretchable polymer electrolytes have gained attention due to their deformability and outstanding electrochemical performance. To utilize their advantage effectively, methods to achieve its high scalability are required. However, it is hard to establish the advanced pattern technologies owing to their intrinsic rubbery nature. Here, we report photo-patternable elastic polymer network electrolyte (elastic-PNE), which consists of thermoplastic polyurethane with ionic liquids and azide (-N3) photo-crosslinkers with ethylene oxide (EO). Due to the intrinsic ion compatibility and flexibility of the EO crosslinkers, the PNE retained its electrochemical performance and mechanical characteristics, even after an exposure of direct patterning process. Furthermore, the PNE can achieve a high-resolution pattern (< 10 μm). This indicates that this study possesses a great potential to break through the current limitation of scalability of the elastic polymer electrolytes for skin electronics.

O재료N금-11

Size-Controllable Green Synthesis of Uniform Gold Nanoparticles

이정윤, 신용희, 강태욱*
서강대
(twkang@sogang.ac.kr*)

Green synthesis of gold nanoparticles (GNPs) without using toxic chemicals such as cetyltrimethylammonium bromide and poly(amidoamine) has attracted much attention for a variety of biomedical applications ranging from drug delivery to bio-sensing. So far, microorganisms or plants have been utilized for the green synthesis, which is difficult to both control the size of as-synthesized nanoparticles and obtain a narrow size distribution in the size of the resultant nanoparticles. Here, we report the controllable synthesis of GNPs with uniform size by using cell culture medium. The proposed synthesis produces GNPs that are more uniform in size than those synthesized by microorganisms. We show that the size of the GNPs is controlled by varying the solution pH. As-prepared GNPs are extensively characterized by UV-Vis spectroscopy, scanning electron microscopy, and transmission electron microscopy. Finally, the GNPs are applied to sensitive detection of biomolecules via surface-enhanced Raman spectroscopy.

O재료N금-12

구조 개조를 통해 신장성 및 인성이 강화된 하이드로겔의 다양한 응용

박누리, 김재윤*
성균관대
(kimjaeyun@skku.edu*)

Hydrogels, valuable biomaterials, face limited applications due to their mechanical weakness. Here, we present a structure modification method for mechanical reinforcement of hydrogels. Firstly, the precursor hydrogel is subjected to deformation, comprising stretching and twisting that cause helical polymer structure and deformation gradient. Subsequently, the deformed structure is fixed by densification and additional crosslinking. This twisted hydrogel exhibits enhanced extensibility and toughness owing to the facilitated stress transfer within its unique structure. It also demonstrates notable energy dissipation, damping capacity, and durability. Those improved mechanical properties are translated into remarkable performances in diverse applications including strain sensor and impact absorber. Moreover, we demonstrated successful practical utility in various field such as posture guiding and injury prevention. The hydrogel reinforced by this method has the potential to be used in various fields where both mechanical properties and biocompatibility are crucial. This method can be applied to other hydrogel systems to broaden their scope of application.

O재료N금-13

Improving the Stability of Iodine Redox Flow Batteries through Host-Guest Interaction

신민규, 노찬호, 권용재*
서울과학기술대
(kwony@seoultech.ac.kr*)

Redox flow batteries (RFBs) are promising for energy storage, particularly in supporting renewable energy. Among the various components, iodine is favored as the active material because of its abundance, low toxicity, and high solubility. However, iodine's unique two-stage redox reactions pose challenges for commercialization. An intermediate product, I_2, with low solubility in water, forms a non-conductive film on the electrode surface, disrupting reactions and raising the system's resistance. In this research, an additive enabling host-guest interactions was employed to suppress the formation of the I_2 film. This additive facilitated the efficient dissolution of I_2 back into the electrolyte, leading to an increase in the solubility of I_2 in water. Electrochemical evaluations confirmed the applicability of this approach in the iodine redox system, ensuring an effective overall redox reaction. The use of the additive was verified in actual RFB operation. RFBs utilizing this additive exhibited stable operation, even with increased concentrations of iodine in the electrolyte.

O재료N금-14

알칼리 열화학 반응을 통한 폐플라스틱으로부터 청정 수소 에너지 생산

서혜린, 김우재*
이화여자대
(wjkim1974@ewha.ac.kr*)

Alkaline thermal treatment (ATT) was applied to convert plastic wastes into high-purity hydrogen at low temperatures and under atmospheric pressure. For polyethylene terephthalate (PET), the reaction temperature decreased significantly down to 300 ℃ compared to the conventional gasification temperature of 700~900 ℃, producing a maximum hydrogen yield of 48.91 mmol/g-PET with a purity of 87.13% at a PET-to-NaOH mass ratio of 1:1. Plastic, deficient in oxygen in their structure, such as, polyethylene(PE) and polypropylene(PP) were thermally oxidized at 250 ℃ and 200 ℃, respectively, for 50 hours before ATT, to incorporate oxygen in their structure. This pretreatment resulted in much improved hydrogen production yields of 44.74 mmol/g-PE and 20.73 mmol/g-PP, accordingly. During this process, carbon and oxygen in plastics reacted with NaOH to form solid carbonates, minimizing CO_2 emissions.

O재료N금-15

Quick and Uniform Formation of Gold Nanoparticle Array at Oil -Water Interface for Optical Sensing Applications

김영재, 신용희, 이정윤, 강태욱*
서강대
(twkang@sogang.ac.kr*)

A two-dimensional array of gold nanoparticles (GNPs) at oil-water interface is utilized for optical sensing applications such as surface-enhanced Raman scattering (SERS). It is essential to quickly fabricate uniform arrays of GNPs for highly sensitive and selective optical sensing. To address this, it is important to systematically analyze a dynamics of the array formation, which has not been explored yet. In addition, GNPs capped with hydrophobic ligand such as perfluorodecanethiol have been used for the fabrication of uniform array, which prevents an approach of target analytes to the array. Here, we systematically investigate the dynamics of array formation at oil/water interface for quick and uniform formation of the array. GNPs capped with citrate and hydroxyl amine hydrochloride are assembled at the interface by varying the ratio of ethanol to water, the concentration, and the size of GNPs. The area of array, the absorbance change of colloidal solution and the interparticle distance in array is quantitatively analyzed by photograph, UV-Visible spectrometer, and electron microscopy, respectively. Finally, As-prepared arrays are utilized to molecular detection via SERS.

O재료N금-16

Strain-Induced Deactivation of Trap States in Giant ZnSe Alloyed Shell Enabling Near-Unity Photoluminescence Quantum Yield

김병재, 임재훈*, 김형준, 최영호, 정운호, 이현준[1], 박경원[2], 박지상
성균관대; [1]한국과학기술원; [2]한국전자기술연구원
(j.lim@skku.edu*)

Core/shell heterostructure has become an essential strategy for achieving high photoluminescence (PL) quantum yield (QY) and photochemical stability of quantum dots (QDs). Among various core/shell formulations, giant QDs employing a thick ZnSe alloyed shell recently exhibited near-unity PL QY and high internal quantum efficiency in electroluminescent (EL) devices. In this study, we investigate the origin of their success, especially focusing on the high PL QY despite highly strained core-shell interface. We found that the decrease in PL QY with increasing shell thickness resulted from the incorporation of Zn vacancies (V_{Zn}) during the shell growth, generating shallow traps near the core's $1S_h$ state. Compressive strain by the outermost shell lifted the $1S_h$ state above the V_{Zn} states, consequently deactivating their involvement in exciton recombination. Our study concludes that strain can be one of gears to design the electronic structure of QDs for high optoelectronic performance

O재료N금-17

코발트 화학기계적연마(CMP) 공정의 연마 효율 향상을 위한 과황산암모늄(Ammonium Persulfate, APS)과 벤조트리아졸(Benzotriazole, BTA)이 첨가된 염기성 실리카 슬러리 개발

최진현, 표성규*
중앙대
(sgpyo@cau.ac.kr*)

본 연구에서는 차세대 반도체 배선재료인 코발트의 화학기계적연마(CMP) 공정을 위한 산화제로서 APS와 부식방지제로서 BTA가 첨가된 염기성 실리카 슬러리를 개발하였다. 1wt% APS, 20mM BTA, 2wt% 실리카가 첨가된 pH 9인 슬러리로 CMP 공정을 진행한 경우 ~224nm/min의 연마율을 나타냈다. 반면 1.5wt% APS가 첨가되었을 때는 215nm/min로 연마율이 감소하였으며, 이는 코발트 표면에 passivation layer인 CoOOH, Co_3O_4가 두껍게 형성되었기 때문으로 보인다. BTA의 코발트 CMP에서의 영향을 보기 위하여 0.5wt% APS와 BTA 첨가 전과 10mM, 20mM, 30mM 농도 변화에 따른 CMP 공정 결과, 각각 151nm/min, 126nm/min, 116nm/min, 105nm/min로 감소하였다. 이는 Co-BTA complex가 형성될수록 코발트 표면을 보호하기 때문으로 알 수 있다. 본 연구를 통하여, APS와 BTA가 적절한 농도로 첨가된 실리카 기반 염기성 슬러리가 코발트 CMP 공정에서 연마 효율을 더욱 높일 수 있으리라 기대된다.

O재료N금-18

정량적 면역분석법 신호 생성을 위한 금 나노클러스터의 씨앗-매개 성장에 따른 소광 변화

김봉근, 최유림, 김예린, 윤상빈, 나현빈*
명지대
(hyonbin@mju.ac.kr*)

정량적 면역분석법에서는 측정 대상의 양을 신호로 전환하는 과정이 필요하다. 이러한 신호에는 흡광, 형광, 산란, 전류 등 여러 종류가 있지만, 개중 흡광 신호가 생성이나 측정의 간편성을 이유로 많이 사용된다. 기존 면역분석법에서는 주로 효소로 흡광 신호를 생성했지만 효소는 온도 등의 환경에 민감하고, 함께 사용되는 기질과 더불어 가격 측면에서도 단점을 가진다. 무기 나노입자는 비교적 합성이 쉽고 환경 안정성이 높아 효소의 대체물질로 각광받아 왔으며, 그 중 금 나노입자(AuNPs)가 쉬운 합성법, 넓은 비표면적, 우수한 화학안정성, 높은 생친화성, 높은 소광계수 등의 장점으로 광범위하게 활용되고 있다. 본 연구에서는 AuNPs의 국소 표면 플라즈몬 공명(LSPR)에 의한 흡광을 신호로 삼는 플라즈모닉(plasmonic) 방식 중에서도 가시광 범위에서 LSPR 특성이 없는 5 nm 이하의 금 나노클러스터(AuNCs)를 씨앗-매개 성장법으로 성장시켜 신호를 생성하는 방법을 제안하였다. 해당 방법을 통해 신호생성체를 합성하는 과정과 신호를 생성하는 과정을 간편화하고, 모델 타겟을 높은 선택도로 1 ng/mL에서 1 μg/mL의 범위 내에서 정량할 수 있었다.

O재료N금-19

Effects of stress conditions on the degradation of iridium based catalysts occurring during high-frequency operation of polymer electrolyte membrane water electrolysis

김성준, 현규환, 권용재*
서울과학기술대
(kwony@seoultech.ac.kr*)

This study examined the degradation phenomena of Ir-based catalysts under various operating conditions at the lattice level, identifying the critical operating conditions impacting durability. The primary cause of activity decrease in Ir-based catalysts is reported to be due to the dissolution of Ir^{3+}. This dissolution is particularly pronounced during the transformation from metallic Ir to rutile IrO_2. To identify the conditions that induce this change, we compared three protocols: a constant voltage applied at 1.9V for 500 hours, triangle-wave scanning between 1.7V and 1.9V alternated with regular intervals of 1.9V operation, triangle-wave scanning between 1.7V and 1.9V alternated with regular intervals of OCV operation.Based on TEM, EDX, and XRD analyses, a transformation from amorphous IrOx to metallic Ir was observed only under the OCV-applied conditions. In contrast, under other conditions, a predominant transformation from amorphous IrOx to rutile IrO_2 was detected.

O재료N금-20

막대 모양의 중공형 메조다공성 실리카 입자의 합성 및 이의 응용: 소수성 매질 전달체 및 요크-쉘 구조 촉매

박정민, 김재혁*
부산대
(jaehyuk.kim@pusan.ac.kr*)

실리카 입자는 낮은 독성, 간단/저렴한 제조, 다양한 기능성을 부가할 수 있어 흡착제, 촉매, 의생명분야 등 다양한 분야에 사용되고 있다. 일반적으로 실리카 입자는 표면 에너지가 낮은 구 형태로 합성되는데, 이는 단위 부피당 표면적이 가장 작다는 단점이 존재한다. 최근에는 이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 형태의 실리카 입자를 합성하는 연구가 보고되고 있다. 이의 대표적인 예시인 막대 모양의 실리카 입자는 구형의 실리카 입자 대비 높은 표면적 뿐만 아니라 높은 세포 침투 능력, 충진율을 가져 많은 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 이러한 막대 모양의 실리카 입자에 메조다공성층을 감싸고 내부를 선택적으로 식각하여 합성한 막대 모양의 중공형 메조다공성 실리카 입자를 보고한다. 합성한 입자의 외부는 약 2 nm의 메조 공극이 다수 존재하는 비정형 유기 실리카로 구성되어 있고, 내부는 비어있는 구조를 가진다. 이러한 구조를 활용하면 메조다공성 껍질 안에 다른 나노입자가 담지된 구조인 요크-쉘 구조의 촉매나 소수성 매질 전달체를 합성할 수 있으므로 다양한 분야에 적용을 기대할 수 있다.

O재료N금-21

금속 조성이 제어된 혼합 금속 MOF 상온 직접 합성법

이기욱, 황종국*
아주대
(jongkook@ajou.ac.kr*)

Metal-organic frameworks (MOFs)는 금속 이온과 유기 리간드로 이루어진 다공성 소재로, 금속 이온의 다변화를 통해 MOF의 물리화학적 특성을 변화시킬 수 있다. 특히 혼합 금속 MOF는 금속 이온 간 동반 상승 작용을 부여하여 촉매, 가스 흡착 등 다양한 응용 기술에 적용될 수 있다. 혼합 금속 MOF의 직접 합성법은 간단한 과정으로 공정 비용을 감축할 수 있지만, 금속 이온 사이 반응성 차이에 의해 적용할 수 있는 MOF의 수가 제한적이다. 본 연구진은, 적절한 금속 전구체의 선택으로 금속 비율 제어가 가능한 혼합 금속 MOF의 상온 직접 합성법을 개발하였다. 금속 아세트산 염은 $[M_2(bdc)_2dabco]_n$ (M = metal (Co, Ni, Zn), bdc = terephthalic acid, dabco= 1,4-diazabicyclo [2,2,2] octane)의 기본 단위 구조체 (secondary building unit, SBU) 와 유사한 구조를 가지며, 구조적 유사성에 의해 금속 양이온의 종류와 무관하게 리간드 교환 반응 속도를 증가 시킬 수 있다. 반응 속도의 증가는 MOF의 상온 합성을 가능케 하며, 동시에 금속 이온 간 반응성 차이를 감소 시켜 이중 및 삼중 금속 MOF 내 금속 비율 제어 및 높은 수득률 (90%)을 달성할 수 있다.

O재료N금-22

코발트 - 질소 도핑 탄소 코어쉘 구조의 금속 상구조 전이로 인한 전기적 이중층 전위 전환을 이용한 산소 환원 반응 향상

김성희, 리오이룬*
부산대
(helenali@pusan.ac.kr*)

The key to design an advanced oxygen reduction reaction (ORR) electrocatalyst is a well-balance between the adsorption and desorption of oxygen intermediates. This study systematically evaluated the ORR activity of HCP and FCC cobalt core-shell cobalt/ N-doped carbon (Cobalt@NC) catalyst via theoretical and experimental studies. Our electronic structure calculations using density functional theory (DFT) calculations revealed that the ORR activity of carbon layer could be improved by i) modulating the electron population in the bonding orbital in the C-O bonds in an ORR and ii) changing the electrostatic potential in the electrical double layer due to the polarization induced at the carbon-cobalt interface. The result revealed that an O atom is bounded stronger to the outer NC shell with FCC Cobalt than HCP Cobalt, which hindered the desorption steps of OH*. Experimentally, plasma-engineered HCP Cobalt@NC also showed remarkably advanced performance towards ORR compared to that FCC Cobalt@NC. Specifically, HCP Cobalt@NC exhibited a half-wave ORR potential of 0.851 V vs. RHE and kinetic current density of 39.64 mA/cm^2, and a similar peak power density (110 mW/cm^2) as 20 wt.% Pt/C

O촉매J목-1

오존 분해 상용화 기술을 위한 열처리에 의해 수분 저항성이 향상된 Pd/CeO_2 모노리스 촉매

정호진*, 류승희, 김기영, 최준환
한국재료연구원
(hjeong@kims.re.kr*)

Devoloping durable catalysts is one of the most important issues in heterogeneous catalysis, however, many catalysts have been easily deactivated by water poisoning. Tropospheric ozone (O_3), as a ubiquitous air pollutant, coexists with water vapor in real conditions, so it is urgent to develop water-resistant monolithic catalysts for practical applications. Here, we present highly durable Pd/CeO_2 catalysts achieved by simple heat treatment to ceria supports. Heat treatment modulated the surface properties of ceria, facilitating the removal of oxygen vacancy defects and the formation of basic surface oxygen, thus preventing water poisoning. When Pd/CeO_2 monolithic catalysts were used to bench-scale O_3 decomposition, the catalyst heat-treated at 900 ºC showed excellent performance without any deactivation by water poisoning. Tuning the ceria surface property is a key role to enhance water resistance, and heat-treated Pd/CeO_2 can be a promising candidate for practical O_3 decomposition.

O촉매J목-2

수소 저장 공정 설계를 위한 디벤질톨루엔의 수소화 반응속도 해석

박상현, 이상용*
동국대
(sangyonglee@dongguk.edu*)

액상유기화합물 (LOHC, Liquid Organic Hydrogen Carrier) 중 하나인 디벤질톨루엔 (Dibenzyltoulene)은 수소화 반응으로 상온, 상압에서 액상으로 6.2wt%의 수소 저장이 가능하다. 수소화 반응속도 분석을 위해 Ru/Al_2O_3 촉매를 500 ml 회분식 반응기에 충진하여 130 ℃ ~ 170 ℃, 40 ~ 80 bar의 조건에서 수소화 실험을 수행하여 Langmuir-Hinshelwood model를 적용한 새로운 kinetic 모델을 제시하였다. 온도와 압력의 증가함에 따라 수소화 반응속도가 증가하였으며, 생성물의 GC-MS 분석으로 부분 수소화 산물을 확인하였다. 실험의 결과로부터 디벤질톨루엔의 수소화 반응은 수소화가 진행될수록 반응속도가 크게 감소하였으며, 수소화도 70% 이상에서 일정한 반응속도를 보여주었다. 이러한 현상은 순차적 반응을 통한 각 수소화산물의 상이한 흡착 거동으로부터 해석하였으며 새로운 kinetic model은 넓은 온도 압력 범위에서 오차율 20%내의 반응속도 예측 정확도를 보였으며, 특히 70%이상 혹은 60bar 이상의 압력에서는 10%이내의 예측정확도를 보였다.

O촉매J목-3

불순물 함량이 높은 폴리올레핀계 폐플라스틱의 열화학적 전환을 위한 분산촉매 기반 물 첨가 분해 기술

강기혁*, 서필원, Phuong Dieu Phan, Duy Van Pham, 윤다님, 노인수[1], 박선영
한국화학연구원; [1]서울과학기술대
(khkang@krict.re.kr*)

With the substantial increase in global plastic consumption over the past 50 years, our society faces the challenge of managing and recovering resources from the enormous amount of plastic waste. One promising strategy to tackle this problem is the upcycling of plastic waste into valuable materials through thermochemical conversion. In this regard, hydrothermal liquefaction, using low-cost and eco-friendly water, has attracted attention as a sustainable technology. However, conventional hydrothermal processes using supercritical or subcritical water suffer from severe corrosion issues, which restrict the treatment of municipal plastic waste with a high impurity content. To convert highly contaminated polyolefin plastic waste to liquid fuel, we introduced the aquathermolysis using a diseprsed catalyst system in this study. This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute (KEITI) through Center of plasma process for organic material recycling project, funded by Korea Ministry of Environment (2022003650002).

O촉매J목-4

Tailoring Surface-Active Sites in Meso Porous holey grain Carbon Nitride Heterostructures with liquid cell Insitu real TEM images for Maximizing Quantum Efficiency in Hydrogen Evolution

김경학*, V Navakoteswara Rao[1], 권형욱[2], 양준모[1]
한양대; [1]National Nanofab Center; [2]서울과학기술대
(chemekim@hanyang.ac.kr*)

The advancement of photocatalysis hinges on the evolution of innovative hetero-structured materials endowed with unique architectures. This groundbreaking investigation has yielded the synthesis of a remarkable hetero-structured g-C_3N_4 material, distinguished by its unconventional surface modification configuration. To elevate its photocatalytic efficacy, a precision-tuned concentration of silver and nickel was meticulously optimized for surface modification and the activation of catalytic sites. Systematic physicochemical characterizations, complemented by insightful density functional theory (DFT) calculations, have collectively unveiled the pivotal role played by the venerable graphitic carbon nitride (g-C_3N_4) in orchestrating a highly efficient charge transfer pathway. This intricate orchestration further promotes the impeccable generation and deliberate segregation of photo-induced charge carriers. Singularly, the strategic integration of Ag@Ni nanoparticles into the lattice of g-C_3N_4 (CAN), occupying specific loci, precipitated the formation of the valence band maximum (VBM). Compounding this effect, the

O촉매J목-5

화학적 루핑이 결합한 메탄의 탈수소 방향족화를 위한 산소운반체 개발

김선규*
부경대
(sunkyuk@pknu.ac.kr*)

수소 가스의 화학적 루핑 연소 반응과 메탄의 탈수소 방향족화 반응을 결합하여, 열역학적 제한을 극복함으로써 화학 반응의 전환율과 수율을 증가시켰다. 탈수소 방향족화에서 생성된 물질 중, 수소 가스를 선택적으로 산화시키는 것이 높은 방향족 화합물 수율과 낮은 탄소 산화물 수율을 얻는 핵심이다.본 연구에서는 실리카를 산소 운반체인 철산화물에 도포함으로써, 방향족 화합물을 걸러내고 선택적으로 수소 가스를 연소하였다. 철과 규소의 몰 비가 1.2일 경우, 4시간 동안의 반응 동안 49%의 메탄 전환율과 36%의 방향족 화합물 수율을 달성하였다. 반면에 실리카로 둘러싸여 있지 않은 철산화물은 산소 운반체의 빠른 환원으로 인해 상당한 양의 탄소 산화물을 생성하였다.개발된 시스템은 기존의 관형 흐름 반응기에서의 반응을 뛰어넘는 수치로, 이는 선택적인 화학적 루핑을 통해 메탄의 탈수소 방향족화 반응의 열역학적 평형을 이동시켰기 때문이다. 또한, 개발된 산소운반체를 공기에서 다시 산화시킴으로써 촉매의 재생 공정 또한 입증하였다.

O촉매O금-1

서로 다른 구조의 스태노실리케이트 제올라이트 촉매에 대한 글루코즈 촉매 전환 반응 연구

조윤혜, 권성준, 박민범*
인천대
(mbpark@inu.ac.kr*)

탄소 중립 달성을 위한 지속 가능한 발전의 핵심 과제로서 바이오매스 전환 연구가 많은 주목을 받고 있다. 특히 바이오매스 전환 반응에 이용될 수 있는 반응물 중 큰 잠재력을 지닌 글루코즈는 바이오매스 화학 원료로서 많은 관심을 받고 있다. 글루코즈로부터 Hydroxymethylfurfural(5-HMF)로의 연속 단계 전환반응은 여러 산업에서 5-HMF의 우수한 범용성으로 인해 그 가치가 높이 평가된다. 글루코즈가 먼저 루이스 산점에서 이성질화 되어 과당을 생성하고 과당이 브뢴스테드 산점에서 탈수화되어 5-HMF이 합성되는 연속 촉매 반응이다. 본 연구에서는 구조 내 주석(Sn) 원소로 인하여 독특한 산특성을 지닌 서로 다른 구조, 즉 3D MWW (Sn-MWW(3D)), 2D MWW (Sn-MWW(2D)), BEA (Sn-BEA(IT)) 스태노실리케이트 제올라이트 촉매를 합성하였다. 각 촉매의 구조적 특성, Sn 원소의 화학적 상태, 실라놀 및 산점 농도를 여러 특성분석 방법을 통해 분석하였으며, 글루코즈 연속 단계 전환 반응에 적용하였고, 각 촉매의 물리화학적 특성에 따른 글루코즈 전환율 및 과당과 5-HMF의 수율을 평가하였다. 결과적으로, Sn-MWW(3D)가 고르게 분산된 Sn 원소와 적절한 브뢴스테드와 루이스 산점 비율, 그리고 적은 양의 실라놀기로 인한 소수성 등의 물리화학적 특성으로 본 연구에서 가장 뛰어난 글루코즈 전환율과 5-HMF 수율을 보였다.

O촉매O금-2

Biochar obtained from spent coffee grounds through solvent extraction process for Pd catalyst

송혜진, 김예은, 제정호 [1], 이만식*
한국생산기술연구원; [1]부산대
(lms5440@kitech.re.kr*)

Since Spent Coffee Grounds (SCGs) has various constituents, studies applied to various fields have been reported. Among them, SCGs contain 22-27% lipid and about 20% protein and other nitrogenous compounds. Residual coffee oil and nitrogenous substances (such as melanoidin) can cause adhesion and aggregation of SCG particles, which can affect the dispersion and mechanical properties of the composite. It can also contaminate the reactants when used as a catalyst support, so it is necessary to remove them. Herein, we studied the removal effect of unnecessary substances contained in SCGs according to the treatment method using hexane and formic acid. The treated SCGs were converted into biochar through a pyrolysis process in an air atmosphere. After that, Pd/SCGs were prepared using SCGs biochar as a chemical reduction method. The activity of the catalysts was evaluated by furfural hydrogenation and compared to that of a commercial Pd/C catalyst. As a result, the SCGs biochar showed high surface area composed of micropores, and the Pd/SCGs catalyst showed similar activity to that of commercial Pd/C catalysts.

O촉매O금-3

The promotional effect of lanthanum hydroxide addition on the dendritic silica supported Pd catalysts for furfural hydrogenation

김예은, 이관영[1], 이만식 [2]*
한국생산기술연구원/고려대; [1]고려대; [2]한국생산기술연구원
(lms5440@kitech.re.kr*)

Nowadays, the renewable biomass conversion into essential chemicals offers a sustainable avenue for producing eco-friendly compounds. Furfural, derived from lignocellulosic biomass, stands out as a biobased foundational chemical. It serves as a precursor for several chemicals, including furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohols (THFAL), 2-methylfuran, furan, and tetrahydrofuran due to its high reactivity. THFAL, in particular, is an ecofriendly industrial solvent and a precursor for polyols like 1,5-pentanediol and 1,2-pentanediol, which hold industrial significance. Liquid-phase production of THFAL typically requires high temperature and high pressure. Herein, we investigated that the promotional effect of lanthanum hydroxide addition on Pd/dendritic silica catalyst for furfural hydrogenation. The addition of lanthanum hydroxide (La/Si molar ratio 0.02-0.5 improved the surface oxophilic properties and the amounts of basic sites. Such surface properties changed the adsorption geometry of furfural and led to selective hydrogenation toward THFAL at 35 ℃. Pd/0.2La@silica showed the highest conversion and selectivity under mild temperature.

A sustainable carbon-consuming CH_3COOH production cycle based on sequential activation of CO_2 and CH_4 using metal oxides

권승돈, 양효근, 유영재, 최유열, 김계홍, 고경철, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Naturally abundant metal oxides can be used as reusable CO_2-philic absorbents, and the resulting CO_2-bound metal carbonates are disposed in nature. However, this approach to carbon capture and sequestration, although widespread, poses challenges in terms of sustainability. Herein, we revisit the concept of utilizing metal carbonates as pre-activated CO_2 reservoirs containing reactive carbonate species capable of interacting with CH_4 to yield CH_3COOH. The direct stoichiometric coupling of CH_4 and CO_2 to form CH_3COOH is thermodynamically non-spontaneous. However, through theoretical analysis, specific metal carbonates have been pinpointed, which exhibit spontaneous reactivity with CH_4, leading to the formation of CH_3COOH and the corresponding metal oxides. We designed new metal oxide-assisted carbon-consuming cycle involving sequential CO_2/CH_4 activation to form CH_3COOH with nearly 100% selectivity, which can be generalized to various metal oxides. Particularly, Co_3O_4 nanoparticles encapsulated by mesoporous silica shell exhibited the best

Ru-MACHO 촉매를 활용한 CO2 수소화 반응에서 아민의 중요성에 대한 이론적 분석

최진우, Ramaraj Varunaa, 유종석*
서울시립대
(jsyoo0927@gmail.com*)

최근 지구온난화로 인한 기후 변화의 심각성을 깨닫고 이를 해결하기 위해 CO2 저감을 위한 다양한 방법이 연구되고 있다. 그 중 CCU(Carbon Capture & Utilization) 기술은 배출된 CO2를 포집하고 전환하여 부가가치가 높은 물질로 재활용하고자 하는 기술로 최근 온실가스를 실질적으로 감축할 수 있는 유망기술로 주목받고 있다. 현재 균질계 촉매인 Ru-MACHO를 사용할 경우 준수한 메탄올 전환 효율을 보여주나 생성물과 분리가 어려운 균질계 촉매의 한계로 인해 상용화에 문제가 있다. 그러나 Ru-MACHO 촉매의 담지화를 통해 비균질화할 경우 촉매의 성능이 급격히 저하되는 문제가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 밀도범함수이론 (Density functional theory, DFT)를 활용하여 Ru-MACHO에서 CO2에서 메탄올로의 반응 메커니즘을 밝히고 속도결정단계 등을 분석하여 해당 촉매의 한계점을 파악하여 근본적인 해결책을 제시하고자 한다. 또한 CO2 흡수제로 아민을 사용하여 CO2, H2, 아민 그리고 촉매를 동시에 반응시켜 메탄올을 생성한다. 즉, Ru-MACHO 촉매뿐만 아니라 아민 흡수제도 매우 중요한 역할을 하기 때문에 촉매와 더불어 더욱 효과적인 아민 흡수제의 개발을 위한 계산도 진행할 것이다. 그리고 향후 Ru-MACHO 촉매의 담지화를 위한 리간드 변형에 따른 계산을 진행하여 이론적인 분석을 통해 최적의 리간드 구조를 제시할 것이다.

[2023년 2월 석사 졸업하여 정회원이기는 하나, 학생회원 구두발표 섹션에서 발표 및 심사를 희망합니다.] Selective hydrocarbon production through non-oxidative direct conversion of methane with Fe species supported on SiC

심은해, 김용태*
한국화학연구원
(ytkim@krict.re.kr*)

Methane, the main component of natural gas, is an abundant energy resource that has potential as a chemical feedstock in the chemical industry. For the efficient utilization of methane by minimizing C-loss from associated chemical structures, many studies have been conducted to convert methane through non-oxidative chemistry. However, non-oxidative conditions require high temperatures to activate the initial C-H bond of methane, and it is difficult for each elementary reaction to control the reaction.Here, we show how we adjusted the reaction chemistry from methane to hydrocarbons, while minimizing coke formation. We designed a catalytic reactor by dividing it into catalytic and gas-phase reactions that selectively produced hydrocarbons. Our approach using the designed catalytic reactor improved the average values of methane conversion, C2 selectivity, and aromatic selectivity to 6.2%, 42.9%, and 51.7%, respectively without coke formation.

Water-free synthesis of alumina-supported cobalt catalyst for enhanced oxidation performance

신현우, 변상우, 민혜현, 지예진, 강성봉*
광주과학기술원
(sbkang@gist.ac.kr*)

Alumina-supported cobalt catalysts have been actively used for oxidative abatement of exhaust gas in numerous environmental applications. However, the strong cobalt-alumina interaction, a notable disadvantage for the control of the cobalt oxide phase still remains a challenge. Herein, we reveal that the exclusion of H_2O during the catalyst synthesis has a dominant effect on the cobalt oxide phase. The γ-Al_2O_3 surface dehydroxylation followed by subsequent solid-state impregnation of cobalt can be tailored to favor the Co_3O_4 active site formation, thereby resulting in a significant enhancement of oxidation performance. Specifically, the oxidation performance by this method, using a cobalt content of merely 3 wt.% could match the performance of 30 wt.% impregnated Co/Al_2O_3 catalyst. The insights into active site formation with the understanding of surface defects of γ-Al_2O_3 provided in this study could guide the further improvement of highly active cobalt-based oxidation catalysts.

O촉매O금-8

Structural modulation of Pt/Al_2O_3 catalyst with phosphorus for enhanced catalytic performance in propane dehydrogenation

오정목, 전남기, 서옥균[1], Akhil Tayal[2], 윤용주*
포항공과대; [1]JASRI; [2]BNL
(yjyun@postech.ac.kr*)

Catalytic dehydrogenation of propane to propylene is important for the production of value-added chemical intermediates, including polypropylene, propylene oxide, and acrylic acid. As a catalytic material for PDH, Pt-based catalysts are considered to be promising catalysts due to their high catalytic activity for C-H bond cleavage. However, large Pt ensembles have been reported to contributes as a major cause of unfavorable side reactions including coke formation and hydrogenolysis. Recently, incorporation of phosphorus (P) into noble metals has been reported to modify the structure of the metal surface. Herein, we present the successful suppression of structure-sensitive side reactions, by modifying Pt/Al_2O_3 catalysts with P. The physicochemical properties of the catalysts were investigated by TEM, CO chemisorption, XRD, XAS, C_3H_8-TPSR, and CO-DRIFT techniques. The incorporation of P resulted in the coexistence of metallic Pt and Pt-P alloy on the surface of the Pt nanoparticles. Notably, the optimal amount of P-modified Pt catalyst exhibited a notably higher propylene selectivity (95%) than that of the unmodified Pt/Al_2O_3 catalyst (~83%), without a decrease in

O촉매O금-9

Highly Stable Immobilized Iridium Complexes with Improved Catalytic Activity for the Oxygen Evolution Reaction in Acidic Media via the Thermochemically Assisted Dangling Oxygen Participation Mechanism

최명진, Ashwin Kishore M.R., 유종석*, 채상윤[1], 주오심[2]
서울시립대; [1]아주대; [2]한국과학기술연구원
(jsyoo0927@gmail.com*)

This study focuses on the immobilization of di-nuclear iridium-imidazole complexes onto indium tin oxide for the electrochemical oxygen evolution reaction (OER) in acidic media. The immobilized iridium complexes show exceptional catalytic activity and stability, which can be attributed to the facile cleavage of the elongated μ-oxo bonds between the two iridium metal centers. This cleavage leads to the formation of dangling oxygens, which play a crucial role in facilitating thermochemical water dissociation. As a result, oxygen gas is released through the participation of the dangling oxygens while regenerating the μ-oxo bonds. This unique OER mechanism, possibly specific to immobilized (strained) molecular catalysts, bears resemblance to the lattice oxygen participation mechanism reported for unstable oxides, but with the advantage of high stability in acidic media. Here we explain about these findings depend on density functional theory.

O촉매O금-10

CoFe@Cu foam catalysts for Electrochemical Nitrate reduction to Ammonia

김예린, 조강우*, 배성호[1], 전성일
포항공과대; [1]삼성엔지니어링
(kwcho1982@postech.ac.kr*)

Electrochemical reduction of nitrate to ammonia is potentially an energy-efficient approach for reducing nitrate pollutants in wastewater and ammonia synthesis than the existing technologies (Harber-Bosch). Despite extensive research efforts, however, the catalysts still need improvement in Faradaic efficiency and ammonia yield due to sluggish multi-electron/proton-involved steps. We herein report CoFe-oxide catalysts on Cu foam (CoFe@CF) with high catalytic activities and selectivity of ammonia production. The catalysts were prepared by a straightforward hydrothermal deposition on Cu foam and exhibited NO_3^--to-NH_3 Faradaic efficiency of 80% with corresponding NH_3 yield of 1.33 mmol h^{-1} cm^{-2} at -0.5 V RHE (from 0.1 M nitrate solution at pH 14). CoFe@CF demonstrated superior performance compared to unary cobalt or iron oxide on Cu. Mechanistic studies revealed that reaction between surface bound active hydrogen and nitrogen intermediates would lead to the admirable ammonia yield and charge efficiency. This result provides strategies to design the catalysts for electrochemical nitrate reduction and can be used for other reduction reaction.

O촉매O금-11

TiO_2 나노튜브의 전기화학적 자가도핑 : pH와 결정도가 밴드구조와 광전기화학적 활성에 미치는 영향

김현정, 조강우*
포항공과대
(kwcho1982@postech.ac.kr*)

Electrochemically self-doped TiO_2 nanotube arrays (TNA) have gained attention as semiconductor photoelectrocatalysts for energy and environmental applications. Cathodic polarization introduces Ti^{3+} dopants (with O vacancy and/or H) and modulates the band structure, which should influence the photoelectrochemical activity of TNA. Due to the unique vertical structure, however, it is challenging to monitor the electronic structure of Ti upon cathodization. In this study, we tracked the Ti oxidation state at bulk and surface using X-ray absorption near edge structure (XANES) and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). While XPS indicated a consistent Ti valency akin to the intact TNA, operando XANES revealed variations depending on the crystallinity of TNA. The shift in binding energy was more evident for anatase TNA, whereas propagation of disorder into deep bulk phase led to marginal reduction of Ti for amorphous TNA. The cathodization pH significantly affected the coordination of Ti, while evidences on Ti vacancy was noted. This study further showcases that anatase TNA cathodized in pH 7 electrolyte marked an optimal photoelectrochemical activity for chlorine evolution reaction.

O촉매O금-12

Phase control of 1T/2H-MoS_2 for SCR catalytic activity enhancement in VMo/Ti catalyst

김수진, 이명진, 최예진, 정재일, 정보라, 예보라, 김홍대*
한국생산기술연구원
(hdkim@kitech.re.kr*)

NH_3-SCR (selective catalytic reduction) system is a technology for converting nitrogen oxides into harmless substances. The VMo/Ti catalyst is the most widely used catalyst for NO_X removal due to its excellent catalytic activity and N_2 selectivity. However, V-based catalysts have a narrow operating temperature range at 300-400 ℃, and their N_2O selectivity decrease at relatively high temperatures. Additionally, the degradation of activity caused by the formation of toxic of vanadium species due to SO_2 remains a challenge in the NH_3-SCR technology. To solve this problems, we used the heterogeneous 1T/2H-MoS_2 as a Molybdenum precursor in VMo/Ti catalysts. 1T (trigonal) phase MoS_2 can enhance catalytic activity owing to an abundance of active sties on the surface. The Catalytic activity and SO_2-resistance were evaluated in fixed bed reactor and it exhibited over 96% NO_X conversion performance from 250 ℃. The catalysts were characterized using BET, XRD, and Raman spectra techniques.

O촉매O금-13

백금 기반 루타일 촉매가 아나타제 촉매보다 CO 산화 활성도가 더 높은 원인에 대하여

김하늘, 김준우[1], 곽자훈*
울산과학기술원; [1]포항산업과학연구원
(jhkwak@unist.ac.kr*)

Herein, we show that the weak interaction of CO with Pt/TiO_2 under the CO oxidation condition is the origin of higher CO oxidation activity of Pt/rutile than that of Pt/anatase. The results of CO temperature-programmed desorption (TPD) and in situ diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFTS) indicate that the onset temperatures of CO desorption on freshly prepared Pt/rutile and Pt/anatase are the same. However, the CO-TPD curves of Pt/rutile after the reaction test show that the desorption temperature of CO shifts to a lower temperature, while that for Pt/anatase does not change. The in situ pulse reaction using DRIFTS reveals that CO on Pt/rutile reacted with oxygen faster than CO on Pt/anatase. IR spectra with peak deconvolution of adsorbed CO on Pt/rutile exhibit that CO adsorbed on the terrace sites of Pt clusters on rutile (2089 cm^{-1}) reacts readily with O_2. These results indicate that the higher low-temperature activity of Pt/rutile is related to its weaker interaction with CO compared with Pt/anatase under the reaction conditions. Our findings deepen the fundamental understanding of metal-support interaction and CO oxidation on Pt/TiO_2 catalysts.

O촉매O금-14

Selective catalytic reduction of NO with CO under atmospheric sulfur over NiFe/WS_2-CeO_2 catalyst

김운기, 정재일, 이명진, 정보라, 예보라, 이희수[1], 김홍대*
한국생산기술연구원; [1]부산대
(hdkim@kitech.re.kr*)

NO and CO gases which are air pollutants that are fatal to human and environment, are easily emitted from various fields. Among them, selective catalytic reduction technology using NH_3 to remove NO is commercially used, but there are problems in terms of additional NH_3 injection, re-oxidation of NH_3 gas into NO_X, and high cost for facilities. To solve these problems, research have been conducted on SCR technology using CO, which is frequently generated in industrial processes, as a reductant. However, catalysts based on transition metal oxides were catalytically deactivated owing to sulfate generated by the reaction of TMOs and atmospheric sulfur. In this study, we conducted research on high activity of NiFe/CeO_2 catalysts in the SO_2 atmosphere, and the catalytic activities could be improved by the addition of WS_2 with good chemical stability. The results showed that catalytic activities increased with the addition of WS_2, and the improved SO_2 resistance were confirmed by investigating FT-IR spectra.

O촉매O금-15

Hydrodeoxygenation of guaiacol induced by spilt-over hydrogen over Ru loaded rutile and anatase TiO_2 catalysts

김형주, 박재현, 하정명[1], 김도희*
서울대; [1]KIST
(dohkim@snu.ac.kr*)

In this study, hydrodeoxygenation of guaiacol using Ru loaded TiO_2 catalysts was investigated, focusing on the comparing the enhancement in the HDO performance attributed to the spilt-over hydrogen on the rutile and anatase TiO_2. The promotional effect on the HDO performance, which was observed when inert TiO_2 was added to Ru loaded TiO_2, was more pronounced over the rutile catalysts, which indicates that hydrogen spillover induced guaiacol HDO is more facilitated over the rutile catalysts. When the intrinsic activities of the catalysts for guaiacol HDO were compared, the addition of rutile TiO_2 resulted in a clear enhancement of the HDO performance compared to the case when anatase TiO_2 was added. The facilitated hydrogen spillover on rutile TiO_2 rather than on anatase TiO_2 was further demonstrated by H_2-TPR, H_2 chemisorption, and H_2-DRIFT analyses.

O촉매O금-16

Highly dispersed Pt-MnO_x nanoclusters for the boosted activity of mesoporous Pt-MnO_x-Al_2O_3 catalyst in dehydrogenation of perhydro-benzyltoluene

조영인, 서영웅*
한양대
(ywsuh@hanyang.ac.kr*)

Pt single atom is vulnerable to sintering under endothermic reaction conditions and sometimes shows low activity in the conversion of bulky molecules, e.g., dehydrogenation of perhydro-benzyltoluene (H_{12}-BT). Such weakness has been overcome using various approaches including Pt nanoclustering with metal oxide(s). Herein, we describe the superiority of mesoporous 1 wt.% Pt-MnO_x-Al_2O_3 (mPtMnA) in H_{12}-BT dehydrogenation, where solvent-deficient precipitation (SDP) is employed for catalyst preparation. When prepared at the Mn/Pt molar ratio of 0.33 and the ramp rate of 10 ℃ min^{-1} in a reductive atmosphere, the catalyst (named mPt0.33MnA_r10) records the best efficiency of 94% H_2 yield. This results from highly dispersed Pt-MnO_x nanoclusters generated by the surface diffusion of Pt atoms to oxophilic Mn oxides homogeneously distributed on the surface of support. Consequently, this study verifies that the SDP method favors Pt nanoclustering with MnO_x, which will have a significant impact on dehydrogenation catalysis.

O촉매O금-17

단일 반응기를 이용한 고활성의 양방향 수소화/탈수소화 반응용 LOHC 촉매개발: 고분산 Pd 담지촉매를 위한 계층구조의 타이타네이트 나노층상구조

박병관, 안광진*
울산과학기술원
(kjan@unist.ac.kr*)

화석연료에서 신재생에너지로의 에너지 패러다임 변화에 있어 수소는 에너지 운반체로 중요한 비중을 차지하고 있다. 그러나 수소 자체로는 낮은 부피대비 에너지 밀도와 넓은 폭발범위를 갖는다는 단점으로 장기간 운송 및 저장에 많은 제약이 존재한다. '액상 유기 수소 운반체 시스템 (LOHCs)'은 고리구조 유기화합물에 이중결합의 형태로 수소를 저장하는 개념의 수소 저장 시스템으로 이러한 수소 운반 및 저장의 한계를 극복할 수 있는 방안 중 하나로 떠오르고 있다. N-헤테로고리구조 화합물을 이용한 LOHC 시스템에서 단일 반응기를 이용한 저온 수소화/탈수소화 반응은 연료전지 시스템 이용한 onboard application에 핵심적인 기술로 이용될 수 있다. 본 연구에서는 용매열합성법을 이용하여 합성한 hierarchical titanate nanosheet (HTN)를 담지체로 사용하여 Pd 촉매를 합성하였다. 또한, N-methylindole/Octahydro-N-methlyindole 기반 LOHC 시스템에서 수소화 및 탈수소화 반응 테스트를 진행하였으며, 단일 촉매와 단일 반응기 시스템에서 양 방향 모두 최대수소저장용량인 5.76 wt%에 근접한 반응성을 확인하였다. 다양한 분석과 DFT 계산을 통해 HTN의 많은 양의 표면 결점을 확인하였으며, 표면 결점과 양방향 반응성 사이의 상관관계를 입증하였다.

O촉매O금-18

Mo 도입으로 인한 유기액상수소운반체(LOHC) 탈수소화 촉매의 활성향상 효과

이석호, 박태인, 한근호[1], 이홍우[2], 이관영*
고려대; [1]노스웨스턴대; [2]포스코홀딩스 AI 연구소
(kylee@korea.ac.kr*)

현대사회의 화석연료 기반 산업구조는 과도한 탄소배출로 인한 지구온난화 같은 다양한 환경적인 문제를 야기하고 있다. 따라서, 전 세계적으로 이러한 문제를 해결할 수 있는 여러 신기술을 개발하고 있는데, 특히 기존의 화석연료를 대체할 수 있는 수단으로 수소를 주목하고 있다. 수소는 궁극적으로 물을 전기 분해하여 생산할 수 있으며, 연소된 이후에도 물만을 배출하기에 이상적인 에너지 운반수단으로 여겨지고 있다. 하지만, 이러한 수소는 운송 및 저장이 불편하다는 단점을 갖고 있는데, 수소 운반체로서 유기액상수소운반체(Liquid Organic Hydrogen Carrier, LOHC)를 이용하면 이를 안정적으로 해결할 수 있다. LOHC를 이용한 수소 운반은 고온 반응환경과 낮은 수소 생산속도가 큰 제한사항으로 알려져 있는데, 이러한 문제를 해결하기 위해서는 비교적 저온 환경에서도 높은 탈수소화 활성을 보이는 촉매가 필요하며, 이를 위해 가장 많이 사용되는 Pt 촉매와 함께 조촉매로서 C-H 결합 관련 반응에 많이 사용되는 Mo를 도입하였다. 본 연구에서는 특정 Mo 조성에서 높은 탈수소화 활성을 보임을 확인하였으며, 이러한 활성향상 요인을 자세히 분석하기 위해 TEM, Chemisorption, IR등 여러 특성화분석과 DFT 시뮬레이션을 도입하였고, Mo의 다양한 효과를 확인할 수 있었다.

O촉매O금-19

메탄의 수증기-이산화탄소 복합개질을 위한 고도로 정렬된 Marco-Meso 다공성 알루미나 니켈 촉매

박형진, 장종탁[1], 민관홍[1], 백일현[1], 남성찬[1], 이기봉[2]*
에너지기술연구원/고려대; [1]한국에너지기술연구원; [2]고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

Conventional methane reforming processes (SRM: Steam Reforming of Methane, DRM: Dry Reforming of Methane) face challenges such as active metal sintering and coke deposition on the catalyst surface, making it difficult to achieve the optimal syngas ratio necessary for Fischer-Tropsch synthesis. In this study, the goal is to produce stable synthesis gas through the CSDRM reaction using greenhouse gases (CH_4, CO_2) and H_2O (steam). Polystyrene was used as a template for the catalyst support synthesis, and a bimodal porous catalyst was synthesized based on Ni as the active metal in a self-assembly method. A porous (Meso-Marco) structure was prepared using an etching technique using aluminum iso-propoxide as a precursor. Optimized catalysts were selected by preparing catalysts with various Macro-Meso weight ratios (0.5, 1.0, 1.5, 2.0). After the CSDRM reaction, the stability of Ni metal was confirmed using various analysis techniques, and stable catalytic performance was demonstrated even during 100-h long-term operation.

O촉매O금-20

Fundamental Understanding of High Performance Dry Reforming Ni and Mg Based Catalyst

서보석, 이성준, 부진호, 배다솔, 김민규*, 박노국[1]
영남대; [1]청정기술연구소
(mk_kim@ynu.ac.kr*)

In this study, we investigated the enhanced performance of Ni/Mg-based catalysts for Dry Reforming of Methane (DRM), utilizing both computational and experimental approaches. Initially, we conducted computational analysis to determine the energy requirements of each elementary steps within the DRM process, thereby elucidating the primary mechanism of the Ni/Mg-based catalyst. Our findings indicate that the carbon formation pathway constitutes the dominant mechanism, characterized by a lower activation energy compared to other elementary DRM steps. However, significantly higher energies are required for subsequent reaction such as CO production after carbon is produced. Furthermore, we delved into the impact of Mg-based material as supporter. This exploration underscores that when employing Ni supported by Mg, coking propensity diminishes. This results shows that the lower oxygen formation and transfer energy in Mg based supporter suppressed the carbon formation on Ni and induced to other pathway with high CO selectivity. Based on our computational investigations, experimental analyses were conducted, yielding similar outcomes with the computational findings.

O촉매O금-21

$Cu/ZnO/Al_2O_3$ 난각형 촉매 제조 최적화 및 메탄올 습식 개질 반응을 통한 수소생산

윤병선, 유연정, 박관중, 최성빈, 고창현*
전남대
(chko@jnu.ac.kr*)

수소는 상온 상압에서 기상으로 존재하기 때문에 저장과 운송에 큰 어려움이 따른다. 메탄올은 상온 상압에서 액상으로 존재하기 때문에 아주 좋은 수소 운반체로서 작동할 수 있다. 메탄올을 이용해 수소를 얻기 위하여 메탄올 습식 개질을 이용할 수 있다. 메탄올 습식 개질 반응은 3 양론비의 수소와 1 양론비의 이산화탄소를 생성한다. 그러나, 동반될 수 있는 reverse water gas shift reaction으로 인해 소량의 일산화탄소가 같이 생성될 수 있다. 개질 반응은 보통 매우 강한 흡열 반응이기 때문에 촉매의 내부는 거의 이용하지 않고 겉부분에서만 반응이 진행된다. 이를 수치화한 effectiveness factor는 메탄올 습식 개질의 경우 직경 3 mm의 촉매, 260 ℃ 조건에서 0.4 정도로 나타난다. 즉, 전체 촉매의 크기를 1로 놓았을 때 바깥 0.4 구간에서만 촉매 반응이 진행될 수 있다는 의미이다. 이 연구에서, 우리는 직경이 3 mm인 구 형태의 알루미나 지지체를 사용하여 지지체 외곽 50 % 구역에만 활성물질을 담지한 난각형 $Cu/ZnO/Al_2O_3$ 촉매를 제조하였다. 제조한 촉매는 담지량이 같은 균일하게 담지된 촉매에 비해 더 좋은 메탄올 전환율을 보여주었다. 또한, 제조한 촉매는 더 좋은 메탄올 전환율을 보여줌에도 불구하고, 담지량이 같은 균일하게 담지된 촉매에 비해 생성되는 일산화탄소가 더 적었다.

O촉매O금-22

수소 생산을 위한 $Ru/SiCeO_x$ 촉매 상에서 암모니아 분해 반응: Si 첨가의 시너지 효과

김은정, 김영우[1], 김태완[2], 서영웅[2], 신채호[1], 민형기[3], 안광진*
울산과학기술원; [1]충북대; [2]한양대; [3]롯데케미칼
(kjan@unist.ac.kr*)

Ammonia is an excellent hydrogen storage material and can be used to produce hydrogen via catalytic decomposition. The ammonia decomposition reaction is endothermic, requiring high temperatures, so catalyst development is needed for efficient hydrogen production. The catalytic activity is influenced by the physicochemical properties of the support. We investigated the generation of oxygen vacancies in $SiCeO_x$ supports by Si incorporation and the increase in catalytic performance for the decomposition of NH_3 by interaction with Ru. $SiCeO_x$ supports were synthesized by varying the reflux temperature and time under basic conditions in pyrex, where the support incorporates Si that dissociates from pyrex. The incorporation of Si^{4+} into the CeO_2 lattice affects oxygen vacancy, metal support interaction, and N_2 desorption, which were confirmed by characterization of XPS, H_2-TPR, and NH_3-TPD, and the correlation between them was investigated. In this study, the effect of Si incorporation from pyrex in a basic atmosphere was examined through the ammonia decomposition reaction, and it is expected that this study can be used as a guideline for various research.

O촉매O금-23

Mechanistic Study of NH_3 Decomposition on Ni-based 3d Transition Metal Catalysts

윤영준, 김경학*
한양대
(chemekim@hanyang.ac.kr*)

NH_3 decomposition has been widely investigated as a clean hydrogen production process. Though Ru catalyst has the highest activity for NH_3 decomposition, its high cost makes commercial application challenging. Thus, Ni-based catalysts have been considered as a potential alternative due to their comparable activity to Rh. However, the escalating price of Ni gradually harms its cost advantage. An in-depth understanding of NH_3 decomposition on the catalytic surface is necessary to solve this problem.Here, DFT calculations were performed to understand the catalytic activity of 3d transition metals and $Ni_{0.5}M_{0.5}$ (M=Co, Fe). We found that the $Ni_{0.5}Fe_{0.5}$ can be a cost-effective catalyst for NH_3 decomposition due to its comparable catalytic activity for NH_3 conversion with Ni at 600℃. We also found that the N-H scission ($NH^* \rightarrow NH^* + H^*$) and N+N recombination ($N^* + N^* \rightarrow N_2$) are the key reaction steps [1], and N binding energy can be a simple descriptor to predict the catalytic activity of transition metal based catalysts for NH_3 decomposition. We believe that this insight can be utilized to design cost-effective catalysts for economical H_2 production.

O촉매O금-24

암모니아의 선택적 산화 반응을 위한 이중 기능성 2차원 코발트실리케이트 촉매 합성 연구

이시연, 변상우[1], 권성준, 신현우[1], 민형기[2], 강성봉[1], 박민범*
인천대; [1]광주과학기술원; [2]롯데케미칼
(mbpark@inu.ac.kr*)

두 가지 이상의 특성을 지닌 이중 기능 촉매는 촉매 반응에 다양한 이점을 가지며 많은 관심을 받고 있다. 이러한 이중 기능 촉매가 사용되는 반응들 중 촉매의 표면 산특성과 산화환원 특성을 모두 필요로 하는 암모니아 선택적 촉매 산화 (NH_3-SCO)는 암모니아 슬립을 효과적으로 제거할 수 있는 반응이다. 선행연구를 통해 보로실리케이트 MWW 전구체(B-MWW(P))와 금속 전구체 용액의 단일 단계 수열 합성에서 온도가 증가함에 따라 구조 전환 및 금속 치환이 모두 촉진되며, 약 160 ℃의 합성 온도에서 골격 내 금속과 금속 산화물 모두 높게 분산되는 연구 결과를 보고하였다. 본 연구에서는 이전 연구와 동일한 단일 단계 수열 합성을 통해 1 M의 Co 전구체 용액과 B-MWW(P)로부터 코발트실리케이트 제올라이트 촉매를 합성하였다. 선행연구 결과와 마찬가지로 수열 합성 온도가 증가함에 따라 3차원에서 2차원 박리된 MWW 층(DML)과 2차원 비결정성 코발트 필로실리케이트로 구조 전환 되었고, 동시에 Co 함량은 5 wt.%에서 24 wt.%로 연속적으로 증가하였다. 특히, 160 ℃에서 합성된 Co-DML-160은 Co_3O_4와 골격 내 Co 종이 4:6의 비율로 존재하며 이 Co 종들의 시너지 효과로 인해 강한 산화환원 능력과 높은 루이스 산 특성을 나타냈다. 위와 같은 뛰어난 이중 기능성을 통해 Co-DML-160은 NH_3-SCO 반응에서 높은 NH_3 전환율과 N_2 선택성을 나타내었다.

O촉매O금-25

산화바륨-루테늄 계면에의 양성자-전자쌍 분리저장을 통한 고효율 저온, 저압 암모니아 합성 촉매 설계

백예준, 최민기*
한국과학기술원
(mkchoi@kaist.ac.kr*)

Ru catalysts promoted with alkali and alkaline earth have shown superior ammonia (NH_3) synthesis activities under mild conditions. Although these promoters play a vital role in enhancing catalytic activity, their function has not been clearly understood. Here, we synthesize a series of Ba-Ru/MgO catalysts with an optimal Ru particle size (~2.3 nm) and tailored BaO-Ru interfacial structures. Our findings revel that the promoting effect is created through the separate storage of H^+/e^- pairs at the BaO-Ru interface. Chemisorbed H atoms on Ru dissociate into H^+/e^- pairs at the BaO-Ru interface, where strongly basic, non-reducible BaO selectively captures H^+ while leaving e^- on Ru. The resulting electron accumulation in Ru facilitated N_2 activation via enhanced π-backdonation and inhibits hydrogen poisoning during NH_3 synthesis. Consequently, the formation of intimate BaO-Ru interface without an excessive loss of accessible Ru sites enables the synthesis of highly active catalysts for NH_3 synthesis.

O촉매O금-26

역 수성-가스 전환 (rWGS, reverse water gas shift) 반응의 반응 속도 향상을 위한 구리 기반의 전이금속 촉진 촉매 개발

변혁준, 김경민[1], 이창하*
연세대; [1]강릉원주대
(leech@yonsei.ac.kr*)

저온 역 수성-가스 전환(rWGS, reverse water gas shift) 반응을 위해, 전이금속으로 촉진된 Cu/MO (Metal oxide) - TRP (Transition metal-promoted) 촉매가 개발되었다. rWGS 반응($CO_2 + H_2 \leftrightarrow CO + H_2O$, $\Delta H^0 = 42.1$ kJ mol^{-1})은 상압반응이며 CO 선택도가 높아 CO_2 활용에 유망한 반응이다. 하지만, rWGS 반응은 흡열 특성으로 인해 저온 반응속도가 느려, 고온 조건 필수적이다. 따라서 rWGS 촉매의 실용화에는 한계가 있었으며, 이를 위해 저온 rWGS 반응 속도를 향상시켜 작동 온도를 낮추기 위한 촉매 개발이 다양하게 시도되어 왔다.본 연구에서는 졸-겔 연소법을 이용, 전이금속으로 촉진된 Cu 기반 복합촉매를 합성하였다. 합성된 복합촉매는 상대적으로 낮은 rWGS 작동 온도 (250℃) 에서도 최대 13%라는 높은 CO_2-to-CO 전환 비율을 나타냈으며, 이는 이론적인 CO_2-to-CO 전환 비율인 16%에 근접하였다. 또한 합성된 복합촉매는 400℃ 에서 216.7 μmol g_{cat}^{-1} s^{-1}의 매우 빠른 반응 속도를 보였다. 복합촉매에서 촉진된 전이금속의 역할 및 시너지 효과를 조사하기 위해 XRD, XPS, in-situ DRIFTS 등의 분석 실험을 수행하였다. 또한 in situ DRIFTS 스펙트럼 분석을 통해 rWGS 반응의 속도 결정 단계 (RDS, rate determining step)와 반응 메커니즘을 확인하였다.

O촉매O금-28

합성가스로부터 방향족화합물 합성 반응에서 철 촉매와 제올라이트의 시너지 효과

김남선, 김용태*, 조창범[1], 강윤[2]
한국화학연구원; [1]인하대; [2]광주과학기술원
(ytkim@krict.re.kr*)

Selective syngas conversion enables the synthesis of aromatics (benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene) from C1 resources and releases the dependence on petroleum resources. A composite catalyst of physically mixed iron-based oxides with zeolites can act synergistically in tandem reactions, where syngas is converted to olefins on metallic sites, followed by olefins to aromatics on acidic sites. The physicochemical properties (i.e., acidity and diffusion path length) of zeolites can be tuned to positively affect the acid-catalyzed reactions with crystal thickness control. Here, we attempted to understand the compatibility between Na/FeZnOx and nanomorphic HZSM-5. Our results showed that aromatic selectivity is dependent on zeolite acidity and that reaction stability can be improved by tailoring the crystal size of HZSM-5. The design of tailor-made catalysts for selective aromatic production that we have carried out has led to issues that need to be resolved in the tandem reactions and will be discussed.

O안전D목-1

연소점 및 밀폐식과 개방식 인화점의 상관관계에 관한 연구

장유리, 하동명*
세명대
(hadm@semyung.ac.kr*)

화학 산업의 발전으로 인해 화학물질을 연구 및 개발하는 공정의 대형화, 복잡화 등으로 화재 위험성이 증가하고 있다. 그러나, 화학공정에서 화재, 폭발, 누출사고의 발생은 인명 및 재산피해가 발생하는 치명적인 사고로 이어질 수 있기 때문에 사고 발생을 예방하기 위해서는 연소특성치 분석을 통해 공정의 안전 관리와 평가가 필요하다. 인화점과 연소점은 공정에서의 화재발생 가능성을 예측하고 적절한 안전대책을 마련하기 위해 필수적으로 필요한 연소특성치이다. 본 연구에서는 밀폐식과 개방식으로 측정된 인화점의 상관관계를 파악하고 연소점을 예측하고자 한다. 본 연구에서 제시한 방법론을 활용하여 위험물을 취급하는 사업장의 안전을 효과적으로 관리하는데에 목적이 있다.

O안전D목-2

DFT and Transformer Based Explainable Artificial Intelligence for Mining of Mutagenicity Structural Alerts in Chemical Compounds

이재욱, Alex D. Kalian[1], 오종연, 임주리, Christer Hogstrand[1], Miao Guo[1], 신동일*
명지대; [1]King's College London
(dpshin@gmail.com*)

유전자의 구조에 영향을 미치는 mutagenicity는 암을 유발할 수 있는 위험성을 나타낸다. 이러한 물질은 약물 및 식품 개발 초기에 선별되어야 하나, 실험적 접근은 효율성과 윤리적 문제로 제한적이다. 이에 본 연구에서는 DFT를 활용하여 화학물질의 전기화학적 특성과 분자 구조를 종합적으로 고려한 AI 기반 multi-scale 예측 모델을 제안하였다. 아키텍처로는 다양한 분야에서 최고의 성능으로 주목받고 있는 transformer를 채택하였으며, 구조 정보를 표현하는 SMILES와 DFT를 통해 계산된 전기화학적 특성을 입력변수로 사용하여 예측 모델을 개발하였다. 6327개의 AMES 데이터를 사용해 5-fold validation 결과, SMILES 모델은 88.3%의 AUC를, DFT 정보를 추가한 모델은 92.4%를 달성했다. 또한, XAI 분석을 통해 분자의 전기화학적 특성과 구조, 그리고 독성 간의 관계를 규명하였다. 본 연구에서 제안한 프레임워크를 활용하여 식품 및 약물의 독성을 더욱 효과적으로 평가할 수 있으며, 해당 독성의 원인이 되는 화학물질의 특성 및 구조에 대한 깊은 통찰력을 제공할 것으로 예상된다.

O안전D목-3

도심 내 위치한 수소충전소의 위험성평가

전보일, 이근원, 정승호*
아주대
(processsafety@ajou.ac.kr*)

국제적으로 화석연료 사용을 줄이고, 이를 대체하는 친환경 에너지 사용이 증가하고 있다. 자동차 연료를 배터리와 수소로 대체하는 것은 화석연료 사용을 줄이기 위한 대표적인 방법이다. 수소자동차가 증가함에 따라 운영하는 수소충전소 또한 증가하고 있다. 현재까지 국내에는 수소충전소에서의 사고가 발생한 사례가 없으나, 장기간 수소충전소를 운영한 미국과 일본의 경우 누출 및 폭발 등의 사고가 발생하였다. 기존 연구에서는 수소충전소의 위험영향범위 산정에 중점을 두었으나, 본 연구에서는 도심에서 운영 중인 수소충전소에 대해 주거지역에 대한 피해 여부를 파악하는 것을 중점으로 위험성평가를 수행하였다. 시나리오 구성은 Sandia National Laboratories(SNL)의 자료를 바탕으로 구성하였다. 시나리오를 바탕으로 수소 위험성평가 모델(HyRAM)과 DNV-GL의 PHAST을 통해 jet fire와 overpressure의 위험영향범위를 산정하였다. 산정된 결과를 probit model을 통해 societal risk를 평가하였다. 위험도는 네덜란드의 위험도 평가 기준에 적용하였으며, 평가 결과 사고 발생 시 jet fire 및 overpressure로 인한 위험도가 ALARP보다 낮은 것으로 나타났다.사사: 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 화학사고 예측·예방 고도화 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다.(RS-2023-00218759)

O안전D목-4

화학사고 예방을 위한 ESG 안전 평가항목 제시

윤철희, 곽현준, 정승호*
아주대
(processsafety@ajou.ac.kr*)

기업의 사회적 가치 실현을 위한 비재무적 관리 요소로 ESG(Environmental, Social, Governance)의 중요성이 커지고 있다. ESG 평가는 기업의 지속가능성을 판단하는 척도로 활용되며, 다양한 분야의 평가 요소들을 포함하고 있다. 그중에는 산업안전 관련 평가항목도 상당수 존재하며 특히, 화학 물질을 다루는 기업에게는 공정 내 화학 사고에 의한 손실 리스크관리의 중요성이 더욱 강조된다. 현행 ESG 안전 평가항목은 주로 이미 발생한 사고 결과만을 반영한다. 때문에, 기업의 사고 예방 노력 정도를 평가에 반영하여 적극적인 선행 안전관리를 독려할 필요가 있다. 본 연구에서는 해외 주요 국가들의 사고 데이터를 분석하여 위험성이 큰 사고사례 위주로 주된 사고 원인을 추출했다. 그리고 해당 원인을 예방할 수 있는 안전관리 요소를 '주요 안전관리 평가항목'으로 도출했다. 또한 ESG 경영 관점에 부합하도록 '가중치 선정 기준'을 개발하고, 점수화한 가중치 결과에 따른 평가항목 우선순위를 선정했다. 이렇게 선정한 평가항목은 ESG 안전 평가지표에 활용할 수 있다. 평가항목의 우선순위를 고려하여, 기업은 가능한 수준에서의 적극적인 선행 안전관리 계획 수립이 가능할 것이다.사사: 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 화학사고 예측·예방 고도화 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다. (RS-2023-00218759)

MSDS 연소특성치의 신뢰도

하동명*
세명대
(hadm@semyung.ac.kr*)

사업장에서는 위험물안전관리법, 산업안전보건법, 화학물질안전관리법 등을 이용하여 안전관리를 하고 있다. 우리나라 비롯해 대부분의 국가는 근로자의 건강과 안전을 위해 사업장에 MSDS를 제공하고 있으나 제공된 MSDS의 연소특성치가 문헌들마다 차이가있다. 화학산업을 비롯해 위험물을 취급하는 사업장 등에서 사용하는 물질의 잘못된 안전관리로 인해 화재 및 폭발 그리고 누출사고가 발생된다. 특히 화학물질의 사고 발생 빈도는 많으며, 결과는 중대 재해로 전이되는 경우가 대부분이다. 이러한 사고의 피해를 최소화하기 위해서는 체계적인 위험물 안전관리 구축이 이루어져야 하는데 무엇보다 중요한 것은 취급 물질의 정확한 위험성 평가가 선행되어야 하는 것이다. 화학공정의 본질적 방화 및 방폭설계를 위해서는 물질의 연소특성치인 인화점, 연소점, 폭발한계, 자연발화온도 등에 대한 정확한 자료를 확보해야 한다.

P고분목-1

포름알데히드 대체 물질을 이용한 아미노 수지 합성

박종휘*
애경케미칼
(wwwpjhcom@aekyung.kr*)

아미노 수지는 다양한 산업분야에서 널리 사용되는 열경화성 경화제이다. 하지만 합성에 필수적인 원료로 사용되는 포름알데히드는 수지 내 잔류하여 우리 생활 내 많은 악영향을 일으킨다. 이러한 이유로 포름알데히드의 함유량은 0.1% 이상 수지는 유독물로 지정되며, 별도 관리를 한다. 본 연구는 기존 아미노 수지 제품 내 포름알데히드 대체 물질을 활용하여, 잔류 포름알데히드를 배제시키고, 함유량을 평가(EPA8315A)했다. 이 결과를 통해 기업은 환경규제에서 벗어나 관리 비용을 줄이고, 소비자 또한 노출되는 포름알데히드 영향을 피할 수 있도록 아이디어를 제시한다. 우리는 최종적으로 포름알데히드를 사용하지 않는 수지를 합성하였고 기존 주제로 사용하는 제품으로 코팅시험으로 가능성을 확인하였다.

P고분목-2

Hole-injection Role of Solution-Processable Acid-Doped Triarylamine Nanolayers for Phosphorescent Organic Light-Emitting Devices

이승목, 이수용, 김화정, 김영규*
경북대
(ykimm@knu.ac.kr*)

Organic light-emitting devices (OLEDs) have been extensively studied for the last three decades and commercialized for displays in various applications such as smartphones, tablet PCs, notebook PCs, televisions, car displays, etc. The present OLED displays are fabricated through a vacuum process that utilizes the thermal evaporation of small organic molecules in a vacuum. This vacuum process has a disadvantage of limited substrate size, waste of expensive organic materials, process time, high cost for vacuum systems, etc. On this account, solution-processable methods have been attempted and some viable prototypes have been demonstrated even though their stability and image quality need to be improved. This presentation demonstrates that acid-doped triarylamine derivatives can be solution-processed to make a hole-injecting nanolayer in the OLEDs with a phosphorescent emission layer. The results showed that the luminance characteristics of phosphorescent OLEDs could be enhanced by the introduction of acid-doped triarylamine nanolayers.

P고분목-3

Flexible 디스플레이 기판용 고투명 내열 탄성소재 개발을 위한 우레탄 체인의 내부 구조 설계

김동호*, 박은지, 임동혁
한국신발피혁연구원
(dhkim@kiflt.re.kr*)

TPUs are multiblock copolymers with an alternating sequence of hard segments composed of diisocyanate and soft segments formed by polymer diols. This study aims to develop thermoplastic polyurethane (TPU) with tunable mechanical and thermal properties through structural design inside the urethane chain. To achieve this, the existing MDI was partially replaced with H_{12}MDI to minimize yellowing, and at the same time, the decrease in physical properties was minimized by introducing hydrogen bonds through polyol containing a carbonate group in the chain internal structure. Also, we have developed TPU by introducing double bonds in the polymer chain, which improve physical properties through an effect of phase separation between the hard and soft segment (HS, SS) domains by replacing existing 1,4-butanediol with the cis-2-butene-1,4-diol. Acknowledgment This work was supported by the Technology Innovation Program (20011422, Elastic material for flexible display substrates with excellent repeated fatigue) funded By the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea).

P고분목-4

발수성, 투명성 및 물성이 우수한 UV 경화형 코팅 시스템 개발

임동혁*, 김동호, 박은지
한국신발피혁연구원
(dhlim@kiflt.re.kr*)

In this study, a novel water-repellent functional coating structure was designed by evaluating existing products and the pinpointing the essential characteristics required for enhancing sensor detection performance within automobile headlight systems. The innovative approach involved tailoring a light-crosslinking coating's molecular structure to achieve a symmetrical balance of desired properties such as water repellency, mechanical properties (strength), adhesive performance, and durability. This was accomplished through the urethane-acrylate structure. Furthermore, the formulation of coating possessing excellent flexibility, heat resistance, and water repellency was developed by silicon acrylate composite technology. Acknowledgment This work was supported by the Material parts Technology Development project (20025038, Development of multi-sensor and sensor-linked intelligent headlight system to improve forward recognition performance at night and in bad weather) funded By the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea).

P고분목-5

Synthesis and Properties of Antibacterial PVDF-Based Elastomer via Thiol-Ene Addition and Quaternization Reaction

남의진, 백지훈, 허현준, 김주현, 박인준, 소원욱, 장봉준, 오명석, 이상구, 김종민, 이명숙, 손은호*
한국화학연구원
(inseh98@krict.re.kr*)

Fluoroelastomers are receiving great attention in various fields owing to their outstanding properties. Particularly, their low surface energy and higher biocompatibility have recently aroused great interest in the medical and healthcare fields. However, they have a limitation in that the hydrophobic character can multiply bacteria rapidly giving rise to biofilm formation. Therefore, this presentation shows the creation of a high-functional fluoroelastomer with outstanding antibacterial properties by incorporating quaternary ammonium groups into VDF-based-copolymers. The mechanical and antibacterial properties were systematically analyzed using their films. Furthermore, the self-healing ability of this new antibacterial fluoroelastomer films were also observed. It is believed that our novel self-healable antibacterial fluoroelastomer can open new horizons for biomaterials..

P고분목-6

Polymer composites for interlayer sound insulation materials (ISIMs) with elasticity and insulation

이기복*, 이승준, 박규환
에이치디씨현대이피
(gblee@hdc-hyundaiep.com*)

The noise complaint issues have become a widespread social problem, leading to the strengthening of regulations. In addition, major construction companies are actively developing technologies to reduce noise as a post-confirmation system for checking actual sound insulation performance will be carried out. 'Ondol', a Korea traditional floor heating method, is employed at an apartment, so insulation materials are used to avoid heat loss. Therefore, insulation performance of ISIMs must meet the specifications for construction. The performance of ISIMs is evaluated by the dynamic stiffness that describes deformation of a material by a perpendicular force to a unit area. Thus, ISIMs has to comply with dynamic property within the range (< 40 MN/m^3) specified by the Korean Industrial Standards. In this work, we manufactured polymer composites with both thermal insulation and elasticity. Particularly, we observed a significant reduction in the dynamic stiffness by introducing an elastic agent conjugated with a small amount of compatible rigid domain. The test specimens were prepared from the composites to measure thermal conductivity (0.034 W/m·k) and dynamic stiffness (10.8

P고분목-7

폴리티오펜 고분자 전자주개 및 이를 활용한 고성능 유기태양전지 개발

정다현, 김건우, 김범준*
한국과학기술원
(bjkim02@kaist.ac.kr*)

Polythiophenes (PTs) have attracted considerable interest for application in organic solar cells (OSCs) owing to their simple molecular structures and low-cost synthesis. However, the power conversion efficiencies (PCEs) of PT-based OSCs are lower than those of state-of-the-art OSCs. Herein, the development of a sequentially fluorinated PT donor, PT-4F, is reported for realizing highly efficient OSCs. PT-4F contains four fluorine atoms, respectively, per repeating unit to decrease their highest occupied molecular orbital levels and increase the open-circuit voltages of the OSCs. Importantly, the PT-4F polymers exhibit high backbone rigidity and the desired temperature-dependent aggregation behavior, affording well-developed crystalline structures and the construction of an optimal blend morphology of PT-4F:small-molecule acceptor with a suitable energy offset and low energetic disorder. Thus, the PT-4F-based binary and ternary OSCs achieve high PCEs of 15.6% and 16.4%, respectively.

P고분목-8

전-고분자 태양전지의 효율과 안정성 및 기계적 내구성을 동시에 향상시키는 신규 전도성 고분자 상용화제 개발 및 도입

김건우, 최창은[1], 정다현, 김윤희[1], 김범준*
한국과학기술원; [1]경상대
(bjkim02@kaist.ac.kr*)

All-polymer solar cells have emerged as potential candidates for improving the stability of photovoltaic devices compared to those using small molecular acceptors. However, the constrained mixing entropy between polymer donors and acceptors has posed challenges in realizing stable blend morphology. In this study, we introduce efficient conjugated polymers designed as interfacial compatibilizers between the host polymer donor and polymerized non-fullerene acceptor. The incorporation of these compatibilizers leads to improved blend morphology with reinforced interfaces, resulting in enhanced photovoltaic performance and increased thermal/photo and mechanical stabilities. For example, the power conversion efficiency (PCE) rises from 15.4% to 17.1% with the compatibilizer addition. Furthermore, devices utilizing the ternary blend exhibit notable thermal stability, retaining 90% of their initial PCE after 96 hours at 125℃. Also, the mechanical properties (cohesive fracture energy of 2.6 J m^{-2} and crack onset strain of 20.4%) of the ternary blend surpass those of the binary blend. Lastly, we demonstrate that the stretchable polymer solar cells (SPSCs) using a ternary blend show a remarkable PCE of

P고분목-9

Release and adsorption properties of carbamazepine imprinted Starch/PVA based film using Molecular imprinting technology

김경중, 강지훈, 김완수[1], 최범석[1], 윤순도*
전남대; [1]JS Biocompany
(yunsd03@jnu.ac.kr*)

This study focuses on the evaluation of carbamazepine (CBZ) release and adsorption properties to CBZ imprinted films using molecular imprinting technology. The films were prepared CBZ, acorn starch (AS), polyvinyl alcohol (P), sodium benzoate, glycolic acid, and mannitol. The water resistance and mechanical properties of the films, which were prepared using the casting method and UV irradiation, were studied. Additionally, CBZ adsorption properties were confirmed using the binding isotherm and Scatchard plot analysis. The results elucidated that the amount of adsorption increased with increasing concentration of CBZ and that the prepared films had a site on CBZ as the target molecule. CBZ release properties in the pH buffers and artificial skin tests were evaluated and applied mathematical models. These results revealed that CBZ release behavior in buffers followed a pseudo-Fickian diffusion mechanism, whereas CBZ release with artificial skin followed a non-Fickian diffusion mechanism.

P고분목-10

Research on manufacturing room temperature curing type rubber adhesive for conveyor belt repair

전호균*, 박다원, 김두헌, 김구니, 김병곤[1], 김동윤[1]
한국신발피혁연구원; [1](주)에이스앤이
(hkjeon@kiflt.re.kr*)

Conveyor belts made of rubber-based materials are often damaged due to harsh working environments. In this case, economic loss is great as the work is stopped for belt repair. In general, adhesives for repairing conveyor belts are prepared based on CR. In this study, adhesion and curability were improved by applying a metal chelate compound. A metal chelate compound is a kind of organometallic compound centered on a functional group capable of bonding with a metal ion. Metal chelate compounds are prepared by adding inorganic fillers to phenolic resins, and physical properties vary depending on the order of softening point, solid content and viscosity of phenolic resins, type and content of inorganic fillers, synthesis temperature, and phenolic resins. In addition, this study was conducted.This study(S3258293) was supported by the Ministry of SMEs and Startups, and we are grateful for this.

P고분목-11

Research on the manufacturing of binders for industrial thermal insulation materials with excellent thermal conductivity

전호균*, 박다원, 김두헌, 김구니, 이치헌[1]
한국신발피혁연구원; [1](주)세운티엔에스
(hkjeon@kiflt.re.kr*)

It is possible to minimize heat loss by designing a new type of insulation material that breaks away from the existing insulation structure with severe heat loss and making a block assembly type insulation material. In general, insulators are manufactured by applying an adhesive mixed with functional additives on a glass fiber mat to form an insulator and then drying the mat. The part that takes up the most time in the insulation manufacturing process is the drying process, which generally requires heat treatment at 150 ° C for 10 hours or more, so workability and economic efficiency are required to be improved. In this study, through the synthesis and application of a specific temperature-sensitive curing agent, the curing reaction does not proceed at room temperature, so it is workable and the drying time can be shortened through a chemical reaction.This study(S3257595) was supported by the Ministry of SMEs and Startups, and we are grateful for this.

P고분목-12

A study on the synthesis and physical properties of water-dispersible polyurethane adhesives for automotive interior parts according to the chain extender length

박다원, 김두헌, 김구니, 전호균*, 김동윤[1]
한국신발피혁연구원; [1](주)디케이머트리얼즈
(hkjeon@kiflt.re.kr*)

In the case of water-based adhesives for textile materials released in Korea, there is a disadvantage in that the initial adhesion to the fabric is low. Therefore, in this study, poly(tetramethylene ether) glycol (PTMG) with a molecular weight of 2000, hexamethylene diisocyanate (HDI), and 2,2-bis(hydroxymethyl) propionic Water dispersion polyurethane (WPU) adhesives were synthesized using acid (DMPA) as a starting material but using different types and lengths of chain extenders. Changes according to the synthesis steps were examined through FT-IR, and initial adhesion and state adhesion were evaluated using a universal testing machine (UTM). As a result, it was confirmed that the initial adhesion was improved when the diol-based chain extender was used, and when the chain was extended with 1,10-decanediol, the highest state adhesion was 8.8 kgf/inch.This study(RS-2023-00221573) was supported by the Ministry of SMEs and Startups, and we are grateful for this.

P고분목-13

Synthesis and characterization of automotive structural sealant materials based on polyether polyol molecular weight and alkoxy silane

박다원, 김두헌, 김구니, 전호균*
한국신발피혁연구원
(hkjeon@kiflt.re.kr*)

In this study, polypropylene glycol (PPG) and isophorone diisocytante (IPDI) with molecular weights ranging from 8,000 to 18,000 are used as starting materials to prepare an NCO-terminated prepolymer, and then an alkoxy silane is added to cap the remaining NCO group in the polymer to form silylated polyurethane (SLPU) was synthesized. Characteristic peaks were confirmed according to the reaction step through FT-IR, and evaluated using Shore A-type, C-type hardness testers and universal testing machine (UTM) to measure the hardness, tensile strength and elongation of the synthesized SLPU did It was confirmed that the mechanical properties and viscosity increased as the molecular weight of PPG increased. In particular, PPG 12000 and (3-aminopropyl) triethoxysilane (APTES) silylated polyurethane showed excellent storage stability and good mechanical properties.

P고분목-14

전하 조절된 MXene과 Graphene Oxide의 정전기적 조립을 이용한 고성능 나노 하이브리드

우승희, 김선준*
한국과학기술연구원
(seonjkim@kist.re.kr*)

MXenes have recently attracted attention due to their interesting physicochemical properties such as outstanding electrical conductivity and abundant surface functional groups. However, other properties, such as mechanical strength or thermal conductivity, are still facing limitation. In this manner, hybridizing MXenes with Graphene can be a practical option as graphene can compensate for the limited properties while retaining the overall two-dimensional architecture. In this study, we fabricated MXene-Graphene hybrids using electrostatic interactions. PDDA was applied to either MXene or Graphene oxide to create a positive charge, and oppositely charged species could then merge in a molecular scale. Hybrids were then rapidly annealed at high temperature to reduce graphene oxide into graphene, provide high electrical conductivity, and create microporous structures. The MXene-Graphene composite were then applied to EMI shielding films in which both shielding efficacy and thermal conductivity characteristics are of high value.

P고분목-15

균일한 구조를 갖는 NaCl과 글리세롤을 기반 셀룰로오스 분리막

남궁도춘, 강상욱*
상명대
(swkang@smu.ac.kr*)

A nanoscale porous composite membrane was fabricated using high molecular weight cellulose acetate (CA) and additives (glycerol and NaCl) through hydraulic force. The optimal mol ratio of CA:glycerol:NaCl for effective additive dispersion was found to be 1:0.1:0.07. At this ratio, the average water flux was measured at 9.431 L/m²h, with a coefficient of determination (R^2) of 0.9802. SEM was used to confirm the similarity in pore sizes on the surface. The thermal stability of the CA/glycerol/NaCl composites was assessed using TGA and DTG. Interestingly, despite the presence of pores, the thermal stability of the CA/glycerol/NaCl composite closely resembled that of neat CA film. This stability was attributed to coordination bonding between the carbonyl group of CA and the remaining additive, as confirmed by FT-IR analysis. Additionally, the impact of NaCl quantity on the degree of coordination bonding with CA's carbonyl group was investigated through XPS analysis.

P고분목-16

Washable strain sensor made of polyphenol-coated fabric and acetylene black composite

박혜주, 이종휘*
중앙대
(jong@cau.ac.kr*)

Wearable strain sensors have intensively been studied in recent years for human motion monitoring. However, the progression of strain sensors characterized by high sensitivity, efficacious washability, and recoverability remains challenging. In this study, we try to solve the problem by improving the fixation of the conductive fillers to a matrix. A knitted fabric is used as a matrix, and Acetylene Black (AB) is used as the conductive filler. AB was embedded into fabric via a dissolving-coating technique, and cyclic pre-straining was performed. Polyphenols and Ecoflex are used to increase the adhesion and fixation of AB to the fabric. Observing the structure of the composite material confirmed that AB penetrated the fabric through cyclic pre-straining, enhancing sensor sensitivity. After adsorption of polyphenols, the contact resistance of the composite could be controlled, demonstrating a stable AB coating. This research can be applied to the future sports and rehabilitation therapy.

P고분목-17

Paper-based solid-state micro-supercapacitors fabricated by hydrophobic wax barrier printing

김나연, 장석태*
중앙대
(stchang@cau.ac.kr*)

Flexible and small-scale energy storage technologies are critical for future applications such as wearable electronics. In this context, paper has emerged as a lightweight, low-cost, and ecologically friendly flexible substrate for energy-storage devices. This paper presents a simple method for fabricating a micro-supercapacitor (MSC) using a wax printing approach that can achieve high resolution without requiring complex processes. In addition, the developed MnO_2– Au-paper (MAP) microelectrodes with high porosity exhibit enhanced charge and ion transfer while maintaining a stable flexibility. The solid-state micro-supercapacitor delivers a very large areal capacitance of 624.32 mF cm^{-2} at 0.2 mA cm^{-2} and is stable under external stress. The highest energy and power densities obtained for the present MSCs (55.5 μWh cm^{-2} and 1.59 mW cm^{-2}, respectively), are much larger than those previously reported for pseudocapacitive MSCs, including flexible ones.

P고분목-18

Cardanol 기반 폴리우레탄 코팅제의 합성 및 특성

서석훈*, 심재학, 서보경
한국신발피혁연구원
(shsur@naver.com*)

Polyurethane (PU) 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. As a study to solve this problem, water-dispersible polyurethane (PUD), which uses water as a primary solvent that does not generate volatile organic chemicals (VOCs), is receiving a lot of attention. In addition, most of the raw materials (polyol and isocyanate) 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. (cardanol, lignin, cellulose, vegetable oil, etc.) 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 산업통상자원부 소재부품기술개발사업(20010685, 건설 자재용 steel wire 대체 고강도 low creep성 초고분자량 PE 섬유 하이브리드 부품개발)의 지원으로 수행되었음.)

P고분목-19

플라즈마 처리에 의한 생분해성 폴리카보네이트 필름의 표면개질 특성

서석훈*, 심재학, 서보경, 정부영, 천제환
한국신발피혁연구원
(shsur@naver.com*)

Recently, research on plastic manufacturing using natural-derived bio-materials has been actively conducted, and in the case of polycarbonate, commercialization research using asosorbide is being actively conducted. In this study, we tried to expand the research on the chemical material industry by establishing a coating manufacturing process using biodegradable PC film. As an experimental method, an experiment was conducted to synthesize a UV curable coating agent and apply it to a biodegradable PC film. Then, physical properties were evaluated through pencil hardness, contact angle, ATR, dye pen, coating, microscopic measurement, and cross-cut. The possibility of commercialization was confirmed by comparing the surface properties of the existing PC film and the biodegradable film. * Acknowledgement: This research was carried out with the support of Ministry of Trade, Industry and Energy (Project No.: 20014436), and we thank you for this.

P고분목-20

Stereocomplex crystallization of PLA in double emulsion states prepared with various stirring speeds

홍여진, 이종휘*
중앙대
(jong@cau.ac.kr*)

The crystallization of stereocomplex of enantiomeric poly(L-lactide) (PLLA) and poly(D-lactide) (PDLA) improves the mechanical and thermal properties of polylactide (PLA). Diverging from prior studies that focused on PDLA concentration, in this study, PLA stereocomplex (SC-PLA) was prepared by using a water-in-oil-in-water (w/o/w) double emulsion solvent evaporation method, maintaining a 1:1 PDLA to PLLA ratio while varying stirring speeds. The resulting SC-PLA had a spherical and porous structure, with notably smaller pores at the secondary stirring speed of 200 rpm. The impact on SC crystallinity was more pronounced during the secondary emulsion phase. The slower the secondary stirring speed, the higher the SC crystallinity, while the homocrystallites (HC) crystallinity decreased. The highest crystallinity of SC-PLA, 37.56%, was achieved at 20000 rpm for the primary emulsion and 200 rpm for the secondary emulsion. This study demonstrates the profound influence of double emulsion stirring speed on polymer component distribution, interactions, and crystallization, thus delineating the relationship with SC-PLA crystallinity.

P고분목-21

NIR 영역에서 고흡광성 및 고발광성을 나타내는 루미노겐 물질의 합성

송민정, 이재원*
충남대
(jaewonlee@cnu.ac.kr*)

Bioactive materials show performance and effects such as drug release, sensing, and imaging according to given biological stimuli and environments, and are being applied to many biomedical technologies. In particular, luminogen is a compound that emits light by itself or receives energy from the outside, and is used in various biomedical fields such as investigating or imaging interactions with biological tissues by utilizing the characteristics of absorbing and emitting light in the NIR region. It can be. Since such NIR luminogen can be used as a bioreactive material by combining with thermogel showing temperature sensitivity, it is necessary to develop a new luminogen material. Accordingly, a NIR photoactive luminogen exhibiting high light absorption and high light emission in the NIR region with low bandgap characteristics through an electron donor-acceptor-donor arrangement is designed and synthesized.

P고분목-22

Study on physical properties of UHMWPE fabric according to the application of surface-modified silica with PU coating resin

심재학*, 천정미, 서석훈, 서보경
한국신발피혁연구원
(jhsim@kiflt.re.kr*)

UHMWPE fiber has excellent cutting resistance, so it is manufactured as a protective product for safety gloves and is used to protect hands from glass or steel plates, sharp blades, cutters, etc. in the working environment. . Currently, most safety gloves are coated on the bottom of the gloves or sewn with leather fabric to prevent slipping, improve grip, and increase abrasion resistance during work. PU, a typical coating resin, is composed of a soft segment and a hard segment, and is used as a coating resin for gloves because it has excellent wearability and activity as well as slip resistance.In this study, eco-friendly waterborne polyurethane was synthesized according to the ratio change using two types of polyol. Here, surface-modified silica was added to measure mechanical properties such as friction coefficient, tensile strength, and elongation of the coating resin, and applied to UHMWPE fabric to study optimal durability conditions such as optimal peel strength and cutting strength.AcknowledgementThis research was supported by the Ministry of SMEs and Startups of the Republic of Korea (contract grant number: S3301408)

P고분목-23

Study on the application of Bio-TPU for reinforcement of physical properties of Polyamide hotmelt adhesive

심재학*, 천정미, 서석훈, 서보경
한국신발피혁연구원
(jhsim@kiflt.re.kr*)

As adhesive products used for construction and interior materials, EVA, Urethane base, and Acrylic products are mainly used, and solvent-type products are mostly used. This is an environmental problem, and recently, it is necessary to develop a non-solvent type eco-friendly adhesive for interior construction. Among them, polyamide hot-melt adhesive does not require a drying process, so the work space is reduced, and the adhesive speed is fast. It can be said that it is an eco-friendly product because only 100% solid content is melted with heat and used in liquid form. In this study, Bio-TPU was prepared and applied to reinforce the physical properties of polyamide hot melt adhesive. Mechanical properties were confirmed bypreparing TPU according to the ratio of bio-based polyol and petroleum-based polyol, and characteristics such as adhesive strength and flame retardant wereconfirmed by mixing polyamide hot melt adhesive and TPU in a certain ratio.Acknowledgement This research was supported by the Ministry of SMEs and Startups of the Republic of Korea (contract grant number: RS-2023-00223185)

P고분목-24

Study on antibacterial properties of non-woven fabrics with graphene nanofibers

서보경, 서석훈, 심재학*
한국신발피혁연구원
(jhsim@kiflt.re.kr*)

Recently, antibacterial filters are currently used as adsorption-type and collection-type filters using metallic materials such as silver, copper, and zinc, but there are concerns about the safety threat to the human body. On the other hand, graphene has characteristics such as high mechanical strength, thermal conductivity, and excellent electrical conductivity due to an increase in specific surface area, and is widely used in the industrial field. It has been reported that the antibacterial action of graphene can cause physical damage to the cell membrane by the sharp edges of the graphene, and can effectively kill bacteria by penetrating well into the phospholipids of the cell membrane. In this study, After preparing a PVDF solution according to the graphene content, nanofibers were prepared through electrospinning. The mechanical properties of the prepared nanofibers were measured, and the antibacterial behavior of Escherichia coli was measured by applying them to meltblown nonwoven fabrics.Acknowledgement*This research was supported by the Ministry of SMEs and Startups of the Republic of Korea (contract grant number: S3225141)*

P고분목-25

Microstructure and Properties of Lignin Based Polymer Nanocomposites

이인준, 김소연*
서울대
(soyounkim@snu.ac.kr*)

Lignin is a biodegradable organic polymer. While it has been c product, there has been growing interests in academia and industry. Recently, diverse applications of lignin focus on enhancing properties and endowing functionalities through utilizing of lignin r the impact of LNP on the structure and properties of PNCs. Specifically, LNP contents effect on the dynamics and rheological properties Additionally, we examine how drying conditions affect the characteristics of PNC film in PVA film production.

P고분목-26

Thermal and Rheological Properties of rABS/rPET Blend with Compatibilizer and Chain Extenders.

이재은, 김동학*, 이재식
순천향대
(dhkim@sch.ac.kr*)

우수한 내열성과 내충격성을 가진 ABS(Acrylonitrile-butadiene-styrene)와 우수한 내열성 내후성, 기계적 물성을 가지고 있는 PET(Polyethylene terephthalate)는 재활용시 물성이 저하되어 엔지니어링 플라스틱으로 쓰이지 못한다는 단점을 가지고있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 신재 ABS 또는 신재 PET와 블랜드를 진행하거나 사슬연장제, 상용화제를 사용하여 물성을 확보해왔다. 본 연구는 재활용 ABS에 재활용 PET를 40%까지 블랜드하였을 때, 사슬연장제와 상용화제의 비율을 조절하여 재활용 ABS의 물성을 확보하고자하며 사슬연장제, 상용화제 첨가 시 반응 메커니즘과 적절 함량을 확인한다.

P고분목-27

유무기 혼합 PLGA를 이용한 항균 항바이러스 나노입자 개발

장요셉, 송한호, 권혁준, 이준영*, 황기섭, 김경민
한국생산기술연구원
(jaylee@kitech.re.kr*)

Since the pandemic, global awareness of hygiene has increased. Accordingly, consumer demand for products with antibacterial properties has increased. In this study, hybrid nanoparticles were developed that can use the advantages of both materials by inorganic and organic materials. Silver nanoparticles were selected for inorganic material as antibacterial material [1, 2]. Poly(lactide-co-glycolide) (PLGA) were selected as organic material, which can obtain antibacterial effects using by-products generated during the decomposition process. A dropwise method was applied to prepare organic-inorganic hybrid nanoparticles.Antibacterial test using E. coli and S. aureus strains were performed. Specimens with a molecular weight of 7 to 17 kDa showed a significant decrease in pH to less than 4.0 in 24 hours. However, the pH of specimens with a molecular weight of 38 to 54 kDa did not show behavior even after 10 days. Antibacterial test results showed a bacteriostatic reduction rate of 99.99% under the conditions below pH 5.0.

P고분목-28

자동차 경량화용 친환경 C-SMC 개발

이창호*
애경케미칼
(lch2517@aekyung.kr*)

전 세계적으로 환경문제가 이슈화 됨에 따라 규제가 확산되고 있으며 특히 이산화탄소 발생으로 인한 지구 온난화 문제가 심각해짐에 따라 이산화탄소 규제가 가장 대두되고 있다. 이산화탄소 발생에 대한 규제가 강화됨에 따라 주요 발생 원인인 자동차의 이산화탄소 배출량을 감소하기 위해 다양한 연구가 진행되고 있으며 자동차 소재의 경량화는 연비향상을 통한 Co2 배출 감소와 전기자동차의 배터리 효율 향상을 위해 지속적으로 연구되고 있다. 경량화 소재는 환경규제를 근복적으로 해결하고 석유자원 의존을 탈피 할 수 있는 핵심소재로 자동차, 전자, 건축자재, 생활용품 등으로 확대 연구 개발되고 있다. 본 연구에서는 유해화학물질이 없는 비닐에스터 수지와 경량화 소재인 Carbon 섬유를 복합적으로 사용하여 C-SMC를 제조하였으며 유리섬유를 사용한 일반적인 SMC 소재와 화학적 특성 및 기계적 물성을 측정하여 평가하였다.

P고분목-29

인공지능 기반 고무 물성 예측 연구

홍사성, 김인*
한국화학연구원
(inkim@krict.re.kr*)

본 연구는 천연 고무나 합성 고무와 같은 다양한 재료를 혼합한 고무 소재의 물성을 예측하는 인공지능 모델을 개발하였습니다. 데이터 셋에는 고무의 조성 정보, 가황 조건, 가황 과정에서 측정한 무니점도, 스코치 타임과 같은 화합물 특성, 그리고 경화 후에 측정한 인장 강도, 쇼어 경도와 같은 기계적 특성이 포함되어 있습니다. 물성 예측을 위해 고무의 조성 정보, 가황 조건을 트리 기반 인공지능 모델의 입력으로 이용하였습니다. 인공지능 모델의 성능 평가를 위해 R2, RMSE와 같은 지표를 사용했습니다. 또한 인공지능 모델의 해석을 위해 피처 중요도를 분석하여 모델의 작동 원리를 이해하는 데 활용했습니다. 이 연구를 통해 고무 소재의 특성 예측에 기여하며 산업 분야에서 활용 가능한 유용한 정보를 제공하고자 합니다.

P고분목-30

단량체 TrFE의 첨가가 PVDF의 구조적 변화에 미치는 영향

하승윤, 서경원, 김형준*, 최예은
공주대
(hkim@kongju.ac.kr*)

PVDF는 분극이 편향되게 정렬되어 있어 수직 방향의 변형에만 압전 반응을 나타낸다. 반면, PVDF-TrFE는 공단량체인 TrFE로 인해 분극 방향이 수직에서 비스듬한 방향으로 변형되어, 수평 방향의 응력에도 반응하는 이축 분극 특성을 가진다. 따라서, 본 연구에서는 TrFE의 첨가시 변화하는 PVDF의 결정구조를 확인하기 위해 미리 선정한 PVDF/TrFE 조성 블렌드의 2wt% DMF 용액을 전기방사하여 필름 형태로 제작하였다. 전압, 유속, 방사시간 등의 공정 변수를 살펴보고, DSC 및 FT-IR 분석을 통하여 TrFE의 첨가가 미치는 PVDF의 구조적 변화를 관찰하였다.

P고분목-31

전기방사된 PVDF-CNT 나노 블렌드의 거동 연구

하승윤, 김형준*, 서경원, 최예은
공주대
(hkim@kongju.ac.kr*)

PVDF는 베타 결정상일 때, 압전 효과가 가장 큰 것으로 나타난다. CNT는 이러한 베타 결정성 PVDF의 구조와 유사하여 일정 비율 혼합했을 때 베타 결정 성장에 기여한다는 연구 결과가 있다. 본 연구에서는 CNT의 조성비에 따라 달리 생성되는 결정 구조의 변화를 알아보기 위해 PVDF와 CNT의 분자량을 고려하여 0.1~1 wt%로 제조하였다. 2wt% DMF (N,N-dimethylformamide) 고분자 용액을 준비하여 전기 방사 공정으로 필름 형태로 제작하였다. 전기방사 공정 매개 변수(전압, 피드 속도 등)를 체계적으로 변화시켜 결정상이 최대가 되는 공정변수를 확인하였고, 완성된 필름은 DSC 및 FT-IR 분석을 통하여 PVDF 결정구조 변화에 대한 거동을 관찰하였다.

P고분목-32

Synthesis and characterization of siloxane-modified π-conjugated polymers based on diketopyrrolopyrrole (DPP) and methoxythiophene

유진수, 김진환, 송우석, 이정훈*, 김민성, 한도현
동서대
(junghoonlee8315@gmail.com*)

In this study, we herein report on the side-chain engineering of conjugated polymers using diketopyrrolopyrrole (DPP) and methoxythiophene copolymers with siloxane solubilizing groups for a potential application in photoelectrochemical water splitting. To investigate the side-chain effect on optoelectronic properties and theorical study, UV-visible spectroscopy, cyclic voltammetry, and density functional theory were carried out. A subtle change in from thiophene to methoxythiophene results in broaden absorption band, deeper HOMO and LUMO energy levels. The siloxane-modified π-conjugated polymers show high stability in an alkaline electrolyte for photoelectrochemical water oxidation compared to those of polymers without siloxane side chains.

P고분목-33

Temperature/oxidation/NIR-responsive release property hydroxyethylcellulose ethoxylate/(phenylthio) acetic acid ion pair self-assembly incorporating indocyanine green and gold nanoparticle

왕피율 콴지라, 조지 조이 조몬, 김진철*
강원대
(jinkim@kangwon.ac.kr*)

Hydroxyethylcellulose ethoxylate/(phenylthio)acetic acid (QHECE/PTA) ion pair self-assembly (IPSAM) exhibited an upper critical solution temperature (UCST) behavior and exhibited air/water interfacial-active due to their amphiphilic properties. When the temperature was higher than UCST, IPSAM would be disassembled and released its payload (ie nile red). After being treated with H_2O_2 solution, the sulfide of PTA was oxidized to become sulfoxide, and sulfone resulted in the UCST and interfacial activity decreasing. The IPSAM would undergo dissolution resulting in a promoted release. Indocyanine green (ICG) was incorporated into IPSAM as a photosensitizer and gold nanoparticle (GNP) synthesized in situ was found to be bound to IPSAM. IPSAM-bearing GNP and ICG would promote the release under NIR irradiation. The heat generated by GNP and ICG would be able to disassemble IPSAM and enhance the release. Meanwhile, the radical oxygen species (ROS)-induced oxidation of PTA resulting in decreasing the UCST of IPSAM and leading to a promoted release.

P고분목-34

Temperature and UV-responsive ion pair self-assembly composed of Poly(ethylene imine) and 4-(Phenylazo)benzoic acid

PANALEE POMSEETHONG, 김진철*
강원대
(jinkim@kangwon.ac.kr*)

Ion pair self-assembly (IPSAM) responsive to temperature and UV was prepared by using Poly(ethylene imine) (PEI) as a cationic polymer and 4-(Phenylazo)benzoic acid (PBA) as a counter ion. The IPSAM was spontaneously formed when the molar ratio of amino group of PEI to the carboxylic group of PBA was 7:3-9.25:0.75. PEI/PBA IPSAM was found as a sphere nanoparticles which diameter were around 20 nanometers on TEM images. All the IPSAM ratios showed the upper critical solution temperature (UCST) and when it was in UV condition the UCST behavior was relaxed because of trans to cis isomerization of molecule of PBA. The ionic interaction between PEI and PBA can be confirmed by ^{1}H-NMR and FT-IR spectroscopy, UV responsive of IPSAM can be confirmed by checking UV spectrum after UV irradiation. When trans to cis isomerization was occurred the absorbance of IPSAM are changed. The release of payload (Nile red) in IPSAM is increased when the temperature is higher than UCST of IPSAM and in UV condition, so the IPSAM that has lower UCST showed a higher release of Nile red.

P고분목-35

면진댐퍼 적용을 위한 Citraconated Natural Rubber(NR-g-CCA)의 합성

배성국*, 김웅, 김정수
한국신발피혁연구원
(sgbae@kiflt.re.kr*)

Seismic isolation is a technique to shift the fundamental natural period of a structure to the long period range, e.g., two to four seconds, by placing horizontally flexible isolation devices at the base of the structure to physically decouple it from the ground. In this study, Citraconated natural rubber (NR-g-CCA) is synthesized for applied seismic isolation damper, to improve the compatibility of NR/CR blends and adhesive strength. NR-g-CCA is synthesized with different contents of initiator (azobisisobutyronitrile) and functional monomer (citraconic acid, CCA) by free radical melt graft method. From FT-IR analysis, optimum NR-g-CCA graft ratio and graft efficiency is 3.48% and 49.8%, as respectively. And NR-g-CCA is included in the seismic damper formulation to characterise mechanical properties, compatibility and adhesive strength. According to NR-g-CCA content increased, the adhesive strength was improved, but the compatibility improvement effect was insignificant.This research was supported by the Ministry of Trade, Industry, and Energy Grant funded by the Korean Government [Project Number 20011366].

P고분목-36

타이어 트레드 컴파운드의 내마모성 향상을 위한 액상 부타디엔 고무가 포함된 에멀전 스타이렌-부타디엔 고무/실리카 습식 마스터배치 복합체

배성국*, 김웅, 김정수
한국신발피혁연구원
(sgbae@kiflt.re.kr*)

The silica wet-masterbatch (WMB) is a well-known technique for manufacturing high-content, highly dispersed silica filled compounds. Emulsion styrene-butadiene rubber (ESBR)/silica WMB offers several advantages, including excellent silica dispersion, and reduced rolling resistance, compared with the conventional dry masterbatch (DMB) compound. Accordingly, the objective of this study was to improve the silica dispersion and abrasion resistance of ESBR/silica WMB compounds by using liquid polybutadiene rubber (LqBR) extended WMB. A thorough characterization was conducted with emphasis on the silica content, cure characteristics, mechanical properties, abrasion resistance, and dynamic viscoelastic properties. Based on the results, silane-terminated LqBR extended WMB vulcanizate showed a 58% improvement in the 300% modulus, 48% reduced DIN abrasion loss, and a 23% improvement in rolling resistance. This research was supported by the Ministry of Trade, Industry, and Energy Grant funded by the Korean Government [Project Number 20010851].

P고분목-37

Effect of polyol chain structures on shape memory property of polyurethane elastomer

이재헌, 김정현*
서울시립대
(jhkimad@uos.ac.kr*)

Shape memory polyurethane (SMPU) is considered as one of the smart materials with wide range of applications owing to its self-recovering ability and useful mechanical properties. In order to apply SMPU in various areas, it is a key to control shape memory properties such as transition temperature (T_{trans}) where shape memory effect (SME) activates. These characteristics can be modified by adjusting the chain pattern of the polymer through mixing various polyols and crosslinkers. Polyols with shorter chains increase hard blocks content and crosslinking density, and therefore, interactions between hard segments heavily affect major properties of the elastomer. Correlation between crosslinking density and shape memory characteristics is also analyzed to synthesize the elastomer with excellent shape recovery ability.

P고분목-38

양성자 교환막 연료전지 성능 향상을 위한 수직 채널이 있는 나노 시트 탄소 입자 제작

최재영, 김은지, Zhengping Tan, 김범준*
KAIST
(bjkim02@kaist.ac.kr*)

Controlling the internal channel structure and shape of carbon particles is crucial for achieving distinct particle packing structures, which ultimately leads to enhanced performances when utilized as electrode materials. In this study, we introduce a novel production strategy for generating two-dimensional, uniform-sized nanosheet particles with high aspect ratio (AR > 10) using crystallizable surfactant, C18OH. Due to its amphiphilic properties, C18OH reduces surface tension at the emulsion surface, inducing surface instability, and its crystallization property causes the emulsion to spontaneously spread in plane, resulting in the formation of high AR particles. By varying the particle size and surfactant, nanosheet particles can be produced with different AR values. Increasing the AR maximizes particle packing density, and the interconnected vertical channels within the porous carbon structure create an efficient pathway for transporting materials in proton exchange membrane fuel cells.

P고분목-39

수계 바인더를 위한 vinyl acetate - methyl acrylate 공중합 및 비누화 반응 연구

변상환, 김형준, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

기존 Lithium-ion Battery에서 유기용매에 용해 시킬 수 있는 Polyvinylidene fluoride(PVDF) 바인더가 사용되고 있다. 현재는 물에 용해 또는 분산시킬 수 있어 저가이며 환경부하가 적은 수계바인더가 제안되고 있다. 수계바인더에는 CMC, SBR 뿐만 아니라 polyacrylic acid(PAA)와 polyvinyl alcohol(PVA)과의 가교 화합물이 제안되어 있다. 본 연구에서는 vinyl acetate(VAc)와 methyl acylate(MA)의 공중합 및 중합물의 비누화를 통해 물에 용해되는 수계바인더 합성을 수행하였다. 또한 비누화 반응시 NaOH와 KOH의 조성을 변화시켜 합성된 고분자의 특성을 비교하였다. 고분자의 형태를 확인하기 위해 광학 현미경을 사용하였으며 물성분석을 위해 FT-IR, GPC, ICP-MS 기기를 사용하여 분석하였다.

P고분목-40

Dopamine 구조를 갖는 수계 고분자 바인더 합성 연구

이하영, 이경빈, 김형준, 고영수*
공주대
(ysko@kongju.ac.kr*)

배터리의 고에너지 밀도를 위해 실리콘을 음극재로 상용화하기 위해서는 충•방전 시에 실리콘의 부피 변화를 완화할 수 있는 바인더 소재 개발이 중요하다. 수계 바인더 종류에는 CMC, SBR 및 고분자가 제안되며, 친환경적이고 비용이 저렴하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 수계 고분자 바인더를 위해 PAANa-Dopamine을. 합성하였다. PAANa와 dopamine hydrochloride의 조성을 변화시켜 합성된 고분자의 특성을 비교하였다. 합성된 고분자의 조성을 확인하기 위해 1H-NMR을 사용하여 분석하였으며, 물성분석을 위해 FT-IR, GPC, ICP-MS 기기를 사용하였다.

P고분목-41

유연한 슈퍼커패시터용 고이온 전도성 에폭시-실리카 이오노겔 고분자 전해질

채진아, 최우혁*
인하대
(uhyeok@inha.ac.kr*)

Supercapacitors are one of the high-power energy storage devices. Ionogel polymer electrolytes (IGPEs) with inorganic materials can achieve high conductivity and mechanical properties. We prepare epoxy-silica hybrid IGPEs containing ionic liquids, via thermal polymerization. The IGPE exhibits high ionic conductivity ($\sigma = 1.5 \times 10^{-3}$ S/cm) at room temperature. We also performe electrochemical measurements using the IGPE-based supercapacitors, assembled with activated carbon electrodes. The hybrid IGPE-based supercapacitor shows a 2.5 times higher specific capacitance at 0.2 A/g than the neat epoxy electrolyte-based supercapacitor. Consequently, the flexible and high-ion conducting IGPEs provide promising potential for advancing supercapacitor applications.

P고분목-42

Effect of Processing Additives on Sequentially Deposited Photoactive Layers for Organic Photovoltaics

이다민, 박창우, 함가영, 차효정*
경북대
(hcha@knu.ac.kr*)

The morphology of the active layer is the most critical factor influencing device performance in organic solar cells. Recently a sequential deposition method has been reported to control the morphology of active layer with a vertical composition gradient. However, understanding the precise effects of various factors (solvent, temperature, additives, etc.) on the vertical composition gradient in the sequentially deposited active layer remains limited. To address this, we fabricate an organic solar cell using the polymer donor, PM6, and the non-fullerene acceptor, BTP-eC9, via the sequential deposition method. Our goal is to determine how the aforementioned factors influence the vertical composition of the active layer. The morphology of the photoactive layer is monitored using atomic force microscopy (AFM), while exciton quenching in each device is analyzed through time-resolved photoluminescence (TRPL). Furthermore, nanosecond transient absorption spectroscopy (ns-TAS) is employed to investigate the behavior of the charge carrier dynamics.

P고분목-43

Microfluidic Production of Tough Microbeads and Microcapsules composed of Highly-Entangled Hydrogels

Wahyu Martumpal Hamonangan, 김신현*
KAIST
(kim.sh@kaist.ac.kr*)

Hydrogel is water-swollen molecular networks formed by crosslinking hydrophilic chains. hydrogel microparticles, ranging in size from a few micrometers to hundreds of micrometers, are promising for various applications. Microparticles in form of beads enable minimally invasive delivery of cells and biologics, thanks to their small size. Additionally, hydrogel microcapsules provide microcompartments that facilitate molecular exchanges with the surroundings, making them valuable as advanced carriers for single cells, enzymes, drugs, and sensors. Nevertheless, the inherent low mechanical strength of hydrogels can result in undesired leakage or bursting under mechanical stress. To address this, highly entangled hydrogels have been explored to simultaneously enhance stiffness and toughness. This is achieved by creating a fabric-like topology where extended chains lead to a greater number of physical entanglements compared to crosslinks. Herein, monodisperse highly entangled microbeads and microcapsules are produced using water-in-oil (W/O) single emulsion and oil-in-water-in-oil (O/W/O) double-emulsion templates, respectively. The emulsion template is directly crosslinked by UV irradtion to form beads and hydrogel shell. With

P고분목-44

높은 리튬 이온 전도성의 유연한 리튬 금속 배터리를 위한 플라스틱 결정 기반의 복합 엘라스토머 전해질

제지향, 최우혁*
인하대
(uhyeok@inha.ac.kr*)

Recently, for the development of lithium metal batteries (LMBs), a lot of research has been reported on composite polymer electrolytes (CPEs) that can prevent the growth of lithium dendrites. For this, CPEs require high ionic conductivity and mechanical properties. Herein, we combined 2 – [[(butyl amino) carbonyl] oxy] ethyl acrylate (BACOEA) and fumaronitrile (FN) as a polymer matrix with LiTFSI as a lithium ion conducting source and succinonitrile (SN) as a plasticizer, and inorganic aluminum oxide (Al2O3) nanoparticles. We successfully prepared composite elastomer electrolytes (CEEs) via a simple one-step UV crosslinking method. Because of the -CN functional group of FN and SN, a lithium ion is hopped in the polymer matrix to have high ion conductivity (σ_DC = 2×10-3 S/cm) and a high lithium transference number (tLi+ = 0.72). And it also improves the mechanical property by adding Al2O3 nanowires. Due to this optimizing process, our CEEs can be expected to make a significant contribution to LMBs having good battery capacity and cycle performance.

P고분목-45

PU의 열분해 특성에 대한 이소시아네이트의 영향

정은송, 김동은[1], 이상호*
동아대; [1]KPX케미칼
(sangho@dau.ac.kr*)

폴리우레탄은 주원료인 폴리올과 이소시아네이트의 화학적 구조에 따라 열가소성, 엘라스토머, 열경화성까지의 광범위한 특성을 발현한다. 폴리우레탄의 열분해 거동도 폴리올과 이소시아네이트의 종류에 따라 다를 것으로 예상된다. 공기 분위기에서 우레탄기의 열분해는 폴리올에 있는 에테르기, 에스테르기, 탄소-탄소 결합의 분해보다 낮은 온도(약 200 ℃)에서 시작되어 diisocyanate와 폴리올 part로 분해되며, isocyanate part는 추가 분해 과정에서 NH_3, cyanuric acid, and ammelide, carbodiimide 등의 중간체를 거쳐서 최종적으로 CO_2로 분해된다. 본 연구는 isocyanate의 구조가 PU의 열분해 특성에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 방향족 이소시아네이트 (MDI, TDI), 환형지방족 이소시아네이트 (H_{12}MDI, IPDI), 선형지방족 이소시아네이트 (HDI)로 중합한 PU를 DSC와 TGA를 사용하여 분석하고 분해 활성화 에너지를 중심으로 해석하였다.

P고분목-46

Penetration Mechanism of Non-fullerene Acceptors on Sequential Deposition Organic Solar Cells

박창우, 이다민, 함가영, 차효정*
경북대
(hcha@knu.ac.kr*)

In contrast to the traditional blend casting (BC) method, sequential deposition (SD) organic solar cells (OSCs) offer the advantage of independently engineering the donor and acceptor layers, thereby enabling better control over nanoscale morphology. However, it is essential to consider that individual engineering of the donor and acceptor layers can be influenced by various factors, such as solvents, additives, and temperature, which may complicate the overall process. Additionally, when the acceptor penetrates the donor layer, predicting its effect becomes challenging. In this study, we fabricated an SD OSC using PM6 as the electron donor material and Y6 as the electron acceptor material, along with an additional third component. We investigated the impact of this third component on the device's performance. To examine the morphology of the active layer, we utilized atomic force microscopy (AFM). Subsequently, we analyzed the excited-state dynamics through exciton fluorescence lifetimes using photoluminescence (PL) and time-correlated single photon counting (TCSPC). Furthermore, we explored the charge carrier dynamics using nanosecond transient absorption spectroscopy (ns-TAS).

P고분목-47

Development of 2K-structural urethane adhesive with controlled delamination

김두헌*, 권하은, 전호균, 김구니
한국신발피혁연구원
(kimdh@kiflt.re.kr*)

Polyurethane chemistry is considered one of the most versatile chemistries for adhesives. Due to the ability to tailor polyurethanes' molecular structures to specific property requirements, different types of urethane adhesives can be synthesized and used in a variety of applications. Urethanes make good adhesives for a number of reasons: they effectively wet the surface of most substrates; they readily form hydrogen bonds to some substrates; their low viscosity allows them to permeate porous substrates; and they form covalent bonds with substrates that have active hydrogens. Controlled delamination materials (CDM) and technologies are very important technologies for future recycling technologies. In order to improve recycling efficiency, it is necessary to quickly separate dissimilar materials. Expandable microcapsule mixed adhesive is a product that contains microcapsules that expand by heating in a thermoplastic adhesive, expands the microcapsules along with the softening of the adhesive, and separates the joint by force. We conducted research on optimization of urethane synthesis and additives for the development of CDM adhesive and technologies.

P고분목-48

Effects of Nano fillers on Improving Weatherability and Bonding Strength of 2K-Urethane Adhesives

김두헌*, 권하은, 전호균, 김구니
한국신발피혁연구원
(kimdh@kiflt.re.kr*)

Polyurethanes are commonly used in a variety of forms, including coatings, adhesives and fillers for textiles, leather, plastics, wood, concrete, glass and metal materials. Industrial and commercial interest in polyurethane, which is characterized by flexibility, durability, and various physical properties, is also increasing. In recent years, high mechanical properties and slip resistance are often required depending on the application and to improve these properties. If the occlusal load exceeds the inherent strength, defects or cracks in the low modulus adhesive layer may occur and the restoration may fail. Reinforcing is mainly to improve strength and strength-related properties, wear resistance, hardness and modulus. It has also been reported that the inclusion of fillers in adhesives increases the mechanical properties and adhesive strength of the adhesive layer.In this study, the performance of urethane adhesives was improved by introducing modified nano fillers and functional linking fillers by content.

P고분목-49

Comparison of properties of 2K-polyurethane adhesives through hydrogen bonding and ionic bonding

권하은, 전호균, 김두헌*, 김구니
한국신발피혁연구원
(kimdh@kiflt.re.kr*)

Polyurethane adhesives have a good mix of cohesion and flexibility, making them very tough and durable adhesives. We studied the two-part system adhesive, and research is being conducted because the properties vary depending on the chemical composition, production process, and material structure. In this study, a prepolymer was synthesized using MDI and PMDI, and the synthesized acid polyols were used as a resin. Experiments were conducted for each acid content to determine the optimum composition, and fillers were added to the optimum composition to compare shear strength and mechanical properties. Polyols were synthesized using carboxylic acid and sulfuric acid. DMBA (2,2-Bis (hydroxy methyl) butyric acid) and DMPA (2,2-Bis (hydroxy-methyl) propionic acid) reagents were used for carboxylic acid polyols, and BES (N,N-bis(2-hydroxyethyl) -2-aminoethanesulfonic acid) was used for sulfuric acid polyol. The acid polyol synthesized using DMBA showed the highest properties at 0.3 wt%, DMPA at 0.1 wt%, and BES at 0.1 wt%. By adding nano size ZnO and CaCO3 to the optimal composition, the shear strength and mechanical properties were compared and analyzed.

P고분목-50

Prepolymer synthesis of 2K-polyurethane adhesive for improved workability

권하은, 전호균, 김두헌*
한국신발피혁연구원
(kimdh@kiflt.re.kr*)

Polyurethane adhesives have a good mix of cohesion and flexibility, making them very tough and durable adhesives. Polyurethane adhesives are supplied as one- and two-part systems. Two-part system consists of a polyol part and a hardener part that react when mixed to produce a urethane-linked polymer. We studied the two-part system adhesive, and research is being conducted because the properties vary depending on the chemical composition, production process, and material structure. In this study, pre-polymers were synthesized and compared using PMDI (polymeric methylene diphenyl diisocyanate) and various polyols such as PTMG(Poly(tetrahydro-furan)), PEG(Poly(ethylene glycol)), PPG(polypropylene glycol), PCD(Polycarbonatediol), and PCL(Polycaprolactone polyol). Based on the shear strength of the existing pre-polymer, the NCO content (%) was adjusted for a pre-polymer with improved shear strength and excellent convenience. The resin was also appropriately adjusted according to the NCO content. The shear strength and viscosity according to the prepolymer were compared.

P고분목-51

Synthesis and performance of perfluorosulfonic acid, Key material used in fuel cell based on vinylidene fluoride and fluorosulfonyl vinyl ether and improvement of physical properties using additives

방재권, 허현준, 최재원[1], 임석희[1], 박인준[2], 소원욱[2], 이명숙[2], 손은호*
한국화학연구원/UST; [1]정석케미칼; [2]한국화학연구원
(inseh98@krict.re.kr*)

PEMFC is widely used as an alternative energy conversion device due to its high energy efficiency and environment-friendly characteristics. Perfluorosulfonic acid (PFSA) polymers are the most commonly used materials for membranes for fuel cells due to their superior chemical and mechanical stabilities. However, typical PFSA polymers with Tetrafluoroethylene (TFE) backbone have great difficulty in processing them to membrane, due to their pure solubilities in common solvents. In addition, TFE has a high deflagration risk in the presence of oxygen. To overcome the limitations of typical PFSA polymers, this study suggests VDF-based molecular structure diversification. We also use additives to improve the physical properties of the film and systematically analyzed using their films. In this way, their structures could be diversified and the disadvantages of a typical PFSA could be compensated for. It is believed that our F-ionomers can provide new insights in fuel cell membrane applications.

P고분목-52

방향족 구조를 가지는 열경화성 수지를 이용한 고투명 복합소재 개발

이동훈*, 김상훈, 이수정, 이민주, 김영용
애경케미칼(주)
(shoon079@aekyung.kr*)

전세계적으로 Net Zero에 대한 정책들이 강화되고 실행되고 있으며, 이에 따라 미래 모빌리티 분야에서는 경량화를 통해 연비 절감 및 배기가스(Cox, NOx, SOx)를 감소시키는 방향으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 모빌리티 경량화는 다양한 부품들을 금속에서 유리섬유와 고분자 바인더를 이용한 복합소재로 대체 하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 본 연구에서는 모빌리티용 고투명 복합소재 개발을 위해서 열경화성 수지의 화학적 작용기 종류 및 함량을 조절하여 다파장에서 굴절률 측정과 아베수를 산출하여 DATA BASE를 구축하였다. 유리섬유 맞춤 고투명 및 아베수를 가지는 열경화성 수지를 선정하여 고투명 복합재 시제품을 제조하였으며 이를 분광분석을 통한 투과율을 측정하여 투명성을 평가하였다.

P고분목-53

Thermo-responsive Hydrogel Composites : Biocompatible Cellulose as a Versatile Candidate for Innovative Applications

김지혜, 이종휘*
중앙대
(jong@cau.ac.kr*)

Hydrogels derived from hydrophilic polymers exhibit excellent absorption capacity. Their versatility is applied in hydrogel patches and mask packs with proven efficacy. Cellulose, a natural polymer, has become a prime candidate for hydrogel fabrication due to its biocompatibility and biodegradability. Synthesis begins with the reaction of hydroxypropyl cellulose (HPC) with a crosslinking agent and is completed by freeze-casting. Open pores and carefully aligned pores can be observed under the close examination of a scanning electron microscope (SEM). Hydrogels of varying concentrations continue to reveal remarkable relationships as they interface with deionized water. Higher HPC concentrations increase swelling and decrease modulus. This phenomenon persists in the marine environment, revealing a lower critical solution temperature (LCST) of 35 ℃ (45 ℃ in water). This system can be used reliably in various environments and has a high potential as a new alternative smart material. This study is expected to contribute to the development of sustainable technologies for a better future.

P고분목-54

Preparation and characterization of biodegradable PBAT/TPS-ZnO nanocomposites for an antibacterial food packaging

신봉수, 권구윤, 이우석, 우현정[1], 정준재[1], 고성혁*
연세대; [1]한국식품산업클러스터진흥원
(s.ko@yonsei.ac.kr*)

Zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) were compounded with thermoplastic starch (TPS) followed by incorporating into butylene adipate-co-terephthalate (PBAT) to produce biodegradable antibacterial polymer composites. PBAT/TPS-ZnO nanocomposite films were then successfully prepared by melt blowing techniques with various ZnONPs concentrations ranging 0.5% to 5%. As-prepared PBAT/TPS-ZnO nanocomposite films were comprehensively characterized to investigate morphological, mechanical, thermal, and barrier properties. Scanning electron microscopy (SEM) revealed uniform dispersion of ZnONPs. Comparing to pristine PBAT/TPS film, while the tensile strength of nanocomposite film increased by 93.3%, oxygen permeability decreased up to 31.1%. In addition, the antibacterial property of as-prepared nanocomposite films was evaluated against Escherichia coli (E.coli) according to ASTM E2149 and showed very effective antibacterial activity with nearly 99% E. coli reduction. The biodegradability of PBAT/TPS-based composites in this study will also be presented.

P고분목-55

Deformable, Ion-to-electron Transduced Polymer Semiconductor Using Ion Compatible Photo-crosslinker

오하영, 조완호[1], 권혁민, 김동준, 정욱진, 김봉수[1], 김도환*
한양대; [1]울산과학기술원
(dhkim76@hanyang.ac.kr*)

Organic electrochemical transistor is prominent to transform and amplify ionic signals into electronic currents with low power consumption. This ion-to-electron transduction is dominated by ionic currents into polymer semiconductors(PS), so that ion-compatible PS has been consistently studied. However, the strategies rely on molecular tailoring methods. Also, low scalability makes it difficult to realize practical applications. Here, we report deformable ion-to-electron transduced PS(IET-PS) that utilizes azide crosslinkers with ethylene oxide(EO) to implement simultaneously facile ion transportation and photo-patterning. IET-PS can achieve high ionic signal amplification due to the EO enhancing the ionic flows, resulting in fast switching speed of the device. In addition, IET-PS secured chemical durability, enabling high-resolution patterning(<10um) by photolithography. We believe that our rational design of PS can present a new direction for high-performance electrochemical devices.

P고분목-56

질소 가스 투과를 통한 젖산을 함유한 셀룰로오스 아세테이트 멤브레인의 다공성 채널 형성

변성현, 강상욱*
상명대
(swkang@smu.ac.kr*)

In this study, we fabricated an eco-friendly and cost-effective membrane using Cellulose Acetate (CA) with high thermal stability. We used a mechanism based on the differing volatility of water and acetone, creating pores in the CA membrane. Lactic acid, the additive, served to plasticize the CA chains and prevent evaporation through hydrogen bonding with water, leading to more pores. We applied pressure to the dried membrane to enhance pore formation. We observed pore formation using Scanning Electron Microscopy (SEM). Furthermore, we confirmed the bonding between lactic acid and the CA chains using Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR), and the thermal stability was measured through thermogravimetric analysis (TGA). Additionally, using mercury porosimetry, we measured the pore size and porosity of the CA-Lactic acid membrane subjected to pressures up to 2 bar. The results showed an average pore size of 150nm and a porosity of 77%.

P고분목-57

다양한 페닐 메타크릴레이트 조성에서 폴리(메틸 메타크릴레이트-co-페닐 메타크릴레이트)와 폴리카보네이트 혼합물의 물리적 및 유변학적 특성

이시형, 주세현, 최재학[1], 김용석, 유영재[2], 박성민*
한국화학연구원; [1]충남대; [2]중앙대
(parks@krict.re.kr*)

Polycarbonate (PC) is a commonly used engineering thermoplastic polymer with good mechanical property, machinability, refractive index, and optical transparency. However, it suffers from low scratch resistance. In this study, a PC blend of poly(methyl methacrylate-co-phenyl methacrylate) (PMPA) was prepared via a composite extrusion process to improve its scratch resistance. The thermal, rheological, mechanical, and optical properties of the blends were compared by varying the composition of the phenyl groups. Increasing the wt% of PMMA-co-PPhMA (PMPA) improved the scratch resistance but decreased the rheological properties due to phase inhomogeneity. PMPA with 14 mol% of PhMA showed the most favorable miscibility and phase homogeneity among the prepared blends.

P고분목-58

로봇 및 VR 응용 분야를 위한 연성 고분자 전기 활성 작동 접착 패치

황귀원, 전승환, 양태헌[1], 방창현*
성균관대; [1]한국교통대
(chpang@skku.edu*)

Organisms often use subtle surface-transmitted vibrations to manipulate objects or communicate critic actuating adhesive patch coupled with small, dense hairs posse selective, switchable-adhesive device is demonstrated to effectively manipulate multipl conforming haptic interface with high breathability and repeatable adaptive haptic device can amplify the tiny vibrotactile feedback machine interface, wherein the device is integrated with machine based comprehension for reproducible expression. Therefore, th

P고분목-59

Clamshell-shaped droplet-based electricity generator

진정현, 장석태*
중앙대
(stchang@cau.ac.kr*)

In this study, an energy harvesting system through a shell-shaped droplet-based electricity generator (DEG) simply implemented with a PTFE (Polytetrafluoroethylene) substrate and a PDMS (Polydimethylsiloxane) film was produced. Many previous studies by existing DEG and TENG (triboelectric nanogenerators) use falling droplets, so the device surface is exposed to the outside, which has the disadvantage of being vulnerable to pollution such as dust and low durability. In addition, in order to obtain the highest current value, it is necessary to meet the condition that the water droplets must contact the electrode when the water droplets are spread to the maximum extent. In contrast, the shell-type DEG of this study is not a form of development using falling water droplets, but a form of development through compression and relaxation of water droplets fixed to the surface. Shell-type DEG can also prevent PTFE surface contamination and is a new type of energy harvesting system with high durability using one droplet, generating a voltage of up to 1.09 V and a current of up to 0.3 μA.

P고분목-60

프탈산 무수물을 이용한 생분해성 폴리에스테르의 합성 및 특성

최유미*, 김기용, 곽찬규, 박형남, 신철
애경케미칼
(yumi.choi@aekyung.kr*)

Phthalic anhydride(PA) is mainly used as a raw material for unsaturated polyester and plasticizers due to its excellent color and hardness at an affordable price. Recently, per capita consumption of plastics is significantly increased. The problem of waste plastics has emerged as a global problem arousing the need for research on biodegradable plastic.Materials with PA are expected to improve physical properties and biodegradation by copolymerizing with poly(butylene adipate-co-terephthalate)(PBAT) and poly(butylene succinate)(PBS).We synthesized biodegradable plastics including PA which is called PBATP and PBSP. PBAT includes terephthalic acid(TPA) which is the para-form of benzene-dicarboxylic acid. PA, the ortho-type, is structurally similar to TPA. Crystallization through hydrogen bonds and π-π stacking of benzene ring leads to intensified mechanical properties. Mechanical and physical properties of PBATP and PBSP were characterized. Physical properties of PBATP were enhanced. PBS with 5 mol % of PA led to a comparable strength (20 MPa), and elongation at break (192%). The assessment of biodegradability and toxicity has been in process with a public institution.

P고분목-61

Self-Assembly of Double Hydrophilic Block Copolymers Containing Guanidinium Groups in Aqueous Media

배정아, 오승환, 최수형*
홍익대
(shchoi@hongik.ac.kr*)

Double hydrophilic block copolymers of PEO and cationic guanidinium-containing polyelectrolyte blocks can self-assemble into simple coacervate core micelles (SCCMs) in aqueous media at high salt concentration; Guanidinium-induced coacervate cores are surrounded by hydrophilic PEO corona. This is mainly due to the specific attractive interaction such as π-π stacking between the cationic guanidinium groups when the electrostatic repulsion is sufficiently screened by salts. In this study, polyether-based block copolyelectrolytes are synthesized by living anionic ring-opening polymerization and post-polymerization modification. The structure of SCCMs was investigated as a function of salt concentration and temperature using dynamics light scattering and UV-Vis transmittance. As salt concentration increases, the SCCMs with a narrow size distribution are formed, while unexpected clouding behavior is observed at higher salt concentration and temperature. We believe that the self-assembled structure is significantly controlled by the solubility of PEO block in aqueous media.

P고분목-62

바이오베이스플라스틱의 열전도도 저감을 위한 키토산의 탄화수소 사슬 개질 연구

황기섭, 권혁준, 장요셉, 송한호, 김가은, 이준영*
한국생산기술연구원
(jaylee@kitech.re.kr*)

Chemical modification is a technology capable of controlling physical properties as well as new chemical properties as well as through intentional change of materials. Recently, various studies have been attempted with the goal of carbon zero, and the use of carbon-neutral biomass is increasing. In this study, the intended functional group is introduced through chemical modification using chitosan, one of the cellulose based materials, and the characteristic behavior and mechanism are studied. Hydrocarbon chains introduced through chemical modification into crystalline cellulose and chitosan induced phonon scattering in the polymer matrix. As a result, the modified chitosan (Chito-D) had lower thermal diffusivity compared to the control polypropylene (PP) when 1 wt% composited. Due to the scattering of phonons, it was possible to control the thermal conductivity of the bio based plastic in which including the crystal structure as the cellulose-based materials.

P고분목-63

Growth of uniform and ultradense ZIF-8 nanoparticles on individually delaminated MXene sheets

장정민, 김선준*
한국과학기술연구원
(seonjkim@kist.re.kr*)

MXenes simultaneously possess high electrical conductivity, solution processability, and abundant surface functional groups, which have been extensively utilized in state-of-the-art applications including energy storage, catalysis, gas sensor, and electromagnetic shielding. Notably, hybridization with porous nanomaterials can further improve the properties of these applications by enhancing ion or gas transport, catalytic activity, and light-matter interactions. In this study, we developed a method to grow dense and uniform metal-organic framework (MOF) nanoparticles on individual MXene sheets through an in situ reaction. The metal cation precursors of MOF can be densely anchored on the negatively charged surface functional groups on the MXene surface through electrostatic interactions, leading to a dense MOF film on the MXene surface. Here, as a proof-of-concept, we successfully synthesized MXene/ZIF-8 nanocomposites with a high specific surface area and porosity where the average particle size of ZIF-8 was about 30-50 nm. To achieve a maximal synergy, MOFs were anchored onto each delaminated MXene sheet while they are dispersed in aqueous solutions.

P고분목-64

고성능 이중층 커패시터용 PMVEMA 기반 젤 폴리머 전해질

문주용, 김종학, 박정태[1]*
연세대; [1]건국대
(jtpark25@konkuk.ac.kr*)

Due to their increased safety and enhanced electrochemical properties, gel polymer electrolytes (GPEs) are used to replace of traditional liquid electrolytes in current high-performance rechargeable electrical double-layer capacitors (EDLCs). Here, we discuss a high-performance polymer electrolyte for solid-state supercapacitors made of a copolymer of poly(methyl vinyl ether-alt-maleic acid) and glycidyl methacrylate (PMVEMA-g-GMA). The PMVEMA-g-GMA (PMG) copolymer was prepared via a simple ring-opening procedure, and phosphoric acid was then added to create an ion-conducting flexible polymer electrolyte. The oxygen-enriched phase of PMG2 electrolytes promotes proton transport through GMA-based ion channels, increasing ionic conductivity. The GPE with PMG2-based electrolyte demonstrated improved specific capacitance of 47.0 F g^{-1}, energy density of 7.51 Wh kg^{-1} in a potential window of 0-0.8 V, and power density of 120 W kg^{-1} in a potential window of 0-1.2 V, which are the highest values reported among supercapacitors with conventional activated carbon. The functional groups that contain oxygen and the better segmental polymer mobility, both of which increase the ionic conductivity in the PMG2-based supercapacitor, are responsible

P고분목-65

Fabrication of a polyurethane foam containing micro-pores as a thermal insulator

채준수, 최시영*
한국과학기술원
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Thermal insulator is crucial in wide range of fields such as building construction, energy storage, packaging, electronics, and aerospace engineering. Polyurethane foams are widely used as thermal insulator due to their low thermal conductivities, competitive cost, and fine mechanical and chemical stabilities, however, still the lower thermal conductivity is required. The thermal conductivity of the gas accounts for a large portion of the thermal conductivity of the foam system, thus reducing the thermal conductivity of the gas can be the most effective approach. It has been proved from many studies that the thermal conductivity of gas can be altered by the size of the pore as known as Knudsen effect. By introducing micron sized pores to the foams, it is able to lower the thermal conductivity of the system without any changes in the constituent substances. In this research, we made polyurethane foams with bimodal pore size distribution that hundreds of micron pores and several micron pores coexist via a micro-emulsion template.

P고분목-66

"Double multi-cation" composite membrane with surface-functionalized Zirconia nanoparticle of highly improved ionic conductivity and chemical stability for anion exchange membrane water electrolysis

장준호, 유필진*
성균관대
(pjyoo@skku.edu*)

Recently, anion exchange membrane water electrolysis (AEMWE) for clean hydrogen production with noble metal-free catalysts is gaining attention as a more eco-friendly and cost-effective option for producing green hydrogen than proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) system which contains the expensive noble metal catalysts. Anion exchange membrane (AEM), the core element of AEMWE, has some challenges to surmount such as improvement of ionic conductivity and alkaline stability in the alkaline medium. In this study, we constructed a double multi-cation system, the AEM composite comprised of multi-cation functionalized zirconia nanoparticles, embedded in a multi-cation contained polymer without an ether bond. Hydroxide ion conductivity and alkaline stability were significantly improved by multi-cation functional group in the composite and the Lewis acidity of zirconia nanoparticles, respectively. Due to its exceptional performance, the composite we developed can be presented as a superb candidate for the future water electrolysis system.

P고분목-67

스트레쳐블 커버 윈도우용 작용기가 추가된 parylene 필름의 표면 특성

이희종, 이재원*, 양서주, 이건오, 이경진
충남대
(jaewonlee@cnu.ac.kr*)

Stretchable displays are gaining considerable attention as the next generation of display technology due to their potential applications in wearable gadgets or soft robots, both of which require flexibility. While current materials like UTG(Ultra thin glass) or CPI(Colorless polyimide) are commonly utilized for foldable display cover windows, their lack of elongation hinders their application in stretchable displays. In contrast, parylene can be used as a cover window due to its uniform coatability using chemical vapor deposition (CVD) and its good physical and chemical properties. Here, we describe the synthesis of parylene integrated with fluorine functional groups and its influence when deposited. The presence of fluorine functional groups can enhance film properties upon polymerization.

P고분목-68

Thermomechanical and rheological properties of reactive PP/PE blends

이한, 장영욱*
한양대
(ywchang@hanyang.ac.kr*)

Polypropylene is often blended with polyethylene for the improvement in mechanical and rheological properties. In this study, maleated polypropylene (mPP)/glycidyl containing ethylene copolymer (G-PE) blends with G-PE contents of upto to 20 wt% was prepared by a melt blending in the presence of Zn(acac)2 catalyst in an internal mixer. Solubility test and FTIR analysis revealed that anhydride-epoxy reaction occurred between the component polymers during the melt blending to form crosslinked network. DSC, tensile test, and small amplitude oscil□lating rheometer analysis revealed that the blends showed an increase in non-isothermal melt crystallization temperature, improved toughness and more pronounced shear thinning effect along with solid-like rheological behavior as compared to neat PP.

P고분목-69

아이소솔바이드를 활용한 열경화성수지 개발

이수정, 이민주*
애경케미칼
(minju.lee@aekyung.kr*)

Recently, it is necessary to replace petroleum-based plastics with bio-based plastics due to enviromental issue such as global warming. Although bio-based thermoplastics have been commercialized, research on bio-based thermosetting plastics is still ongoing. Thermosetting plastics are applied in various fields such as automobiles, marine, adhesives, etc. due to their strength and heat resistance. Therefore, the need for bio-based thermosetting plastics is increasing. In this work, we studied the synthesis and characterization of isosorbide-based unsaturated polyester resin. Isosorbide is a good candidate for replacing existing petroleum-based raw materials because it is a biomaterial obtained from glucose as well as its rigid structural characteristics. Compared to the existing unsaturated polyester, the barcol hardness and heat deflection temperature(HDT) of the isosorbide-based unsaturated polyester resin are increased.

P고분목-70

Electrically Conductive High Internal Phase Emulsion (HIPE) Stabilized via Metal Ion-Polymer Complex

민성배, 이재홍, 김종윤, 최시영*
한국과학기술원
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Soft materials with high electrical conductivity are currently being utilized for various applications, such as soft robotics, sensors, and stretchable electronics. So far, to realize both deformability and electrical conductivity, metal nanoparticles and/or liquid metals have been incorporated into a soft polymer matrix. However, since the soft properties and electrical conductivity are originated from organic materials and metallic bonds independently, the resulting materials exhibit either low electrical conductivity or poor deformability. Therefore, to achieve both deformability and electrical conductivity simultaneously, herein, metal ions were self-assembled and concentrated at the water-oil interface using anionic ligands. Due to the absence of metallic bonds, concentrated metal ions at water-oil interface can exhibit electrical conduction, along with high deformability. To maximize the conduction pathway, each conductive colloid was concentrated, resulting in high internal phase emulsion (HIPE) stabilized via metal ion-polymer complex. Further, silver nanowire (AgNW) was also introduced to create a direct path between conductive colloids in the oil phase.

P고분목-71

Thin-Film polyHIPE with Enhanced Mechanical Strength Through Inter-Droplet Looping Agent

김종윤, 최시영*
KAIST
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Polymerized high internal phase emulsion is an essential porous polymer with well-defined porosity and tunable morphology. However, it has severe limitation of weak mechanical strength due to the large volume of the internal phase. In this study, telechelic α,ω-functionalized PDMS is introduced for both inter-droplet looping agent and emulsion stabilizer. The negative carboxyl groups of the polymers stabilize the water/oil interface via binding with the metal ions in the droplets. Also, telechelic polymers connect the nearby droplets to form looping networks between the droplets. The network creates a thin polymer layer between droplets to provide resistance to external forces. Moreover, we adopted poly(2-ethylhexyl acrylate) for external phase to increase the stretchability of our thin-film (~200 μm). Through the inter-droplet looping agent and polyacrylate matrix at external phase, we could fabricate an polyHIPE with enhanced Young's modulus and stretchability than conventional polyHIPEs.

P고분목-72

극저온용 PDMS 기반 폴리우레탄 접착제의 합성 및 물성 평가

김경민, 김현중*
서울대
(hjokim@snu.ac.kr*)

In general, epoxy resins are brittle at cryogenic temperatures an temperature characteristics is required, and the development of p based adhesive material is in progress. The main purpose of th part: synthesis of isocyanate pre-polymer, curing behavior of polyurethane adhesives, and evalua

P고분목-73

poly(2-aminoethylmethacryate-ran-ethylmethacryate)를 이용한 고도의 조절 가능한 기계적 물성을 갖는 비이소시아네이트 폴리우레탄 합성

전병주, 이경문, 최시영*
한국과학기술원
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Non-isocyanate polyurethane(NIPU) refers to a form of polyurethane that does not use isocyanate-containing substances as reactants; one prominent synthesis method involves the reaction of cyclic soybean oil (CSBO), in which carbon double bonds are replaced with 5-cyclic carbonate. CSBO-based NIPU commonly encounter challenges in attaining high stiffness qualities as because of their low modulus and glass transition temperature. This study successfully synthesized NIPUs with high elongation (>650 MPa) and tensile strength (>25 MPa) by utilizing Poly(2-aminoethylmethacrylate-ran-ethylmethacrylate) polymers to adjust the length of the hard segment. The greatest degree of stiffness was found to be attained at F1 = 0.14 when the molar ratio of the copolymers was adjusted. Moreover, the analysis of characterization revealed that these samples exhibit the desirable features of waterproofing, heat resistance, and chemical durability commonly associated with conventional polyurethanes.

P고분목-74

Carrier transport in conductive polymers for transparent thermoelectric films

김병관*
충남대
(bg_kim@cnu.ac.kr*)

Conductive polymers have recently emerged as a high performance thermoelectric energy harvesting materials with multifunctionalities such as wearability, self-healing, color tuning, and temperature programmability. Herein, an n-type thermoelectric conductive polymer film was synthesized from poly(3,4-ethylenedioxythiophene) doped with ionic polymer initiated by using ammonium sulfate. A high carrier transport was controlled by π-π stacking of conjugated unit of conductive polymers in a carrier conductor to achieve a high thermoelectric performance. The contents of monomer was precisely controlled to afford a transparent and self-healable film due to electrostatic interaction of ionic polymer matrix. Take advantage of transparency, bisulfate formation and thermodiffusion of anion carrier was monitored by a bisulfate-detecting coumarin derivative molecule and the hydrogel film can easily dyed by water soluble inks. Photothermal all organic thermoelectric device was demonstrated as a self-powered body-worn energy harvester under ambient condition which could be useful for environmentally benign electronics.

P고분목-75

흑연-CF 충전재 혼합 비율 평가를 통한 SMPC의 열전도도 및 형상회복성능 향상

최성웅, 최두영*
한국생산기술연구원
(duychoi@kitech.re.kr*)

This study focuses on enhancing the properties of shape memory polymer (SMP) by using carbon-based fillers, single or mixed. The effects on glass transition temperature (Tg), thermal conductivity, and shape recovery were investigated. The interaction between the 3D structures of the mixed fillers was significant in improving the properties by enhancing heat transfer pathways and conserving strain energy. The application of mixed fillers, especially with high graphite content, presents potential for SMP in environments requiring fast response.

P고분목-76

고온경화형 에폭시 기반 형상기억고분자 경화거동 및 탄소섬유 길이에 따른 형상회복성능 평가

최성웅, 도가람, 최두영*
한국생산기술연구원
(duychoi@kitech.re.kr*)

빛, 열, 자기, 전기 등 외부 자극을 받으면 프로그래밍된 임시 모양에서 초기 모양으로 돌아갈 수 있는 SMP는 주로 태양광 패널, 웨어러블 기기, 의료 기기 등의 산업분야에서 사용되어 왔다. 첨가제를 사용하지 않는 SMP는 본질적으로 열전도율이 낮아 형상 복구 기능이 제한적이지만, 탄소 기반 첨가제를 적용하면 이를 개선할 수 있다. 대표적인 탄소계 첨가제인 탄소섬유(CF)는 높은 열전도도와 폴리머 매트릭스 내에서의 응력분산을 통해 기계적강도 개선에 효과적이다. 본 연구에서는 비스페놀-A 기반 에폭시 수지와 경화제의 적절한 비율과 경화 조건을 찾음으로써, 150 ℃ 이상의 고온에서 형상회복효과를 보이는 SMP를 제작했으며, 이때 각 길이가 60, 100㎛인 탄소섬유를 단일 및 혼합 적용하여 개선된 열전도도, 인장강도 및 형상회복성능을 평가했다.

P고분목-77

EIS-based PEDOT:PSS/MXene electrode for detection of cortisol on a biosensing platform

홍성욱, 유필진*
성균관대
(pjyoo@skku.edu*)

Cortisol is one of the representative hormones that must be properly regulated. In this research, cortisol biosensing electrodes were fabricated using PEDOT:PSS/MXene. Metallic MXene attracting attention as a next-generation material has properties of high electrical conductivity and biocompatibility. PEDOT:PSS was introduced to be tied up MXene to substrates through van der Waals forces and electrostatic interactions. In order to attach antibody to MXene, a process of modifying the functional group of MXene is required. Among the functional groups of MXene, the hydroxyl group reacts with oxalic acid, one of the dicarboxylic acids. Then, through EDC chemistry, carboxyl group on the modified MXene reacts with the amino group to form an amide bonding. Finally, it is necessary to passivate the remained surface of the electrode with BSA to prevent non-specific binding. EIS is one of the sensing methods and has outstanding selectivity and sensitivity. This study suggested the potential of MXene could be used as a biosensing platform.

P고분목-78

폴리비닐알콜-알지네이트 항균성 바이오폴리머의 제조

이다해, 안희주, 우희철, 이재경*
부경대
(leejk46@pknu.ac.kr*)

바이오폴리머는 재생 가능한 자원으로부터 생산되는 첨단소재로, 석유계 플라스틱의 환경오염 및 미세플라스틱 문제를 해결할 대안으로 주목받고 있다. 본 연구는 지속가능한 해양 바이오매스인 갈조류에서 추출된 알지네이트(ALG)와 석유 기반 생분해성 물질인 폴리비닐알콜(PVA)을 이용한 바이오폴리머를 보고한다. ALG와 PVA를 글루타르알데히드를 사용하여 화학적 가교를 통해 겔 또는 필름 형태로 제조하였다. 또한, 바이오폴리머에 항균성 부여를 위해 캐슈넛 껍질액(CNSL)으로부터 분리된 카다놀 유래 폴리올(PCD)을 첨가하였다. 바이오폴리머의 물성 분석은 FT-IR, XRD, TGA/DSC, 팽윤 분석을 수행했으며, PCD의 첨가에 의한 항균 활성을 시간에 따라 관찰하였다. 그 결과, ALG의 첨가에 따라 PVA 폴리머에 비해 가교 정도는 높지 않지만, 열적 안정성을 크게 증가시켰으며, 팽윤도는 감소했다. 또한, PCD의 첨가 유무에 따라 대장균과 포도상구균에 항균성을 보여주었다. 특히, 배양시간 10분 이상일 때 두 병원균의 사멸율이 75~100%이며, 그 보다 짧은 시간에서도 20~50%의 사멸율을 보였다. 다만, PCD의 함량에 대해서는 큰 차이를 보이지 않았다. 본 연구 결과를 토대로 ALG와 PVA의 비율 조절을 통해 다양한 물성의 생분해성 바이오폴리머를 합성할 수 있으며, PCD의 첨가를 통해 항균성 소재로의 응용 또한 가능할 것으로 보인다.

P고분목-79

에폭시 기반 접착제의 열적 및 기계적특성 개선을 위해 흑연과 다양한 길이의 탄소섬유를 기반으로 한 하이브리드 필러 적용

최두영*, 양승호, 최성웅
한국생산기술연구원
(duychoi@kitech.re.kr*)

최근 전자기기의 경량화 및 소형화로 인해 부품의 밀도가 증가하면서 열 발생량이 급증하고 있다. 이렇게 발생하는 열 문제는 안정성과 성능 저하에 중요한 요인이 된다. 그에 따라 열 관리는 전자 패키징 분야에서 핵심적인 과제로 인식되고 있다. 탄소기반 필러를 적용한 열전도성 접착제는 열 문제 해결을 위한 방법 중 하나이다. 본 연구에서는 열전도율이 뛰어난 탄소기반 필러인 흑연과 다양한 길이의 탄소섬유를 단일 또는 혼합 적용하여 에폭시 접착제의 열전도도, 열확산도 및 전단강도를 평가했다.

P고분목-80

Upcycling of end-of-life PLA composites using surface-modified cellulose

이주홍, 임원빈, 민진규, 이재룡, 김민주, 변상욱, 김성호,
배지홍, 허필호*
부산대
(pilho.huh@pusan.ac.kr*)

Polylactic acid (PLA) synthesized using high-purity l-lactide produced through chemical recycling was compounded with cellulose nanofibers (CNF) hydrophobized as a silane coupling agent to produce a composite. End of life PLA manufactured through physical processing was decomposed to Mn = 3,000 ~ 5,000 through hydrolysis, and L-lactide having a purity about 98~99% could be produced by back-biting using Sn/Zn-based organometallic and modified zeolite. In this work, we report a repolymerized PLA using the high purity lactide was compounded with CNF and composite of modified CNF/chemically recycled PLA (CNF-re-PLA) exhibited better mechanical properties than universal PLA. In addition, the characteristics according to the hydroxyl group substitution rate of CNF were evaluated using fourier transform infrared spectroscopy and X-ray diffraction. As a result, CNF having a high substitution rate through the silane coupling agent showed good compatibility with PLA and was confirmed through a scanning electron microscope. Overall, the CNF-re-PLA upcycling series manufactured using eco-friendly materials will have promising applications in the bio-compatible and plastics industries.

P고분목-81

이온성 액체 기반의 마이크로젤 입자를 활용한 고체 고분자 전해질 제작 및 리튬 이차 전지 적용

조원장, 이기라*
포항공과대
(yigira@postech.ac.kr*)

Previously, our group found out that the ionic liquid spherical aggregation region can boost ionic conductivity. However, these regions were not controllable and mechanically weak. Ionic liquid-based polymer microgel is highly ion-conductive and has better mechanical stability. Herein, to enhance the ionic conductivity of the previous solid polymer electrolyte, the ammonium ionic liquid microgel was prepared as a dispersion polymerization method. For synchronizing the conductive microgel and solid-state electrolytes, the swelling property is analyzed by a transparency and holographic analyzer (X-sight). Furthermore, silica and other active fillers were also used for comparison. We confirmed that the size, morphology, and concentration of microgels are the key factors in determining the ionic conductivity of microgel-doped solution or solid polymer electrolyte.

P고분목-82

재생소재를 기반으로한 방열소재 제조 및 방열특성 고찰

김준석, 장은진, 문동준, 홍민종, 윤여성, 오미혜*
한국자동차연구원
(mhoh@katech.re.kr*)

온실가스 증가에 의한 환경오염으로 많은 피해가 발생하면서 전세계가 온실 가스 배출을 규제하거나 저감하기 위하여 많은 노력을 하고 있다. 폐플라스틱은 매립 시 분해에 많은 시간이 걸리고 소각 시 유해 가스와 온실 가스를 다량 배출하기 때문에, 온실가스 저감을 위하여 폐플라스틱을 재활용하여 소재와 하는 것이 하나의 대안으로 연구되고 있다. 본 연구에서는 나일론과 재생 나일론 2종을 열전도성 필러과 복합화하여 특성을 비교 분석하여 재생소재의 적용 가능성을 고찰하였다. 이축압출기를 이용하여 다이온도 기준 260℃, 250rpm 조건에서 열전도성 필러 함량을 30wt%로 고정하여 방열소재를 제조하였다. 열전도도는 guarded heat flow meter법으로 측정하였으며, 기계적 물성은 만능시험기(UTM)를 사용하였다. 데이터 분석을 통해 재생소재의 확대 적용을 검토하였다.

P고분목-83

왕관 모양 PEG 하이드로젤을 사용하여 바이오연료의 부산물로 생성된 글리세롤을 부가가치 화합물로 전환하는 효소 공정

오원택, 함정우, 김세민, 조강희, 고원건*
연세대
(wongun@yonsei.ac.kr*)

This study presents an innovative enzymatic method for efficient 1,3-dihydroxyacetone (DHA) production from glycerol. We immobilized glycerol dehydrogenase (GDH) onto 150 nm silica nanoparticles (SNP) within a polyethylene glycol diacrylate (PEG-DA) 8k hydrogel matrix.To enhance substrate diffusion, a engineered porous hydrogel structure was confirmed through scanning electron microscopy, significantly improving the enzymatic process's efficiency. Immobilized GDH consistently outperformed the free enzyme.Furthermore, scalability assessments revealed the potential for large-scale DHA production, with the enzyme system proving recyclable, emphasizing its economic feasibility and sustainability.In conclusion, this study introduces a robust enzymatic approach for glycerol-to-DHA conversion. Immobilizing GDH on silica nanoparticles within a porous PEG-DA 8k hydrogel matrix enhances substrate diffusion and catalytic performance. This biocatalytic system offers stability, reusability, and scalability, making it promising for biofuel and chemical production applications.

P고분목-84

Light-Responsive Shape-Trnasformable BCP particles with Dynamic Morphological Transformations

김진우, 박진석, 구강희[1], 김범준*
KAIST; [1]UNIST
(bjkim02@kaist.ac.kr*)

We introduce a novel class of block copolymer particles that exhibit dynamic and reversible morphological transitions in response to specific light wavelengths. The dynamic shape transition of those BCP particles is triggered by the incorporation of a spiropyran photoacid (SPPA) which induces the pH modulation upon photoisomerization. This pH modulation interacts with the pH-responsive block, P4VP, within the PS-*b*-P4VP particles, driving the morphological transitions. Under 420 nm light exposure, deprotonated SP formed SPPA affords the swelling of the P4VP domain, resulting in particle elongation. In contrast, when stop up the light irradiation, SPPA with MCH form yields the deswelling of the P4VP domains and contraction of the particle. Importantly, the switching of shape and fluorescence properties of the BCP particles is rapid and reversible over multiple cycles of light exposure. Furthermore, BCP particle-integrated hydrogel fil was demonstrated for reversible patterning and color changes upon activation by specific light wavelengths.

P공업목-1

연속 이미지를 이용한 AI 응용 페인트 도장

김병철, 박진환[1], 김영한[1]*
경남정보대; [1]부경대
(yhkim2@pknu.ac.kr*)

Although new coating development for the improved surface protection was necessary, its manual application has been difficult problem to be solved. In this study, a convolution neural network (CNN) was used for prediction of the painting gun operation. Painting videos were converted to sequential images, of which two consecutive images were associated with the gun position in the next time step. The inputs were implemented in a regression CNN training, which was used to calculate the position of the spray gun at the next moment. Recursive image utilization provides the prediction of spray gun movement in real-time applications. The statistical measures of the prediction and true values of gun movement using test data indicate that the proposed CNN gives comparable outcomes to similar applications of the CNN. The exhibition of simulated painting of a rectangle and a semicircle demonstrates the usefulness of the proposed CNN application for spray gun painting.

P공업목-2

포름산과 황산을 이용한 자일로오스로부터 푸르푸랄의 산촉매 전환

안형균, 김준석*, 김현준, 이승민, 권오상, 임이라, 김봉구, 이자은
경기대
(jskim84@kyonggi.ac.kr*)

Furfural is a platform chemical which is produced from xylose, one of the hemicellulose components of lignocellulosic biomass. This helps to use raw biomass to replace existing fossil fuels. We compared the conditions xylose conversion to furfural in a batch reactor using two types of homogeneous catalysts of sulfuric acid and formic acid.We investigated the effects of xylose initial concentration (10g/L~100g/L), sulfuric acid catalyst (1~3wt.%), formic acid catalyst (5~10wt.%), reaction temperature (140~200℃), and reaction time on the furfural yield. The optimal conditions according to the type of catalyst were as follows. For sulfuric acid catalyst, 3wt.% of catalyst concentration, 50g/L of xylose initial concentration, 180℃ of reaction temperature, and 10min of reaction time resulted in a maximum furfural yield of 59.0%. For formic acid catalyst, 5wt.% of catalyst concentration, 50g/L of xylose initial concentration, 180℃ of remain temperature, and 150min of reaction time resulted in a furfural yield of 65.3%.

P공업목-3

Effect of hydrogen peroxide and peroxymonosulfate on the decomposition of Salicylic Acid through hybrid advanced oxidation process

유찬서, 정상철*
순천대
(jsc@sunchon.ac.kr*)

The increase in the use of medicines and personal hygiene products(PPCPs) causes environmental pollution in various aquatic environments, which acts as a harmful factor to the ecosystem and the human body. This study attempted to develop an optimal removal technology by evaluating the effect of various variables in the process consisting of microwaves and titanium dioxide photocatalysts on the salicylic acid removal reaction, known as a major component of PPCPs. The effect of various process variables such as microwave intensity, and initial concentration on the degradation of salicylic acid was also reviewed. To improve the efficiency of the degradation reaction, hydrogen peroxide and peroxymonosulfate was added and the optimal addition conditions were determined. Finally, the degradation pathway of salicylic acid was identified based on the intermediates detected during the degradation reaction using microwave irradiation, MDEL and TiO_2 photocatalysts by liquid chromatography-mass spectrometry analysis. The degradation reaction was presumed to involve mineralization of salicylic acid through decarboxylation, opening of benzene rings, condensation

P공업목-4

MOFs 및 MDC의 VOC 흡착제로의 잠재력 탐구

염혜원, 김성천[1], 정다솜[2], 박제성*
한국생산기술연구원; [1]카이스트; [2]인하대
(jpark@kitech.re.kr*)

Volatile Organic Compounds (VOCs) emanating from industries and everyday life can lead to air pollution, degradation of air quality, and subsequent health problems. Efforts to limit or regulate VOC emissions have drawn attention to adsorption technology using porous materials. Metal-Organic Frameworks (MOFs) are porous materials known for their internal porous structure and high surface area, possessing excellent gas adsorption capabilities. This study investigated the potential of using MOFs for VOC removal. Various MOFs were synthesized, and their pore properties and functionalities were analyzed to confirm their impact on VOC adsorption. In addition, MOFs-Derived carbons (MDCs) were synthesized from MOF precursors, and the VOC removal efficiency of the synthesized MDCs was evaluated. This research proposes the potential application of MOF-based nanostructured materials for air quality improvement.

P공업목-5

티타늄 기반 기능화 금속유기구조체(Metal-Organic Frameworks)의 물 흡착 성능 향상 및 안정성 연구

염혜원, 최은수, 정다솜[1], 김성천[2], 박제성*
한국생산기술연구원; [1]인하대; [2]한국과학기술원
(jpark@kitech.re.kr*)

MOFs, characterized by a high surface area and porosity, are materials well-suited for water adsorption. In this study, MOFs were synthesized respectively using ligands with two hydrophilic functional groups (-OH, $-NH_2$) to increase water stability as well as water adsorption at low pressure, and compared with MIL-125 (Ti). Water sorption characterization showed that NH_2-MIL-125(Ti) with hydrophilic functional groups increased water adsorption by 28.18% at relative pressure P/P_o =0.95 compared to MIL-125(Ti), and the relative pressure interval where water sorption increased sharply was around P/P_o = 0.2, which shifted water sorption to lower pressure compared to MIL-125(Ti). In addition, after analyzing water adsorption-desorption 80 cycles of NH_2-MIL-125, the amount of water adsorbed was reduced by 4.98%. This shows that NH_2-MIL-125 is relatively stable to water, but its use as a water adsorbent is somewhat limited. However, synthesizing MOFs with different functional groups is a good strategy to improve their water adsorption properties.

P공업목-6

Carbon black generated by plasma in benzene solution applied as the conductive agent in supercapacitor

이경근, 정상철*
순천대
(jsc@sunchon.ac.kr*)

When producing hydrogen and carbon black from hydrocarbons using liquid phase plasma process, the economic feasibility must be ensured. In this study, the produced carbon black was heat-treated at various temperatures and applied as a supercapacitor electrode to evaluate its potential. When plasma was discharged into the benzene solution, carbon black particles were generated along with hydrogen gas, and were aggregated to grow secondary particles. When carbon black was heat-treated, the crystallinity increased as the heat-treatment temperature increased, and multiple nanoshells in the form of pentagons or hexagons were formed by continuous long multi-graphene. The electrode used as the conductive material after heat treatment at 1500 ℃ showed the largest specific capacitance value and the smallest IR drop. Since the carbon black produced by the LPP method showed better conductive properties than Super-P, it was possible to confirm the possibility as a new hydrogen production method.

P공업목-7

Application of Carbon black produced by liquid phase plasma process to conductive agent for lithium secondary batteries

이경근, 정상철*
순천대
(jsc@sunchon.ac.kr*)

In hydrogen production by applying plasma to a hydrocarbon solution, it is very important to ensure the economic feasibility of carbon black particles produced along with hydrogen gas. The produced carbon black was heat-treated at various temperatures and applied as a conductive agent for a lithium secondary battery, and its performance was evaluated by comparing it with commercially available Super-P. When plasma was discharged in a benzene solution, carbon black was produced as primary particles, then aggregated to grow into a secondary structure, and crystallized by heat treatment to form polygonal multiple nanoshells. Carbon black produced by heat treatment at 1500 ℃ showed the highest specific capacity and excellent charge/discharge characteristics, which was thought to be due to its high electrical conductivity and specific surface area. The carbon black prepared in this study could be a good candidate to replace commercialised Super-P in the future.

P공업목-8

Gas Permeability of Proton Exchange Membrane by PEMFC Operation Conditions Using Gas Chromatography

황병찬, 남용희, 박권필*
순천대
(Parkkp@sunchon.ac.kr*)

To measure the gas permeability of the PEM (Proton Exchange Membrane) used in PEMFC (PEM Fuel Cell), there are measurement methods such as LSV (Linear Sweep Voltammetry) and GC (Gas Chromatography). While LSV has no established method for measuring N_2 or O_2, GC has the advantage of being able to quantitatively measure not only permeated H_2 but also permeated O_2 and N_2 depending on the carrier gas.In this study, the gas permeability of each of the three gases (H_2, O_2 and N_2) used in the PEMFC was measured by varying the temperature, RH (Relative Humidity), and pressure using GC. GDL (Gas Diffusion Layer) and electrodes were not used to minimize the influence of other components.In particular, the gas permeability decreased at 90 ℃, 1 bar, and 50 to 100 % RH. This is the result when expressed as the total pressure, not the partial pressure of the gas. It was confirmed that the gas partial pressure and gas permeability were proportional to each other at the same water vapor pressure. Interestingly, the degree of proportionality of gas permeability is related not only to partial pressure but also to water vapor pressure, which was demonstrated by activation energy.

P공업목-9

마이크로-튜브 반응기를 활용한 액체 연료의 흡열 분해 반응 특성 연구

신민창, XUELONG ZHUANG, 한성우, 박정훈*
동국대
(pjhoon@dongguk.edu*)

초음속으로 비행하는 물체는 외부 공기와의 마찰로 표면 온도가 1000 ℃ 이상의 고온에 노출되어 심각한 내구성 저하를 유발한다. 이를 억제하기 위한 냉각 기술로 비행체 표면을 따라 연료를 흘려 열을 흡수하고 동시에 연료를 분해시켜 연소 효율까지 높이는 기술이 활발하게 연구되고 있다. 이러한 과정 속에서 연료가 관을 따라 흐르며, 주위 열을 흡수하고 분해될 때 나타나는 특성을 파악하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 1/8인치 직경을 갖는 마이크로-튜브 반응기를 구성하고 이를 토대로 액체 연료의 분해 특성을 확인하였다. 분해 시 나타나는 heat sink를 계산하여 흡열 성능을 파악했으며, 가스와 액체로 각각 분해된 물질은 GC-FID, GC-TCD, GC-MS를 통해서 분석을 수행하였다. 그리고 반응기 후단에 설치된 필터와 실험 전, 후의 반응기 무게를 측정하여 코크 분석도 수행하였다.

P공업목-10

sPEEK막 제조 시 어닐링 시간에 따른 특성연구

이미화, 유동근, 박권필*
순천대
(parkkp@sunchon.ac.kr*)

PEMFC 및 PEMWE에 고분자 전해질 막은 불소계 막과 탄화수소계 막으로 구분된다. 현재 전해질 막은 내구성의 장점으로 인해 불소계 막이 주로 이용되고 있지만, 막 열화 시 용출되는 불소로 인한 환경문제는 탄화수소계 막으로의 전환을 요구하고 있다. 탄화수소계 막은 불소계 막에 비해 낮은 가격 및 낮은 가스투과도의 장점을 가지지만, 낮은 내구성이 주요 문제이다. 이러한 낮은 내구성을 막 제조 과정에서 어닐링을 통해 향상시킬 수 있는지 연구하고자 한다. 본 연구에서는 sulfonated poly ether ether ketone(sPEEK) 막을 어닐링 시간에 따라 제조하여 변화하는 막의 특성을 분석하여 내구성을 향상시킬 수 있는 막 sPEEK 막은 96 h 술폰화한 고분자를 이용하여 제조한 뒤 건조하였고, 이후 어닐링을 시간에 따라 진행하였다. 어닐링은 100℃ 이상에서 1~24h로 시간에 따라 진행하였고, 이후 FT-IR, 인장강도, swelling, SEM, TGA 및 AFM 등을 분석하여 어닐링 시간에 따른 막의 특성 변화를 분석하였다. sPEEK의 술폰산기의 가교결합이 증가하여 화학적 내구성이 향상됨을 확인 하였다. 따라서 어닐링을 통해 막의 내구성을 개선시킬 수 있음을 알수 있었다.

P공업목-11

PEMFC Stack 전극 촉매 가속 내구 시험 과정에서 열화 인자별 영향력 연구

한유한, 박권필*, 오소형
순천대
(parkkp@sunchon.ac.kr*)

고분자 전해질 연료전지(PEMFC)에서 전극 촉매 열화는 실제 구동 조건에서 부하변화에 의해 Pt 전극이 용해, 석출 및 크기 성장 등의 과정을 통해 발생하며, 촉매 열화 인자로는 전압 범위, 온도, 습도 등이 있다.선행 연구에서는 단위전지에서 각 열화 인자들을 변화시켜 열화 인자들의 영향력을 확인하였다. 본 연구에서는 촉매 열화 인자 연구를 스택에 적용하여 촉매 열화에 대한 연구를 진행한 후 단위전지와 비교하고자 한다. 본 연구는 18 μm 강화막에 Pt/C가 접합된 MEA를 40 cm2 3-cell 스택에 체결하여 전압 변화폭 및 온도, 상대습도를 변화시켜 내구성 평가를 실시하였다. DOE에서 제시된 내구 평가 조건에 따라 최대 30,000 cycle까지 진행하였으며 mass activity 40% 이상 감소, I-V를 통해 0.8 A/cm2에서 전압이 30 mV 이상 감소하였을 때 실험 종료하였다. 스택에서 열화 인자별 영향력은 단위전지와 동일하게 온도, 전압 범위, 습도 순으로 나타났다. 이때 3개의 cell중 양 끝 cell이 중앙에 비해 더 많이 열화된 것을 확인하였다.

P공업목-12

PEM 수전해 막 열화 프로토콜 개발 연구

유동근, 한휘빈, 김영숙[1], 추천호[1], 박권필*
순천대; [1](주)ETIS
(parkkp@sunchon.ac.kr*)

PEMWE(polymer electrolyte membrane water electolysis)는 알칼리 수전해에 비해 높은 순도, 전류밀도 등의 장점이 지니지만, 낮은 내구성이 주요 문제이다. 현재 PEMWE의 열화 메커니즘은 명확히 밝혀져 있지 않고, 촉매와 막의 열화에 대한 일반화된 평가법도 확립되지 않은 상태이다. PEMWE는 구동 시 oxygen evolution reaction (OER)을 위해 anode에 1.4 V 이상의 높은 전압을 인가하고, 정지 시에도 cathode에 1.0 V 이상의 전압이 형성된다. 이러한 높은 전위는 PEMWE의 막을 열화시키기 충분한 조건이다. 본 연구에서는 PEMWE 구동 및 정지 시 형성되는 높은 전압에 의한 막 열화에 대해 연구하고자 한다. 본 연구는 4 cm2 셀에 anode는 IrO2, cathode는 Pt/C로 이루어진 MEA를 체결하여 내구 평가를 진행하였다. 내구 평가는 80℃에서 1.8 V로 셀을 구동시킨 뒤 정지시켜 anode 및 cathode의 전위를 높게 유지하였다. 내구 평가 후 셀의 I-V, Impedance, CV, LSV, FER를 측정하여 막과 전극 열화를 분석하였다. 내구평가 진행 중 정지시간이 늘어날수록 cathode가 높은 전위에 노출되어 cathode 촉매 열화가 진행되고, 이에 따라 막의 열화도 커짐을 확인하였다.

P공업목-13

PEMFC에서 고분자막의 화학적 열화 후 습도 제어에 의한 내구성 향상 연구

이승태, 오소형, 박권필*
순천대
(parkkp@sunchon.ac.kr*)

PEMFC 고분자 막의 화학적 열화는 높은 전압, 높은 온도, 높은 가스압, 낮은 RH 조건에서 라디칼과 과산화수소가 발생해 막을 공격해 두께가 얇아짐으로써 막의 수명이 다하게 된다. 고분자 막의 열화는 수소투과전류밀도(HCCD)의 증가와 단락 저항(SR) 감소 및 OCV 감소로 확인할 수 있으며, 막의 열화 속도를 감소시키기 위해 상대습도(RH)를 조절하여 내구성을 향상시키는 방법을 연구하고자 한다. 본 연구는 Nafion 211 막을 사용하였으며, Pt 로딩량이 0.4 mg/cm2 인 MEA를 25 cm2 면적으로 제작한 후 셀에 체결하여 준비하였다. 막의 열화는 OCV holding을 90 ℃ , RH30% 조건에서 H2/O2를 공급하여 진행하였으며, HCCD가 2배 이상 증가하였을 때 RH를 변화시켜 MEA에 가해지는 습도를 보정한 후 OCV holding을 진행하여 성능 및 내구성을 확인하였다. 화학적으로 열화된 막의 RH를 증가시킨 후 OCV holding을 진행한 결과 전압 변화와 불소유출속도(FER)를 통해 열화 속도가 감소됨을 확인하여 내구성이 향상됨을 확인하였다.

P공업목-14

PEMFC 스택 전극 촉매 가속내구평가 프로토콜 개발

오소형, 박권필[1]*
순천대 연료전지평가센터; [1]순천대
(parkkp@sunchon.ac.kr*)

고분자 전해질 연료전지(PEMFC) 스택 전극 촉매 가속내구평가(AST)에서 열화 인자별 영향력 연구에 따르면 온도 > 전압 범위 > 상대습도(RH) 순으로 나타났으며, 전압 범위가 크고, 온도와 RH가 높은 조건에서 가속화됨을 확인하였다. 따라서 스택 전극 촉매 열화 인자 영향력 연구에서 도출된 조건을 PEMFC 스택 전극 촉매 AST에 적용하여 프로토콜을 개발하고자 한다. 그리고 스택에서는 고전압이 필요해 potentiostat를 사용할 수 없는 경우가 일반적이므로 자체 발생 전압을 loader로 전압변화를 주고자 한다. 본 연구는 18 μm 강화막(in e-PTFE support)에 Pt/C가 접합된 MEA를 40 cm2 3 cell 스택에 체결하였으며, 전극 촉매 AST 평가는 cell 80℃, RH 100% 조건에서 수소와 공기를 공급한 후 loader로 0.90 V(3sec) ↔ 0.4 V(3sec) cycle로 진행하였다. 또한 미국 에너지부(DOE) 전극 촉매 AST 방법인 0.95 V(3sec) ↔ 0.6 V(3sec) cycle로 평가를 진행하여 비교하였다. 이때 mass activity 40% 이상 감소, I-V를 통해 0.8 A/cm2에서 전압이 30 mV 이상 감소로 감소하였을 때 실험을 종료하였다. 개발된 PEMFC 스택용 전극 촉매 AST 프로토콜은 DOE 전극 촉매 AST 프로토콜보다 2배 이상 가속화됨을 확인하였다.

P공업목-15

Microheater-equipped rapid hydrogen generation system

이승준, 성수환, 이건민, 최장훈, 백주열, 이희욱[1], 진준형*
경기대; [1]서강대
(jjh1023@kgu.ac.kr*)

Here, we report a high-speed hydrogen generation system composed of a paper-based flexible microheater and a chemical hydride pellet. Graphene nanoplatelets and MWCNT composites in various weight ratios were dip-coated on cellulose paper substrates and dried at 110℃ for 10 minutes to prepare the flexible microheaters. The chemical hydride pellet prepared by mixing ammonia borane with oxalic acid dihydrate as an additive in the same weight ratio could be thermally decomposed at around 60℃ and generate pure hydrogen with negligible amount of ammonia gas. An acrylic chamber with the inner volume of 0.43 L was used as the hydrogen generation reactor, and the nanocomposite-based heating electrode showed better heating performance and electrical conductivity as compared with those of pure graphene or pure MWCNT electrodes.

P공업목-16

The effect of gravity on acoustic radiation force acting on sub-micrometer particles in the quarter-wavelength micro-resonators

김나해, 양인환*
경기대
(ihyang@kgu.ac.kr*)

In this study, quarter-wavelength micro-resonators were manufactured to investigate the gravity effect on acoustic radiation force. These resonators were designed with a pressure nodal plane situated at either the bottom or top surface. Within the micro-resonators, the suspension of sub-micrometer particles forms a concentration distribution due to the combined effect of acoustic radiation force, particle interaction and gravitational force. By analyzing the measured particle distribution, the acoustic radiation forces were determined by calculating the diffusive flux of particles and the sediment flux in equilibrium. The experiment results validate the predicted concentration distribution of particle. The particle layer's thickness is greater when the pressure nodal plane is on the top surface, as opposed to the micro-resonator where it is on the bottom surface. This difference in the thickness is attributed to the opposing effects of gravity and the acoustic radiation force.

P공업목-17

세륨 개질 제올라이트와 산염기 처리 활성탄 촉매를 이용한 고온안정성 연료의 흡열 특성

박찬호, 지수연, 정병훈[1], 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 역할을 극대화하기 위해 초기 활성을 유지하고 고온 안정성을 가진 촉매의 개발이 필요하다.본 연구에서는 제올라이트에 란타넘족 금속원소인 세륨을 도핑하여 개질한 후 이를 메탈폼 지지체에 코팅하여 촉매를 제조하였다. 아울러 열 처리와 산염기 처리에 의해 촉매활성을 증가시킨 활성탄을 메탈폼 지지체에 코팅하여 촉매를 제조하였다. 제조한 메탈폼 코팅 촉매를 이용하여 550 ℃ 에서 1/4in stainless steel tube 반응기를 사용하여 4MPa 압력 조건에서 고온안정성 연료를 6ml/min 유량으로 흘려주며 30분 동안 촉매분해 반응을 수행하였다. 반응이 진행되는 동안 흡열반응에 따른 전력량 변화를 측정하여 흡열량을 계산하였으며 GC-FID, GC-TCD, GC-MS를 통해 기상생성물과 액상 생성물을 분석하였다.

P공업목-18

균질, 비균질 촉매를 이용한 Sodium borohydride의 탈수소화 반응 연구

엄호선, 김지우, 이승영[1], 정지훈*
경기대; [1]비츠로밀텍
(jhjung@kgu.ac.kr*)

화석연료의 다양한 환경문제가 대두됨과 동시에 연료전지 기술의 발달로 수소를 연료로 하는 고효율 PEMFC 연구가 활발히 진행되고 있다. 수소는 높은 에너지밀도를 가지는 청정에너지원으로써 압축, 액화 등의 물리적인 방법과 수소화물을 이용한 화학적 방법으로 저장할 수 있다. 하지만 물리적 저장 방법은 낮은 수소 저장밀도로 인해 무인항공기와 같은 비행 운송수단에는 부적합하다. 따라서 가벼운 PEMFC용 수소 저장체 개발이 필수적이며, 이를 위한 화학적 수소 저장 방법에 관한 연구가 진행되고 있다. 다양한 수소 저장화합물 중 10.8wt%의 수소를 포함한 Sodium borohydride(SBH)는 수소 저장체로써 매우 유용한 물질이다. 가수분해 시 암모니아 등의 불순물이 없어 연료전지 사용에 적합하고 상대적으로 저렴하여 대용량 발전에 유리하다. 그러나 열분해 시 500℃ 이상의 고온이 필요하고, 가수분해에는 과량의 물이 필요하여 수율이 낮아지는 단점이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 산 또는 금속이 포함된 균질, 비균질 촉매를 이용하여 탈수소 온도를 낮추고 수소 수율을 높이는 SBH 탈수소화 반응을 연구하였다.

P공업목-19

유체 유속에 따른 장-흐름 분획 채널의 입자 분해 특성 연구

정수웅, 김나해, 양인환*
경기대
(ihyang@kgu.ac.kr*)

최근 바이오, 의료, 제약 분야에서 마이크로 입자 분리 기술의 필요성이 강조되고 있다. 본 연구에서는 입자 분리를 위한 장-흐름 분획 채널을 제작하여 미세 입자 혼합물에 대한 입자 크기별 분리를 수행하였다. 본 연구에 사용된 장-흐름 분획 채널은 두 개의 유리판 사이에 183 μm 두께의 테플론 필름이 삽입된 리본 형태의 채널로 제작되었다. 5 μm 와 10 μm 형광 미세 입자가 혼합된 시료를 제작된 채널 내에 침전시킨 뒤 유체 주입 시 발생하는 유동장의 유동 특성을 이용하여 입자 크기별 분리 검출을 수행하였다. 장-흐름 분획 채널의 분해능을 평가를 위하여 채널 유출구를 통하여 유출되는 미세입자들을 현광 현미경을 이용하여 관측하였다. 또한 유출구와 연결된 광학분석장치를 이용하여 유체 유량 변화에 따른 혼합 입자 시료의 크로마토그램 변화를 비교 분석하여 유체 유속 증가에 따른 장-흐름 분획 채널의 입자 분해능 감소 결과를 확인하였다.

P공업목-20

Kinetic study of α-cellulose conversion to biochemicals by sulfuric acid catalyst

이승민, 안형균, 한석준, 권오상, 임이라, 이자은, 김봉구, 김현준, 김준석*
경기대
(jskim84@kyonggi.ac.kr*)

Cellulose is an abundant renewable polymer that constitutes a large fraction of the lignocellulosic material found in plant cell walls (30-50%). Glucose, 5-HMF(5-Hydroxymethylfurfural), LA(levulinic acid) and furfural derived from lignocellulosic biomass are green platform chemicals, which have a wide range of potential applications as biofuels and biochemicals. The aim of this study was to investigate the kinetics of LA formation from cellulose conversion with sulfuric acid as a catalyst. The hydrolysis of α-cellulose were conducted in batch reactors at various conditions on temperatures (160-200℃) and acid concentrations (1~3wt.%). The rate constant and activation energy were calculated and compared with previous studies. The effects of temperature and acid concentration on the production of glucose, 5-HMF, LA, and furfural were analyzed. The results showed that the optimal conditions for LA and furfural production. The kinetic study provided useful information for optimizing the conversion of lignocellulosic biomass to biofuels and biochemicals.

P공업목-21

In situ dynamic electroluminescence and gravimetric measurements of polypyrrole thin films under various electrochemical conditions

김가현, 김경범[1], 김종민*
동아대; [1](주)탑에너지
(jmkim3@dau.ac.kr*)

We introduce a new prototype of an intelligent chemical sensor system composed of a quartz crystal analyzer and optical sensors. A platform was designed to measure dynamic electroluminescence changes with electron transfer and anionic intercalation differences. One side of quartz crystal was used as a working electrode. Polypyrrole (Ppy) thin films were electropolymerized in 0.1 M $NaClO_4$ electrolyte solution. The characteristics of the Ppy films were investigated in various electrochemical systems by cyclic voltammetry methods. Our developments can provide the understandings for dynamic Spectro/electro/gravimetric changes during CVs, investigate analytical relations among the electroluminescence, current density, mass change, and viscoelasticity changes of the films. As a result, we suggested a new approach for the understandings of dynamic electroluminescence changes.

P공업목-22

가시광 감응성이 향상된 니켈 비스무스 티타네이트의 합성 및 액상 플라즈마 크래킹에 의한 수소 제조공정에서 이의 촉매 특성

정상철*
순천대
(jsc@sunchon.ac.kr*)

복합 페로브스카이트의 일종인 니켈 비스무스 티타네이트(nickel bismuth titanate) 페로브스카이트를 새롭게 합성하고 이의 광촉매 특성을 조사하였다. Sol-gel법과 결합된 solvothermal법으로 제조된 니켈 비스무스 티타네이트는 니켈 티타네이트($NiTiO_3$)에 비해 UV와 가시광선 영역에서 우수한 광흡수능을 보였다. 니켈 티타네이트의 밴드 갭 에너지는 약 2.5 eV인 반면, 니켈-비스무트 티타네이트의 밴드 갭 에너지는 약 2.4 eV로 더 낮았다. 수소 발생을 위한 암모니아수의 액상 플라즈마 분해 공정에 니켈-비스무트 티타네이트를 적용하여 광촉매 활성을 평가하였다. 액체 플라즈마가 암모니아수에서 직접 방출되었을 때, UV 및 가시광선 모두에서 강한 방출 스펙트럼이 관찰되었다. 가시광에서 수소 생산과 관련된 강한 방출 피크가 656 nm에서 관찰되었다. 액체 플라즈마 방사선 하에서 암모니아수의 분해로 인한 수소 생산율은 니켈 티타네이트보다 니켈-비스무트-티타네이트에서 더 높았다. 니켈-비스무트 티타네이트 중에서 $Ni_{0.9}Bi_{0.1}TiO_3$가 656nm 가시광선에서 가장 높은 흡수능을 보였고 가장 좁은 밴드갭을 보이며 우수한 수소생산율을 보였다.

P공업목-23

액상 플라즈마와 페로브스카이트 촉매를 적용한 액상 톨루엔의 분해반응에서 수소 생성 특성

정상철*
순천대
(jsc@sunchon.ac.kr*)

액상 플라즈마와 페로브스카이트 광촉매를 적용하여 액체 탄화수소로부터 수소를 대량으로 생산하는 공정을 제안하였다. 플라즈마를 액체 톨루엔에 직접 방전시켜 톨루엔을 분해하여 수소와 탄소를 얻었다. 페로브스카이트 촉매 주입에 따른 수소 생성률 및 반응 특성도 조사하였다. 플라즈마 발생 조건에 따른 반응 특성을 조사한 결과, 크래킹 반응은 주로 플라즈마의 전압에 영향을 받는 것으로 나타났다. 이 반응에 TiO_2와 페로브스카이트 광촉매를 적용했을 때도 촉매의 광흡수 능력에 따라 반응 활성이 달라졌다. TiO_2 광촉매에 비해 자외선뿐만 아니라 가시광선에도 감응하는 페로브스카이트 촉매를 사용했을 때 수소 생성률이 더 높았다. 이 반응에서 비스무스 페라이트($BiFeO_3$) 페로브스카이트를 촉매로 사용하였을 경우 130 NL/g·h의 높은 수소 생산 속도를 얻었다. 비스무스 페라이트는 약 550 nm까지의 가시광선을 흡수하고 밴드갭 에너지도 약 2.2 eV로 가장 적었다. 이 비스무스 페라이트의 가시광 감응성이 톨루엔의 플라즈마 방전에 의해 방출되는 가시광선에 의해 높은 광촉매 분해 활성을 보인 것으로 판단된다.

P공업목-24

SBMA를 이용한 내수성 및 자가 치유능력을 가진 코팅

권호찬, 송기창*, 김태형
건양대
(songkc@konyang.ac.kr*)

Films endowed with anti-fogging capabilities find widespread application on transparent material surfaces. However, existing research has scarcely addressed films with long-term anti-fogging properties. In this study, Sulfobetaine methacrylate (SBMA) was employed to create anti-fogging coatings, achieved by attaching 3-(Trimethoxysilyl)propyl methacrylate (MPSi) to Glass surfaces, followed by UV curing using a photoinitiator. When exposed to water vapor at 80℃, the uncoated Glass substrate experienced fogging, causing light scattering and opacity. Conversely, the coated film-maintained transparency even upon contact with water vapor, showcasing excellent anti-fogging performance. Moreover, the optical transparency and anti-fogging effect endured even after a week of immersion in water, and the film demonstrated the capability to self-heal scratches caused by external forces. Utilizing a straightforward and rapid curing process, this film offers promising and applicable opportunities in various fields, including eyeglasses, microscope lenses, and food packaging.

P공업목-25

Improvement of SiO_2 microparticles filtration performance in oxyfluorinated PFA coated mesh

김경수, 이인우, 천서영, 이영석*
충남대
(youngslee@cnu.ac.kr*)

This study modified the surface of the PFA-coated metal mesh by adjusting the oxygen ratio of the mixed gas of fluorine and oxygen to 10-50%, and conducted surface analysis, water contact angle measurement, and SiO_2 microparticle removal tests. It was confirmed that the water contact angle of the modified OX-PFA coated metal mesh (OX-PFA/mesh) on the Oxyfluorination surface was reduced from 150° to 120°, hence improving water permeability. The superhydrophobic surface was effectively converted to a hydrophobic surface as the PFA coating layer was surface-modified with a C-O-OH functional group through an oxyfluorination reaction. In addition, Ox-PFA/mesh improved the separation performance of SiO2 microparticles with improved filtration efficiency and permeability than before Oxyfluorination surface treatment. As a result, the water permeability and SiO2 microparticle removal rate of OX-PFA/mesh used in this study can be improved, and a simple surface treatment method such as Oxyfluorination can be proposed to improve the SiO2microparticle separation performance of superhydrophobic materials

P공업목-26

글리세롤 산화를 통한 고부가 유기산 합성

김성은, 김학주*, 이원희
한국에너지기술연구원
(hakjukim@kier.re.kr*)

CO as a platform chemical could be served as a substrate for the production of various valuable product such as aldehyde, alkene and organic acids. Typically, CO has been commercially produced from Natural Gas through partial oxidation or reforming reaction, generating large amount of CO2. Glycerol is produced as a by-product during the synthesis of biodiesel, which has been discarded due to the lack of its specific application. This study aims the utilization of glycerol to synthesize value-added organic acids especially from the co-electrolysis system. Various chemicals ranging from C1 to C3 are known to be obtained from the glycerol conversion. The reaction mechanism of glycerol oxidation could be classified into two main routes depending on dominant factor of the metallic catalyst and basic reaction condition. Through the former route, glyceric acid could be produced followed by the glycolic acid and formic acid as further oxidation was progressed in series reactions. Comparably, lactic acid and acetic-formic acid could be obtained on the latter route. This study focused on the effect of the acidic or basic properties of the catalyst supports.

P공업목-27

Development of Lignin Refining and Salt Removal Technologies

장학룡, 박정훈*, 신민창
동국대
(pjhoon@dongguk.edu*)

Researched ceramic membrane nanofiltration for simultaneous separation of alkali metals and lignin concentration from alkaline media. Aims to enhance wastewater treatment. γ-AlOOH sol synthesized via sol-gel, coated on α-Al2O3 hollow fiber support. After high-temperature calcination, α HF support and γ α HF membrane had mean pore sizes of 0.2 μm and 1.6 nm. Rejection rate showed varying trends for different salts. Under optimal conditions, sodium and potassium removal reached ~92% and ~85%, with 19.34% lignin discharge. Notably, γ α HF membrane exhibited strong stability over five-day nanofiltration process.

P공업목-28

친환경 촉매 열분해 공정을 통한 바이오-이소시아네이트 제조 기술 개발

안준기, 이명건*
애경케미칼
(m.g.lee@aekyung.kr*)

환경적인 이슈와 사회적인 트렌드로 글로벌 기업 중심으로 친환경적인 제조방법과 기존 석유 기반 제품들을 바이오 기반 제품으로 대체하려는 움직임이 활발하다. TPU와 페인트 경화제 원료로 사용하고 있는 HDI 원료도 바이오 원료로 대체 하려는 시도가 있다. 또한, 환경 문제로 인해, 유해물질을 활용 또는 배출하는 기존 공정을 대체하기 위한 연구들이 많이 진행되고 있다. 이소시아네이트를 제조하는 상용화 공정은 독성을 가지는 포스겐을 이용하며 반응 후 부식성을 띄는 염산이 부산물로 생성되어, 설비 부식으로 인한 유지비가 상승하고, 유출 시 인명 피해까지 발생 가능성 있다. 본 연구에서는 위 두 사항을 해결하기 위해 바이오 원료를 이용하여 친환경 열분해 공정으로 이소시아네이트를 제조하는 방법을 개발하였다. 수율과 선택도를 저해시키는 이소시아네이트와 부산물로 생성된 알코올의 역 반응을 최소화시키고 반응기 내 고비화 생성을 억제 시킬 수 있는 공정 디자인 및 적합한 안정제를 도입하여 수율 및 선택도를 개선하였다. 또한, 반응기 형태, 원료 주입 방식, 제품 수득에 대해 최적 조건을 연구하였다. 이를 통해 연속식 반응기의 디자인을 할 수 있었으며, 연속적으로 제품을 생산할 수 있었다.

P공정목-1

Prediction of Conformational Dynamics in Molecular Dynamics Simulation using Out-of-Distribution Detection

이경민, 이종민*
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

분자동역학 시스템에서 conformational 역학을 확인하기 위해서는 대량의 고차원 데이터를 처리해야 하므로 필요한 컴퓨팅 연산량이 많으며, 새로운 데이터가 추가됨에 따라 전체 데이터를 재처리해야 하는 어려움이 있다. 따라서 사용자의 경험적 판단이 중요한데, 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 마할라노비스 거리 기반의 out-of-distribution 검출 방법을 사용하여 분자동역학 시뮬레이션에서 새로운 conformation이 나타난 것을 데이터 기반으로 식별하고, 새롭게 식별한 conformation을 파인튜닝 기법을 이용하여 모델을 업데이트해 정확성을 향상했다. 제시한 out-of-distribution 검출을 분자동역학 시뮬레이션의 벤치마크 시스템 중 하나인 alanine dipeptide 시뮬레이션 결과에 적용하였을 때, 새로운 데이터가 들어왔을 시 conformation의 증가를 감지할 수 있음을 확인하였다.

P공정목-2

Rotating Packed Bed에서 MEA를 이용한 CO2 흡수 실험

방성운*, 김제영, 곽충용, 이동영
한발매스테크
(swbang@hanbalmasstech.com*)

Rotating Packed Bed(이하 RPB)는 Ramshaw and Mallinson이 일반 충전 흡수탑을 대신해 원심력, 가속력을 이용하여 물질전달을 증가시키는 개념을 발표한 이후 흡수, 재생, 증류, 액-액 추출 등에 활용하기 위해 연구되어 왔다. 하지만 아직 상업화에 적용된 예는 많지 않은데 아마 RPB는 Scale up 시 Packed Column에 비해 이론적으로 계산하여 설계하는 것에 아직 제한이 있다고 추정된다. RPB의 장점은 설치 공간의 감소에 따른 투자비의 감소이다. 따라서 CO2 대량 발생처에 회수 설비를 설치함에 유리하여 많은 상용화 연구가 이뤄지고 있다. 본 발표에서는 RPB를 이용한 CO2 흡수 공정 개발을 위한 단계로 기초 실험을 진행한 결과에 대해 간략히 보고하고자 한다. 한발매스테크는 Column Internal 설계, 제작 주입되는 Packing을 제조, 공급하는 회사로 RPB 실험에 적합한 Packing의 개발 및 최적의 RPB 설계를 위한 관점으로 본 연구를 진행하고 있다. 실험은 CO2 10vol%가스를 사용하고, MEA 30,50%를 흡수제로 이용했다. 또한 random Packing, formed metal, wire mesh를 이용해 Gas:10~20L/min, 흡수제:100~300ml/min 의 유량 조건으로 실험하고 rpm을 변화시키며 Pressure Drop, 흡수율, mass transfer coefficient등을 조사하였다.

P공정목-3

Carbon-techno-economic analysis model for cost optimization of amine-based CO_2 capture process

박시환, 서주영, 오시은, 이인규*
부산대
(inkyu.lee@pusan.ac.kr*)

탄소 배출 저감을 위한 기술 중 하나인 아민 용매를 활용한 연소 후 포집 기술은 기존 탄소 다배출 공정과의 통합이 비교적 용이하며 대규모화에 유리하다는 장점이 있다. 하지만, 용매 재생 시 많은 열에너지를 필요로 한다. 포집되지 않고 공정 밖으로 배출되는 이산화탄소에 대해, 탄소세를 반영하여 공정 비용을 평가해야 한다. 본 연구에서는 탄소 포집 공정 자체의 비용과 탄소 배출에 의한 비용 간의 trade-off 관계를 고려한 CTEA (Carbon-techno-economic analysis) 모델을 활용하여 탄소세 시나리오 별 공정 비용 최적화를 수행하였다. 대상 공정으로는 천연가스를 활용한 발전 플랜트에서 발생하는 배기가스를 처리하는 MEA(Monoethanolamine) 기반 CO2 포집 공정을 설계하였다. CTEA 최적화 결과를 통해 포집 공정의 열에너지 요구량, 공정 운전 비용 및 탄소 배출 비용 간 관계를 분석하였으며, CTEA 최적화를 수행하는 경우 탄소세가 높아짐에 따라 공정 비용은 상승하지만 탄소 배출 비용은 감소하는 경향을 보임을 확인할 수 있다.

P공정목-4

Advanced Heat Recovery Systems Design of Stenter Processes for Energy Efficient Textile Dyeing

김정헌, 문하늘, 이인규*
부산대
(inkyu.lee@pusan.ac.kr*)

염색공정에 사용되는 Stenter는 섬유제작의 마지막 단계에 사용되는 장치로서, 공기를 가열하여, 섬유를 다림질 및 건조하는 역할을 한다. 이후, 가열된 공기 속 오염물질을 Scrubber와 같은 장치를 통해 제거한 후, 정화된 공기는 대기중으로 배출된다. 이 과정에서 다량의 열에너지가 외부로 손실되기 때문에 이를 회수하여 활용하게 된다면 염색공정에서의 에너지 효율을 높일 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 회수된 열을 통해 Stenter에 유입되는 공기를 예열하는 방식(Case 1), 염색공정에 필요한 고온수를 생산하는 방식(Case 2)과 Organic rankine cycle을 통한 전력 생산 방식(Case 3)의 3가지 열 회수 시스템을 제안하고, 에너지 소모량, 엑서지 파괴 및 회수량, 연간 비용 관점에서 평가하였다. 에너지, 엑서지 및 연간 비용 분석 결과, 모든 Case가 기존 공정보다 우수한 결과를 보임을 확인했다.

P공정목-5

Toward reduced emissions of greenhouse gases via sector coupling of steel and petrochemical industries: Life cycle assessment of NMTO process using blast furnace gas

박재현, 김영찬, 김기웅[1], 노고산*
충남대; [1]한국화학연구원
(ksroh@cnu.ac.kr*)

Steel and petrochemical industries are two of the major emitters of greenhouse gases (GHGs) in South Korea. Reducing GHG emissions from their plant operations is urgent to accomplish carbon neutrality. To solve this problem, we couple the two sectors by producing olefins, the main petrochemical products, from blast furnace gas (BFG), the main off-gas of steel plants. Carbon monoxide is recovered from BFG through multiple separation steps and consumed with additional syngas for synthesizing methanol. The methanol produced reacts with naphtha to form valuable chemical products, including ethylene and propylene, via the Naphtha Methanol To Olefin (NMTO) process, which demands about 30% less thermal energy than conventional naphtha catalytic cracking (NCC) processes. We analyze the GHG reduction potential of the proposed plant in the context of the National Determined Contribution (NDC) and cradle-to-gate (CtG). We found that the new process emits less GHG than the conventional process due to the switching of fuel for power generation from BFG to liquid natural gas as well as the lower fuel consumption at the

P공정목-6

Pressure Swing Adsorption, Xenon enrichment, process modeling, dynamic simulation, gPROMS

최연지, 이수현, 박경태*
숙명여자대
(ktpark@sm.ac.kr*)

Xenon is a rare element found in trace amounts in the atmosphere. Due to its distinctive physical and chemical properties, xenon is in high demand and widely utilized across various fields, including medicine, nuclear fission, optics, and more. Semiconductor production also incorporates xenon gas, with the gas being present in the exhaust emitted during these processes. To recover xenon from discarded exhaust gases, a Vacuum Pressure Swing Adsorption (VPSA) process was developed. The adsorbent employed was FMOF-Cu, and through practical experimentation, the accuracy of the simulation was enhanced by measuring the isotherm for xenon. Simulation results demonstrated that utilizing a feed gas with a xenon concentration of 0.1%, a single process achieved a maximum 17-fold enrichment.

P공정목-7

aPHA 생산 공정의 전과정평가 방법론 개발

이수현, 최연지, 박경태*
숙명여자대
(ktpark@sm.ac.kr*)

Over the past few years, global plastic production has continued to increase. Most plastics are derived from fossil fuels, with severe environmental impacts.To address these problems, one of the biopolymers, Amorphous Polyhydroxyalkanoate (aPHA) has gained significant attention. In this study, a life cycle assessment (LCA) of the aPHA production process was analyzed using the commercial software Simapro9.5. Based on the results, the eco-friendliness of aPHA and other fossil-fuel-based plastics was compared and analyzed.

P공정목-8

Liquid hydrogen cold energy recovery by dual-stage power generation processes

문하늘, 이인규*
부산대
(inkyu.lee@pusan.ac.kr*)

증가하는 국내 수소 수요를 충족시키기 위하여 신재생 에너지 자원이 풍부한 국가로부터 생산된 그린 수소를 수입하는 전략이 제시되었다. 액화수소는 높은 밀도를 가지며 열교환만으로 수소로 쉽게 전환할 수 있어 유망한 수소 운반체 중 하나로 평가된다. 하지만 수소를 액화하기 위해서 많은 에너지와 비용이 소모된다는 한계를 가진다. 따라서, 본 연구는 액화 수소의 극저온 에너지로부터 전력을 생산하여 높은 액화 비용과 탄소 배출량을 완화함으로써 액화수소 공급사슬의 지속가능성을 향상하고자 하였다. 액화수소의 넓은 온도 범위로부터 극저온 에너지를 효율적으로 회수하기 위해 BC(Brayton Cycle)과 ORC(Organic Rankine Cycle)가 결합한 3가지 구조의 dual-stage power generation processes를 제안하였다. 또한, 열역학적, 경제적, 탄소 배출량 측면에서 제안공정들을 비교 분석하여 최적 구조를 선정하였다.

P공정목-9

플라즈마와 물-디젤 에멀젼 기술을 이용한 엔진 배기 가스 처리 실험

안성준, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

In this study, an experimental research has been conducted to reduce several emission especially nitrogen oxide(NOx) from diesel engine exhaust gas using plasma-enhanced electrostatic precipitator(PE-ESP). Also we use water-in-diesel emulsion fuel which is a promising alternative fuel that could fulfills such requests in that it can improve the combustion efficiency of a diesel engine and reduce harmful exhaust emission, especially NOx and particulate matter(PM). We use 1.5kW engine with PE-ESP and the operating conditions as input parameters taken in this experiment were using PE-ESP and the two fuel type (neat diesel, water-in-diesel emulsion). It was found that the PE-ESP reduce NO, NO2 but slightly increase N2O case, and total NOx reduce about 8% in case of 10% water in diesel emulsion. But no NOx reduction found between water in diesel emulsion and neat diesel.

P공정목-10

A Hybrid Systems Design for Clean Hydrogen Production with Autothermal Reforming-Solid Oxide Electrolysis

조서연, 노원준, 이인규*
부산대
(inkyu.lee@pusan.ac.kr*)

블루수소와 그린수소는 생산과 사용 단계에서 이산화탄소를 배출하지 않는 청정에너지원으로, 수요가 증가하고 있다. 블루수소의 대표적 생산 방식인 ATR(Autothermal Reforming)은 메탄 개질 반응에 순산소가 사용되므로 극저온 공기 분리 장치를 필요로 한다. 그린수소의 대표적 생산 방식인 SOEC(Solid Oxide Electrolysis)는 800℃의 스팀이 사용되므로 전기가열 히터가 필수적이다. 이러한 특징들은 각 수소 생산 공정의 에너지, 경제적 성능을 저해한다. 본 연구는 ATR 공정과 SOEC 공정을 통합한 hybrid 공정을 설계하여 공정의 성능을 향상시키고자 하였다. 공정의 통합을 통해 ATR 반응에 필요한 순산소를 SOEC가 제공하고, SOEC 반응에 필요한 고온의 스팀을 ATR의 Heat Process가 제공한다. 제안 공정을 열역학 및 경제적으로 평가한 결과, 두 종류의 수소를 독립적으로 생산하는 공정에 비해 높은 열역학적 효율, 적은 전기 사용량, 낮은 생산단가를 가지는 것을 확인하였다.

P공정목-11

극저온 이산화탄소 포집 기술을 적용한 ATR 기반의 블루 수소 생산 공정

노원준, 이인규*
부산대
(inkyu.lee@pusan.ac.kr*)

Net-zero를 달성하기 위해서는 기존의 화석 연료 기반 사회에서 수소 사회로의 전환이 필수적이다. 현재 Autothermal Reforming (ATR) 기반의 블루수소 생산 공정에는 두 가지의 문제점이 존재한다. 첫째, ATR은 순수 산소를 반응물로 필요로 하며, 이로 인해 공기 분리장치의 설치가 필요하다. 이는 상당한 자본비 및 운영비용을 발생시킨다. 둘째, 수소 생산 공정에서 이산화탄소를 포집하기 위해 대부분의 연구에서는 기존의 흡수 기반 포집 기술을 활용하지만, 해당 기술은 상당한 에너지 소모를 필요로 한다. 이러한 문제점들을 극복하기 위해 본 연구에서는 ATR 수소 생산 공정에 극저온 탄소 포집 기술을 적용하는 혁신적인 블루수소 생산 공정을 제안하였다. 극저온 탄소 포집 기술은 흡수 기반 기술보다 에너지 소모량이 낮아서 제안된 블루수소 생산 공정의 에너지 성능을 향상시켰다. 또한, ASU에서 소비되는 일부 에너지를 극저온 이산화탄소 포집에 활용함으로써 추가 냉각 사이클의 도입 없이 이산화탄소 포집을 수행하였다. 이를 통해 공정의 경제성을 향상시켰다.

P공정목-12

폐배터리 양극재 재활용을 위한 최적 로스팅 선택 전략: 공정 설계 및 경제성 평가

정소영, 김정동, 김정환*
연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

배터리 제조에 필요한 리튬, 니켈 등과 같은 원자재 가격이 급등함에 따라 폐배터리 내 포함된 코발트, 망간 등의 고가의 금속을 재활용한다면 환경적, 경제적인 이익을 얻을 수 있다. 현재 상용화된 건식 재활용 공정의 경우, 양극재를 환원제와 함께 고온에서 환원시키는 roasting 과정을 거친다. 그 후, leaching 및 selective precipitation을 통해 각 금속을 회수한다. 본 연구에서는, 3가지 종류의 roasting agent(carbon, sulfation, chlorination) 기반의 개념적 공정 설계 및 경제성 평가를 진행하였다. 이후, 각 금속의 재활용 효율을 구하였다. 유효 금속 중, Co, Mn, 그리고 Ni의 경우 공통적으로 99% 이상의 회수율을 보였다. Li의 경우, chlorination roasting 공정이 95%로 가장 낮은 회수율을 보였다. 금속들의 회수 과정에서 리튬은 LiOH의 형태로 추출된다. 이때 사용된 환원제인 CaCl2로 인한 부반응으로 Ca(OH)2가 형성되어 LiOH의 생성량이 감소한 것으로 예측된다.

P공정목-13

머신러닝 기반 광촉매 활용 수소 생산 공정 최적화

변주영, 임종훈, 김정환*
연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

광촉매는 빛을 이용하여 화학 반응을 촉진시키는 특성을 갖고 있어, 물을 수소와 산소로 변환시키는 역할을 수행한다. 이러한 특성으로, 광촉매는 다른 에너지원 없이 햇빛만으로 물을 통해 수소를 생산할 수 있고, 탄소 배출 없이 수소를 생산하는 높은 잠재력을 가진 기술로 평가된다. 그러나 현재까지의 광촉매 기술은 아직 초기 단계로, 대규모 생산 공정에 대한 분석과 경제성 평가 등이 부족한 실정으로 여러 공정 변수를 고려한 최적화가 필요하다. 본 연구에서는 실험실 규모에서 얻은 실제 실험 데이터를 기반으로, 광촉매를 활용한 수소 생산 과정을 공정 규모까지 확장하여 분석하였고 경제성을 최대화하기 위해 머신러닝 기반 최적화를 진행하였다. 실험 데이터는 광촉매, 부촉매, 희생제, 에너지량, 수소 생성 지역 조건, 실험 온도 등의 다양한 변수를 포함하고 있다. 이러한 실험 데이터를 머신러닝 기법을 활용하여 광촉매를 활용한 수소 생산 과정에서 어떤 조건이 공정 규모에서 가장 경제적으로 우수한지를 판단할 수 있는 모델을 개발하였다. 제안된 모델은 실험적인 데이터와 최적화 과정을 통합하여 구축되었으며, 이를 통해 정량적인 평가가 가능했다. 제안 공정을 통해 초기 연구 단계에서 광촉매를 활용한 수소 생산 기술의 경제적 효과를 공정 규모까지 확장하여 평가하는 데 큰 도움을 줄 것으로 기대된다.

P공정목-14

Active Learning을 통한 LNG 액화 공정 최적화

장지수, 진흥석, 김연수*
광운대
(kimy3@kw.ac.kr*)

Liquefied Natural Gas(LNG)는 타 연료에 비해 온실가스 배출량이 적어 탄소 중립의 중간 연료로써 사용되며 전세계적으로 수요가 증가하고 있다. 따라서 보다 효과적인 운송 및 저장 시스템을 구축해야할 필요성이 대두된다. 천연가스를 액화할 경우 부피가 1/600로 감소하여 운송 및 저장에서의 이점을 얻을 수 있다. 그러나 천연가스를 액화시키기 위해서는 극저온 환경에서 공정을 운영해야 하므로 공정 내 소비 전력이 크다는 단점이 있다. 따라서 최적의 운전조건을 결정하여 Specific Energy Consumption(SEC)을 최소화할 필요성이 있다. 본 연구에서는 Active learning 기법을 이용하여 베이지안 최적화 기법, 가우시안 회귀법에 적용함으로써 최소한의 시도를 통해 최적의 운전조건을 채택하는 데에 의의를 둔다.
본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 21ATOG-C162087-01).

P공정목-15

액상 수소 유기 운반체를 활용한 수소 운송 전략의 결정: 경제적, 환경적, 그리고 에너지 효율적 관점

안병찬, 원왕연*
고려대
(wangyunwon@gmail.com*)

Liquid organic hydrogen carrier (LOHC) is one of long distance H2 storage methods with relatively low H2 losses. However, it is still controversial which LOHC is most appropriate depending on economic, environmental, and exergetic pespectives. Here, we simulated the representative LOHC systems (toluene, dibenzyltoluene (DBT), N-ethylcarbazole (NEC), and methanol), and comprehensive analyses on Australia-Korea case are conducted including techno-economic analysis, life-cycle assessment, and exergy analysis. When the price of green H2 is $4.7/kg, Toluene and DBT systems are economically preferred which have minimum H2 selling price of $6.6/kg, respectively. From an environmental perspective, methanol system is preferred because it can utilize the waste CO2 from other industries, reducing CO2 emissions while DBT system is the most CO2-intensive. For exergetic efficiency, DBT and NEC systems, which have little loss of H2, are suitable. Based on the results of analyses, we also perfomed multi-criteria decision making to determine the appropriate H2 transporation strategy depending on the weight of the criteria. This study can provide insights for optimizing H2 transportation strategies.

P공정목-16

마이크로버블 반응기를 이용한 솔베이 공정 내 SO_x 및 CO_2 활용 공정 개발

최종두, 윤유정[1], 임종훈[1], 류영복[1], 김정환*
연세대; [1]한국생산기술연구원
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

솔베이 공정은 NH_3의 회수에 필요한 $Ca(OH)_2$ 생산을 위해 석회석을 소성시키고, 이 과정에서 다량의 SO_x 및 CO_2를 포함하는 연소가스를 배출한다. 또한 솔베이 공정은 부산물로 $CaCl_2$를 배출하나, 낮은 가격으로 인해 일반적으로 활용하지 않고, Na^+와 Ca^{2+}를 포함하는 폐수와 혼합해 배출하여 환경 오염을 일으킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 본 연구에서는 전기분해를 이용하여 폐수로부터 $Ca(OH)_2$를 재생하고, $CaCl_2$와 마이크로버블 반응기를 이용하여 SO_x 및 CO_2 활용 공정을 설계하였다. 제안된 공정은 총 2단계로 구성된다. 첫째, 폐수를 전기 분해하여 NaOH를 생성하고, 생성된 NaOH와 폐수 내 Ca^{2+} 이온과 반응시켜 $Ca(OH)_2$를 생성한다. 둘째, 마이크로버블 반응기 내에서 $CaCl_2$를 연소가스와 반응시켜 SO_x, CO_2를 포집하고, $CaCO_3$를 생산한다. 실험 결과, SO_x와 CO_2의 포집 효율은 각각 99 %, 94.8 %를 나타내었다. 본 공정은 기존 공정에서 배출되는 물질만으로 SO_x 및 CO_2를 포집하였고, 포집된 CO_2를 판매하거나 원료로 재활용하여 경제성 향상을 기대할 수 있다.

P공정목-17

Techno-economic and life cycle assessments of ethylene production using green hydrogen as an alternative fuel in naphtha cracking

Fitriasari Eprillia Intan, 유준*
부경대
(jayliu@pknu.ac.kr*)

Naphtha cracking is the predominant method for ethylene production, demanding substantial energy input (850°C). The energy is typically met via the combustion of natural gas, leading to the release of CO_2 emissions. This study proposes using domestically produced green hydrogen as an alternate fuel in an existing naphtha cracker to reduce CO_2 emissions. Techno-economic (TEA) and life cycle assessments (LCA) are employed to evaluate the feasibility and sustainability of this approach. The proposed process is modeled in process simulation software. The outcomes of this process simulation further serve as inputs for estimating the supplementary CAPEX and OPEX. The results from process simulation are utilized to determine the life cycle inventories for conducting LCA. The outcomes of LCA demonstrates the reduction of CO_2 emissions compared to the existing process of naphtha cracking. This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Korea government (MOTIE) (RS-2023-00233414, Development of Carbon-Neutral Process Technology in the Chemical Industry by Utilizing Clean

P공정목-18

초(아)임계 추출 설비를 이용한 천연물 내 유효성분 추출 공정 개발

조완택*, 박종범, 이홍준
일신오토클레이브
(kenkuk@nate.com*)

최근 ESG 경영이 대두되며 천연물질에서 추출하고 남은 박 및 천연물 부산물 내 유효 성분을 초임계 공정을 이용하여 재 추출함으로써 버려지는 천연물 부산물의 재활용에 대한 요구가 높아지고 있다. 본 연구에서는 기존 유기용매 추출 공정 및 열수 추출 공정에 비해 에너지 절감 및 공정 단순화를 위해 초(아)임계 공정을 분리막 공정과 연계한 하이브리드 공정을 이용한 추출 공정에 대해 알아보았다. 초임계 이산화탄소는 임계 온도 31.1 ℃,와 임계 압력 7.38 MPa 이상에서 액체의 밀도에 기체의 확산계수를 갖으며 비독성, 불연성, 비부식성, 무취의 특성이 있어 기존 유기용매 방법에 비해 인체에 무해하며 친환경적인 특징이 있다. 아임계수는 물의 초임계 조건(374 ℃, 21.8 MPa)보다 낮은 조건인 상태를 말하며 낮은 표면장력과 높은 확산계수 그리고 높은 용해력으로 기존 유기용매 공정에 비해 짧은 추출 시간과 온도와 압력 조건에 따른 용해도 조절이 가능한 특징이 있다. 천연물 부산물인 해바라기씨와 홍삼박을 50L Dual 초임계 이산화탄소 설비와 15L 아임계수 장비를 이용하여 기존 유기용매와 열수추출 공정보다 공정이 단순하고 운전 시간이 단축됨을 확인하였다.

P공정목-19

에너지 안보 해결을 위한 Power-to-Methane 및 극저온 CCUS 기반 합성천연가스 공급망 개발

김유림, 김정환[1], 문일[1], 이재원*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(j.lee@kitech.re.kr*)

천연가스의 높은 발열량과 낮은 가격으로 인해 전 세계 20%의 전기가 천연가스 발전소에서 생산된다. 그러나 최근 천연가스 공급업체와의 지속적인 문제가 천연가스에 크게 의존하는 국가의 에너지 안보를 위협한다. 따라서 전 세계적인 천연가스 의존도를 줄이기 위해서 지속가능한 대체연료의 개발과 보급이 시급하다. 본 연구에서는 Power-to-Methane (PtM) 및 극저온 탄소 포집, 활용 및 저장 (CCUS) 기반의 합성천연가스 (SNG) 공급망을 제안한다. 여기서 PtM 기술은 재생에너지 기반 수전해로 생성된 H_2와 포집된 CO_2를 촉매 반응시켜 SNG를 생산한다. 본 연구에서 제안한 SNG 공급망은 세 가지 이점을 지닌다. 첫째, PtM 기술을 활용하여 SNG를 생산하므로 천연 가스를 지속 가능하게 대체할 수 있다. 둘째, 제안된 공급망은 버려지는 냉열을 활용해 CO_2를 포집하고 SNG를 액화하므로 에너지 효율적이다. 마지막으로, SNG 활용 중에 배출되는 CO_2를 포집 및 저장 후 PtM 기술을 통해 다시 SNG로 전환하므로 CO_2 순배출 제로를 실현할 수 있다. 본 연구는 극저온 CCUS를 기반으로 최소한의 에너지 소비로 SNG를 효과적으로 공급하여, 천연가스에 대한 전 세계적인 의존도를 줄일 것으로 기대된다.

P공정목-20

디지털 트윈 플랫폼 개발을 위한 LNG 액화 공정 동적 시뮬레이션

고세진, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

복잡한 산업 공정에서 정확한 통제, 최적화 및 위험 완화는 품질, 위험 관리를 위해 필수적이지만 어려운 작업이다. 디지털 트윈은 실시간 시뮬레이션, 모니터링 및 데이터 분석을 활용하여 공정의 변동을 쉽게 감지하고 제어할 수 있어서 주목을 받고 있다. 이 연구는 LNG 액화 공정의 동적 시뮬레이션을 활용하여 디지털 트윈 플랫폼을 구축하기 위한 것이다. 초기 단계에서는 공정 데이터의 변화를 파악하기 위해 동적 시뮬레이션을 진행한다. 이후에는 정상 상태 시뮬레이션 모델을 실제 공정 데이터에 맞게 수정하며, 그 다음으로 동적 시뮬레이션 모델을 공정 데이터에 맞도록 조정한다. 조정된 동적 시뮬레이션 모델은 디지털 트윈 플랫폼 내에서 공정 내의 온도 및 압력 변화와 밸브의 동작을 계산하는 데 활용된다. 최종적인 목표는 공정의 물질 흐름과 장치의 변화를 정밀하게 재현하며 공정 모니터링 및 예측을 용이하게 하고 기술자 교육에 기여하는 디지털 트윈 플랫폼을 구축하는 것이다.

P공정목-21

매립지 가스의 유도결합플라즈마 개질을 통한 수소 생산

이수현, 신윤경, 노고산*, 이윤성[1], 김두일[1]
충남대; [1]인투코어 테크놀로지
(ksroh@cnu.ac.kr*)

Plasma reforming is one of the promising carbon-neutral technologies due to its compatibility with a wide range of fuels, reduction of greenhouse gas (GHG) emissions, fast ignition and startup, compactness, etc. However, most plasma reforming technologies suffer from short electrode lifetime, severe heat loss, and difficulty in maintaining a very high and stable discharge. We have developed an inductively coupled plasma (ICP) reforming technology that overcomes these technical limitations. It is more energy efficient and more robust to feed composition changes than other plasma reforming technologies. We experimentally demonstrated our technology in the combined reforming of landfill gas (LFG) for hydrogen production and conceptually designed the entire process using Aspen Plus. We found that the ICP reforming of LFG enables the production of exegetically and environmentally attractive hydrogen, expecially as the power gird mix shifts to the greener side.

P공정목-22

Process design and energy analysis for p-xylene production

정수빈, 안유찬*
계명대
(yuchan.ahn@kmu.ac.kr*)

P-xylene is an aromatic hydrocarbon driving attention for producing polymer, representatively PET, and is preferred rather than other xylene. P-xylene is produced by PAREX process, which is a part of BTX process reforming naphtha under a catalytic condition, and isomerization or tatoray process, which are conversion processes to synthesize p-xylene from other materials. In the context of the utilization and significance of P-xylene, the p-xylene production process should consider optimal strategies for process efficiency. This study proposes an integrated p-xylene production process that encompasses PAREX, isomerization, and tatoray processes. In addition, to increase energy independence in the integrated p-xylene process, heat integration was involved by applying heat exchanger network (HEN) method. As results, the proposed process showed yields a maximized quantity of p-xylene production with an optimized heat distribution network in the process.

P공정목-23

환경영향인자를 고려한 폐플라스틱 선별 및 재활용 공정의 다기간 최적화 모델 연구

손준혁, 안유찬*
계명대
(yuchan.ahn@kmu.ac.kr*)

전 세계적으로 플라스틱 사용량이 나날이 증가하는 반면, 재활용률이 상대적으로 낮아 폐플라스틱으로 인한 환경오염 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해서 폐플라스틱을 효율적으로 선별 및 재활용하는 공정의 최적화가 중요하며, 환경적인 문제 뿐만 아니라 경제적으로 손실이 발생한다. 본 연구는 플라스틱 종류에 따른 선별 순서에 따라 공정의 총영업이익의 최대화를 목적으로 선별 및 재활용 공정의 최적화 모델을 구축하였다. 또한, 시간이 지남에 따라 전세계의 폐플라스틱 사용량이 증가함에 따라 그에 대응하는 다기간 모델을 구축하였다. 이때, 연구 모델에서는 이익과 유지비, 투자비를 고려하였고 더 나아가 환경영향인자에 따른 비용을 고려하였다. 이는 수학적 최적화 소프트웨어를 사용하여 선별 기계의 개수, 용량, 플라스틱 선별 순서 등의 결정 변수를 설정하여 모델을 개발하였다. 결과적으로 선별 및 재활용 공정에서 발생하는 손실을 최소화하고 환경 영향 인자를 고려하여 경제적으로 가장 긍정적인 결과를 도출하였다.

P공정목-24

Optimizing the plastic waste supply chain network for plastic waste sorting and recycling

천재필, 안유찬*
계명대
(yuchan.ahn@kmu.ac.kr*)

The recycling process of plastic can be broadly divided into four stages: collection, sorting, recycling, and disposal. While there has been research focused on the sorting and recycling of plastic, studies related to collection are lacking. Given that there are facilities that handle specific types of plastic waste, the sorting process before sending plastic to recycling facilities is crucial. Establishing a foundational collection process for plastic waste prior to the sorting process is essential. The issue of pricing in recycled plastic poses a challenge. While the production of plastic products has seen advancements due to extensive research and optimization, plastic recycling lags behind in terms of cost competitiveness despite its environmental benefits. As costs are incurred throughout the entire collection, sorting, and recycling processes of plastic, optimizing the collection process becomes imperative. In this study, we aim to optimize waste collection routes based on existing waste facilities, considering factors such as waste collection vehicles, collection sequences, types of waste handled by waste facilities, and time periods.

P공정목-25

플라스틱 폐기물의 열분해 유 생산 및 활용 공정

정효진, 안유찬*
계명대
(yuchan.ahn@kmu.ac.kr*)

플라스틱 폐기물의 재활용기술은 대부분 물리적 재활용이나 에너지 생산을 위한 열적 재활용 방식이 현재 적용되고 있으나 물리적 재활용의 경우 폐비닐이나 복합재질 등의 재활용이 어렵다는 한계를 가지고 있으며, 열적 재활용의 경우 소각으로 인한 오염물질과 온실가스 배출량이 많다는 문제점이 있다. 최근 이러한 문제점을 해결하기 위해 화학적 재활용에 대한 관심이 크게 증가하고 있으며 이와 관련된 연구가 활발하게 이뤄지고 있다. 본 연구는 화학적 재활용의 일환인 열분해 공정을 통해 고부가가치의 연료를 생산하고자 한다. 각각의 폐플라스틱과 혼합 폐플라스틱을 연료로 열분해 반응기를 이용하여 오일 및 가스를 회수하기 위한 공정을 설계하였다. 결론적으로 열분해 공정에서 오일 수율을 향상시키기 위해 운전조건 변화를 통한 오일 수율 변화를 관찰하고자 한다.

P공정목-26

파라-자일렌 생산을 위한 PAREX 공정 모사 및 경제성 평가

하수정, 안유찬*
계명대
(yuchan.ahn@kmu.ac.kr*)

방향족 생산 공정(benzene, toluene, xylene; BTX)은 석유화학공장에서 원료인 나프타를 처리하여 파라-자일렌과 벤젠 등 주요 최종제품을 생산하는 공정으로 대부분의 산업에 핵심적인 소재를 공급하고 있다. BTX 공정에 포함되는 여러 단위 공정 중 PAREX 공정은 메틸기의 위치에 따라 오쏘-, 메타-, 파라-자일렌 중에서 가장 수요가 많고 활용가치가 높은 파라-자일렌을 생산하는 공정으로 주요 역할을 하고 있다. 특히 PAREX 공정은 자일렌 이성질체의 적은 비점 차로 인해 흡·탈착제를 활용한 흡착분리 기술을 사용하므로 파라-자일렌으로 흡착되지 않은 성분(에틸벤젠, 메타-자일렌, 오쏘-자일렌 등)은 라피네이트 컬럼을 통해 처리되고 파라-자일렌은 추출 컬럼을 통해 최종 제품으로 생산된다. 본 연구에서는 추출컬럼과 라피네이트 컬럼을 포함하는 PAREX 공정과 더불어 경제적 효율을 향상시키기 위해 PAREX 공정에서 생산되는 중간 제품을 처리하는 TATORAY공정 및 ISOMAR공정을 상용 공정 모사기를 사용하여 모사하였다. 또한 해당 공정에 영향을 미치는 주요 변수들에 대한 민감도 분석을 수행하여 경제성 평가를 진행하였다.

P공정목-27

에탄/에틸렌 분리의 인공 신경망 기반 VPSA 반응기의 공정 최적화 기술 개발

임명균, 윤지섭, 김진국[1], 김기웅*
한국화학연구원; [1]한양대
(kwkim@krict.re.kr*)

The separation of ethane/ethylene is achieved using vacuum pressure swing adsorption (VPSA) with ethane-selective Cu(Qc)2 Metal-organic framework (MOF) adsorbent. The objective of the research is to minimize energy cost that is required for a vacuum pump and a compressor on VPSA and to maximize ethylene recovery, replacing energy-intensive cryogenic distillation. The proposed method makes use of artificial neural network (ANN)-based alternative simulation model that facilitates less computational time for the complexity of VPSA process. Two surrogate models were trained by sufficient amount of the samples from Latin hypercube sampling (LHS) to achieve single and multi-objective optimization. The effects of adsorption, rinse, blowdown, purge step time and rinse, purge flow rate on the performance of VPSA separation process were studied, and the performance were optimized using particle swarm optimization (PSO). The 65.3% ethylene recovery of the nominal VSPA process was optimized to 62.5~87.4%. The 0.73 MJ/kg-ethylene energy cost of C2 splitter was compared to 0.62~0.79 MJ/kg that VPSA has reached 5% energy cost enhancement.

P공정목-28

양자 신경망을 이용한 naphtha cracking 공정 수율 예측 모델 개발

주종효, 오승현[1], 이동균[1], 김정환[1]*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

The naphtha cracking process plays a vital role in the production of fundamental chemicals. Estimating the yield of this process is intricate due to the intricate interplay of various operational factors. Although multiple theoretical and mathematical approaches have been employed to address this issue, they necessitate numerous reaction equations and substantial computational time. Recently, there has been a growing interest in leveraging quantum neural networks (QNNs). This study aims to explore the utilization of QNNs in forecasting the product yields of naphtha cracking furnaces. Initially, key features such as coil outlet temperature (COT) and the compositions of major naphtha components were selected due to their significant impact on yield. Subsequently, three models (ANN, QNN, and ANN with QNN) were developed. Ultimately, model assessment was conducted using R2, and model performance was evaluated to identify the optimal model. In addition to these aspects, the paper delineates the current challenges posed by state-of-the-art quantum computers and underscores their immense potential in revolutionizing the realm of chemical engineering.

P공정목-29

Multiscale Modeling Framework using Density Function Theory(DFT)-aided Computational Fluid Dynamics (CFD)

최석훈, 이종민*, 이경민
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

In contrast to conventional methodologies that solely focus on simulating a single time-space scale, multiscale modeling seamlessly combines models spanning spatial and temporal scales, ranging from nanometers to meters and from nanoseconds to hours. Chemical processes involve interactions and behaviors at multiple scales, from the molecular level to the macroscopic system level. In this context, multiscale modeling serves as a pivotal link, establishing connections between molecular properties and macroscopic behaviors. As part of this approach, we present a framework for integrating Density Function Theory (DFT) into Computational Fluid Dynamics (CFD). The framework estimates adsorption energies based on surface properties and temperature through DFT calculations. These estimations are then incorporated into macroscopic-scale CFD simulations for reactor modeling. The resulting reaction within the reactor aligns consistently with established literature, demonstrating its potential for high scalability. This framework is advantageous when molecule-level data is unavailable, offering both precise simulation and the potential for reducing experimental costs and time.

P공정목-30

Dehydration of Isopropyl Alcohol via Dividing Wall Heterogeneous Azeotropic Distillation Column

Hanifah Raisa Aulia, 이문용*
영남대
(mynlee@yu.ac.kr*)

Conventional heterogeneous azeotropic distillation sequence and dividing-wall heterogeneous azeotropic distillation column (DWC-A) configuration were studied for the dehydration of isopropyl alcohol (IPA). IPA dehydration typically requires a conventional sequence that involves an azeotropic column and a recovery column due to the formation of an IPA-Water azeotrope under atmospheric pressure. However, this method is associated with high energy requirements and equipment costs, resulting in a relatively high total annual cost. To address this, DWC-A can be utilized to reduce the degree of back mixing and eliminate the need for a condenser in the second column. Simulations using Aspen Plus V12.1 with NRTL-RK property package reveal that the proposed DWC-A configuration achieves an energy saving of more than 35% compared to the conventional sequence due to its ability to prevent the back-mixing of IPA, which results in improved thermodynamic efficiency. Both cases have IPA purity >99.8% wt and recovery of >98%. The results show the importance of implementing DWC-A for improved energy efficiency and economic sustainability in IPA production.

P공정목-31

Evaluation of electrochemical CO2-to-CO reduction technology under multiple dynamic uncertainties using real options and reinforcement learning

천우필, 허성민*
한국과학기술원
(smheo@kaist.ac.kr*)

Electrochemical CO_2-to-CO reduction is an early-stage technology in carbon dioxide utilization project. It has large potential to reduce CO_2 emissions when renewable energy resources are utilized. Deployment of electrochemical CO_2-to-CO reduction should be studied despite it is still at an early stage. Multiple uncertainties are included in economic analysis of an early-stage technology. Conventionally, the Net present value method is used to compute the value of a project, but it is based on the decisions made at the current timestep. Accordingly, it is not flexible enough to assess an early-stage technology.In this work, a flexible deployment strategy using real options and RL is suggested. Crucial technological parameters are modeled using Poisson distribution and electricity GWP is modeled using a normal distribution, while other types of uncertainties are modeled with a set of deterministic scenarios. Under the scenarios, the flexible strategy overwhelms the fixed strategy in both economic and environmental perspectives.

P공정목-32

Harmonizing Profitability and Sustainability: A Comprehensive Study of Natural Gas Liquids Recovery

Muhammad Islam, 이문용*, Ahmad Naquash
영남대
(mynlee@yu.ac.kr*)

Many industrial NGL recovery processes exist, but this study discusses the most significant processes. These configurations include: the industry-standard single-stage (ISS), gas sub-cooled process (GSP), cold residue gas-recycle (CRR), recycle split-vapor (RSV), enhanced NGL recovery process (IPSI-1), and internal refrigeration for enhanced NGL recovery process (IPSI-2). Also, this study presents detailed energy, exergy, economic, and environmental analyses to facilitate the optimal selection of configuration. Energy analysis reveals that the RSV process has the highest energy consumption, 38MW. In addition, the exergy destruction, capital cost, CO2 emissions, and purity of the RSV configuration are the highest values relative to those of the other configurations. The IPSI-1 process is much more energy-efficient than RSV, with 46% less energy consumption and the lowest specific CO2 emissions (i.e., 0.048 kg CO2/kg feed). However, the analytical values of the lowest or middle rank are inconsistent for the different perspectives. Thus, this study proposes useful methods for selecting a conventional technology depending on investment, input resources, and sustainable output demands.

P공정목-33

Optimization of a two-stage H_2 separation membrane process for blue hydrogen production

오선영, 구보람*
전남대
(boram.gu@jnu.ac.kr*)

Hydrogen is a sustainable energy resource that offers a solution to environmental issues caused by carbon dioxide emissions. Steam methane reforming (SMR) is a primary process utilized for the production of hydrogen. Membrane gas separation technology is attracting attention for producing blue hydrogen by capturing CO2 from the syngas. In this study, a predictive model for a hollow fiber membrane module is presented, which is further extended for the simulation of a multi-stage membrane process. Using the model-based optimization available in gPROMS, we systematically determine optimal module configuration and operational conditions that can minimize the power requirement and total cost while satisfying the desired H2 recovery and -purity for a range of membrane properties. Results show that high H2 permeability membranes can significantly reduce capital costs, while low H2/CO2 selectivity membranes result in an increase in required compression energy.

P공정목-34

Energy Savings in IPA Production: A Comparative Study of Conventional and Kaibel Distillation Columns

Nguyen Nga, 이문용*
영남대
(mynlee@yu.ac.kr*)

The preconcentration process in Isopropyl Alcohol production is often as the primary focus is on the main distillation process, despite its potential benefits in enhancing product purity and reducing energy consumption. In this study, we simulated the preconcentration process using conventional distillation columns and then replaced them with a four-product Kaibel column. The main objective was to compare and assess the potential energy savings from this replacement. The simulations were performed using Aspen PLUS V.12.1 software with the NRTL-RK property package. The results demonstrated a remarkable energy saving of over 33% when employing the Kaibel column. Moreover, using the Kaibel column reduced the number of columns down to one, effectively optimizing the process space. Since the main focus of this study is to reduce energy consumption, the Kaibel column was designed to ensure that the purity of each product remains consistent with the base case. In conclusion, replacing conventional columns with the Kaibel column can be an effective approach for IPA production, highlighting the advantages of adopting innovative distillation techniques in industrial applications.

P공정목-35

Genetic algorithm-based cost optimization of the seawater bittern and waste seashell recovery process

김선우, 주종효, 임종훈, 김정환*
연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

In wet flue gas desulfurization, waste seashells are utilized as a substitute to mitigate the resource depletion of high-grade limestone, which is a conventional SO_x absorbent. However, using waste seashells as SO_x absorbent, pretreatment process is essential and additional CO_2 emission is inevitable, which reduce the overall economic feasibility. This study proposes an integrated process of seawater bittern and waste seashell recovery process for CO_2 and SO_x utilization. Furthermore, we derive the cost optimal blending ratio of waste seashells and $Ca(OH)_2$ separated from seawater bittern as SO_x absorbent using genetic algorithm (GA). The GA-based optimization process consists of several steps. First, the process model is developed to generate dataset. Second, the generated dataset is preprocessed by standardization. Third, a deep neural network (DNN)-based model is developed using the generated dataset with high accuracy. Finally, the DNN-based model is combined with GA to derive the cost optimal blending ratio and total annualized cost (TAC). As a result, the cost optimal blending ratio is derived, and the lower TAC is provided than the conventional base case.

P공정목-36

극저온 CO_2 포집 및 합성천연가스 생산을 통한 지속 가능한 LNG 선박 운전 시스템 설계

이우영, 김유림, 이재원, 김정환[1], 조형태*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(htcho@kitech.re.kr*)

IMO의 환경 규제가 심화됨에 따라 SO_x 및 NO_x 배출을 줄일 수 있는 LNG (액화천연가스)가 선박 연료로 각광받고 있다. 하지만 LNG 연료 선박은 필연적으로 CO_2를 배출하고, 생산지가 편중된 천연가스를 안정적으로 수급할 수 없는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 LNG 연료 선박에서 배출되는 CO_2를 LNG 재기화 시 버려지는 냉열을 활용해 고체로 포집하고, 포집한 CO_2를 SNG (합성천연가스)로 전환시켜 다시 선박의 연료로 활용하는 시스템을 제시한다. 제시한 시스템은 3단계로 구성된다. 먼저 LNG 냉열을 활용해 선박에서 배출되는 CO_2를 고체상으로 포집한다. 그 다음, 포집한 CO_2와 신재생 에너지 기반 수전해를 통해 생산한 H_2를 반응시켜 SNG를 생산한다. 마지막으로 생산한 SNG를 고체 CO_2의 냉열로 액화시켜 선박의 연료로 활용한다. 제안된 시스템은 버려지는 냉열을 활용해 CO_2를 포집하고 SNG를 액화하므로 에너지 효율적이다. 뿐만 아니라 포집한 CO_2를 활용해 SNG를 생산하므로 천연가스를 지속 가능하게 대체할 수 있다. 본 연구는 LNG 연료 선박을 활용한 수송 시스템의 친환경적인 설계 가이드라인이 될 것으로 기대된다.

P공정목-37

코크스 건식소화설비 공정모사

최영재*, 이종규
포항산업과학연구원 (RIST)
(yjchoi_rist@rist.re.kr*)

제철소의 코크스 건식소화설비는 코크스를 가열해 건류하고 온도가 올라간 코크스를 식히기 위해 불활성 가스를 사용해 소화 냉각을 하고, 코크스 현열을 회수해 증기를 생산하여 발전기를 돌려 전력을 생산하는 에너지절감 설비이다. 본 연구에서는 코크스 건식소화설비 공정모사를 위해 Aspen Plus를 사용하여 냉각 챔버에서 배출되는 순환가스의 평형조성을 예측하기 위해 Gibbs 자유에너지의 최소화 모델을 포함하는 RGIBBS 반응기 모델을 사용하였고, 보일러는HEATER 모델등을 사용하여 물질수지 및 열수지를 계산하였다. 코크스에 포함되어 있는 수분함량 및 suction 공기량의 여러 운전조건을 모사하여 운전조건에 따른 순환가스의 조성변화, 순환가스 챔버 배출온도, 순환가스 챔버 유입유량과 Bleeder 유량 및 보일러 열량 등 계산결과를 기반으로 적절한 운전조건을 검토하고자 하였다. 검토 결과, 챔버에 투입되는 물의 양을 증가시키면 순환가스 중의 수소의 농도는 증가하는 경향을 보였고, 일산화탄소 및 이산화탄소의 농도는 감소하는 경향을 보였다. Suction 공기의 유량을 증가시키면 냉각 코크스 배출량이 감소하고, 보일러의 열량은 약 20% 정도 증가하나, 순환가스 배출관에서 배출되는 배출량이 증가하여 대기오염물질 배출량이 증가하여 바람직하지 않았다.

P공정목-38

냉열 저장 시스템과 Allam Cycle을 통합한 지속 가능한 LNG 공급망 설계

김윤건, 신민규, 이인규[1], 박진우[2]*
공주대; [1]부산대; [2]동국대
(jinwoop@dgu.ac.kr*)

본 연구에서는 Export terminal에 일반적인 LNG 액화 공정인 SMR(Single mixed refrigerant)과 Allam cycle을 통합하고, Import terminal에는 LNG 재기화 공정과 냉열 저장 시스템을 통합한 새로운 공정을 설계 및 제안한다. LNG 공급망은 에너지 수송의 주요 수단으로서 Net-Zero 달성을 위한 효율 개선 및 탈탄소화 연구가 활발히 진행되고 있다. 새롭게 제안한 공정에서는 Import terminal에서 LNG의 냉열을 ASU(Air Separation Unit)에 활용한다. Export terminal에서 액체 산소의 냉열 에너지를 활용하여 SMR 공정의 에너지 소비를 감소하고, 또한, Allam cycle의 연소 과정에서 발생한 CO2의 99.9%를 포집하여 저장 및 활용하고 생성된 전력은 SMR에 필요한 전력을 충당한다. 새롭게 제안된 공정의 에너지 및 엑서지 분석을 통해 공정을 분석하였고, 전통적인 LNG 공급망과의 경제성 비교 분석을 실시하였다. 그 결과, Export terminal에 필요한 에너지는 Allam Cycle에서 생성된 전력으로 모두 충당하고 공정의 엑서지 효율을 약 64.6%를 달성하였다. 경제성 분석 결과 Export terminal의 총비용이 약 3.44억 달러가 감소하였고(기존 SMR 대비), Import terminal 또한 큰 비용감소를 이루어냈다. 이러한 연구는 LNG 공급망 비용 절감에 기여하며, 혁신적인 LNG 공급망 연구에 새로운 가능성을 보여줄 것으로 기대된다.

P공정목-39

Life Cycle Assessment for the Production of Biodegradable Plastics

박단비, 원왕연*
고려대
(wangyunwon@gmail.com*)

To quantify the environmental impact of biodegradable plastics, such as polyhydroxybutyrate (PHB) and polylactic acid (PLA), developed processes for plastic production and conducted life cycle assessments (LCAs). Since the gate-to-grave process reduces the global warming potential (GWP), we conducted LCA including use and disposal. For PHB and PLA, the LCA results for a cradle-to-gate producing '1kg of plastic' yield 10.12kg CO_2 equivalents (kg CO_2 eq.) and 5.79kg CO_2 eq., respectively. Since the PHB process uses a large amount of chilled water to cool the bioreactor, the GWP can be reduced to 3.09kg CO_2 eq. by developing a process-specific thermophilic methanotroph that does not require chilled water during the process. Cradle-to-grave was analyzed in four scenarios according to the disposal method. The results showed that incineration and anaerobic digestion were environmentally advantageous and composting and landfill had little impact. We emphasize the importance of cradle-to-grave for biodegradable plastics. Biodegradable plastics have environmental benefits in use and disposal, suggesting policies to subsidize manufacturers.

P공정목-40

핀치 기법을 사용한 열 통합에 의한 아이소프로필 알코올 생산 공정의 에너지 절감

진의동, 이문용*
영남대
(mynlee@yu.ac.kr*)

Distillation is the most widely used separation technique and a highly energy-intensive unit operation. In the case of isopropyl alcohol (IPA), a number of distillation columns are needed, which in turn require steam at moderately high pressures and temperatures. The conventional process intensification techniques reduced the process to a six (06) column configuration. Heat integration of this process is performed through the Aspen Energy Analyzer (AEA). The grand composite curve of the process obtained via AEA helps find systematic heat integration configuration using the pinch analysis technique. In addition, it is possible to see the potential for further energy reduction by determining whether or not a heat pump can be installed. As a result, the energy cost measured in terms of the steam requirement was reduced by 58% (from 5.26 to 2.2 kg steam/kg IPA) through the pinch technique. With the introduction of a heat pump and compressor, the total energy savings compared to the base case are 73%. The study emphasizes the need for using the pinch approach to find the best configuration for that is the point of optimization besides improving energy efficiency.

P공정목-41

에너지 분석을 통한 수소액화 공정의 최적화

박민지, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

최근 수소는 잠재적인 운송 연료 뿐만 아니라 실행 가능한 에너지 저장 매체로서 점점 더 많은 인식을 받고 있다. 100,000-200,000대의 수소 자량의 연료로 공급하기 위해 100TPD의 수소를 생산해야 한다. 또한 현재 대부분의 수소 기반 에너지 시스템은 고압(600 bar) 가스의 수소를 저장하고 운송하는 공정을 활용하고 있으나 자동차 연료 공급의 경우 저장 안정성 및 운송의 비용 효율성 향상을 위해 적절한 액체 수소(2 bar)로의 전환 기술이 요구된다.본 연구에서는 높은 수소액화 비용과 에너지 소비량을 줄이기 위한 방법으로 MR(mixed refrigerant)를 이용한 modified Linde-Hampson 냉각 사이클을 적용하고 energy consumption을 최소화하기 위한 목적함수를 작성하여 최적화를 진행한 모델을 제안한다. 수소 냉각 사이클의 경우 예냉구관과 극저온구간의 두 단계로 나누어 순차적으로 최적화를 진행한다. 또한 수소 Value Chain Analysis를 통해 수소 경제 전반에의 적용과 경제성 평가를 진행하였다.

P공정목-42

Electronic grade Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate 생산을 위한 대체 공정 디자인의 기술-경제성 평가

신준우, 이문용*
영남대
(mynlee@yu.ac.kr*)

The semiconductor industry relies on propylene glycol methyl ether acetate, a crucial solvent capable of dissolving various materials like photoresist and organic compounds. Its ultra-high purity is essential for environmental protection. Recent advancements propose different process designs for cost and energy efficiency, including intensified reactors, distillation columns, and innovative configurations like dividing wall columns (DWC), reactive distillation (RD), and side-reactor (SR) setups. Catalyst selection and recycle streams are also explored. These designs offer advantages but pose challenges regarding heat and pressure and potential energy drawbacks. This study compares three cases: modified 1R-DWC-RD, R-DWC, and SR-DWC, using Minitab's Response-Surface-Methodology for optimization. The findings show that the modified 1R-1DWC-1RD case excels in energy efficiency (1.286 MW), the R-DWC case shines in investment cost (4.494 M.USD), and the SR-DWC case performs best in terms of Total Annual Cost (TAC) at 2.49 M.USD/year.The results highlight the potential of these designs in commercializing and their role in environmentally benign semiconductor solvent production technology.

P공정목-43

Optimal strategies for natural hydrogen supply: a techno-economic analysis of various pathways

한현수, 김정환[1], 조형태, 이재원*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(j.lee@kitech.re.kr*)

Natural hydrogen, produced by geological and biological processes, offers promise as an environmentally friendly and renewable source of energy carrier. Nevertheless, our understanding of the dispersion, quantity, and attributes of natural hydrogen reserves remains limited, and the most effective approach for transporting it is still uncertain. Consequently, there is a crucial need for investigating optimal solutions in transportation to efficiently supply generated natural hydrogen in response to demand. This study evaluates the assessment of several transportation pathways for natural hydrogen, considering factors such as feasibility, cost-effectiveness, and energy efficiency impact. The analyzed pathways encompass compressed hydrogen, liquified hydrogen, liquid organic hydrogen carrier (LOHC) and ammonia (NH_3), each presenting unique advantages and challenges. By addressing key challenges and optimizing the transportation process, this research contributes to the realization of a sustainable natural hydrogen-based energy ecosystem, advancing the transition towards a greener and more environmentally friendly future.

P공정목-44

초임계 이산화탄소 추출 공정 및 응용 분야

장수인, 박종범, 조완택*
일신오토클레이브
(kenkuk@nate.com*)

초임계 유체는 액체와 기체의 두 상태가 서로 분간할 수 없게 되는 임계상태의 온도와 임계 압력에서 발생되며, 일반적인 액체와 기체와는 다른 고유의 특성을 가진다. 초임계 유체 상태에서는 기체와 액체의 중간 정도의 물성을 가지며, 상변화 없이도 약간의 압력 온도 변화에 따라 물성을 급격히 변화시킬 수 있다. 특히 표면장력이 낮아 미세공 구조에도 쉽게 침투하고 확산력이 좋아 물질 전달 속도가 높으며, 낮은 점성, 강한 용해력을 갖는 특징이 있다. 본 연구에서는 초임계 이산화탄소 추출 공정 및 응용 분야에 대해 알아보았다. 초임계 이산화탄소 추출 공정은 이산화탄소를 용매로 이용한 기술로 임계조건에 쉽게 접근할 수 있으며 인체에 무해할 뿐 아니라 불연성이고 화학적으로 안정하고 임계온도가 낮아 용질성분의 변질을 일으키지 않는 장점을 갖고 있어 천연물 추출, 디카페인 공정, 호프추출 등에 사용되었다.초임계 이산화탄소 응용분야로는 첫 번째 의약품 분야에서 효소, 비타민의 정제 및 회수, 동물·식물에서 약효성분 추출, 의약품 원료의 농축·정제, 균체생성물의 추출 등이 있다. 두 번째 식품 분야에서 동물유지의 추출, 식물유지의 추출, 커피·차의 카페인 제거, 향신료의 추출 등이 있다. 세 번째 화장품 향료분야에서 천연향료의 추출, 합성향료의 분리 및 정제, 담배의 니코틴 제거 화장품 원료의 추출 및 정제 등이 있다.

P공정목-45

재생 플라스틱 생산을 위한 LP-HTL 기반 폐 플라스틱 공정 시스템 개발

이세영, 이혜정, 임종훈, 이재원, 조형태*
한국생산기술연구원
(htcho@kitech.re.kr*)

전 세계적으로 플라스틱 사용량이 증가함에 따라 매립, 소각 등 다양한 방법들로 폐 플라스틱을 처리하고 있다. 하지만 이러한 방법들은 토양의 투수성 감소와 대기 오염 물질 배출과 같은 심각한 환경 오염 문제를 일으켜 이를 대체할 수 있는 연구들이 대두되고 있다. 본 연구에서는 low-pressure hydrothermal liquefaction (LP-HTL)를 통해 폐 플라스틱을 올레핀으로 전환한 다음 플라스틱을 합성하는 새로운 접근 방식을 제안하였다. 공정은 크게 두 가지 단계로 구성된다. 첫 번째, 높은 온도와 낮은 압력 조건에서 초임계 상태 물을 사용하는 LP-HTL 공정을 통해 폐 플라스틱을 처리하였다. 그 결과, 해중합과 열분해 공정을 거쳐 올레핀을 포함한 탄화수소 화합물이 형성되었다. 두 번째, 이전 공정에서 생성된 올레핀을 Ziegler-Natta 촉매로 중합하여 원료로 사용되었던 PP와 PE로 다시 폴리머화 시켜 재생 플라스틱을 생산하였다. 본 연구에서 제안한 공정은 화석 원료에 의존하지 않고 플라스틱 재활용에 기여함으로써 환경적 이점을 높일 수 있었다. 또한 올레핀 생산에 LP-HTL 방법을 활용하여 기존 pyrolysis 공정 비해 에너지 소비와 온실가스 배출 측면에서 효과가 뛰어남을 확인하였다.

P공정목-46

Thermodynamic consistency test for experimental data of drug solubility in supercritical carbon dioxide

Hamidreza Soltani Panah, 정동휘*
울산대
(jdonghwi@ulsan.ac.kr*)

In this communication, the Peng-Robinson equation of state was employed to model the solubility of 32 drug compounds in supercritical carbon dioxide (including 146 isotherms and a total of 1234 P-T-x data points) and using the obtained results, the solubility data were tested for thermodynamic consistency. First, the critical properties of the drugs were estimated by group contribution methods and the estimated values were employed to calculate the sublimation pressure of the compounds. In the next step, the temperature-dependent interaction parameters were fitted to the experimental data and using the calculated results, the consistency test of Valderrama and Zavaleta was proposed to investigate the reliability of the reported solubility data. In overall, 97 isotherm data passed the consistency test; 23 isotherm data were assessed as not fully consistent; 4 isotherm data were declared to be thermodynamically inconsistent and the consistency test was not applicable in 22 cases.

P공정목-47

고순도 암모니아 농축을 위한 온도 변동 흡착(TSA) 공정 개발

강봉진, 배윤상[1], 범희태, 김선형, 한상섭, 윤형철*
한국에너지기술연구원; [1]연세대
(hyoon@kier.re.kr*)

국제사회의 탈탄소화 노력과 지속 가능한 산업육성을 위한 정부 주도의 노력에 발맞추어 온실가스 배출 억제에 공동의 초점을 맞추고 있으며, 그 일환으로 선박 분야의 온실가스 저감 및 오염 저감 기술이 적용된 친환경선박이 필요하다. 암모니아 연료 추진 선박은 친환경 선박에 가장 적합한 형태로 고려되고 있으며 배출관(bleed) 내 액체 암모니아 배출이 허용되지 않고, 질소로 액체 또는 고농도의 암모니아 가스를 퍼징 하기 때문에 암모니아 대기 유출을 피하면서 연료로서 활용할 수 있는 암모니아 회수(ammonia catch) 시스템의 개발이 필요하다. 잔여 배관에 남은 암모니아를 회수 하기 위한 암모니아 회수 시스템 방법으로 흡착 기반에 온도 변동 흡착(TSA) 기술이 고려되고있다. 온도 변동 흡착 공정은 온도 변동을 이용하여 혼합물로부터 가스를 선택적으로 흡착, 탈착 및 퍼징함으로써 효율적인 가스 정제 또는 분리를 가능하게 하는 분리 기술이다. 본 연구는 TSA 공정 흡착제 충진 양, 흡착 온도, 탈착 시간, 탈착 온도, 퍼지 가스의 종류, 퍼지 가스 유량 등과 같은 파라미터에 따른 영향 데이터를 최적화하기위해 실험 조사가 수행되었다. 특히 탈착 공정 파라미터가 순도와 회수율에 영향을 미쳐 주요하게 보고 실험하였다. 흡착제의 Isotherm, TPD, FT-IR등의 분석을 통해 최적의 흡착제를 선정했고 공정의 최적화를 했다.

P공정목-48

Optimization of Hydrogen Liquefaction Process: A Comprehensive Approach for Thermodynamic Outcomes and Cost Analysis

김희성, 이종민*
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

Given the current environmental concerns, hydrogen energy has emerged as a notable alternative energy source. Transforming gaseous hydrogen into a liquid state with minimal energy input for ease of transfer and utilization is of significant importance. This study aims to present an optimized model for the hydrogen liquefaction process, employing a comprehensive thermodynamic analysis facilitated by the Toy Model framework. Hydrogen properties undergo rigorous validation using the Regression Method within Aspen Plus. The Python-based TensorFlow Module is employed to deduce optimal parameters and modeling, subsequently compared with Aspen Plus. Notably, the transformation of ortho-para hydrogen is implemented, integrating kinetic reactions within a catalyst-embedded heat exchanger like real plant, enabling precise temperature analysis. The Conditional Logic enhances the selection of optimal design across diverse operational scenarios, including LNG refrigerants from various regions. As a result, favorable operational conditions are determined based on thermodynamic outcomes. Furthermore, the economic feasibility is evaluated through a cost analysis utilizing the APEA.

P공정목-49

Analysis of the relationship between turbulence kinetic energy and overall mass transfer coefficient in CFD-based dioxide utilization mineral carbonation reactor

임혜인, 유엽, 이재원, 조형태*, 김정환[1]
한국생산기술연구원; [1]연세대
(htcho@kitech.re.kr*)

마이크로 버블은 유체 내에서 긴 체류시간, 부피대비 넓은 체표면적으로 인해 질량이동효율이 높아 기-액간 교류를 활발하게 한다. 이러한 특성은 반응기와 같은 장치에서도 물질전달효율을 극대화하는데 활용된다. 대상 공정은 $CaCl_2$ 용액이 빠르게 회전하는 구조체에 CO_2 를 마이크로 버블 형태로 생성하여 $CaCO_3$ 를 결정화시키는 공정이다. $CaCO_3$ 결정 크기는 reactor에서 생성되는 마이크로 버블의 크기에 영향을 받는다. 그러나, 공정조건에 따라 마이크로 버블의 크기, 개수 등과 같은 생성 패턴을 상세하게 실험적으로 파악하기는 어렵다. 따라서, 본 연구에서는 전산유체역학(CFD)을 활용하여 $CaCO_3$ 결정화 반응기 모델링을 진행하고 와류시각화 방법인 TKE(Turbulence Kinetic Energy) 방식을 활용하여 OMTC(Overall mass transfer coefficient)를 결정하고 두 변수간의 상관관계를 결정한다. 결과적으로, 반응기 교반 속도에 따라 측정한 TKE 값이 점진적으로 증가하는 형상을 보였고, OMTC 와도 상관관계식을 도출하였다. 이 연구 결과를 기반으로 향후 광물 탄산화 반응기에 적용하여 산업적 활용까지 응용범위를 넓힐 수 있을 것으로 기대된다.

P공정목-50

Utilization of Methane Byproduct as an Alternative Fuel for Ethylene Production: Techno-Economic Analysis and Life Cycle Assessment

Wan Nurauni Afiqah Binti Wan Hamdan, 유준*
부경대
(jayliu@pknu.ac.kr*)

Rising greenhouse gas levels, particularly carbon dioxide, have led to a significant increase in the Earth's temperature. Ethylene, a crucial petrochemical, now plays a vital role in producing various products and materials. Nevertheless, the process of cracking naphtha to ethylene also generates carbon dioxide emissions. This study addresses using methane from naphtha cracking as a fuel for producing ethylene. It also employs carbon capture to trap resulting carbon dioxide emissions. The process is simulated using ASPEN Plus, accommodating an annual ethylene production capacity of 1 million tons. Capital, operational costs, and life cycle assessment will be computed based on the outcomes of the process simulation. In comparison with conventional methods, a reduction in carbon dioxide emissions is anticipated. This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Korea government (MOTIE) (RS-2023-00233414, Development of Carbon-Neutral Process Technology in the Chemical Industry by Utilizing Clean Hydrogen).

P공정목-51

바이오가스 기반 메탄올 생산공정 개발 및 환경성 평가

박호영*, 양창원, 문정수
롯데건설 기술연구원
(hoyoung-park@lotte.net*)

메탄올은 세계화학산업에서 지속적으로 수요가 증가하고 있는 대표적인 기초 화학물질이다. 하지만 기존의 화석연료 기반 메탄올 합성공정 결과, 대량의 온실가스 배출 등 환경오염 문제가 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 바이오가스 기반으로 하는 메탄올 생산공정을 설계함으로써 새로운 대안을 제시하고자 한다. 바이오가스 고질화기술, 메탄개질기술과 CU/ZnO/Al2O3 촉매 하의 메탄올 합성 키네틱 모델을 반영하여 메탄올 생산설계 전략을 제시한다. 분리공정을 포함하는 통합공정을 개발하였으며 해당 공정의 출입하는 물질 및 에너지 파라미터들을 계산하고 이를 기반으로 환경성 평가를 수행하였다. 아울러 기존의 상용화된 화석연료 기반 메탄올 생산 공정과 본 연구에서 설계된 공정의 환경성을 비교함으로써, 친환경 메탄올 생산 전략을 제시하였다.

P공정목-52

Multi-zone building 전이학습-멀티에이전트 강화학습 기반 HVAC 최적제어

Tariq Shahzeb, 김상윤, 허성구, 유창규*
경희대
(ckyoo@khu.ac.kr*)

With the advent of smart buildings in metropolitan areas, control of heating, ventilation, and air-conditioning (HVAC) systems in multizone buildings has become a challenging task. Conventional rule-based controls often fail to consider varying thermal preferences and energy efficiency, due to occupants' distinct behavioral patterns. Furthermore, new buildings lack sufficient data for accurate modeling of environmental dynamics. This study integrates transfer learning and multi-agent reinforcement learning to develop a strategic framework for discrete control actions, optimizing thermostat settings, and overcoming data deficiencies. The results demonstrate that the proposed reinforcement learning algorithm enhances thermal comfort by 12% and reduces energy consumption compared to constant set-point control systems. Acknowledgments; This research was supported by the Subway Fine Dust Reduction Technology Project of the Ministry of Land Infrastructure and Transport from the Republic of Korea (21QPPW-B152306-03).

P공정목-53

초고압 분산 장비 개발 및 화학공정 적용 및 활용분야

김미정, 박종범, 조완택*
일신오토클레이브
(kenkuk@nate.com*)

본 연구에서는 (주)일신오토클레이브의 30년간 축적된 고온·고압 관련 기술과 경험을 기반으로 제품화에 성공한 초고압 분산기인 나노 디스퍼져 기술의 화학공정 적용 및 활용분야에 대해 알아보았다. 초고압 분산장비는 유체를 초고압으로 가압한 상태에서 미세 오리피스 모듈을 통과시키며 고속 유체에 따른 전단력과 충돌효과 그리고 압력의 급격한 저하에 따른 케비테이션과 난류 영향에 따른 시료의 나노화 및 유체 내 성분을 균일하게 분산 시킬수 있는 장비이다. 사용하고자 하는 용도나 적용분야에 따라 중저압 분산기인 마이크로 디스퍼져와 초고압분산기인 나노 디스퍼져로 구분하며, 다양한 분야에 적용이 가능하다. 고압 분산 장비는 제약분야에서 미량 첨가한 의약품을 분산시키기 위해 사용이 되었으며 이후 유체 내 시료의 미립화, 균질화, 유화, 리포솜, 세포벽 파괴 등의 다양한 분야에서 유체 내 시료를 균일하게 분산 시키기 위해 사용되고 있다. 현재는 식품산업, 화장품 산업, 의약품산업, 화학산업, 전자소재산업 분야에서 활용되고 있으며, 최근에는 나노입자에 대한 고분산 장비에 대한 요구가 높아지고 있어 나노소자(전자), 나노에너지·환경, 나노바이오, 나노소재 등 다양한 기술·산업 분야로 응용확대되어 활용되고 있다.

P공정목-54

그린수소 생산을 위한 개선된 인덕션 기반 암모니아 분해 공정

임준혁, 윤승관[1], 조형태, 김정환[1], 이재원*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(j.lee@kitech.re.kr*)

수소는 탄소중립 사회를 실현하기 위해 강력한 친환경 에너지 후보로 거론되고 있다. 그러나 수소 기체는 부피 당 저장할 수 있는 에너지가 적어 대용량 저장 및 장거리 운송에 한계가 있다. 반면 암모니아는 부피당 수소 저장량이 크고 상온에서 쉽게 액화되는 장점을 가져 수소 캐리어로서 활용 가능성이 크다. 따라서 효율적인 암모니아 분해 공정을 이용하면 수소의 운송 한계점을 극복하고, 수소 수요처 현지에서 수소 생산이 가능하다. 본 연구에서는 기존 인덕션 기반 암모니아 분해 수소 생산 공정의 PSA (Pressure swing adsorption) 장치에서 버려지는 수소를 활용하는 4가지 케이스의 새로운 공정을 제시하였다. 각 공정은 PSA 장치 후단에 연료전지 (PEMFC, SOFC), 버너, 멤브레인을 결합하는 것으로 기존 공정보다 열역학적 효율을 높였고, 무탄소 배출이라는 조건을 유지하였다. 공정의 실현 가능성을 평가하기 위해 각 케이스별로 기술·경제적 분석 (엑서지 효율 계산, LCOH 계산)을 진행하였다. 또한 LCA (전 과정 평가)를 진행하여 다양한 암모니아 (그레이, 블루, 그린)의 생산, 저장, 운송, 이용 단계에서 배출되는 CO2배출량 (kg CO2/kg H2)을 분석하였다. 본 연구에서 제시한 개선된 공정이 무탄소 배출 친환경 수소 충전소 상용화 모델의 가이드라인이 될 것으로 기대된다.

P공정목-55

Predicting the life-time of the lubricants used in a hermetic compressor via CFD-GA

신기림, 황성원*, 이기환
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

Rotating machineries in process engineering are quite expensive, keeping it from break down is economically important. Mechanical failures in a rotating machinery caused by degradation of lubricants that fail to fulfill their lubricating function will soon lead to machinery failure and productivity reduction or frequent shutdown. Unlike non-hermetic conditioned machinery where there is little requirement to predict the lifespan of its lubricants due to easy replacing of it, hermetic conditioned machinery necessitate efficient and real time prediction of lubricant performance owing to difficult in changing it. Therefore, in this study, experiments will be conducted on a scroll compressor, which is widely used in refrigeration air conditioning, followed by derivation of the Degradation Index (DI) for polyalkylene glycols (PAGs) lubricants were developed. Next computational fluid dynamics (CFD) simulation and genetic algorithm (GA) will be progressed to predict the lifespan of PAGs. This prediction This study will quantify the expected life span range of lubricants, which will be applicable in a variety of operating situations, thus ensuring the guaranteed lifespan of the machines.

P공정목-56

정삼투 담수화 시스템 투과 플럭스 예측을 위한 하이브리드 머신 러닝 모델

송인서, 박기호*, 문정우[1], 김준하[1]
전남대; [1]광주과학기술원
(kiho138@jnu.ac.kr*)

This study developed machine learning models for predicting permeate water flux in forward osmosis (FO) system using boosting models based on decision tree and hybrid model that applied conventional model (mathematical techniques). We trained the model with data from about 700 FO experiments and conventional model. Model validation was conducted to statistically determine the accuracy and bias of the proposed models using R2 and mean square error. We also performed hyper-parameter tuning using bayesian optimization to prevent overfitting and conducted feature analysis with SHAP values to identify the most influential features on FO permeate flux. This study contributes to the application of machine learning models in FO systems and provides directions for future data collection.

P공정목-57

Novel lignin recovery process from black liquor in a pulp mill for high value-added production

최세환, 박지예, 이재원, 조형태*
한국생산기술연구원
(htcho@kitech.re.kr*)

The pulping process generates significant amounts of lignin, most of which is incinerated to recover energy and cooking chemicals for the pulping process. However, lignin could be converted to high-value chemicals. The conventional method uses sulfuric acid as an acidifying agent to precipitate the lignin to recover lignin from black liquor, releasing harmful air pollutants. Therefore, we propose an environmentally friendly process to recover lignin from black liquor for sustainable lignin production. Using acetic acid instead of sulfuric acid can reduce sulfur emissions and recover acetic acid from non-lignin separated during black liquor filtration to reuse. In addition, carbon dioxide produced during lignin precipitation with organic acids could be utilized in the lignin recovery process. As a result, the proposed process reduced the raw material cost for the lignin recovery and developed an eco-friendly process that broke away from the conventional method. Therefore, the proposed process promotes the environmental and economic improvement of lignin production, providing a guideline for the sustainable conversion of black liquor into high value-added products.

P공정목-58

극저온 저장 시스템과 수소재기화 결합 공정 최적화

김영현, 문하늘[1], 김민수[2], 박진우[3], 김정환, 이인규[1], 문일*
연세대; [1]부산대; [2]Massachusetts Institute of Technology; [3]동국대
(ilmoon@yonsei.ac.kr*)

This research introduces and enhances a new method for LH2 regasification combined with liquid air energy storage (LAES) systems using a parallel three-stage regenerative Rankine Cycle, considering both its energetic and economic implications as an eco-friendly solution. The novel approach was developed and simulated using Aspen Hysys and connected to MATLAB and Python to minimize energy usage and costs. Bayesian optimization was employed to refine the optimal points, and the LIME algorithm, a noteworthy explainable AI technique, was utilized to analyze the impact of each variable on the system. Economic assessment reveals an annual expenditure of about $34 million, primarily driven by capital expenses, with maintenance costs estimated at 2% of the total capital cost. Notably, economic analysis identifies compressors as the largest contributors to the overall capital investment. The projected annual revenue from the proposed method, achieved through arbitrage strategies, is approximately $6 million. In summary, this research offers valuable insights into designing an energy-efficient integrated process for hydrogen regasification with LAES and ORC components.

P공정목-59

바이오가스 업그레이딩을 위한 multi-scale screening method 기반 MOF 흡착제 선별

김규리, 가성빈[1], 안나현, 이재원 , 김정환 [2], 조형태*
한국생산기술연구원; [1]울산대; [2]연세대
(htcho@kitech.re.kr*)

바이오 가스는 주로 메탄과 이산화탄소로 구성되며, 전기 및 수소 생산과 같은 용도로 활용될 수 있어 기존 화석 연료에 대안이 될 수 있는 자원으로 주목받고 있다. 바이오 가스를 지속 가능한 에너지원으로 활용하기 위하여, 바이오 메탄을 분리하는 바이오가스 업그레이딩 공정이 필수적이다. Pressure swing adsorption (PSA) 공정은 바이오가스 업그레이딩에 활용될 수 있으며, 분리 성능에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 적절한 흡착제의 선택이다. 지금까지 연구에서는 분자 수준에서의 평가를 통해 효율적인 흡착제를 선별하는 데 주로 의존하였으나 분자 수준의 성능 지표는 실제 PSA 공정 성능을 제대로 반영하지 못하는 한계가 존재하였다. 따라서 본 연구에서는 분자 수준뿐만 아니라 공정 수준에서 흡착제를 평가할 수 있는 multi-scale screening method 를 제시하여 바이오가스 업그레이딩 공정을 위한 최적의 흡착제를 선별한다. 공정 성능 평가 지표로는 CO_2 recovery 를 활용하였으며 이론적인 최대 recovery를 도출하기 위해 ideal PSA process simulation 을 사용하였다. 제시하는 방법론을 Computation-Ready, Experimental Metal-Organic Framework Database (CoRE MOF 2019) 에 적용하여 상위 10개 MOF 흡착제를 선별하였으며 최대 CO_2 recovery 는 99% 로 도출되었다. 본 연구를 통하여 지속 가능한 친환경 에너지를 활용하기 위한 바이오가스 업그레이딩 공정

P공정목-60

머신 러닝을 이용한 밸브 타입 예측 모델 개발

김찬호, 주종효, 최민식[1], 이아름[2], 윤건[2], 조성호[2], 김정환*
연세대; [1]한국생산기술연구원; [2]삼성엔지니어링
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

화학 공장에서 밸브는 유체의 유량 및 압력 조절 등 공정 내 중요한 역할을 수행하고 있으며, 적합한 밸브 타입 선택은 공정의 효율과 안전에 직결된다. 일반적으로, 밸브 타입 선정은 전문가의 노하우와 경험에 의존하기 때문에, 전문가의 지식과 다량의 시간적 및 금전적 비용이 요구된다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 머신 러닝을 이용한 밸브 타입 예측 모델을 개발하였다. 다양한 분야에서 활용되고 있는 ANN, Random Forest, XGBoost, CatBost 네 가지 알고리즘을 적용하여 모델들을 개발하였으며, F1 score와 ROC AUC를 모델 평가 지표로 사용하였다. 또한, 유체의 상에 따른 모델의 예측 성능을 분석하기 위해 전체 데이터로부터 액체, 기체, 스팀의 3개의 유체 상 별 데이터 세트를 추출하여 총 네 개의 데이터 세트에 대한 성능 평가를 진행하였다. 연구 결과, CatBoost가 모든 데이터 세트에서 가장 좋은 성능을 보여주었다(F1 Score 기준, 전체: 0.95766, 액체: 0.96264, 기체: 0.95770, 스팀: 1.0000). 또한, 유체 상 별 모델이 전체 데이터를 이용한 모델보다 더 나은 예측 성능을 보였다. 따라서, 본 연구에서 제안한 유체 상 별 머신 러닝 기반 모델을 산업에 적용할 경우, 주어진 혹은 요구되는 조건에 따른 적절한 밸브 선택에 대한 가이드를 제시하여 의사 결정에 소요되는 시간과 비용을 절감하는데 도움을 줄 것으로 기대된다.

P공정목-61

그래프 오토인코더기반 도시 공기질 측정망 미세먼지 센서보정연구

Usama Ali, shahzeb tariq, Roberto Chang Silva, 유창규*
경희대
(ckyoo@khu.ac.kr*)

In the field of urban air quality risk assessment, spatial-temporal warning systems depend on continuous outdoor air quality monitoring. Nevertheless, sensor anomalies and missing data significantly impact air quality monitoring systems. Additionally, these systems concentrate distribution patterns without considering data uncertainties, risking public health and causing false alerts. This research introduces spatial-temporal autoencoder structure, leveraging a graph convolutional network-based approach for fault diagnosis and data imputation. This approach ensures reliable monitoring, aids delivering proactive air quality alerts, as well evaluating associated health risks for residents near monitoring sites. The proposed framework improved performance in identifying sensor anomalies, achieving detection rate of 98%, and effectively filling data gaps by approximating actual values through measurements from adjacent monitoring locations. Acknowledgments; This research supported by Subway Fine Dust Reduction Technology Project of the Ministry of Land Infrastructure and Transport from the Republic of Korea (23QPPW-B152306-03) and the Korean government (MSIT) (No. 2021R1A2C2007838)

P공정목-62

Development of an AI-based Asphalt Property Prediction Model Accounting for Complex Oil Refinery Variable

안나현, 임종구[1], 한인수[1], 조형태[2], 문일[3], 김정환[3*]
한국생산기술연구원/연세대; [1]gs칼텍스; [2]한국생산기술연구원; [3]연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

원유를 증류하는 과정에서 발생하는 다양한 중간 생산물을 혼합하여 생산되는 아스팔트는 침입도, 신도, 동점도 등 물성에 따라 여러 분야에서 활용될 수 있다. 아스팔트의 생산은 수많은 종류의 원유와 중간생산물의 혼합뿐만 아니라 생산과정의 다양한 공정 변수에 의해 영향을 받는다. 따라서 아스팔트의 목표하는 물성을 맞추기 위해서는 원료의 배합과 물성 측정이 반복적으로 이루어져야만 했으며, 이는 상당한 시간과 비용을 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 아스팔트 물성을 예측하기 위해 인공지능을 기반으로 한 모델을 개발하였다. 입력 변수로는 아스팔트 생산을 위해 활용되는 중간 생산물의 배합 비율과 Saturate, Aromatic, Resin, Asphaltene (SARA) 등의 변수를 활용하였고, 또한 원료가 되는 원유의 혼합 비율과 각 원유의 물성을 나타내는 assay 데이터를 활용한 파생변수를 활용하였다. 그 결과, XGBoost 모델을 활용한 아스팔트 침입도의 예측 정확도가 R^2 0.93 으로 도출되었다. 향후 본 연구에서 개발된 인공지능 기반 물성 예측 모델을 활용하여 아스팔트 생산 시 필요한 시간과 비용을 절감하고 효율적인 생산 과정을 구축하는데 기여할 것으로 기대된다.

P공정목-63

NG 생산 공정 배출 유정폐수 담수화 및 농축 염수 활용 공정 개발

임준택, 박지예, 박진우[1], 김정환[2], 조형태*
한국생산기술연구원; [1]동국대; [2]연세대
(htcho@kitech.re.kr*)

천연가스는 적은 온실가스 배출과 효율적인 전력 생산으로 인해 수요가 증가하고 있다. 하지만, 천연가스 채굴 및 불순물 제거 과정에서 파쇄 유체, 응축수 등으로 이루어진 막대한 양의 유정 폐수가 생성된다. 본 연구는 천연가스 생성 공정에서 버려지는 유정 폐수를 수화물 기반 담수화함으로써 담수를 생산하고 환경문제를 해결하고자 하였다. 제안공정은 1) 천연가스 생산 공정 2) 유정폐수 담수화 공정 3) 농축염수 활용 공정으로 구성된다. 천연가스 생산 공정에서 추출된 원료가스의 불순물 제거, 탈수화 과정을 거친 후 natural gas liquids (NGL) 회수 공정을 통하여 천연가스, 에탄, liquefied petroleum gas (LPG)가 회수된다. 해당 과정에서 발생한 유정폐수는 수화물 기반 담수화를 통하여 담수를 생성한다. 수화물을 생성하기 위해서 필요한 냉열 에너지는 회수한 천연가스에서 보충되었고, 담수화 되지 않은 Brine은 불순물 제거 공정에서 CO_2와 H_2S를 포집하는데 사용된다. 본 연구를 통해서 담수를 생산하고, 자원 활용을 극대화하여 공정의 경제적, 에너지적 효율을 향상시킬 것으로 기대된다.

P공정목-64

확률적 예측 기반 스크리닝 방법을 이용한 DRM 촉매 발견

박현도, 노지원, 조형태, 문일[1], 노인수[2], 김정환[1*]
한국생산기술연구원; [1]연세대; [2]서울과학기술대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

Dry reforming of methane(DRM)은 CH_4와 CO_2로부터 합성 가스를 생산하는 유망한 기술입니다. 그러나 최근 머신 러닝의 발전에도 불구하고 실현 가능하고 효율적인 촉매를 발견하는 것은 여전히 어려운 과제입니다. 본 연구에서는 유망한 촉매를 발견하기 위한 확률적 예측 모델을 기반으로 한 high-throughput screening 방법을 제안하였다. 확률적 예측 모델은 NGBoost 알고리즘을 기반으로 개발되었으며, 촉매 성능에 대한 예측 값과 예측 결과의 확률을 동시에 제공합니다. 확률 값은 모델 자체가 예측 결과에 대해 확신하는 정도를 의미하며 결과를 신뢰할 수 있는지 여부를 판단하는 지표로 사용할 수 있습니다. 개발된 모델은 결정 계수(R^2)가 0.936, 평균제곱오차(RMSE)가 6.66으로 뛰어난 성능을 보여주었습니다. 또한 모델의 정확한 검증을 위해 20개의 서로 다른 촉매를 사용하여 실험적 검증을 수행했습니다. 이 모델은 촉매의 조합, 전처리 및 반응 조건을 고려하여 CH_4 전환율과 확률 값을 예측함으로써 촉매 성능에 대한 신뢰할 수 있는 인사이트를 제공합니다. 이 방법론은 DRM 반응에서 촉매 발견을 가속화하고 다른 중요한 산업 공정으로 적용을 확대할 수 있는 잠재력을 가지고 있습니다.

P공정목-65

머신러닝에 기반한 촉매 성능예측의 핵심인자 도출 및 최적화를 통한 촉매 역설계

노지원, 박현도, 조형태, 문일[1], 노인수[2], 김정환[1]*
한국생산기술연구원; [1]연세대; [2]서울과학기술대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

촉매 개발은 연구자의 도메인 지식 및 시행착오에 기반하여 이뤄져왔다. 최근 다양한 분야에 머신러닝을 결합한 연구를 통해 기존 방법으로는 예측이 어려웠던 결과가 예측되면서 촉매 개발이 가속화되고 있다. 본 연구에서는 머신러닝 모델의 개발을 통해서 촉매의 성능 예측에 필요한 핵심인자를 도출하고 최적화를 통해서 촉매를 역설계할 수 있도록 하였다. 개발된 모델은 최근 온실가스 저감 및 syngas 생산을 위해 각광받는 촉매 반응인 Dry reforming of methane 및 bi-reforming of methane 반응에 적용되어 모델의 정확도를 평가하였다. 뿐만 아니라 반응온도를 600, 700, 800도로 나눠서 shapley additive explanation (SHAP)를 사용하여 성능예측의 핵심인자를 도출하였고 모델의 예측 결과를 검증실험으로 평가하였다. 개발된 모델은 회귀 예측 정확도를 평가하기 위한 지표인 R^2 값이 0.93 이상 RMSE 값이 10 이하로 나타났으며 20개의 촉매 케이스에 대한 검증실험에서 예측값과 실험값의 차이가 ±5% 내외로 실험허용 오차내에 위치하면서 정확하게 예측됨을 보였다. 해당 연구는 촉매 개발에서 시간 및 비용을 최소화하고 촉매의 최적화를 가능하도록 하는 촉매의 역설계를 위한 가이드라인을 제시할 뿐만 아니라 검증 실험을 통해 역설계 결과를 실질적으로 적용 가능함을 나타낸다.

P공정목-66

미분기를 이용한 Cascade 제어 구조

임창규, 한상진, 성수환*
경북대
(suwhansung@knu.ac.kr*)

PID 제어기는 간단하면서도 견고한 구조와 뛰어난 성능으로 다양한 산업 분야에서 널리 활용된다. 그러나 설정치와 공정 출력 간의 차이의 비례, 미분, 적분 정보를 이용하기 때문에, 설정치가 계속해서 변화하는 ramp type 설정치 변화 상황에서는 일반적인 PID 제어기는 성능이 떨어진다. 본 연구에서 제안된 제어 구조는 단일 PID 제어구조와 비교하여 ramp type 설정치 변화에 대해 뛰어난 제어 성능을 갖고 있을 뿐만 아니라, open-loop stable 공정에서도 뛰어난 외란 제거 성능과 제어 성능을 가지고 있다.

P공정목-67

The impact of Impeller Type on Polymer Reactor Performance using Computational Fluid Dynamics

도윤정, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

The polymerization reactor plays an important role in industrial processes, but its limitations (e.g., nonuniform mixing) must be considered before its scale-up. Furthermore, it is difficult to conduct experiments under different conditions due to limitations in time and cost. As an alternative method, computational fluid dynamics (CFD) can provide novel insight into the reactor's behavior by simulating the reactor's flow and chemical reactions. In this study, the impact of impeller type (axial, tangential, and mixed flow configurations) on polymer reaction using OpenFOAM® is investigated. We analyze the velocity, volume fraction profile, power number, and mixing index to understand how impeller selection affects the reactor's polymer dispersion and heat transfer. This study enhances understanding of how impeller types affect polymer dispersion and heat exchange, with implications for polymer synthesis engineering.

P공정목-68

Techno-Economic Analysis of an Absorption-Based CO_2 Capture System with a Low-Pressure Flash Column

박하린, 이주화, 윤석원[1], 김진국*
한양대; [1]SK 이노베이션
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

Energy efficiency and cost-effectiveness of amine-based CO_2 capture process can be considerably improved through the determination of the most appropriate design and operating parameters, in which characteristics of emission sources are fully accommodated. This study presents the results of a techno-economic investigation of an absorption-based CO_2 capture process for the synthesis gas emitted from a high-temperature shift reactor in a steam methane reforming-based hydrogen plant. Compared to the conventional process, the advanced process added with a low-pressure flash column under optimized operating conditions achieves high CO_2 recovery of over 99% with about 78% reduction of thermal energy demand. Despite the increase in capital cost, this study demonstrates the energy-saving benefit from the introduction of a low-pressure flash column for producing blue hydrogen.

P공정목-69

Development of the Integrated TEG and Carbon Dioxide Liquefaction Process Based on the Life Cycle Cost(LCC) analysis

박지연, 정형준, 구현석, 박하정, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

In accordance with IMO regulations, research on ship-based CCS technology is being conducted to minimize carbon dioxide emissions from ships. CO2 liquefaction is important to prepare the captured CO2 gas for safe and efficient transport. In previous studies, the compressors for a liquefaction process account for a significant portion of the total energy consumption. This study on the process of liquefying and storing carbon dioxide at -49℃ and 7 bar was conducted. To prevent corrosion or hydrate formation, a triethylene glycol (TEG) dehydration process was used to lower the water content to 50 ppm. Subsequently, five liquefaction systems (3 open cycles and 2 closed cycles) were considered using Aspen HYSYS. The optimal discharge pressures and load of the refrigeration systems were obtained through the HYSYS optimizer. Then, the five liquefaction processes were compared using life cycle cost (LCC) analysis considering CAPEX, OPEX, and unavailability cost. The results of the LCC analysis help determine the most viable liquefaction process, considering both economic and technical factors, affording suitable carbon capture process design for deployment on ships.

P공정목-70

이산화탄소 포집을 고려한 암모니아 생산 공정의 최적화 설계 및 경제성 평가

강민석, 이주화, 박하린, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

탄소 기반의 에너지원에서 저탄소 에너지원을 사용하는 시대로 전환되고 있는 추세에 맞게 차세대 에너지원으로 수소와 암모니아에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 탄소 저감과 온실가스 배출의 해결에 큰 역할을 할 수 있는 청정 수소와 청정 암모니아의 경제적인 생산 필요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 기술성숙도(Technology Readiness Level, TRL)가 높은 블루 암모니아 공정과 그레이 암모니아 공정을 UNISIM 상용모사기를 활용하여 전산 모사 하였다. 이산화탄소 포집 공정의 도입에 따른 에너지 수지식의 변화를 체계적으로 분석하고, 유틸리티 공급에 대한 방안을 검토하였다. 암모니아 생산 공정에 대한 기술경제성평가(Techno-Economic Assessment, TEA)를 진행하고 천연가스 가격, 탄소세와 같은 주요 경제성 변수들에 대한 민감도 분석을 진행하여 블루 암모니아 생산 공정의 경제성 제고 방안에 대하여 논의하였다.사사 : 본 연구는 2019년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2019R1A2C2002263)

P공정목-71

농산부산물 기반 SOFC 열병합발전 시스템의 합성가스 공급용 반탄화 연료 가스화기의 운전특성

홍기훈*, 황상연, 박철우, 위수빈, 엄성현
고등기술연구원
(run1600gh@gmail.com*)

최근 신재생에너지 및 탄소중립 에너지의 필요성이 급격한 기후변화로 인해 관심받고 있으며, 그 중 하나인 수소에너지의 생산 및 활용 기술개발이 요구되고 있다. 수소에너지의 수요는 주로 산업계에서 이루어졌으나, 국내 농가의 에너지 수요를 기존 화석연료 기반에서 탄소중립 에너지로 대체 하기 위해 수소에너지를 이용한 자립형 에너지 생산 시스템이 필요하다. 본 연구에서는 농산부산물을 기반으로 반탄화 및 가스화 공정과 연계하여 이를 원료로 열과 전기를 동시에 생산하는 SOFC 열병합발전 시스템 개발의 일환으로 SOFC 열병합발전 시스템의 원료인 합성가스를 생산하는 0.3 ton/d급 반탄화 연료 가스화기를 설계 구축하고 변수에 따른 합성가스 조성 및 유량 특성을 확인하였다.

P공정목-72

바이오가스 기반 온사이트 청정수소 스테이션의 수익성 분석 및 수송관점 편익분석

홍기훈*, 장은석
고등기술연구원
(run1600gh@gmail.com*)

최근 급격한 기후변화 발생으로 화석연료 사용 및 온실가스 배출 등의 이슈가 COP21 및 COP25 국제기후협약에서 다뤄지고 있으며, 이를 통해 탄소 중립 실현을 위한 친환경에너지 수요가 급증하고 있다. 청정수소는 생산 및 활용과정에서 온실가스 배출량이 적거나 없는 수소를 뜻하며, 바이오가스 기반의 수소에너지기술은 탄소중립적 원료인 바이오매스로 생산되기에 청정수소에 준하는 생산방식이다. 본 연구에서는 바이오가스를 기반으로 청정수소를 생산, 저장, 활용하는 1 ton/d급 온사이트 방식의 청정수소스테이션을 모델링하고, 수익성을 기반으로 한 사업타당성 분석과 수송관점에서 대기오염 배출저감, 이산화탄소 배출저감 및 연료비 절감에 대한 편익 분석을 진행하였다.

P공정목-73

적정기술형태의 내륙담수화를 위한 배치역삼투공정의 설계, 모델링 및 운용전략

김건영, 박기호*
전남대
(kiho138@jnu.ac.kr*)

As the global demand for fresh water increases, desalination technology is becoming increasingly important. Energy-efficient desalination systems are crucial, especially in regions where energy and water supplies are not always available. Among the many desalination technologies, batch reverse osmosis (BRO) seems to be the answer due to its small system size and high second-law efficiency. Despite BRO's low energy consumption, applying it to regions without energy infrastructure is difficult. Therefore, it is necessary to study appropriate technology that can operate BRO without modern energy infrastructure. In this study, we propose mathematical modeling and a modified configuration from the perspective of appropriate technology. We also suggest a power system using alternative power sources without electricity infrastructure. Additionally, we conducted a case study on alternative power sources, mainly livestock, and various operation strategies to evaluate their water production capacity and the feasibility of the suggested configuration and model as an appropriate technology.

P공정목-74

폐어망 촉매 열분해를 통한 카프로락탐 회수 공정 모사 및 전과정 평가

류희도, 양우영[1], 변재원[2], 이제찬[1], 한지훈*
포항공과대; [1]성균관대; [2]전남대
(jhhan@postech.ac.kr*)

폐어망(ghost net)은 대표적인 해양 잔해물 중 하나이며, 해양 생태계와 더불어 인간의 건강까지 위협하고 있다. 본 연구에서는 폐어망을 폐패각(seashell waste)으로 만든 촉매와 함께 CO_2 조건 하에서 열분해하는 처리 방안을 제시한다. 이는 나일론 6의 원료인 카프로락탐을 얻을 수 있어 가치가 더 높은 제품을 만들어내는 업사이클링 방식이며, 매립이나 소각 같은 기존 처리 방식과 비교했을 때 가치 생산적이고 에너지 효율적이다. 실험실 규모의 열분해 실험 데이터를 바탕으로 공정을 모사하였고 에너지 분석과 전 과정 평가를 진행하였다. 제안된 통합 공정은 다음 세 단계로 이루어져 있다: 촉매 열분해를 통한 폐어망-카프로락탐 전환, 카프로락탐 회수, 그리고 열 및 전력 생산. 공정을 통해 폐어망에서 높은 수율(74.3%)로 카프로락탐을 생산할 수 있으며 CO_2는 재순환된다. 또한 카프로락탐 이외에 열분해 부산물은 열 및 전력 생산으로 활용된다. 이를 통해 통합 공정 전체에 대한 총 에너지 요구량을 충족시키고도 잔여 전력량이 발생되어 에너지 측면에서 효율적이다. 본 연구 결과는 제시된 전략이 폐어망 같은 잔해물로 인한 해양오염 문제를 해결할 수 있는데 도움이 될 수 있음을 시사한다.

P공정목-75

Life Cycle Assessment of Rubber-Silica Composites Processing for Tire with Considering Usage Phase

이승원, 원왕연[1]*
경희대; [1]고려대
(wangyunwon@gmail.com*)

Carbon emissions in the factory are a major issue today. But many products can also contribute to carbon reduction outside the factory. In order to estimate the producer's contribution to the reduction of carbon emissions fairly, the usage phase also should be considered in the assessment of carbon footprint. In this paper, we compared two rubber-silica composite processes for tires, Dry Master Batch (DMB) and Wet Master Batch (WMB). WMB has an advantage over DMB in terms of energy usage in the production phase. Moreover, the tire which was made by WMB has better properties in terms of fuel efficiency and wear resistance. We conducted a cradle-to-gate life cycle assessment of WMB and DMB to refine the impact on the environment. As a result, in the production phase, the global warming potential (GWP) of WMB was 29.6% lower than the GWP of DMB due to lower energy usage of WMB. In addition, in the usage phase, the annual carbon emission of WMB was 2.5% lower than the annual carbon emission of DMB due to better fuel efficiency and wear resistance. This study reveals the need to expand the assessment scope beyond the production phase to estimate the impact on the environment properly.

P공정목-76

연소 후 배가스 포집을 위한 투과도 실험 데이터 기반의 분리막 포집 공정 설계 및 최적화

송용재, 김진국*, 여정구[1], 이정현[1]
한양대; [1]한국에너지기술연구원
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

저탄소 사회 구현을 위해 탄소 포집 기술은 필수적이며 분리막 기반 포집 기술은 모듈형 구성, 컴팩트함 등의 강점을 갖는다. 분리막 포집 공정의 정량적 평가를 위해서는 막 모델 검증을 통해 설계 결과의 정확도가 보장된 공정 경제성 평가가 필요하다. 본 연구에서는 Steam Methane Reforming 기반 수소 플랜트 및 석탄 화력 발전소에서 배출되는 연소 후 배가스에 대한 분리막 기반 탄소 포집 공정 개발 연구를 수행하였다. 공정 모델 개발 및 최적화는 MATLAB® 환경에서 수행되었다. 분리막 모델은 다양한 실험 조건에서 검증되었으며 실험 결과와의 비교를 통해 수학적 모델의 완성도와 강건성을 향상시켰다. 포집 공정 최적화 설계는 분리막 공정 초구조 기반의 최적화 모델을 유전자 알고리즘을 통해 비용 최소화하였고, 이를 위해 공정 구조와 운전 조건의 동시 최적화를 수행하였다. 사례 분석을 통해 포집 CO_2 순도에 따라 막 단수와 다단 막 공정 구조가 포집 공정의 경제성에 미치는 영향을 분석하였다.
본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 대기환경관리기술 사업화 연계 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다. (1485019398)

P공정목-77

수소 생산을 위한 알칼라인 전해조 시스템의 모델링 및 전산 모사 연구

전동현, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

최근 환경오염 문제에 따라 친환경 에너지의 중요성이 강조되고 있으며 대표적으로 수소에너지가 있다. 전기분해를 통한 수소 생산 기술 중 하나인 알칼라인 수전해 기술은 긴 수명을 갖고 투자 비용이 상대적으로 저렴하며 기술 성숙도가 높은 장점을 갖지만, 전류 밀도가 낮고 고압 운전이 어려운 단점도 있다. 특히 장치 운전 중 발생하는 과전압으로 인한 에너지 손실이 높은 편이어서, 에너지 효율을 높이기 위한 수전해 소재 개발 및 공정 운전 최적화 등의 다양한 노력들이 진행되고 있다. 본 연구에서는 MATLAB®을 이용하여 알칼라인 전해조 시스템의 전산 모사를 위한 수학적 모델링을 진행하였으며, 장치의 운전 조건에 따른 과전압 및 관련된 인자의 변화를 확인하고 수소 생산량을 예측하였다. 나아가 AspenPLUS®및 AspenHYSYS®를 이용하여 BOP(Balance of Plant)를 포함한 수전해 공정을 모사하였으며, 민감도 분석을 통해 주요 운전 조건에 따른 공정 전체의 에너지 소비량의 상관관계를 검토하였다. 이 성과는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2019R1A2C2002263).

P공정목-78

복수의 이산화탄소 포집 공정 통합 처리

박준원, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

2015년 '파리협정'이 발의된 후, 2050년경 탄소중립 달성을 위해 현재 온실 가스를 배출하는 대부분의 공정은 이산화탄소 포집 공정을 수반하고 있으며 그 중에서도 MEA(Monoethanolamine) 기반의 흡수공정이 많이 이용된다. 그러나 해당 공정은 용매 재생 과정에 많은 에너지가 소모된다는 단점이 존재하므로, 이를 개선할 필요가 있다. 본 연구의 목표는 여러 공정의 이산화탄소 포집 과정을 통합하여 총 에너지 소모량 및 비용을 절감하는 것이고, 이를 위해 시뮬레이션 프로그램 Aspen Plus 및 HYSYS를 이용한 공정 최적화를 진행했다. 기본 공정으로 CO2 흡수 이후 재생탑으로 가는 스트림을 결합한 4 Absorber : 1 Stripper 공정을 모사했고, 해당 결합 공정과 기존의 개별 처리 공정(4 Absorber : 4 Stripper)의 에너지 소모량 및 투자비용, 운영비용 등을 등을 비교했다. 또한 기본 공정의 구조를 변경하며 에너지 최적화 가능 여부를 평가했다.

P공정목-79

화학 공정 설비의 성능 모니터링 및 유지보수 주기 예측을 위한 딥러닝 기반 모델 설계 및 최적화

김희진, 심은석, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

화학 공정 내 주요 설비들의 원활한 성능 유지 및 비용 감소를 위해 최근 딥러닝 및 데이터 기반의 공정 설비 예지보전에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에선 공정 내 주요 설비인 열교환기를 대상으로 Overall Heat transfer coefficient를 기반으로 하는 성능 지표 DI*(Deterioration Index)를 정의하고, ANN-GA 기법을 통해 유량, 온도 등 현재 Process Variables에 기반한 실시간 성능 모니터링 모델을 개발하였다. 또한, 유지보수의 주기 예측을 위해 Multi-feature input 구조의 12시간 동안의 운전 데이터로 향후 72시간 동안의 성능을 예측하는 Multi step LSTM 모델을 수립함과 동시에 Grid search 기법을 이용해 모델의 최적 Hyperparameter를 도출하였다. 그 결과 실시간 성능 모니터링 모델은 오차율(RMSE) 0.0002, 유지보수 주기 예측 모델의 오차율(MSE) 또한 0.00008.8의 매우 낮은 오차율을 보여 매우 높은 정확도를 가진 모델을 개발하였다. 더 나아가 이 methodology를 바탕으로 다른 공정 설비에도 적용할 가능성을 확인하였다.

P공정목-80

DTP 공정 내 머신러닝 기반 색상 일치를 위한 개선 연구

유엽, 권혁원, 심재윤, 문일[1], 김정환[1], 조형태*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(htcho@kitech.re.kr*)

Digital Textile Printing (DTP)은 고품질의 인쇄결과물을 빠르고, 정확한 색상의 구현할 수 있어 섬유소재에 인쇄가 가능한 방법 중 가장 널리 활용되는 방법이다. 그러나, 인쇄물 출력 후 색상차이가 발생하면, 재 출력과정으로 인해 에너지 낭비 및 환경오염에 대한 문제가 발생한다. 따라서, 한 번의 DTP 공정으로 원하는 색상을 바로 출력하는 일발율 증진을 위한 Machine learning 모델을 개발한다. 본 연구에서는 RGB와 Lab 측색 방법통한 총 220여개 전 후 처리의 색상 데이터를 학습에 활용하고, DNN(Digital Neural Network)과 RF(Random Forest) 방법을 사용하여 모델을 개발하였다. 결론적으로, Random Forest 모델 중 Lab 색상 모델의 정확도가 더 높은 R^2 (0.9853) 값이 도출되었으며, 본 모델이 색상 예측에 적합하다고 판단하였다. 이러한 결과를 바탕으로 후 처리 공정에 대한 색상 변화에 대한 민감도를 최소화하며, 재염색 과정을 줄여 에너지 절약과 환경문제 개선에 기여할 것으로 기대된다.

P공정목-81

Pulsed Electrochemical CO_2 Reduction : Multi-scale TEA from Electrolyzer to Process

정유림, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

Recent studies have been observing changes in product selectivity based on variations in potential frequency and amplitude, undertaking research for optimization. Nevertheless, during the period when reduction is off in a pulse, the production of the product is halted. Hence, it is imperative to consider the production loss during these off periods. Consequently, to optimize pulses effectively, factors such as decreased separation costs due to increased product selectivity, reduced catalyst replacement costs due to enhanced electrolyzer lifespan, and the economic implications of production loss during reduction-off periods need to be comprehensively considered. Therefore, this study aims to implement a pulsed electrolyzer through computational modeling, linking models on both the channel scale and the process scale, to conduct optimization. The objective is to discover a pulse profile that offers greater economics.

P공정목-82

Flexible operation of electrified hydrogen and ammonia production integrating real-time power grid

김주연, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

The substantial energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions within the chemical industry necessitate urgent industrial changes to achieve carbon neutrality by 2050. The transition from fossil fuels to renewable electricity, known as electrification, is crucial for emission reduction and decarbonization in chemical processes.This research proposes an electrification process utilizing electrolysis-derived hydrogen in ammonia production to reduce GHG emissions. Flexible operation strategies can enhance the economic feasibility of electrification significantly influenced by electricity prices. These strategies produce and store hydrogen during electricity surplus or low-cost periods, subsequently utilizing stored hydrogen during high-cost periods.Therefore, we aim to develop an optimization framework for flexible operation of the electrification process integrating power grid dynamics. The study seeks to derive optimal operational strategies for ammonia production, aiming to minimize costs and reduce greenhouse gas emissions as part of climate change mitigation efforts.

P공정목-83

Sustainable CO_2 Capture and Utilization from Diverse CO_2 Sources: Incorporating Direct Air Capture

하지우, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

This study aimed to clarify the cost-effectiveness and carbon footprint of CCU processes based on different sources of CO_2. While there is ongoing extensive research into the conversion of CO_2 into high value-added products, existing studies often neglect to consider diverse CO_2 sources or focus solely on specific source like power plant. Given the differences in CO_2 content and emission rates across different CO_2 sources, economic and environmental evaluation results are expected to differ.Considering this aspect, we developed capture and utilization processes for CO_2 originating from various point sources and directly from air. We conducted chemical absorption and direct air capture as capture processes, while electrochemical and thermochemical processes as utilization processes. The end products were CO and methanol, both holding substantial potential as precursors.Subsequently, we undertook comprehensive techno-economic analyses and life-cycle assessments for each source-to-product process to facilitate a comparative assessment of the levelized cost and carbon footprint of CO_2 products.

P공정목-84

Electrochemical Biorefinery: Design and analysis of lignocellulosic biomass conversion to adipic acid process

이수현, 이웅희[1], 이동기[1], 나종걸*
이화여자대; [1]KIST
(jgna@ewha.ac.kr*)

The process of biorefinery, which transforms lignocellulosic biomass into high valuable products, has attracted attention for its environmentally conscious approach compared to petrochemical based methods. Nevertheless, the method of catalytic chemical conversion for producing adipic acid from lignocellulosic biomass faces obstacles due to its reliance on high temperatures and pressures condition. This study proposes an eco-friendly alternative technology by suggesting an electrochemical approach to convert glucose into adipic acid. Electrochemical systems are more promising technology due to modular design and ability to operate in mild conditions. Moreover, they align with the utilization of renewable energy, making them more promising for achieving a zero-emission society compared to the catalytic chemical conversion in the biorefinery process. The research outlines the design of an electrochemical adipic acid production process and evaluates its viability in comparison to the catalytic chemical pathway using a techno-economic analysis and a life-cycle assessment.

P공정목-85

Multiscale Modeling of Atomic Layer Deposition by Integrating kinetic Monte Carlo and Computational Fluid Dynamics Simulation

이채은, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

It is increasingly important to implement high aspect ratio and thin film in the semiconductor industry. Hence, the significance of the deposition process is growing, with a specific focus on the emergence of atomic layer deposition, a technique that can create nanometer thickness using self-limiting reactions. Although CFD is being employed as a computational simulation approach for ALD, there is a limitation in accurately considering surface reactions. Therefore, in this study, multiscale simulation was performed by integrating the kMC and the CFD simulation. The multiscale framework was constructed based on Python code, and each scale simulation utilized pyZacros and pyFluent. The kMC model has been developed for Si_3N_4 reaction and validated with growth per cycle experimental data. This model was then mapped onto the wafer surface and combined with the single-wafer ALD reactor model. As a result, a multiscale ALD model was developed, capable of considering precise surface reactions. Furthermore, we will extend to a reactor that includes multiple wafers and propose an optimized reactor design by discerning difference reactivity based on wafer positions.

P공정목-86

지열 에너지 연계 냉난방 에너지 공급 시스템 설계 연구

김세중, 김진국*, 박하린
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

탄소중립형 사회 구축을 위해서는 전통적인 화석연료 기반의 열공급과 대규모 전력망을 통한 전기공급에서 탈피하고, 재생에너지 기반의 분산형 소규모 에너지 생산 시스템을 통한 냉난방 공급 방식으로의 전환이 필요하다. 여름과 겨울의 구분이 명확한 국내 기후 특성을 고려하고, 냉방과 난방 모두 공급할 수 있다는 장점으로 인하여, ATES (Aquifer Thermal Energy Storage) 또는 BTES (Borehole Thermal Energy Storage) 등을 통한 지열 에너지 활용에 대한 관심이 증가되고 있다. 지열 에너지가 연계된 냉난방 시스템 운영은 난방과 냉방 공급 기간의 차이를 고려하면서, 에너지 수요량 변동을 동시에 고려해야 한다. 또한 에너지 공급원의 안정적 확보와 경제성을 고려하여, 지열기반 냉난방 시스템은 전통적인 에너지 공급원들과의 통합 운영도 필요하게 된다. 본 연구에서는 효율적인 지열에너지 냉난방 공급을 위하여, 지열 에너지의 통합 활용으로 인한 운영 특성을 이해하고, 에너지 저장 설비 용량의 선정과 경제적인 지열 에너지 활용 방안에 대하여 고찰하고자 한다. 또한, 지열과 다른 재생에너지원을 동시 활용하는 방안의 기술적 타당성을 분석하고, 최적 냉난방 공급 방안을 검토하고자 한다.사사 : 본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (NO.20192010106970)

P공정목-87

Supercritical 조건에서 Copper 박막 제조

김남훈, 이원규*
강원대
(wglee@kangwon.ac.kr*)

Deposition 공정은 wafer 위에 원하는 물질을 박막의 두께로 입혀 전기적인 특성을 가지게 하는 과정이다. 반도체의 성능을 향상시키기 위해 박막을 uniformity하게 deposition시켜야 한다. Supercritical fluid는 점성이 낮고 확산성이 높은 특징을 가지고 있어 deposition을 진행할 때 효율이 좋을 것으로 예상이 된다. 이를 확인하기 위한 실험을 진행했고 다음과 같다. Super fluid deposition system reactor에 2mm×2mm Ti substarate wafer를 고정한 뒤, 탈수촉매체로 ethyl alcohol 1ml, 용질인 Cu presursor 0.1g를 넣는다. 그리고 를 20ml/min의 속도로 투입하고, 33℃, 70bar로 supercritical fluid 상태로 만들어 용매로 사용한다. Deposition을 위해 내부 온도와 압력을 각각 50~100℃, 150~200bar로 설정한 뒤, 30min, 60min에서 진행하였다. 이후 박막제조시의 균일성과 효율성을 비교하기 위해 같은 온도, 압력 조건하에 2시간, 4시간동안 deposition을 진행한 뒤, 비교 분석을 진행하였다.

P공정목-88

Exploring the Potential of Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC) System for Efficient Hydrogen Storage and Transport: A Techno-Economic and Energy Analysis Perspective

너모나, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

Despite its potential as an environmentally clean fuel and energy source, hydrogen storage and utilization has been significantly hampered by its extremely low volumetric density (0.08988g/L at 1atm), making it inefficient to store and transport. Therefore, liquid organic hydrogen carrier (LOHC) systems are being recently investigated as potential alternatives for hydrogen storage and transport. However, as a budding research area, the selection of a suitable LOHC, its deployment in hydrogen fuel stations, and its economic viability are not well established. Therefore, this study proposes a comprehensive investigation of four different LOHCs [Methylcyclohexane (MCH), Dibenzyltoluene (DBT), N-ethylcarbazole (NEC) and Naphthalene (NAP)] via Aspen HYSYS simulations. The LOHCs were compared and contrasted using their physiochemical properties, techno-economic analysis and heat network integration. Combining these findings, DBT emerges as the most attractive due to its favorable performance across multiple categories, such as toxicities, prices, energy consumptions, and material handling using a spiderweb diagram.

P공정목-89

Mathematical modeling of series fluidized bed reactors for hydrogen-based iron making

이희원, 손상환*
부산대
(shson@pusan.ac.kr*)

철강 산업은 CO2 다배출 산업으로 대부분의 CO2는 코크스로 철광석을 환원하여 용선을 제조하는 과정에서 배출된다. 현재 2050 탄소중립정책과 더불어 전 세계적으로 CO2 규제가 강화되는 상황 속에서 코크스 대신 수소 가스를 사용하여 CO2 배출을 획기적으로 저감할 수 있는 수소환원제철 기술의 개발이 대두되고 있다. 본 연구에서는 수소환원제철 공정의 스케일 업과 설계정보를 도출하는데 필수적인 상세 모델링을 진행하였다. 수소환원제철 분야에서는 FBR(Fluidized Bed Reactor) 형태의 반응기가 주로 연구되고 있으며, 최근에는 환원율을 제고하기 위한 목적으로 직렬 연결된 다단 유동로가 제안되고 있다. 따라서 본 연구에서도 직렬 다단 FBR을 대상 시스템으로 고려하였다. 먼저, 단일 FBR에 대한 모델링을 진행하고 이를 바탕으로 4개의 FBR이 직렬로 연결된 모델을 개발하였다. 이후, 개발된 모델을 기반으로 철광석의 목표환원율을 달성하기위한 최적 운전조건을 유도하였다. 본 연구에서 개발한 다단 수소환원 유동로 모델은 이후 수소환원제철 공정의 상용화를 위한 유용한 이론적 기반이 될 것으로 기대된다.

P공정목-90

Biohydrogen Production Utilizing Food Waste: A case study of South Korea

Ahmad Naquash, 이문용*
영남대
(mynlee@yu.ac.kr*)

Hydrogen (H_2) is an important clean energy carrier and is typically produced through fossil fuels. H_2 from biomass i.e., BioH_2 is considered as an alternative to fossil based H_2 owing to less carbon emissions. There are different types of biomasses such as energy crops, food crops, forest residues and food waste. Amongst all these biomasses, food waste is an untapped energy resource and is considered highly beneficial for the environment and economic progress. In South Korea, food waste is major environmental problem because of the rich table settings, improvement of living standards, and the quality of food. To address this issue, this study focusses on the production of biohydrogen from the Korea's domestic food waste. The process is designed and simulated in Aspen Hysys v14. The process includes syngas production, water gas shift reaction mechanism, separation and purification of bioH_2. The process is then analyzed from technical, economic, and environmental aspects. This production of biohydrogen from domestic food waste will be beneficial to Korea's hydrogen economy development.

P공정목-91

Novel design of power-to-dual hydrogen and methanol system(PtHM): Process integration, optimization and Tea

이성민, 김정동, 문일*
연세대
(ilmoon@yonsei.ac.kr*)

This research addresses that designing a reliable power-to-dual hydrogen and methanol (PtHM) process is challenging due to the uncertain nature of renewable energy and the potential constraints of using grid electricity. To solve these problems, the study proposes a data-driven, reliability-based optimization approach to design a PtHM process under grid support and to understand the impact of uncertainty in the time-series renewable energy profile on the design and optimal sizing. Unlike existing approaches, this method does not treat uncertainty as a probabilistic range only, but utilizes a generative adversarial neural network (GAN) to capture the complex patterns of renewable energy in both temporal and spatial dimensions. The optimization process considers both the mean and variance of production costs and incorporates stochastic constraints based on the reliability analysis of the system energy supply level. The study shows how a balance between the mean and variance of production costs and other performance measures can be achieved under renewable energy uncertainty in Jeju Island, South Korea, and provides insights to support decision-making in such situations.

P공정목-92

다양한 CFD 모델을 활용한 멀티페이스 반응기 설계

정한샘, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

The production of monomers derived from carbon dioxide is a multi-phase reaction using gas-liquid reactants and solid catalysts. For the continuity and scale upgrade, optimal reactor design is important. The goal of this study is to present the scale-up reactor structure for the proper mix of gas and liquid and maximization of reactivity. In addition, through structural flow analysis, we would like to derive the optimal reactor. We are working on implementing a multiscale simulation linking rigid physical engine and fluid dynamics. To be more specific, this study regards checking the random packing simulation of the catalyst using Blender and extracting the STL file from it. Afterwards, preprocessing and meshing it through using the ANSYS Space Claim and Meshing. Finally, setting the conditions for the reaction and calculating using ANSYS Fluent. Furthermore, we would like to analyze the distribution and movement of bubbles inside the reactor by introducing various computational fluid dynamics models such as Eulerian, VOF in the column that is packed with solid catalyst.

P공정목-93

Modeling and Optimization of Microbial Electrosynthesis Cell to Produce Acetate from CO_2

김민지, 손상환*
부산대
(shson@pusan.ac.kr*)

탄소 중립을 위한 대기 중 CO_2 증가를 막기 위한 방안 중 하나는 온실가스를 CCU(Carbon Capture, Utilization)로 제거해 실질적인 배출량을 낮추는 것이다. 최근 생물공학 분야에서는 미생물을 이용한 CO_2 고부가화 기술에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그중 MEC(Microbial electrosynthesis cell) 시스템은 미생물 촉매의 도움을 받아 전기 에너지를 화학 에너지로 전환해 CO_2를 아세테이트와 다른 유기화합물로 전환한다. 본 연구의 주된 목적은 MEC를 대상으로 쿨롱 효율을 고려한 모델링 및 운전조건 최적화를 수행하는 것이다. 이를 위해, 반응기 내의 기질 농도, 전위와 같은 상태변수의 변화를 예측하기 위한 모델을 개발하였다. 개발된 MEC 모델을 활용해 쿨롱 효율로부터 아세테이트 생산 및 전기에너지 소모 효율을 최대화하기 위한 최적 운전조건을 유도하였다. 쿨롱 효율을 고려해 최적화된 운전조건은 생산된 아세테이트의 수율만을 고려한 운전조건보다 향상된 결과를 보였다. 제안된 MEC를 통한 CO_2 전환 공정은 온실가스의 재활용을 통해 향후 지속이 가능한 공정개발에 이바지할 것으로 기대된다.

P공정목-94

An Efficient and Robust Integrated Framework for Simultaneous Design of Product and Processes: Chemical absorption of CO_2

김유현, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

Our study aimed to develop an integrated framework of product and process design. A flexible system that can adapt to variations in operating conditions improve process efficiency and expand domain knowledge of the material discovery framework. Here, we propose a reinforcement learning model combined with combinatorial chemistry that inversely designs molecules for target properties. The property prediction model calculates the required features in the process model, and the process model designs the process based on them. The process system is converted into a surrogate model by nonlinear programming formulation, and the derivative-free optimization (DFO) method can be used to find the optimal solution in nonconvexity and nonlinearity black-box functions. The results of process optimization are returned to the target properties, which will be reflected in the setting of boundaries and initial values to serve as meaningful feedback. Then, we apply the framework to design an effective solvent in CO_2 chemical absorption process. This study will open the way to gain a better understanding of the interactions between molecular and process-level decisions.

P공정목-95

메탄 직접 전환 반응 기반 에틸렌 생산 공정의 이해: 메탄 산화 이량화 반응 및 메탄 비산화 직접 전환 기반 공정 기술 경제성 평가

정해권, 김지용*, 박민성
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

에틸렌은 일상에 많이 활용되는 플라스틱의 원료로서 포장, 필름 등의 사용과 더불어 화장품, 용매에도 사용되는 중요한 화학 산업의 구성요소이다. 에틸렌 생산을 위한 공정은 화학 산업의 30% 에너지 소비를 하고 있을 만큼 석유화학 산업에서 중요한 위치를 차지한다. 그러나 현재 에틸렌 생산 공정은 에너지 집약적인 산업임과 동시에 이산화탄소 배출에 따른 환경적인 오염을 일으킨다는 문제를 드러내고 있다. 앞서 야기된 문제를 해결하기 위해선 기존 에틸렌 생산 공정의 이해와 더불어 새로운 에틸렌 생산 공정 개발 및 예비적인 공정 평가를 통한 기술적 장애요소 규명이 필요하다. 본 연구에서는 메탄으로부터 에틸렌 직접 전환 반응인 메탄 산화 이량화 반응 및 메탄 비산화 직접 전환 반응 활용 새로운 공정 개발 및 기술 경제성 평가를 통한 에틸렌 생산 공정의 새로운 전략을 제시하고자 한다. 상용공정 모사기인 ASPEN PLUS를 활용하여 물질 및 에너지 수지를 도출하고, 시뮬레이션 결과 기반 공정의 경제성과 환경성에 영향을 주는 원인을 규명하여 민감도 분석을 통해 새로운 에틸렌 생산 공정의 시장 외란에 따른 거동을 파악하였다. 또한 새로 개발된 두 개의 공정과 상용 에틸렌 생산 기술 간 기술 경제성, 환경성 측면 비교를 통해 지속가능한 에틸렌 생산 전략을 수립에 미치는 영향을 분석하였다.

P공정목-96

기술상부구조를 이용한 바이오매스 기반 DME 생산 경로 합성 및 기술 경제성 평가

정해권, 김소현, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

DME는 높은 산소 함유율 및 탄소간 결합이 없는 분자 구조 특성으로 인해 유해 배기가스를 거의 배출하지 않는 청정연료로, 기존 석유화학연료의 대체재로써 주목받고 있다. 현재 DME 합성 경로 중 바이오매스 기반 친환경 DME 생산 공정에 관한 연구가 활발히 진행되고 있지만, 지역별 활용 가능한 바이오매스를 고려한 최적 DME 생산 공정 경로 파악에 관한 연구가 부족하다. 따라서 본 연구에서는 바이오매스 기반 친환경 DME 생산 기술 공정 개발 및 기술 경제성 평가를 통해 바이오매스의 종류에 따른 최적 DME 생산 공정을 제시하고자 한다. 이를 위하여 바이오매스 기반 DME 생산 공정에 활용되는 기술 조사 및 합성 가능한 경로에 대한 기술 상부구조를 개발하였다. 상용공정 모사기인 Aspen Plus를 활용해 기술상부구조 기반 공정을 설계하고, 기술 경제성 평가를 통해 각 공정의 경제적, 환경적 성능 지표를 도출하였다. 더불어, 바이오매스 종류, 유틸리티 비용, 생산물의 시장 가격 변화 등의 시나리오 기반 민감도 분석을 통해 각 기술의 투자 타당성을 분석하였다. 본 연구 결과를 통해 지역별 활용 가능한 바이오매스를 활용하는 실효적인 DME 생산 공정을 제시하였다.

P공정목-97

Techno-economic analysis of anion exchange membrane electrolysis process for green hydrogen production

이동균, 김민수[1], Meng Qi[2], 문일, 김정환*
연세대; [1]Massachusetts Institute of Technology; [2]China University of Petroleum
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

Hydrogen is regarded as a green energy vector supporting a carbon-neutral future. However, the current challenge of green hydrogen is its high production cost, and effective ways to lower costs must be sought. Anion exchange membrane water electrolysis is in the spotlight due to its considerably lower price and moderate production compared to conventional water electrolysis methods. Here, we identify the major cost influencing factors of large-scale anion exchange membrane water electrolysis and seek effective cost reduction directions. In particular, based on current and future cost distributions of wind power electricity and photovoltaic electricity, an analysis of levelized cost of hydrogen (LCOH) is performed and the future promise of the technology is discussed.

P공정목-98

코크층 생성 및 탄소배출량을 고려한 나프타 열분해 공정의 비정상상태 모델링

신소망, 손상환*
부산대
(shson@pusan.ac.kr*)

최근 온실 가스 감축을 위해 CCUS(Carbon capture, utilization and storage) 기술이 전세계적으로 연구되고 있다. 하지만, 이산화탄소를 고부가가치 생산물로 전환하는 기술은 대부분 본격적인 상용화 단계까지 개발되어 있지 않기 때문에, 2050 탄소 중립 시나리오의 산업분야 탄소배출량 80.4% 저감 목표를 달성하기 위해서는 CCUS 기술 개발뿐만이 아닌 기존 탄소 다배출 공정에서의 배출량 감소도 필수적이다. 석유화학산업에서 대표적인 탄소 다배출 공정 중 하나인 나프타 열분해 공정은 나프타를 고온에서 분해하여 올레핀을 생산하는 과정에서 열공급을 위한 LNG 연소가스로 인해 대량의 이산화탄소가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 나프타 열분해 공정에서의 탄소배출량을 효율적으로 저감시킬 수 있는 최적 운전 전략을 유도하고자 하였다. 이를 위해 먼저 해당 공정에서 운전조건에 따른 나프타 열분해 반응의 생성물 조성을 예측하기 위한 관형반응기 모델과 분해로의 연소가스로부터의 탄소 배출량을 예측하기 위한 firebox 모델을 개발하였다. 특히 나프타 열분해 공정은 항상 관형 반응기 내벽에서의 코크층 생성을 동반하는데, 이로 인해 시간이 지남에 따라 공정의 열 전달 효율이 감소하고 에너지 소비가 증가한다. 따라서 본 연구에서는 시간에 따른 코크층 생성을 고려한 비정상 상태 모델을 개발하였다. 그리고 개발된 모델을 활용

P공정목-99

수소 공급 전략에 따른 목질계 바이오매스 기반 친환경 메탄올 생산 공정 최적화

김찬목, 유찬희, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

현대 사회는 무분별한 화석연료 사용에 기인한 환경 오염 및 에너지원 고갈 문제를 해결하기 위해 지속 가능한 에너지원 사용으로 전환하려는 노력을 하고 있다. 여러 대체 에너지원 중 목질계 바이오매스는 풍부한 탄소 함량으로 인해 기존 화석연료를 대체할 수 있는 지속 가능한 에너지원으로 주목받고 있으며, 목질계 바이오매스를 기반으로 한 메탄올 생산 공정에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 그러나 목질계 바이오매스로부터 생성된 합성가스의 H2/CO 비율은 최적의 메탄올 생산을 위한 비율 (H2/CO=2) 보다 작아 수소를 공급하는 전략이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 수소 공급 전략에 따른 목질계 바이오매스 기반 친환경 메탄올 생산 최적 공정 설계 및 운전 전략 최적화를 수행하고자 한다. 상용 공정 모사기를 활용해 친환경 메탄올 생산 공정을 설계하여 물질 및 에너지 수지를 도출하였다. 도출된 데이터를 이용하여 장치 비용 및 에너지 비용과 같은 공정 비용을 산출하였다. 최적 공정 설계 및 최적 운전 전략 수립을 위한 메탄올의 최소 단위 생산 비용을 목적함수로 하는 최적화 모델을 개발하였다. 산출된 공정 비용 및 개발된 최적화 모델을 통해 수소 공급 전략에 따른 최적화된 친환경 메탄올 생산 공정 시스템 전략을 규명하였다.

P공정목-100

강화된 실험 계획법(iDoE)의 개발 및 적용

정재은, 유경환*
순천대
(khryu@scnu.ac.kr*)

The usefulness of DoE with RSM is undeniable according to various studies, but it is severely limited when the quality of the experimental data is poor and/or the structure of the response model has a large gap with the actual response. To overcome these problems, the present study introduces two new approaches to improve the performance of RSM while using the same amount of data as previous methods. First, a method is developed that incorporates a coefficient clipping technique that imposes constraints on estimating model coefficients using prior knowledge derived from physical and chemical properties or preliminary experiments. By integrating this prior knowledge, the proposed method improves the estimation performance of the RSM model. However, not all experiments have available prior information and can be physically described by the second-order polynomial due to the structural limitation. To overcome this problem, the second method using piecewise regression is newly proposed. In this approach, the experimental data are partitioned into multiple domains, and a linear regression (second-order polynomial) is applied in each domain.

P공정목-101

배가스 질소산화물 제거를 위한 선택적 촉매 환원 (SCR) 공정 제어 방법 개발

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

발전 시설은 연소 시 생성되는 질소산화물(NOx)에 대한 규제치를 만족시키기 위하여 배가스 배출 설비에 Selective catalytic reactor(SCR)를 설치하여 운영하고있다. 다양한 부생 가스를 사용하는 시설의 경우, 연소로 생성되는 배가스는 연료의 종류에 따라 배가스의 온도 및 유량이 달라지고 이에 적합한 암모니아를 분사하여야 한다. 기존 제어 방법은 대부분 배가스의 조성 및 유량을 측정하여 이를 기반으로 SCR의 암모니아 투입량을 결정하지만, 앞서 언급한 배가스의 조성이 빈번히 바뀌거나 SCR 공정의 제어 시스템의 특성(공정의 측정 가능한 값, 부정확한 측정 값)에 따라 제어 성능이 부족한 경우 현장 엔지니어의 경험 혹은 암모니아를 과투입하여 NOx의 규제치를 만족시키고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 새로운 제어 방법에 대한 연구를 수행하였다.

P공정목-102

기술상부구조 기반 최적화 프레임워크을 통한 순환 경제 내의 폐플라스틱 업사이클링 전략 제시

정우창, 유찬희, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

현재 지속적으로 증가하는 폐플라스틱을 처리해야 하는 문제는 전 지구적으로도 대두됨에 있어 폐플라스틱 업사이클링 기술은 매우 중요한 연구 분야중의 하나이다. 폐플라스틱 업사이클링과 관련하여 단일 기술 개발은 활발히 진행되고 있지만, 단일 기술들을 연결하는 전체적인 기술 전략에 대한 연구는 부족한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 최적의 폐플라스틱 업사이클링 전략을 위한 프레임워크를 개발하고자 한다. 우선 폐플라스틱을 활용하여 다양한 고부가가치의 생성물을 만드는 기술상부구조를 생성한다. 이후 공정 모사 및 참조 문헌을 바탕으로 기술상부구조 내의 기술적 (수율 및 에너지 소모량), 경제적 (단위 생산 비용) 및 환경적 (탄소 배출량) 파라미터를 추정한다. 추정된 파라미터 기반의 기술상부구조는 폐플라스틱 업사이클링 전략 확인을 위한 최적화 모델 개발에 활용된다. 최종적으로 제시된 프레임워크를 통해 피드 (폐플라스틱) 기준 혹은 생성물 (연료, 올레핀 등) 기준의 업사이클링 최적 전략을 주요 논리 및 실질적 제약 조건을 고려하여 식별하고자 한다. 본 연구의 최적 전략 및 분석 결과는 순환 경제 내의 폐플라스틱 활용 및 처리 문제를 다루는 이해 관계자 및 정부 정책 관련자들에게 있어 광범위하게 적용될 수 있을 것이다.

P공정목-103

메탄 개질 반응 공정 설계를 위한 데이터 연계 전략 및 기계학습 모델 개발

양현, 정해권, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

최근 촉매 연구 분야에서는 복잡한 반응 메커니즘의 이해와 효율적인 촉매 설계를 위해 기계학습의 적용이 지속적으로 확대되고 있다. 하지만 촉매 반응기 스케일업은 공정 변수의 영향으로 인하여 여전히 추가 실험과 비용이 요구되는 어려운 과제로 인식된다. 본 연구에서는 촉매 반응기의 신속하고 효율적인 스케일업을 목적으로, 공정 변수를 활용한 머신러닝 기반 데이터 연계 전략을 제안한다. 제안된 전략은 의사결정나무 기반의 딥러닝 예측 모델의 개발, 섀플리 가치 분석 기반의 공정 변수의 중요도 분석, 마지막으로 영향점 및 최적점 분석 기반의 데이터셋 확보 전략으로 구성된다. 모델 학습에는 상용 공정 모사기로 도출한 공정 변수에 따른 반응 데이터가 이용되었고, 메탄 개질 반응의 사례 연구를 통해 제안된 프레임워크를 입증하였다. 영향점과 최적점은 각각 데이터의 특성 중요도 분석과 인공벌 군집 알고리즘을 통해 도출되었다. 본 연구의 결과는 공정 변수를 활용해 다양한 반응 메커니즘에 대한 반응 전환율 및 선택도 예측이 가능함을 보이며, 데이터셋 확보 전략을 통해 모델의 성능과 최적화 결과의 신뢰성 향상을 나타낸다.

P공정목-104

폐리튬이온 양극재로부터 NMC 전구체 재생성 최적 운전 전략 도출을 위한 공정 모사

김정동, 박기호[1], 김정환*
연세대; [1]전남대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

Recognizing the impact of environmentally friendly and sustainable recycling of spent lithium-ion batteries (LIBs), recent efforts have focused on the laboratory-scaled re-synthesis of NMC precursor from the leaching solution of spent LIBs. However, to transition to a commercial level, it is essential to analyze the feasibility of the system on an industrial scale. In this study, going beyond prior experimental studies, the modeling of the re-synthesis process was conducted and the feasible operating condition was derived based using validated model.For modeling, the population-balanced equation (PBE) was employed to capture the dynamics of particle of NMC precursor. The model was enhanced by integrating a commercial chemical equilibrium solver to address complex ion equilibrium and impurity formation during crystallization process. Using the validated model, the batch-operation of the system was simulated under different condition, including recycling scale, reagent concentration, and temperatures. Our theoretical results revealed that in a single-stage crystallization process, over 82% of metal were successfully recovered in the form of the precursor.

P공정목-105

Modeling of Electrochemical CO2 Reduction Device : The Effects of Controlable Extrinsic Variables in 3-Dimensional Analysis

이선영, 나종걸*
이화여자대
(jgna@ewha.ac.kr*)

As CO2 emissions and fossil fuel depletion intensify, interest in CO2 utilization is increasing worldwide. As CO2 reduction technology expands from carbon dioxide capture and storage (CCU) to carbon dioxide capture, utilization, and storage (CCUS), technological advancements are also increasing. In particular, electrochemical reduction is expected because CO2 can be reduced under conditions of normal temperature and atmospheric pressure, and chemical emissions can be reduced by recycling the electrolyte if only water and CO2 are reacted. Electrochemical methods for converting materials into useful materials through carbon dioxide reduction have not been sufficiently performed in 3D system analysis so far. Although the slope of the concentration and current can be verified, the result is unclear depending on the change of adjustable external factors such as electrode catalyst, convection, and channel structure, so we aim to build a 3D model based on the 1D model studied in the past. A model that allows you to determine the various influences of external factors using COMSOL to derive a relationship between a response and various external factors.

P공정목-106

Data-driven model for reliable SoC(State of Charge) estimation of battery based on electrochemical models

오승현, 김지용[1], 문일*
연세대; [1]성균관대
(ilmoon@yonsei.ac.kr*)

A battery's state of charge(SoC) is difficult to measure directly and can only be estimated through indirect methods, and several methods have been studied for accurate estimation. The four most representative methods are the coulomb counting method, an open-circuit voltage-based method, a model-based method, and a data-driven method. Among them, the data-driven method has been actively studied due to the high utilization of artificial neural network models. However, the limitation is that it is very dependent on training data. In this study, we propose to develop a data-driven model based on an electrochemical model to overcome these limitations. After identifying the parameters of the electrochemical model based on limited battery discharge profile data, several patterns of driving cycles were simulated under different temperature conditions. The generated simulation data was utilized for training the artificial neural network. The performance of the developed hybrid data-driven model was compared using a fully trained model and a partially trained model on actual data.

P공정목-107

Nonlinear dynamics identification for bio-2,3 butanediol distillation column

최영렬, 김정환[1]*, 임종구[2], 문일[1], 조형태
한국생산기술연구원; [1]연세대; [2]GS칼텍스
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

Identifying the nonlinear dynamics of the manufacturing system is important for efficient operation and control of the system. It determines mathematical model parameters that can reproduce the dynamic behavior of a system. However, because the nonlinear dynamics of real systems change with time and environmental uncertainties, it is difficult to develop a single identification model from experimental data without prior knowledge of the system parameters. In this study, the demonstration-scale 2,3-butanediol distillation column of GS Caltex, Republic of Korea, is taken as an experimental case. From the multi-dynamic behavior raw data, steady-state data are identified by classification techniques, and a multi-input multi-output model is identified based on N4SID. Depending on the input and output variables, the rows and columns of the block Hankel matrix and training window were considered to develop an optimal model. This study is expected to be able to interpret the nonlinearity of the process over time, so it can be used for online process data identification, optimization, and control research as future work.

P공정목-108

기술 경제성 분석을 통한 납사 크래킹 공정과 바이오매스, 화석 연료 기반 메탄올 생산 공정 비교

이가영, 박호영[1], 한지훈*
포항공과대; [1]Lotte E&C
(jhhan@postech.ac.kr*)

에틸렌은 폴리에틸렌(PE)의 구성 요소로 중요한 화학물질 및 원료이다. 에틸렌의 주요 생산 경로인 납사 스팀 크래킹은 800도 이상의 높은 온도에서 반응하여 다량의 화석 연료를 연소시킨다. 따라서 화석연료의 고갈과 지구온난화 가속화를 막을 수 있는 전략이 필요하다. 기존 경로인 납사 스팀 크래킹 공정을 화석연료 기반 메탄올-올레핀 공정(fMTO)과 바이오매스를 기반 메탄올-올레핀(bMTO) 경로를 비교하여 기술 경제성 분석(TEA)을 수행한다. TEA는 설계된 공정 모델의 기술적, 경제적 성과를 정량화하는 데 사용되는 효과적인 방법론으로, 일반적으로 실험실 규모에서 대규모 공정으로 공정을 확장할 때의 경제적 타당성을 검토하는 데 사용된다. 이를 통해 기존 경로에 대한 에탄올의 시장 가격을 시뮬레이션하고 비교하는 것을 목표한다.

P공정목-109

기계 학습 기술을 사용하여 가스 터빈 유지 관리를 위한 세척 간격 최적화

장수영, Francis Pako, Nelson Kudakwashe Muchabaiwa, 김신혁, 오민*
한밭대
(minoh@hanbat.ac.kr*)

Gas turbines serve as pivotal power and propulsion sources across many industries. Sustaining peak operational efficiency and extending their lifespan demands a well-organized maintenance timetable. Among these responsibilities, the scheduled cleaning of compressor blades stands out as indispensable, addressing the accumulation of contaminants that can substantially degrade efficiency. Traditional maintenance approaches often follow fixed schedules, potentially leading to unnecessary service or inadequate cleaning intervals. This study aims to forge a predictive model for ascertaining the optimal washing frequency for gas turbines, enhancing maintenance efficiency and cost-effectiveness.

P공정목-110

Nitrogen fixation applying water electrolysis and electrolytic plasma-liquid interfacial reaction hybrid process

강태형, 황성원*, MORI SHINSUKE[1]
인하대; [1]TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

The production of green ammonia using plasma is carried out using electrical energy, and it does not require process conditions such as high temperature and high pressure, showing excellent performance in terms of energy consumption and environmental pollution. In this study, Nitrogen fixation was confirmed with Nitrogen Plasma water electrolysis hybrid system. Nitrogen plasma is injected into the liquid interface of a basic solution where a catalyst exists and is designed to be electrolyzed by connecting platinum-coated electrodes to flow current. Nitrogen plasma and water react at the liquid interface to generate ammonium, nitric, and nitrous acid ions. It can be released into gas under high pH conditions, so it is collected and confirmed for the production of ammonia. In addition, electrolysis was performed simultaneously with nitrogen plasma to suppress the production of nitric acid and increase ammonium ion production.

P공정목-111

Helium-hydrogen mixture와 mixed-refrigerant를 이용한 수소액화공정 개발 및 최적화

정형준, 황성원*
인하대
(sungwon.hwang@inha.ac.kr*)

수소는 2050탄소중립 달성을 위한 중요한 에너지원 중의 하나이며, 수소를 공급 및 저장하기 위한 방법으로 액화수소가 고려되고 있다. 그러나 수소를 액화하는 과정은 에너지가 상당히 소모되며, 현재 이 과정에서의 에너지 소모를 줄이기 위한 연구가 다방면으로 진행되고 있다. 본 연구에서는 수소액화공정의 시뮬레이션 정확도를 향상시키기 위해 주요 thermodynamic properties 중 하나인 heat capacity에 대해 각 EoS별 정확도를 비교, 분석하였으며, Aspen HYSYS를 이용하여 precooling-cycle에 mixed-refrigerant를 사용하고 dual-pressure로 구성된 helium-hydrogen cryogenic cycle을 이용하여 수소액화공정 모델을 제작하였다. 이후 Genetic Algorithm (GA)을 이용하여 공정 최적화를 진행하였으며, composite curve 및 SEC 성능 지표를 이용하여 기존의 수소액화공정 모델과의 비교를 진행하였다. 위 연구를 통해 수소액화공정에 이용하는 EoS의 분석을 통해 각 EoS의 특성 및 정확도에 대해 평가하였으며, mixed-refrigerant 및 helium-hydrogen 냉매를 이용하여 기존의 수소액화공정보다 SEC등 공정 성능을 향상하였다.

P공정목-112

NGCC-CO_2 공정과 천연가스 액화 공정, CO_2-EGR 공정을 통합한 CCUS 공정 설계

김도희, 박진우*
동국대
(jinwoop@dgu.ac.kr*)

본 연구에서는 NGCC-CO_2 포집 공정과 천연가스 액화 공정, CO_2-EGR 공정을 통합하여 새로운 CCUS 공정을 설계 및 제시하였다. CCUS는 Net Zero 달성을 위한 방법 중 하나로써, 이를 통한 CO_2 감축량이 2070년까지 전체 CO_2 감축의 약 15%를 차지할 것으로 전망된다. 기존 상용 천연가스 액화 공정에서는 C3MR을 주로 이용했지만, 제시된 공정에서는 NGCC-CO_2 포집 공정으로부터 포집된 CO_2의 냉열을 이용하여 C3 냉매를 대체한다. 본 CO_2-EGR 공정에서는 고온의 gas CO_2의 열 에너지를 활용한 ORC 공정과 해수와 압축기를 활용한 두 가지 설계안을 제시하였다. 따라서, NGCC-CO_2 + C3MR, NGCC-CO_2 + CO_2MR + CO_2-EGR 공정을 비교 분석하여 효율적인 공정을 탐구하고자 한다. 본 연구에서 제시한 CCUS 공정을 통해 LNG 생산 효율을 증가시키고, 이로써 2050 탄소 중립 목표 달성에 기여할 수 있을 것이라 기대한다.

P공정목-113

액체 이산화탄소 수송을 위한 최적 압력 결정: 국내 사례연구

강현진, 이석구*
한국생산기술연구원
(seokgoo@kitech.re.kr*)

This study presents a strategic approach to CO2 transport by evaluating the optimal transport pressure and scenario-based economic feasibility within the context of South Korea's Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) chain. Existing research on ship-based CO2 transport has been conducted based on overseas situations. Therefore, it is challenging to apply in Korea, where variables such as annual CO2 transport quantity and the distance between CO2 capture sites and storage/utilization sites. This study investigated the optimal transport pressure for CO2 through various scenarios considering the unique situation in Korea. Major CO2 emission sources in Korea are industrial complexes such as power plants, steel mills, and oil and petrochemical complexes, most of which are located in coastal areas. The potential storage sites for large-scale CO2 in South Korea are the Gunsan and Ulleung Basins. Based on these considerations, a comparative analysis of CO2 transport pressures (6.5 bar, 7 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar, 30 bar) was conducted to determine the optimal pressure. (Acknowledgement: kitech JD-23-0002)

P공정목-114

철강부생가스의 CFD 모델링 및 입자여과 시뮬레이션

정준호, 김성원[1], 조문경[2], 김신혁*
한밭대; [1]한국교통대; [2]포스코
(shinhyukkim@hanbat.ac.kr*)

This study proposes a modeling approach that effectively simulates the dust filtration phenomenon using fiber filters by combining CFD with a theoretical model based on fiber efficiency. Firstly, the Euler-Lagrangian multiphase flow model is adopted to predict the interaction flow between gas and particles. A porous media model is used to accurately predict the pressure drop in the fiber filter region, utilizing the inertial reesistance and viscous resistance values obtained from experimental data. Particles tracked using the Lagrangian method, as they pass through the filter region, determine their filtration status based on the filtration probability calculated using the Pseudo Random Number Generator (PRNG) and the fiber interception efficiency based on classic filter theory. The proposed modeling approach is implemented through Ansys Fluent with user-defined functions based on C++. Simulation results are evaluated by comparing them with experimental data.

P공정목-115

대단위 화학공장의 총체적 공정안전 관리에 대한 응용연구

김영호*
Y.H.KIM Eng. & Mfg. Int. Consultant
(yhkim1116@hotmail.com*)

The purpose of this paper is to prevent and minimize both any accidents and its recurrences in the complex chemical plants through Total Process Safety Management. Present-day most chemical plants have been applying advanced high technology in precision to its design and construction, and also become highly complicated and extra-large sized scale. Moreover, these modernized most complex chemical plants are producing and/or treating the products which are very toxic, extremely dangerous, fatally poisonous, easily inflammable and sensitively explosive, etc. as mostly fine chemicals. So in case any accidents happen due to human errors such as poor design, man-made mistakes, and even poor overall management, etc. in complex chemical plants, these accidents become not only to call great loss of lives, but also bring on an unexpected consequence to their community and society. Accordingly, this paper shows what and how to newly apply for Total Process Safety Management in order to minimize and prevent both any accidents and recurrences in the Complex Chemical Plants.

P공정목-116

경제성 최대화를 위한 인공지능 기반 플라스틱 열분해 공정 최적화

임종훈, 주종효, 조형태, 이재원, 문일[1], 김정환[1]*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(kjh24@yonsei.ac.kr*)

The pyrolysis of plastic waste can yield value-added oil, gas, and char that serve as substitutes for commercial gasoline and diesel. However, due to the distinct chemical structures of each type of plastic, variations in pyrolysis reactions occur. Consequently, the selection and blending ratios of plastic waste become critical variables influencing the yield and quality of pyrolysis fuel, thereby enhancing overall economic feasibility. In this study, we derived the optimal selection and blending ratios of plastic waste for pyrolysis fuel production, maximizing economic feasibility based on a genetic algorithm (GA). The GA-based optimization process entails several steps. First, a dataset is generated using a process model of the pyrolysis reactor. Then, using the obtained data set, the deep neural network (DNN)-based surrogate model is developed. Finally, the optimal solution is derived using DNN-based surrogate model based on GA. As a results, the derived optimal blending ratio is derived, and the optimal solution can increase the net profit compared to base case. Therefore, we believe that the proposed method can achieves maximum economic feasibility in industrial applications.

P공정목-117

Neural ODE를 이용한 동적 반응기 모델링: First-Principle Model과의 비교 연구

권광현, 손영우, 이종민*
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

Reactor modeling is vital for understanding physiochemical behaviors in chemical processes. First-principle model is a solid option in modeling, yet its application becomes impractical when dealing with non-ideal reactors and complex dynamics. Such limit can be overcome by utilizing neural ordinary differential equations (neural ODE) which computes unknown parameters by parametrizing the continuous dynamics of hidden state using ODE specified by neural network, and training by solving the augmented ODE backward. When applied to generalized reactors, the kinetics and residence time distribution can be found by discretizing PDE and solving the inverse ODE with neural ODE. This study applied the Van der Vusse CSTR model on neural ODE to predict dynamic responses. Training data with random noise was generated by Python and first-principle model was constructed via Pyomo, an open-source optimization modeling language. Parameter estimation on the first-principle model was then conducted to compare performances. As a result, mean absolute errors (MAE) for each method were calculated and neural ODE showed lower MAE with decent accuracy and interpretability.

P공정목-118

디퓨전 기반 심층 생성 모델을 활용한 공정 데이터의 결측치 대체와 이상 진단

박지훈, 이경민, 최석훈 , 이종민*
서울대
(jongmin@snu.ac.kr*)

Arising from process-related inaccuracies and human errors, missing values in chemical process data can impede the comprehension of process, accurate process modeling and efficient process optimization. Therefore, it is crucial to perform missing data imputation to restore data integrity and ensure a precise representation of the process. This research centers on imputing data from the Tennessee Eastman Process, a prominent chemical process, considering three scenarios for missing value generation and extending to encompass fault detection. Employing a self-supervised Diffusion-based Deep Generative Model, the study achieved robust imputation performance surpassing traditional methods (e.g., mean, linear imputation). In addition, leveraging the imputation outcomes with model itself for fault detection contributed to additional accuracy enhancements.

P공정목-119

부분적 이중 원형 컬럼을 통한 증류공정에서의 열 전달량 및 에너지 효율 최적화

서채영, 이민용, 이희천[1], 이재우*
KAIST; [1]LG화학
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

화학 공정에서 에너지 효율을 극대화하는 것은 이산화탄소 배출을 줄이는 데 중요한 역할을 합니다. 특히 증류라는 일반적인 분리 과정에서 에너지 소비 감소가 필수적입니다. 많은 연구에서 열 통합 방법을 도입하여 에너지 소비를 낮추려는 노력이 이어지고 있으며, 이는 외부 및 내부 열 통합으로 나뉩니다. 내부 열 통합 중에서도 이중 원형 컬럼 구조는 증류 과정의 여러 부분 간에 열을 효율적으로 전달하여 열 통합을 가능케 합니다. 그러나 과도한 열 전달은 오히려 에너지 손실을 초래할 수 있으므로, 이 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 수정된 구조인 부분적 이중 원형 컬럼을 제안하였습니다. 이렇게 하면 이론적으로는 두 배 정도의 열전달량을 활용하여 에너지 절약과 비용 절감을 달성할 수 있습니다. 정확한 열전달율을 계산하기 위해, 이중 원형 구조를 가진 각 증류층들은 Aspen Plus™과 Ansys Fluent™을 사용하여 시뮬레이션되었습니다. 이 연구는 증류 컬럼의 구조적 변화가 복잡한 혼합물을 분리하는 데 에너지 효율을 크게 향상시킬 수 있음을 보여주며, 이러한 접근방식은 다양한 경우에 적용 가능한 통찰력을 제시하고 있습니다.

P공정목-120

알코올 피드에 따른 두 에테르화 반응 증류 시스템의 집적화 된 에너지 효율적 공정 디자인

이정우, 이민용, 김동근, 신용범, 이재우*
한국과학기술원
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

본 연구에서는 메탄올과 에탄올의 혼합 피드에서 두 종류의 연료 에테르를 동시에 생산하는 시스템을 설계하였다. 알코올의 분리 이후에 각각의 에테르를 생산하는 반응 증류 탑을 이용한 개별 생산 시스템과, 두 종류의 에테르를 단일 반응 증류 탑에서 생산하고 이를 분리하는 동시 생산 시스템을 설계하였다. 알코올 비율을 변경하면서 두 시스템을 설계하였고, 이를 에너지 사용량, 경제성 및 이산화탄소 배출량의 기준을 바탕으로 평가하였다. 메탄올의 양이 많은 경우, 알코올 분리탑에서 알코올 간의 상대적 휘발성이 감소한다. 이는 알코올 분리탑에서 분리 효율이 감소하고 에너지 사용량이 증가하게 되어, 동시생산 시스템이 더 경제적이고 친환경적인 시스템이었다. 반면에, 에탄올의 양이 많은 경우는 낮은 평형상수에 의해 에테르 동시 생산 반응 증류탑의 내부 유량이 증가한다. 이에 의해, 에테르 동시 생산 반응 증류 탑의 에너지 사용량이 많아져서 개별 생산 시스템의 성능이 동시 생산 시스템에 비해 뛰어났다. 상기 시스템에 대하여 외부 열교환기를 바탕으로 열 통합 시스템을 설계하였으며, 에너지 사용량, 비용 및 이산화탄소 방출량을 절감하였다. 외부 열 교환된 시스템도 알코올 비율에 대하여 열 교환되지 않은 시스템에서 보여지는 경향과 동일한 경향을 보였다.

경제적 비용 함수를 이용한 확률적 튜브 기반 모델예측제어

윤형로, 박현민, 정해성[1], 오세규[1], 이종민*
서울대; [1]현대자동차
(jongmin@snu.ac.kr*)

The optimization of an electric vehicle (EV) energy management encounters challenge due to its stochastic nature. In recent years, stochastic tube-based model predictive control (STMPC) has emerged as a novel solution for EV energy management. Prior STMPC studies mainly focused on minimizing a quadratic cost function of EV energy management. This involves tightening state constraints in proportion to the size of the tube, which represents reachable state trajectories. This approach ensures constraint satisfaction even in the presence of disturbances. However, the existing STMPC can show low performance in situations where a non-quadratic cost tied to economic evaluation in EV energy management needs to be considered. Therefore, this study aims to minimize an economic cost function in STMPC which is non-quadratic form. Through an EV simulation example with disturbances, STMPC with economic cost function was compared to economic model predictive control (EMPC), an optimization method employing an economic cost in a disturbance-free system. The simulation results showed that STMPC with economic cost better satisfied the constraints and improved control performance than EMPC.

P분리목-1

솔방울을 이용한 활성탄 합성 방법 개발 및 응용

Gaikwad Sanjit, 한상일*
창원대
(sangilh@changwon.ac.kr*)

In this study, we used different chemical activating agents, namely KOH, NaOH, and $ZnCl_2$, in combination with Conifer cone as a precursor (raw char) at different weight ratios (1:2, 1:3, and 1:4), using the chemical activation method. The selection of Conifer cone as the precursor was based on its easy availability and sustainable waste management. The activated carbons obtained from different chemical activating agents were evaluated for their adsorption capacity towards CO_2, N_2, water vapor, and volatile organic compounds (VOCs) such as benzene, toluene, and p-xylene at different temperature and pressure. The activated carbon reaches the average surface area 3000 m^2/g with pore volume 2.0 cm^3/g for the KOH and NaOH made activated carbon. The maximum benzene adsorption capacity 13.9 mmol/g was observed for the AC-KOH-1-3 at saturation pressure (0.128 bar) and 298K. The characterization of the produced activated carbons was performed using scanning electron microscopy (SEM), and X-ray fluorescence (XRF).

P분리목-2

cPVC 탄화 기반 다공성 탄소 흡착제의 표면 특성 및 메탄 포집 성능 연구

Phuong Uyen Do, 박재현, 김현욱, 이찬현*
울산대
(chhylee@ulsan.ac.kr*)

최근 산업 공정에서 발생되는 막대한 온실가스로 인한 기후변화 문제가 심각해짐에 따라 수소를 차세대 에너지 전달체로 활용하고자하는 노력이 주목받고 있다. 이에 최근에는 카본 블랙 등을 생산하기 위한 반응으로 널리 이용되고 있는 메탄 직접 분해 반응을 통한 대용량 수소 생산 공정에 대한 관심이 높아지고 있다. 메탄 직접 분해를 통한 수소 생산 시 이산화탄소 등의 온실가스가 발생되지 않아 청정 수소 생산 방식으로 알려져 있으나 고압 반응 시 메탄 전환율이 낮아져 미반응 메탄을 효율적으로 포집, 재사용하기 위한 분리 공정이 필수적이다. 이번 연구에서는 메탄을 선택적으로 포집하기 위한 다공성 탄소 흡착제를 합성하고 그 특성을 규명하였다. 높은 메탄 흡착 선택도를 가지는 흡착제를 합성하기 위해 cPVC 고분자 전구체를 KOH와 서로 다른 비율로 혼합해 600-900 ℃ 온도 범위에서 탄화시켰다. 제조된 흡착제는 Ar 87K 흡착 분석을 통해 기공 구조를 파악해 최적 합성 조건을 선별하였으며, 기공 구조에 따른 메탄 흡착 특성을 규명하였다. 본 연구를 통해 합성된 최적 다공성 탄소 흡착제는 25 ℃, 상압에서 1.94 mol/kg의 메탄 흡착 성능을 가지는 것으로 확인되었다.

P분리목-3

전기방사를 통한 고투과 복합 여과 분리막 제조 및 내구성 향상을 위한 표면 특성 연구

김선민*, 김경수, 최하영
한국전자기술연구원
(ksunmin@keti.re.kr*)

As the biopharmaceutical market expands, the demand for the functional membrane research to improve the production yield and stability is increasing. In particular, control of membrane fouling caused by surface pore contamination is important for maintaining filtration efficiency and durability during repeated cleaning processes. Membranes with high permeability/durability characteristics were manufactured using electrospinning-based thickness control and adjusting the quantities of Polyvinylidene fluoride, diverse solvents, and metal salt additives. SEM measurements were conducted to verify the uniform distribution and diameter size of the electrospun fibers, and water permeability and contact angle were measured to analyze surface characteristics. Subsequently, for the application of the membrane in bio-process, a durability assessment of the membrane was conducted through repeated BSA filtration. The asymmetric membrane based on the research results is expected to be widely applied to bio filtration and water treatment fields.

P분리목-4

Exceptional gas separation performance achieved by thin-film composite mixed-matrix membrane containing nonuniform micron-sized UTSA-16

김진혁, 민효준, 김종학*
연세대
(jonghak@yonsei.ac.kr*)

The selection of affordable, microscopic particles remains a challenge for their integration into thin-film composite mixed-matrix membranes (TFC-MMMs) due to their ineffective interaction with the polymer matrix. Additionally, the particle size is unsuitable for fabricating submicron-thick membranes. In this study, we present high-performance TFC-MMMs utilizing a CO2-friendly comb copolymer, namely poly(tetrahydrofurfuryl methacrylate)-co-poly(poly(oxyethylene methacrylate)) (PTO), and an irregular, micrometer-scale, CO2-specific metal-organic framework (MOF) named UTSA-16. The PTO comb copolymer matrix demonstrated exceptional film-forming properties and adhesion characteristics, displaying efficient gas separation capabilities. Moreover, the PTO comb copolymer enhanced UTSA-16's dispersibility within an environmentally friendly solvent mixture (ethanol/water), preserving the integrity of the underlying porous polymer support. Despite UTSA-16's micrometer-scale size, the PTO copolymer comprehensively enveloped its surface through robust interactions, achieving outstanding interfacial contact without deep pore penetration. This approach enabled the creation of defect-free

P분리목-5

Thin-Film Composite Mixed-Matrix Membranes exhibiting High Gas Separation Performance based on Polymer-Infiltrated MOF-808

노혁진, 민효준, 김종학*
연세대
(jonghak@yonsei.ac.kr*)

Thin-film composite mixed-matrix membranes (TFC-MMMS) as potential candidate for practical gas separation process, possess high gas permeance and gas selectivity at the same time. Herein, we report a high-performance TFC-MMMs prepared with a simple mixing method using rubbery comb copolymer, i.e., poly(2-[3-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-hydroxyphenyl] ethyl methacrylate)-co-poly(oxyethylene methacrylate) (PBE), and metal-organic framework MOM-808 nanoparticles. The rubbery PBE chains partially penetrates into the pores of MOF-808, reducing the pore size of MOF-808 and improving the interfacial compatibility between PBE copolymer and MOF-808. The aforementioned aspects result in successful fabrication of a defect-free TFC-MMMs (thickness = 350 nm) even with a high loading of MOF-808 nanoparticles. TFC-MMMs with 40% MOM-808 loading showed the highest gas separation performance with CO_2 permeance of 1069 GPU and CO_2/N_2 selectivity of 52.7 while the pristine PBE membrane exhibited CO_2 permeance of 431 GPU and CO_2/N_2 selectivity of 36.2. Consequently, polymer-infiltration into MOF pores can be desirable approach for practical applicatoin

P분리목-6

폐활성탄의 진공열탈착/표면산화 기술동향 분석

김수환, 이준헌, 류준형*
동국대
(jhryu@dongguk.ac.kr*)

Activated carbon, widely used as an adsorbent in various industries, is utilized in the Heating, Ventilation, and Air Conditioning System(HVAC) within nuclear power plant facilities form of adsorptive activated carbon. Adsorptive activated carbon is to remove relatively volatile and harmful radioactive iodine among the radioactive gases passing through the HVAC. The Trimethylene diamine (TEDA) is attached to the activated carbon to enhance the adsorption efficiency of radioactive iodine and C-14/H-3. As the operation of nuclear power plants extends over time, the quantity of radioactive waste, spent activated carbon, is anticipated to increase. This paper investigates and summarizes techniques that remove pollutants (H-3, C-14) trapped within the pores of activated carbon through thermochemical vacuum and surface oxidation processes and recycle the activated carbon. The anticipated outcome of reusing spent activated carbon is a reduction in radioactive waste and disposal costs, while also enhancing future studies' comprehension of Vacuum Thermal Desorption and Surface Oxidation on Spent Activated Carbon.

P분리목-7

UIO-66 금속 유기 골격체의 기상 후처리를 통한 전구체 국소 부재 구조 결함 조절 가능성에 관한 연구

김태환, 엄기원*
숭실대
(kiwon.eum@ssu.ac.kr*)

지르코늄 금속과 테레프탈산 유기 전구체의 배위 결합으로 이루어진 UIO-66 금속 유기 골격체는 상대적으로 높은 화학적, 열적, 기계적 안정성을 갖으며 나노 단위 (<15 Å)의 기공 크기를 가지고 있을 뿐 만 아니라, 높은 기체 흡착 성능을 보인다. 특히, 전구체의 국소 부재 (missing-linker)에 기인한 골격체 구조 결함으로 인해 노출된 $Zr_6(O)_4(OH)_4$ 노드의 조절을 통해 이산화탄소 흡착성능을 향상시킬 수 있는 것으로 알려져 분리막 및 흡착제 분야에서 활발한 연구가 진행 중이다. 이에 본 연구에서는 기상 유기 전구체 후처리를 통한 전구체 국소 부재 결함 (missing-linker defects)의 정도를 조절하고자 하였다. 이에 따른 흡착 특성 변화 및 기공 크기 변화에 대해 조사하였으며 상기 후처리 기술이 다결정 UIO-66 분리막의 분리 특성에 미치는 영향에 관해 토론하고자 한다.

P분리목-8

6FDA-DAM과 구조 및 표면 기능기 제어된 ZIF-8으로 구성된 혼합 기질막의 프로판/프로필렌 분리 특성 향상에 관한 연구

김종범, 유지희, 안윤호, 엄기원*
숭실대
(kiwon.eum@ssu.ac.kr*)

고분자 중합체 매트릭스에 고성능 유-무기 충전제를 분산시킨 혼합 기질막은 고분자 분리막의 기체 분리 성능을 향상시킬 수 있는 것으로 알려져 많은 연구가 진행 중이다. 고성능 혼합 기질막 재조를 위해서는 1) 충전제의 분산 정도 2) 충전제와 고분자 매트릭스 사이의 계면 상호작용 등이 고려되어야 한다. 이에 본 연구에서는 ZIF-L의 후처리를 통해 구조/형태 제어된 ZIF-8 충전제를 6FDA-DAM 매트릭스 상에 고르게 분산시킨 혼합 기질막 합성에 성공하였다. SEM, FT-IR, TGA 등을 활용하여 합성된 혼합 기질막이 프로필렌/프로판 혼합기체 분리에 있어 고선택도를 보이는 결과에 대해 토론하고자 한다.

P분리목-9

에테르계 화합물을 포함한 저수계 상분리 흡수제의 이산화탄소 흡수 성능 평가

홍정현, 왕슈아이, 유정균[1], 홍연기*
한국교통대; [1]한국에너지기술연구원
(hongyk@ut.ac.kr*)

기존 아민 수용액에 의한 이산화탄소 포집은 용매 재생에 따른 에너지가 높다는 문제점을 갖고 있다. 본 연구에서는 재생에너지 저감을 위해 흡수 공정과 탈거 공정을 순환하는 흡수제의 양을 줄이는 방법으로써 이산화탄소 흡수에 따라 이산화탄소 농축상과 희박상으로 분리되는 상분리 흡수제를 개발하였다. 기체 혼합물은 9 vol%의 이산화탄소를 포함한 이산화탄소/질소로 구성되어 있으며 상분리 흡수제는 에테르계 화합물을 MAPA (3-(methylamino)propylamine) 수용액에 도입하여 제조되었다. 흡수 조업 가능 범위에서의 흡수제의 포집 성능 및 점도를 유지하기 위한 최적 물의 함량은 20-30 wt%의 범위를 가지며 MAPA의 농도는 20 wt%를 넘지 않는 것으로 나타났다. 이산화탄소 농축상의 부피는 제조된 흡수제에서의 물의 함량에 따라 증가하였다. 이산화탄소 흡수에 따른 상분리를 통해 이산화탄소 농축상만을 재생하였을 때 얻게 된 이산화탄소 흡수 용량은 최대 140 gCO2/Lsolvent였다. 본 연구에서 개발된 상분리 흡수제는 상분리를 통한 순환 흡수제 부피 감소는 물론 흡수된 이산화탄소 농축에 의해 순환 흡수 용량을 증가시킴으로써 재생에너지를 구성하는 흡수제에 대한 잠열과 현열을 감소시켜 재생 에너지를 저감에 크게 기여할 것으로 사료된다.* 본 연구는 2023년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행된 연구임 (20212010000090)

P분리목-10

MAPA-NMP 저수계 흡수제의 이산화탄소 흡수 성능 평가

왕슈아이, 홍정현, 유정균[1], 홍연기*
한국교통대; [1]한국에너지기술연구원
(hongyk@ut.ac.kr*)

기존 아민 수용액 기반 CO2 포집은 산업적 적용에 있어 CO2 탈거 및 용매 재생에 따른 재생에너지가 크게 요구된다는 문제점을 갖고 있다. 본 논문은 CO2에 대한 높은 흡수 용량과 함께 흡수제에 포함된 물의 함량을 낮춤으로써 재생에너지를 저감할 수 있는 저수계 흡수제를 제안하였다. 이를 위해 본 저수계 흡수제는 MAPA(3-methylaminopropylamine)와 함께 물에 비해 CO2에 대한 물리적 용해도가 높고 비열이 낮은 NMP(N-methyl-2-pyrolidone)를 흡수제에 도입하였다. 흡수제의 CO2에 대한 순환 흡수 용량 및 흡수 속도는 충전탑을 이용하여 측정하였다. 흡수제에 NMP를 첨가한 경우 흡수 속도는 향상되었으며 2.5M의 MAPA를 포함한 흡수제를 사용했을 때 NMP가 10 wt% 포함된 경우에 최대 순환 흡수 용량을 나타내었다. 또한 흡수제에서 MAPA의 농도가 증가할수록 rich는 증가하였으나 는 감소하는 것으로 나타났는데 이는 탈거과정에서 기체상에 포함된 수증기 양의 감소에 따라 탈거 구동력이 낮아졌기 때문으로 해석할 수 있다.

P분리목-11

유기 용매 나노여과에서 가교된 PBI 멤브레인에 대한 구조적 영향 분석

양현민, 배태현*
KAIST
(thbae@kaist.ac.kr*)

Organic solvent nanofiltration (OSN) has garnered considerable attention owing to its energy-efficient and compact design. It is primarily employed for the crosslinking of polymer membrane to enhance chemical resistance. The separation performance of OSN membranes varies depending on the type of crosslinker utilized. In this study, comparative analysis of permeance and dye rejection values were conducted across various organic solvents, employing diacid crosslinkers both with and without additional oxygen. The membrane which has crosslinker incorporating oxygen exhibited greater permeance compared to the oxygen-absent one, attributed to the extended length of the crosslinker and, consequently, the increased spacing between the polymer chains. However, the rejection of membrane remained consistent regardless of the type of crosslinker. Additionally, both fabricated membranes exhibited remarkable level of alkaline stability in alkaline ethanol solution. The outstanding separation performance exhibited by the developed membrane holds significant promise for application in the petrochemical and pharmaceutical industries, wherein the use of organic solvents is prevalent.

P분리목-12

Direct Recycling Partial-Discard operation with asynchronized port switch of the simulated moving bed process

노혜원, 한성철, 최유정, 성하일, 김경민*
강릉원주대
(kmkim@gwnu.ac.kr*)

Simulated moving bed (SMB) is a liquid phase separation process based on chromatography technology. The dynamic movement of the adsorbent and fluid in SMB enables the continuous separation of feed. Offering advantages of high productivity and low solvent consumption compared to batch chromatography, SMB is receiving a growing interest for separations in petrochemical and pharmaceutical applications. This article proposes an innovative operational strategy, namely direct recycling partial-discard (DRPD), which combines the VariCol concept and the recycling partial-discard (RPD) (Kim et al., 2012). DRPD allows simultaneous discarding and recycling of a part of products, obviating the need for storage tanks. Specifically, the last stage of raffinate and initial stage of extract are directly re-injected into the feed port. For an enantioseparation (Gong et al., 2014), the effect of average column length in each zone was rigorously investigated.

P분리목-13

상용흡착제를 이용한 PSA공정 시 암모니아와 수분의 영향성 평가 및 성능 개선 연구

진태호, 김선형, 범희태, 한상섭, 배윤상[1], 윤형철*
한국에너지기술연구원; [1]연세대
(hyoon@kier.re.kr*)

해외 청정수소의 국내도입을 위해 다양한 수소캐리어가 검토되고 있다. 특히 암모니아는 에너지 밀도가 높고, 수소와 대비하여 쉽게 액화 시킬 수 있다는 장점이 있다. 도입된 수소를 암모니아 분해 반응을 통해 질소와 수소로 분해하고, 분해된 수소를 99.97%의 고순도로 정제할 필요가 있다. 기체 상태의 수소를 초 고순도로 분리 및 정제 하는 기술로 PSA가 활용되고있다. 하지만 해외에서 도입 시 수분이 포함될 수 있고, 암모니아 분해반응에서 미 반응 암모니아가 발생 할 수 있다. 따라서 PSA공정 시 흡착제가 암모니아와 수분에 장기간 노출될 경우 안정성을 평가할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 수분과 미반응암모니아를 포함하는 모사 암모니아 분해 가스를 대상으로 5종류의 암모니아 상용흡착제를 장기간 PSA 실험을 진행하여 수분과 암모니아의 영향을 규명하였다. PSA공정 전 후 흡착제의 성능을 평가하기 위해 파괴강도분석, Isotherm, PSA공정 시 Online 암모니아 농도 분석 및 Column 전 후단의 수분 함량분석을 진행하였다. Zeolite 흡착제가 Silicagel 흡착제에 비해 장기간 PSA공정에도 파괴 강도와 흡착 성능을 안정적으로 유지했다. 이 연구는 수분과 암모니아가 포함된 PSA 공정에서의 장기간 사용에 따른 암모니아 흡착제의 성능 변화를 평가하여, 향후 암모니아 분리 공정에 상용흡착제를 사용할 때의 안정성과 효율성을 고려하는 데 기여한다.

P분리목-14

A Study on the CO Adsorption Characteristics of CuCl-Activated Carbon

김경수, 김정훈, 박보령, 이창하[1], 홍연수, 서정권*
한국화학연구원; [1]연세대
(jksuh@krict.re.kr*)

In this study, commercial pellet-type activated carbon with a size of 2 mm(CTC75) was used as a support. The process of impregnating the activated carbon support with a saturated $CuCl_2$ solution and drying was repeated 1-3 times. Then, Cu^{2+} impregnated in the activated carbon was reduced to Cu^{+} under nitrogen gas. As a result, the carbon monoxide adsorption amount was the best at 2.38 mmol/g when the reduction temperature was 350 ℃ after repeated impregnation with $CuCl_2$ saturated solution twice. In addition, the CO/CO_2 relative adsorption ratio of the CTC75-2-002 (325 ℃) sample was 8.43 at 1 bar. Among the samples, especially CTC75-2-002 (350 ℃) shows better selectivity than other samples as the pressure increases. From the above results, it is concluded that our samples can be used as adsorbents for commercial CO pressure swing adsorption processes.

P분리목-15

유기용매 나노여과의 성능 향상을 위한 미세 튜닝 가교 폴리이미드 분리막

박기영, 배태현*
KAIST
(thbae@kaist.ac.kr*)

Organic solvent nanofiltration (OSN) is often required under extreme conditions in the chemical, pharmaceutical, and food industries. This study produces a polyimide (PI)-based OSN membrane with good stability under polar aprotic solvents. The crosslinked PI membranes were fabricated by a pristine PI membrane with a pyridyl crosslinking agents. Various characterization tests have investigated membrane resistance to solvents. The crosslinking membranes showed excellent permeability in pure solvents under an operating pressure of 10 bar at room temperature, and also showed feasibility for OSN application by filtration test organic solvents. Furthermore, we utilized two different crosslinkers characterized by varying molecular lengths, a significant difference in performance was observed. This finding highlights the ability to control pore size by manipulating the length of the crosslinking agents. Therefore, our crosslinked PI membrane, which demonstrates excellent stability, has the potential for future application to OSN.

P분리목-16

Cu(I) 함침 MOF 유래 물질을 이용한 폐플라스틱의 열분해 가스로부터 일산화탄소의 선택적 흡착

이정균, 김성천[1], 박제성[2]*
한국기술교육대; [1]한국과학기술원; [2]한국생산기술연구원
(jpark@kitech.re.kr*)

The pyrolysis and gasification of waste plastics CO, CO_2, and CH_4 gases. Among the carbon monoxide (CO) is a gas that can be used in industry as a raw material for the production of various compounds such as pharmaceuticals, low-carbon plastics and fuels. Therefore, technologies for the separation and production of high-purity CO are of interest as key challenges for CO-based industries. The objective of this study is to selectively adsorb and separate CO from the mixed gases produced from the waste plastic pyrolysis process. As a strategy for increasing CO adsorption selectivity, Cu(I) was impregnation of MOF-derived Materials (MDM) to enhance the π-π interaction binding. To improve impregnation efficiency, the dual solvent (DS) strategy using MeOH and MeCN was used to increase CO adsorption performance. In addition, Ideal Absorbed Solution Theory (IAST) prediction was used to determine the adsorption performance of CO, H_2, CO_2 and CH_4 gases and selectivity of CO from mixing gas. The Cu(I) impregnated MDM showed high selectivity of CO, which is considered as a material that can selectively adsorb CO from pyrolysis gas of waste plastics.

P분리목-17

Enhanced separation of hydrogen isotopes through water electrolysis using 2D monolayer/Nafion composite membranes

박찬우*, 정은아, 김일국, 윤인호
한국원자력연구원
(chanwoo@kaeri.re.kr*)

The separation of hydrogen isotopes holds significant importance in the production of valuable isotopes intended for applications in semiconductors, organic displays, and nuclear fusion. Furthermore, the substantial production of tritium following the Fukushima accident has underscored the significance of this technology for the treatment of radioactive tritium-contaminated water. This paper presents the development of a water electrolysis system based on a monolayer graphene/Nafion composite membrane, designed for separating and concentrating deuterium or tritium in the liquid phase. The through-plane conductivity disparity among hydrogen isotopes (H+ and D+) within the composite membrane has been investigated. Additionally, the incorporation of hydron-conductive monolayer graphene enhances the isotope effect on hydron conduction. We investigated cell performance of water electrolysis employing a Graphene/Nafion composite. Through the utilization of mass spectrometry, we quantify the deuterium content within the hydrogen gas generated by the electrolysis process. Our investigation demonstrates enhancement of separation factor due to the incorporation of a graphene monolayer.

P분리목-18

Fabrication of Microporous Adsorbents for Hydr

박찬우*, 정은아, 김형주, 윤인호
한국원자력연구원
(chanwoo@kaeri.re.kr*)

In this study, a microporous adsorbent was explored for its applicability in cryosorption separation technology, with the goal of purifying the hydrogen mixture (Q_2) produced during tritiated water treatment. The adsorption of hydrogen and deuterium isotopes on microporous raw materials such as zeolites and clay minerals was investigated. Bead-like adsorbent materials, synthesized from these porous raw materials, along with their manufacturing processes, were obtained. The hydrogen isotope separation efficiency of these materials was assessed using a gas breakthrough analysis system at cryogenic temperatures (77 K).

P분리목-19

CO 흡착제 개발을 위한 CuCl의 제올라이트 골격 내 효율적 분산

김현욱, 이기봉*, 임지원
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

CO는 연소가 포함된 산업 분야의 배출 가스 또는 수소 생산 공정의 생산물에 높은 비율로 존재하는 독성가스임과 동시에 고부가가치 물질을 생성하는 원료로 사용될 수 있기 때문에 회수가 필수적이다. CO의 회수를 위한 분리 방법 중 흡착 분리 공정은 유지 및 에너지 비용이 비교적 저렴하다는 장점이 있다. 흡착 분리 공정의 높은 회수율을 위해서는 공정 운행 조건에서 높은 CO 흡착능을 보이는 흡착제 개발을 필요로 한다. CO 흡착제는 일반적으로 염화제일구리 (CuCl)을 사용한 다공성 물질을 사용하는데 이는 π-complexation을 통한 CuCl과 CO의 상호작용에서 기인한다. 그러나 1가 구리 이온은 쉽게 2가로 산화되기 때문에 CuCl을 다공성 물질에 골고루 분산시키는데 어려움이 있다. 이번 연구에서는 CuCl을 제올라이트 골격 내에서 효율적으로 분산시키는 합성법에 대해 알아보고 이에 따른 CO 흡착능을 측정해보았다. 또한 다공성 물질에 CuCl이 잘 분산되었는지 다양한 특성 분석을 통해 확인하였다.

P분리목-20

CuCl 함침을 통한 제올라이트 기반 일산화탄소 흡착제의 합성

임지원, 이기봉*, 김현욱
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

독성을 가지는 일산화탄소(CO)는 철강 산업, 부분 산화 공정과 같은 다양한 산업 활동에서 배출된다. 이러한 일산화탄소는 고부가가치 화합물의 합성에 사용할 수 있어, 반응 후 존재하는 미반응 일산화탄소를 분리해 경제적인 효과를 높이고자 하는 다양한 연구가 이루어지고 있다. 흡착을 이용한 분리공정은 재생이 쉽고 에너지 소모량이 적다는 장점을 가진다. 흡착 분리 공정에 많이 사용되는 흡착제 중 하나인 제올라이트는 가격 경쟁력이 좋지만 일산화탄소에 대한 선택도가 낮다는 단점이 존재해, π-complexation에 의해 일산화탄소 친화력을 보이는 CuCl(I)을 이용하여 일산화탄소에 대한 선택도를 높일 수 있다. 기존의 물리적 혼합법으로 합성한 흡착제는 Cu 1가 이온이 제올라이트의 표면과 기공에 비교적 고르게 분산되도록 하기 어렵기 때문에, 함침법을 통해 타입 Y 제올라이트에 CuCl(I)의 분산을 높이고자 하였다. 이렇게 함침법을 이용해 합성한 흡착제의 일산화탄소 흡착능을 물리적 혼합법으로 합성한 흡착제의 흡착능과 비교해 보았다. 그리고 같은 양의 제올라이트 대비 CuCl(I)의 질량비에 따른 일산화탄소 흡착능을 통해 타입 Y 제올라이트에 대한 CuCl(I)의 최적 질량비를 알아보고자 하였다.

P분리목-21

Development of calcium oxide-based adsorbent for capturing radioactive technetium

김남철, 허수정[1], 홍석민[1]*
University of Science and Technology (UST); [1]Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI)
(seokminhong@kaeri.re.kr*)

Pyroprocessing is a technology designed to recycle accumulated spent nuclear fuel. However, various fission products (FPs) are generated during the process. Among these FPs, technetium-99 (Tc-99) is a gaseous nuclear isotope with a long half-life and high mobility, and it should be captured strictly to prevent radioactive contamination of the environment. In this study, we developed a CaO-based adsorbent for capturing Tc. During the preparation of the adsorbents, isopropyl alcohol (IPA) was employed as a pore-forming agent, and the effects of IPA addition on characteristics and adsorption performance were investigated. The pore characteristics were analyzed by N_2 adsorption isotherm and the Hg intrusion curve, and it was found that the addition of IPA resulted in the formation of macro-pores in the adsorbents. The adsorption performance was evaluated by using rhenium (Re), a surrogate of radioactive Tc. As a results, a significant increase of adsorption capacity was observed which due to the presence of the macroporous structure developed by the incorporation of IPA.

P분리목-22

이산화탄소 포집을 위한 Imidazole 기반의 DES 합성 및 성능측정

최동윤, 강동우*
충북대
(qwerty@cbnu.ac.kr*)

산업 혁명 이후, 화석 연료의 사용으로 인한 이산화탄소 배출은 지구 온난화를 가속화시키고 있다. 이에 대응하기 위해 탄소 포집, 이산화탄소 포집 및 저장 기술인 CCUS 기술이 큰 관심을 받고 있다. 이러한 기술을 개발하기 위해서는 먼저 탄소포집 기술이 선행되어야 한다. CO2 포집 방법 중에서 습식 흡수법은 액체 흡수제를 이용하여 CO2를 포집하는 방식이다. 초기의 흡수제로는 alkanolamine 및 ionic liquid 등이 연구되었으나, alkanolamine은 증기압이 높아 실제 공정에서 증발 손실이 많이 발생하여 경제적인 손실이 나타날 수 있으며, 높은 염기성으로 인해 설비 부식이 발생하는 단점이 있다. ionic liquid은 합성 과정이 복잡하고 비용이 높으며, 높은 점도로 인해 유체 이동이 원활하지 않아 실제 공정에서 에너지가 많이 소모되는 문제가 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해 현재 DES(Deep Eutectic Solvent)를 활용한 이산화탄소 흡수제 개발이 진행 중이다. 이 연구에서는 화학 반응성이 우수한 아민기를 다량으로 포함하는 polyamine과, ring structure에 의한 효과를 알아보기 위해 imidazole을 활용하여 DES를 합성하고 이러한 DES의 합성 여부를 확인한 후 CO2 포집 성능을 평가할 계획이다. 또한 추후 포집 성능이 우수한 DES는 다공성 물질이나 분리막에 적용하여 CO2 분리 성능을 향상시키는 연구도 진행할 예정이다.

P분리목-23

CO_2흡수를 위한 열역학적 모델링 및 shortcut method를 활용한 각 산업(석탄발전, 천연가스, 시멘트, 제철소)의 최적의 혼합 아민의 비율 및 재생에너지 연구

차진영, 문종호*
충북대
(moonjongho@chungbuk.ac.kr*)

This paper reports the During thermodynamic modeling, UNIQUAC models were used. Also newly measured experimental data for CO_2 solubility in a blended aqueous solution of Monoethanolamine (MEA) and Methyldiethanolamine(MDEA) at different amine mixing ratios (MEA:MDEA = 9:21, 15:15, and 21:9 wt %) and working temperatures (323.15, 383.15 K). The successive substitution method was used for calculating the mole fractions of all molecules and electrolytes from the equilibrium, along with the material and charge balance equations. The Novel shortcut method suggested by Lee et al. [1] was used to investigate regeneration energy of stripper for process optimization. Using the above mentioned thermodynamic models, the partial pressures of CO_2 in the gas phase, mole fractions of all components in the liquid phase, heats of absorption, and cyclic capacities of CO_2 according to the absorption/desorption temperature and the blending ratio of MEA/MDEA/H_2O were estimated. Finally, we can find the CO_2 absorptionregeneration energy for each industry (coal-fired power, natural gas, steel, cement) and find the most

P분리목-24

Cu-BTC와 활성탄 복합체의 합성 및 이산화탄소 흡착성능에 관한 연구

채현민, 이기봉 *
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

파리 기후 협정이후, 배출되는 이산화탄소를 포집하기 위해 여러 기술들이 발전되고 있다. 그중 흡착법은 다공성 소재를 이용하여 원하는 기체를 선택적으로 흡착할 수 있어 혼합가스로부터 이산화탄소를 분리하기에 적합한 기술이다. Cu-BTC는 금속 유기 골격체 중 하나로 높은 표면적과 이산화탄소에 대한 높은 흡착성능이 보고된 바 있지만 안정성이 낮고 비싸 상용화를 위한 연구가 더 필요하다. 본 연구에서는, Cu-BTC를 이용하여 활성탄과 물리적으로 섞어주면서 흡착제를 합성하였고, 활성탄 비율에 따른 흡착제의 표면특성과 이산화탄소 흡착성능을 비교하였다. X선 회절 분석법, Scanning electron microscope (SEM), 질소 흡착 분석을 이용하여 흡착제의 특성을 분석하고, 이산화탄소 등온 흡착 실험과 열 중량 분석을 이용하여 상온에서 이산화탄소 흡착성능을 측정하였다.

P분리목-25

Effects of SnO_2 impregnation on the CO adsorption capability of Cu^{1+} based Carbon-coated Nitrogen-doped Alumina Adsorbent

Wathone Oo, 박지혜, Win May Zaw, 이광복*
충남대
(cosy32@cnu.ac.kr*)

A major drawback encountered in the utilization of Cu^{1+} -based CO adsorbent was the oxidative tendency of Cu^{1+} under atmospheric conditions. To address this issue, chitosan and alumina precursors were synergistically utilized while chitosan served as the organic source that can provide a dual carbon and nitrogen supply for alumina support. This facilitated the creation of carbon-coated nitrogen-doped alumina (CNA) composite support, reinforcing the stability of Cu^{1+} -ions. This CNA-support was synthesized via solvothermal treatment to avoid agglomeration and pore-blocking problems. And additional SnO_2 precursor was impregnated together with CuCl to bolster the longevity of Cu^{1+}-ions via redox interaction between SnO_2 and Cu^{1+} -ions as SnO_2 @CuCl structure on CNA-support. The effect of solvothermal-treatment temperatures on the pore characteristics and CO-adsorption uptake could be identified. Moreover, the contribution of SnO_2 on the stability and enhanced CO-adsorption capabilities of CuCl@CNA adsorbent could be established via XRD, XPS, H_2-

P분리목-26

An Analytical Comparison of the Adsorption and Desorption Properties of Ammonia on Various Porous Substrates

Lapasov Shokhjakhon Dilshod Ugli, 박지혜, Win May Zaw ,
Wathone Oo, Zakia Akter Sonia, 이광복*
충남대
(cosy32@cnu.ac.kr*)

Ammonia has attracted considerable interest as a promising candidate for hydrogen production due to its exceptional capacity for storing hydrogen. Nevertheless, the presence of unreacted ammonia in the exhaust poses significant challenges, including corrosion and catalyst deactivation, necessitating its elimination. This study comprehensively investigated the adsorption and subsequent desorption of NH_3 using a range of porous materials, namely Zeolites, Carbon Molecular Sieves, and Alumina-Silica. High pressure adsorption tests and breakthrough tests were conducted under vacuum and at varying temperatures. Adsorption occurred under ambient conditions, while desorption took place within the temperature range of 25 to 100 ℃. Remarkably, Zeolite-1 demonstrated the highest NH_3 uptake efficiency at 25℃, exhibiting a capacity of 5.08 mmol NH_3/g. Noteworthy, Zeolite-1 exhibited rapid regeneration kinetics and sustained considerable NH_3 uptake stability over seven consecutive cycles. Subsequent research will focus on enhancing the NH_3 adsorption-desorption properties of these porous materials by incorporating metal salts.

P분리목-27

Biomass-derived N-doped composite adsorbent for CO_2 adsorption

박세진, 오현철*
울산과학기술원
(hcoh@unist.ac.kr*)

Increasing carbon dioxide (CO_2) levels in the atmosphere worldwide have caused various ecological problems. Multiple studies are being conducted to reduce the concentration of emitted CO_2, and removal methods using adsorbents are often selected because of reusability and scalability. In particular, biomass-derived materials adsorbents are highly evaluated for their unique environmental benefits and economic feasibility. Lignin has various functional groups, including an OH- group and a benzene ring, which makes it comfortable to manufacture CO_2 adsorbents. In this study, lignin and amine polymers, such as diethylenetriamine (DETA) or tetraethylenepentamine (TEPA), were crosslinked and carbonized to fabricate lignin polymer-derived composites. The lignin polymer composite has a high capacity for CO_2 adsorption and a selectivity of CO_2/N_2 (~87.14). Therefore, the fabricated adsorbent is considered to selectively remove the emitted CO_2 through high selectivity.

P분리목-28

A Smart Electrochemical Material for Recovering Ag^+ from Wastewater

Negasi Teklay Weldesemat , Grace Nisola, Hern Kim, 정욱진*
명지대
(wjc0828@gmail.com*)

Electrochemical ion separations are promising techniques to address environmental challenges. In this work, electro-responsive materials were developed for the sequestration and release of silver. Depending on the applied voltage, the working electrode is either electrostatically attractive or repulsive with Ag-specific recognition cavities. The approach allows Ag^+ to be recovered without producing secondary pollutants. Therefore, it is a green process for recovering Ag^+ from low-value materials. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P분리목-29

A Novel Polymeric Adsorbent for Fast and Selective Precious Metals Recovery

Negasi Teklay Weldesemat, Erwin C. Escobar, John Edward Sio, 김헌, 정욱진*, Grace Nisola
명지대
(wjc0828@gmail.com*)

A novel polymeric adsorbent for highly selective recovery of Pd^{2+} and Pt^{4+} was developed. Maximum recoveries were achieved within minutes, with sequestration capacities of 370 mg Pd^{2+} g^{-1} and 70 mg Pt^{4+} g^{-1}. The polymer is highly porous, hydrophilic, chemically robust with a negative surface charge over a wide pH range and reusable. This opens the possibility of a pH-induced sequential sequestration technique for the two precious metals. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P분리목-30

Mg-based Cu/Al_2O_3 catalyst by Cation-Anion Double Hydrolysis for Low-Temperature Water Gas Shift Reaction (LT-WGSR)

Zakia Akter Sonia, 박지혜, Wathone Oo, 이광복*
충남대
(cosy32@cnu.ac.kr*)

The WGS reaction holds prominence as an effective means of generating hydrogen from syngas. Extensive research on copper-based catalyst preparation using the co-precipitation method has been well-established for commercial LT-WGSR. However, this method entails drawbacks such as the utilization of expensive aluminum alkoxides, time-consuming pH adjustments, and the requirement for precipitating agents. To address this limitation, adopting the Cation-Anion Double Hydrolysis (CADH) method becomes pertinent due to its several inherent advantages. Consequently, the present study employed both the CADH and reverse CADH methods to prepare $Cu/MgO/Al_2O_3$ catalysts at 40/30/30 mol% for the LT-WGSR. This study focuses on different stirring temperatures during the synthesis process to evaluate the catalysts' performance The synthesized catalysts undergo characterization through XRD, BET, H_2-TPR, and XPS analysis to delve into the interaction dynamics between the active metal and support species. The catalytic activity tests were conducted within a temperature range of 180~420℃, employing a WHSV of 15,607 mL h^{-1} g^{-1}.

P분리목-31

Selective recovery of Au^{3+} by complexation-reduction capture and mechano-assisted release by thermo-responsive poly(NIPAM-co-15TCE-4)@SiO_2 adsorbent

Hiluf Tekle Fissaha, Grace Nisola, Hern Kim, 정욱진*
명지대
(wjc0828@gmail.com*)

A composite functional Au^{3+} adsorbent, P(NIPAM-co-15TCE4)@SiO_2, was prepared from thiacrown ether (15TCE4) with Au^{3+} recognition properties and a thermo-responsive N-isopropylacrylamide on a silica (SiO_2) support using the ATRP method. P(NIPAM-co-15TCE4)@SiO_2 showed Au^{3+} capture (T > Tc) and release (T < Tc). Overall results indicate the potential of the absorbent as a recyclable green adsorbent with consistent execution for Au^{3+} recovery in complex feed wastes. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P분리목-32

Selective Recovery of Au^{3+} Ions by Sulfur-Functionalized Covalent Organic Frameworks (S-COFs)

Hiluf Tekle Fissaha, Tilahun Kidus Mathewos, Grace Nisola, Hern Kim, 정욱진*
명지대
(wjc0828@gmail.com*)

A sulfur-functionalized covalent organic framework was synthesized using the Schiff base reaction method from benzene-1,3,5-tricarboxaldehyde and 4,4-diaminophenyl disulfide as precursors for the selective recovery of Au^{3+} from electronic waste leachates. Different analytical characterization techniques were used to confirm the successful synthesis of S-COFs. The results showed that Au^{3+} has a higher affinity for S-COFs as compared to the coexisting cations. Generally, the results of the dynamic adsorption/elution test indicated that S-COFs is robust and recyclable, a significant advantage over other adsorbents. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P분리목-33

Enhancing Catalytic Activity of Noble and Transition metal Alloy for CO Oxidation Through Structural Modulation

김희수, 김슬기, 이찬민[1], 전유권*
연세대; [1]한국생산기술연구원
(ykjeon@yonsei.ac.kr*)

This study focuses on efficiently converting harmful carbon monoxide (CO) into less noxious substances using catalysts. Noble metal-based catalysts excel in CO oxidation due to unique reactivity and oxygen activation, but their scarcity and cost drive the exploration of alloying for better catalysis. Bimetallic noble metal-Ni catalysts on perovskite support have been explored. Interactions between metal nanoparticles (NPs) and supports are pivotal in catalysis, impacting performance. The research examines CO oxidation using Rh-Ni NPs catalysts synthesized at different reduction temperatures, adjusting composition to understand the effects on activity. Morphology, ratio, and structure are also studied for connections with catalytic behavior. Optimizing the process yields a uniform structure with active Rh-Ni NPs embedded in the perovskite surface, showing superior CO oxidation activity and stability over traditional Pt catalysts.

P분리목-34

Synergistic Catalysis: Tailoring Ir-Ni Alloys on Perovskite for Enhanced Oxygen Evolution Reaction.

송정은, 한경원, 전유권*
연세대
(ykJeon@yonsei.ac.kr*)

Electrochemical water splitting technology presents an environmentally friendly approach to producing green hydrogen devoid of greenhouse gas emissions. Iridium (Ir) based catalysts demonstrate unique reactivity and efficient Oxygen Evolution Reaction (OER). Ir is widely used in electrochemistry due to its favorable properties. However, their scarcity and cost drive the pursuit of alloying for improved catalytic performance. Transition metal oxides within perovskite structures display notable OER activity. Our primary focus centers on enhancing OER performance by creating a Ir-transition metal alloy with synergy of catalytic activity and improved economic viability. In catalysis, the interplay between Ir-transition metal nanoparticles and supports profoundly influences performance. This research endeavors to grasp their influence on activity while investigating the implications of size, ratio, and structure alterations facilitated by temperature modulation. Our investigation underscores the potential of hybrid catalysts within Ir-transition metal NPs on perovskite support, showcasing their prowess in augmenting OER activity.

P분리목-35

통계 열역학 모델 및 기계학습 모델을 통한 CO2/CH4의 석탄에 대한 경쟁 흡착 예측 및 CO2 주입을 통한 CH4 회수 증진 연구

전필립*, dlgusgml[1], David J. Keffer[2], 이창하[3]
공주대; [1]SK이노베이션; [2]University of Tennessee; [3]연세대
(philip@kongju.ac.kr*)

순수 CO2, CH4 및 혼합물의 석탄에 대한 흡착 거동은 CO2 주입을 통한 CH4 회수 증진 및 CO2 지중 저장을 설계할 때 매우 중요하다. 온도, 압력 및 가스 조성에 따른 석탄에 대한 CO2와 CH4의 흡착은 복잡한 행동을 나타낸다. 본 연구에서는, 통계 열역학 기반 모델을 개발하고자 CO2 흡착의 경우 surface adsorption과 dissolution 조합으로 이루어졌다고 가정했다. 반면, CH4 흡착은 surface adsorption만 일어나는 것으로 가정했다. 이 이론적 모델은 석탄의 복잡한 특성을 상대적으로 적은 parameter로 표현했지만 초과 흡착 isotherm의 거동을 효과적으로 모사할 수 있었다. 또한 결합 에너지, 비표면적, 절대 흡착 isotherm도 계산 가능했다. 다양한 종류의 석탄에 대한 경쟁 흡착을 예측하기 위하여 문헌에서 조사한 다양한 흡착 데이터에 대하여 기계 학습(Maching learning, ML) 접근법을 적용했다. ML 모델은 석탄 종류와 관계없이 CO2와 CH4의 경쟁 흡착을 높은 정확도로 예측할 수 있었다 (CO2와 CH4에 대해 R2=0.9950 및 0.9923). 이론 모델 및 ML 접근법에서의 분석 결과에 따르면, 석탄의 volatile matter, fixed carbon, and vitrinite reflectanc가 석탄에 대한 CO2와 CH4의 경쟁 흡착을 예측하는 데 중요한 특성이었다.

P분리목-36

An easy switch of the selective vapor permeation via tuning the surface free energy of graphene oxide membrane

이병호, 김춘수*
공주대
(choonsoo@kongju.ac.kr*)

The membrane-based separation for the dehydration and purification of chemicals, called pervaporation and vapor permeation, has been widely studied as a feasible alternative to the traditional distillation method. Graphene oxide (GO) membranes have attracted a great interest for the dehydration of chemicals through the selective water permeation, attributable to their hydrophilic nature. The selective adsorption occurring at the membrane surface is the key mechanism in the pervaporation and vapor permeation. Herein, we report about efficiently switching the selective vapor permeation of GO membranes by tuning the surface free energy of the membranes with the simple dry treatments. Oxygen (O_2) plasma treatment made the GO membrane surface super-hydrophilic so enhanced the selective water permeation from water-alcohol binary vapors. It led to increasing in flux and separation factor. Interestingly, XeF_2 gas treatment changed the surface from hydrophilic to hydrophobic. Which switched the selective permeation from water to alcohol. It demonstrated the surface modification of GO membrane with the dry methods is very effective to switch the selective permeation.

P분리목-37

High-throughput, multi-scale computational screening of metal-organic frameworks for Xe/Kr separation with machine-learned parameters

자오구오빈, 첸유, 정용철*
부산대
(drygchung@gmail.com*)

We report a machine learning (ML) approach to approximate the saturation loading (SL) of metal-organic framework (MOF), an essential parameter for modeling the adsorption-based process simulation. Grand Canonical Monte Carlo (GCMC) simulations were carried out to compute the single isotherms for Xe and Kr from the CoRE MOF Database 2019. The generated data were used to fit the Langmuir model equation to obtain the SL, which was used as a basis to train several ML models. The performance of trained ML models was then compared with the pore volume-based approach. Ideal vacuum swing adsorption (IVSA) simulations was carried out to screen large number of MOFs. We find that the ML model better estimates the SL from the curve fitting than the pore-volume approach. Finally, we carried out high-fidelity vacuum swing adsorption simulation on 15 Xe-selective MOFs. While IVSA approach provides quantitative information about the process performance metrics, we found that the commonly used performance metrics, such as Xe/Kr IAST selectivity, works as well as the IVSA simulation in ranking the adsorbent materials for the Xe/Kr separation.

P분리목-38

BreakLab: GUI for adsorption breakthrough simulation

Muhammad Hassan, 윤성현, 정용철*
부산대
(drygchung@gmail.com*)

Adsorption breakthrough simulation is a widely used method to evaluate the performance of fixed bed adsorbers. We present a user-friendly GUI application, BreakLab, developed in MATLAB, to perform adsorption breakthrough simulations. BreakLab provides the user to run fully rigorous non-isothermal as well as isothermal breakthrough simulations. BreakLab supports various widely used isotherms like Dual-site Langmuir, Dual-site Langmuir-Freundlich, Quadratic model, Temkin's approximation etc. For the mixture adsorption isotherms, BreakLab provides both the conventional IAST as well as the faster Extended-Langmuir method for quick calculations. In addition, breakthrough plots, temperature, pressure, and composition profiles across the column are also generated automatically, with the additional utility to save the data and plots in various formats.

P분리목-39

B-site cobalt doping at tungsten-based double perovskite used for electrolysis

한경원, 송정은, 전유권*
연세대
(ykjeon@yonsei.ac.kr*)

Perovskite structured materials used in various electrolysis fields for their highly stable structural and excellent electrochemical properties by using various elemnets and metal doping. In this study, double perovskite with an $A_2BB'O_6$ structure was designed as a method to put ionic radius large elements such as tungsten(W) that do not use in general ABO_3 perovskite structure materials. Tungsten-based double perovskite were made by the solid-state method and attempted to maximize electolysis peroformance by doping transition metal like cobalt at the B-site. To analyze catalyst structure XRD and Rietveld refinement methods are used and the electrochemical properties were confirmed by the Rotating Disk Electrode (RDE) system. In order to investigate the electrochemical performance of cobalt doped tungsten-based double perovskite, cyclic voltammetry(CV) measurements and and Oxygen Reduction Reaction (ORR)/or Oxygen Evolution Reaction (OER) method were used to produce low-price, high performance oxygen electrocatalysts

P분리목-40

Blocking grain boundary defects in polycrystalline ZIF-8 membranes by GO coating

김가은, 권혁택*
부경대
(htkwon@pknu.ac.kr*)

Performance of polycrystalline MOF membranes depends on the quality of grain boundaries (GBs) which is typically considered as non-selective transport pathways: the tighter the GBs are, the more selective the polycrystalline membranes become. However, achieving GBs compact enough to minimize non-selective transports through MOF membranes is not trivial due to complexities in controlling membrane growth, typically requiring extensive synthesis parameter optimization as well as often development of new synthesis techniques. Since the presence of non-selective GB defects is not avoidable or can be created during applications, devising postsynthetic methods to mitigate the effect of GB defects on polycrystalline membrane performance such as defect blocking (sealing) is worth pursuing. In this presentation, we share our result proving that GO coating is effective to plug grain boundary defects in polycrystalline ZIF-8 membranes, improving their gas separation performances.

P분리목-41

Synthesis of Carbonized nitrogen and phosphorus co-doped graphene quantum dots as efficient adsorbent for heavy rare earth elements from aqueous solution

Gebremedhn Tekeste Gebremichael , Grace Nisola, Hern Kim, 정욱진*
명지대
(wjc0828@gmail.com*)

The escalating demand for rare earth elements (REE) calls for its sustainable supply. To tackle this challenge, a novel material is devised using carbonized nitrogen and phosphor co-doped graphene quantum dots (C@NP-GQDs). Impressively, C@NP-GQDs exhibited exceptional adsorption capacity for REEs (Eu^{3+}: 289.5; Tb^{3+}: 495.64; Dy^{3+}: 562.69; Y^{3+}: 322.71 mg g^{-1}). The C@NP-GQDs is reusable and can maintain its adsorption capacity over five cycles, demonstrating its promising avenue for HREE removal from wastewater. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P분리목-42

Selective Adsorption of Au (III) using mesoporous Graphitic Carbon Nitride (MgCN) from electronic waste: Elucidation for the adsorption-reduction mechanism of Au (III) using MgCN

Gebremedhn Tekeste Gebremichael , Grace Nisola, Hern Kim, 정욱진*
명지대
(wjc0828@gmail.com*)

This study focuses on the efficient recovery of valuable metals, particularly gold, from electronic waste to address environmental and economic concerns. The research introduces mesoporous graphitic carbon nitride (MgCN) with a 3D porous structure. It exhibits high sorption capacity of 1153.25 mg g^{-1} for Au (III) and high Au(III) selectivity in the presence of mixed ions. MgCNs recyclability and sustained high adsorption efficiency further demonstrate its potential for gold recovery. This study contributes to gold adsorption knowledge and recovery strategies. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421) and SEM Inc..

P분리목-43

Anti-Obesity Effects of Chitosan from the Black Soldier Fly: Insights into Adipogenesis, Lipid Metabolism, and Gut Microbiome Modulation

이세중*, 김은주
부경대
(seijung1@pknu.ac.kr*)

Chitosan isolated from the black soldier fly (Hermetia illucens larvae, HCS), is considered a valuable source of compounds in the feed and food industry. The purified HCS was thoroughly characterized through several analytical techniques, including gel permeation chromatography, FT-IR, FE-SEM, and X-ray diffraction analysis. HCS (84 kDa) with low crystallinity and high deacetylation rate effectively inhibited the differentiation of 3T3-L1 preadipocytes by suppressing the production of ROS. The adipogenic signaling of preadipocytes, mediated by the phosphorylation of mTOR and PPARγ, essential for the expression of FAS, was attenuated by HCS. In mouse models fed high-fat diets, oral administration of HCS prevented changes in white adipose tissue and liver weight, and reduced plasma levels of total triglyceride and cholesterol. Additionally, analysis of the microbiota using 16S rRNA revealed that HCS improved dysbiosis by modulating the composition and abundance of specific bacterial genera, including F. rodentium, L. gasseri, L. reuteri and L. murinus. These findings highlight the potential of HCS as a candidate for the treatment of obesity-related metabolic diseases.

P분리목-44

Separation of CO2 from ambient air by direct air capturing technology using an electrochemical adsorption system

김형진, 조진희[1], 박주일[2], 지원석[1], 전유권*
연세대; [1]전남대; [2]한밭대
(ykjeon@yonsei.ac.kr*)

Carbon neutrality stands as a central pillar among the Sustainable Development Goals and has emerged as a paramount objective for nations worldwide. The pursuit of carbon neutrality necessitates the implementation of various carbon capture technologies designed to extract CO2 from exhaust gases emanating from industrial facilities such as factories and incinerators. Direct Air Capture (DAC) has gained prominence due to its superior efficiency compared to other alternatives. Nonetheless, DAC presents challenges, demanding high pressure and elevated temperatures for the air to interact with filters or absorbents. Furthermore, the durability of filtration materials poses a significant concern. To address these limitations, the emergence of electrochemical adsorption systems as the next-generation carbon capture technology is gaining momentum. This innovative approach involves the adsorption and desorption of CO2 within an adsorber layer through the application of varying electrical voltages. This method reduces filtration waste significantly. To enhance the efficacy of this system, detailed physicochemical and electrochemical characterizations of the adsorbent were conducted.

P분리목-45

Polymer Supported Membrane Reactor for Carbon Dioxide Conversion Reaction

장정운, 고동연*
한국과학기술원
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Utilizing an in-situ water removal membrane reactor (MR) presents a means to overcome the equilibrium constraints commonly faced in fixed bed reactor setups when conducting thermally stable CO2 conversion reactions. However, challenges such as the complexities in manufacturing defect-free zeolite and palladium-based membranes pose obstacles to the widespread production of packed bed MR systems on a larger scale. This research proposes a practical resolution for achieving extensive carbon dioxide conversion at a larger capacity. The proposed approach involves the implementation of a thermally stable polybenzimidazole-supported MR, achieved through a solution-processable spinning technique. Notably, PBI is recognized for its thermal stability and can serve as a suitable membrane for moderate carbon dioxide reactions like the low-temperature reverse water gas shift or methanol synthesis reactions. The application of the solution-based method shows promising potential for commercial viability.

P분리목-46

Enhancing the CO_2 separation performance by controlling the morphology of MOFs in thin-film composite mixed-matrix membranes

손영재, 강미소, 김종학*
연세대
(jonghak@yonsei.ac.kr*)

In this study, thin-film, CO2-selective mixed-matrix membranes with two different zirconium-based metal-organic frameworks (MOFs), MIL-140 and UiO-67, were prepared and dispersed into a polymer matrix, poly(glycidyl methacrylate-co-poly(oxyethylene methacrylate) (PGO). Although made with the same materials, the two synthesized MOFs showed different structures in morphology and pore sizes. MIL-140C shows rod-shaped morphology with 1D channel pores, and UiO-67 has polyhedral morphology with tetrahedral/octahedral pores with larger pore sizes. Although PGO and the prepared MOFs showed perfect compatibility and had no interfacial defects when made into MMMs, there was a difference in the degree of polymer infiltration into the MOFs. The rod-shaped morphology and small-sized pores have successfully suppressed the infiltration, enhancing the CO2 separation performance. Among MIL-140C-based MMMs, PGO/MIL-140C MMM at 20 wt% loadings showed the best performance with CO2 permeance of 1768 GPU and CO2/N2 and CO2/CH4 selectivities of 38 and 16, respectively.

P분리목-47

Influence of ball milling parameter on perovskite and its activity in dry reforming of methane.

김슬기, 김희수, 전유권*
연세대
(ykjeon@yonsei.ac.kr*)

Perovskite (ABX3) exhibits diverse catalytic applications due to its unique traits, including thermal stability and adaptable doping through solid-state methods. However, challenges arise from its limited surface area and substantial metal oxide particle size, impeding catalytic performance. To address this, reducing the metal oxide particle size becomes crucial to enhance surface area. This can be achieved through ball milling, refining catalytic activity by creating smaller particles and modified surfaces.Our study focuses on a non-stoichiometric perovskite, investigating its physicochemical properties across various solvent conditions: water, acetone, ethanol, and dry settings. Following ball milling, we introduce Ru onto the perovskite structure to boost activity and counter carbon deposition. Additionally, we explore chemical defects on the catalyst surface. Our assessment centers on catalytic activity in a significant dry reforming of methane (DRM) reaction, generating valuable syngas (H2+CO) and concurrently mitigating CH4 and CO2 emissions. The quantification of activity relies on monitoring the rates of H2 and CO production.

P분리목-48

Oxygen reduction activity of non-stoichiometric structured transition metal doped perovskite

박현지, 김형진, 전유권*
연세대
(ykjeon@yonsei.ac.kr*)

Perovskite-based materials are commonly used nowadays in various fields. Among them is electrochemistry including fuel cells and photocatalytic devices. Recently, researchers have begun to deal with oxygen reduction reaction (ORR) using perovskite. Perovskite is known for electronic structural versatility, but it has less surface area and active sites. To overcome this, we have developed non-stoichiometric structured perovskite to enhance the active sites using less noble metal. The non-stoichiometric structure makes it possible to elute the transition metal nanoparticle onto the material surface under reduction conditions. When the transition metal is eluted, noble metal can be alloyed to enhance the electrochemical properties. Strong interaction between nanoparticles and support enhances chemical stability when it is used in harsh environments like acidic media. By doping Co, it enhances electric conductivity, efficiency, and chemical stability. For structural analysis of material, XRD and SEM images are used, and electrochemical properties of ORR are evaluated through CV and LSV. Since the catalyst is stable under acid conditions, it can be used in fuel cell devices like PEMFCs.

P분리목-49

Post-synthetically modified hydrophobic MOF based platinum catalyst for the removal of low-concentration Tritium

허희령, 고동연*
KAIST
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

Nuclear energy is nowadays regarded as an indispensable energy source in the pursuit of carbon neutrality. To ensure the secure operation, it is imperative to manage the waste containing low-concentration tritium(T). Furthermore, due to the potential utility of T such as in nuclear fusion power generation, the technology for extracting T from low-concentration wastewater in nuclear plants holds immense significance. Recently, the separation of T is achieved through the Combined Electrolysis and Catalytic Exchange (CECE) process which involves the exchange reaction of T between hydrogen and water, transpiring within Liquid-phase catalytic exchange (LPCE). While such process, the regulation of hydrophobicity of the catalyst is obligatory in order to counteract deactivation due to water exposure. This study revolves a support material based on post-synthetically modified MIL-101(Cr), one of the widely studied metal-organic-framework (MOF), that enables the uniform dispersion of platinum catalyst and also offers suitable water-repellency which simultaneously upholding a water barrier, and also proposes an overall reactor system involving the catalytic process

P분리목-51

CaO 기반 고온 이산화탄소 흡착제에 도입된 stabilizer의 분산도 향상을 위한 효과적인 새로운 겔화제 도입에 대한 연구

황모은, 김선형, 박지찬, 이기봉, 박종호, 윤형진*
한국에너지기술연구원
(hjyoon@kier.re.kr*)

화석연료의 무분별한 사용에 따른 대기중 이산화탄소 (CO_2) 농도 증가에 의해 심각한 기후변화 문제가 야기되고 있다. 이를 완화하기 위해 수소가 차세대 에너지 전달체로써 부각되고 있지만 친환경적인 활용을 위해 수소 생산과정에서 배출되는 CO_2의 선택적 포집에 대한 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 수소 생산 반응인 수증기 메탄 개질 (SMR) 반응에서 발생되는 고온의 CO_2를 직접 포집하기 위한 CaO 기반의 흡착제를 합성하고 그 특성을 규명하였다. 선행 연구에서 많이 보고된 반복 흡, 탈착 거동 중 열적소결에 의해 CaO의 흡착 성능이 지속해서 감소하는 문제를 해결하기 위해 Al_2O_3를 흡착제 stabilizer로 선정하였다. 또한, stabilizer 첨가량을 최소화하면서 반복 성능 유지를 위해 기존의 sol-gel법에 새로운 겔화제를 도입하였다. 최적화된 CaO 기반 흡착제는 stabilizer의 분산이 효과적으로 조절됨을 확인하였고 BET 표면적과 입자의 평균기공크기가 증가하였다. 또한, 700 ℃ 이상의 고온에서 55.6 wt% 이상의 매우 높은 CO_2 흡착 성능을 보였으며, 연속적인 흡, 탈착 조건에서도 안정적인 성능을 유지함을 확인하였다.

P분리목-52

표면 개질 활성탄소섬유의 화학작용제 흡착에 관한 연구

신한울, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

유해가스로부터 신체를 보호하기 위해 방독면, 보호의, 보호장갑 등을 이용할 수 있다. 이러한 보호도구에는 기체상태의 물질을 여과하기 위하여 다양한 금속염이 첨착된 활성탄이 활용되고 있다. 그러나 활성탄에 금속염을 첨착하는 목적이 호흡기를 통해 침투하는 유해가스의 방호에 초점이 맞춰져 있어, 피부침투에 대한 방호가 중요한 보호의 분야에서의 연구가 미미하다. 반침투성 보호의를 사용하는 군에서는 대부분의 국가가 구슬형 활성탄을 사용하고 있으며, 우리나라도 구슬형 활성탄을 활용한 군용 화생방 보호의를 개발 중에 있다. 반침투성 보호의 성능을 높이기 위해서는 내구성 향상, 파과시간 증진, 경량화 등이 필요한데, 현재 우수한 흡착제로 각광받고 있는 활성탄소섬유는 흡착제 자체가 옷감 형태를 띄어 가공성이 우수하고, 가벼우며, 빠른 흡착성능을 가지고 있다. 본 연구에서는, 활성탄소섬유에 대해 수포작용제의 유사작용제인 Diethyl sulfide를 상온에서 열 중량 분석기를 이용하여 흡착거동을 살펴보았다. 또한 철 이온과 알칼리용액을 이용한 표면 개질이 Diethyl sulfide 흡착에 미치는 영향을 확인하기 위하여 열 중량 분석 및 저온 질소 흡착 분석을 이용하여 표면 특성을 확인하였다.

P분리목-53

온실가스의 흡착 저감을 위한 폐아이스팩 기반 다공성 탄소 소재의 제조 및 흡착 성능 평가

조문경, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

산업 시설에서 배출되는 온실 가스 중 하나인 사불화탄소는 대기중의 축적으로 인하여 지구온난화를 심화하며, 기후 변화 및 생태계의 교란과 같은 환경 위기들을 초래한다. 사불화탄소의 배출을 막기 위하여 기존에 활용되어 온 사불화탄소 분해 처리 기술들은 배가스 중 낮은 사불화탄소의 농도로 인하여 소모되는 에너지가 많은 단점이 있으므로 추가적인 사불화탄소 저감 기술에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 사불화탄소의 분해 과정 없이 배가스로부터 직접적으로 분리하기 위한 흡착 방식을 적용하였다. 흡착을 위한 소재로는 폐아이스팩을 기반으로 한 다공성 탄소들을 제조하였으며, 각 다공성 탄소 소재의 사불화탄소에 대한 흡착 성능을 파악하였다.

P분리목-54

배기가스로부터 수소 회수를 위한 layered bed의 흡착 파과 곡선 모사 연구

이은수, 김보은[1], 전필립*
공주대; [1]공주대학
(philip@kongju.ac.kr*)

최근 산업 배기가스로 인한 위험성을 최소화하기 위하여 국제 협력, 탄소 중립 등의 지속 가능한 정책 개발이 추진되고 있다. 이산화탄소 (CO2), 일산화질소 (NOx), 아황산가스 (SOx) 등이 주성분인 산업 배기가스가 일반적이나 철강 산업에서 발생하는 Coke oven gas는 메탄, 수소, 질소, 일산화탄소 등의 성분으로 구성되어 있다. 주성분 중 수소는 청정하고 다양한 용도로 사용되는 에너지 원료이므로 지속 가능한 에너지 시스템의 중요한 구성 요소로 간주 된다.이러한 시점에서 본 연구는 Coke oven gas에 존재하는 수소를 회수하여 재활용함으로써 자원의 효율적인 활용과 친환경적인 생산을 가능하게 하고자 Aspen adsorption에서 공정 모사를 진행하였다. 공정은 활성탄과 제올라이트의 실험 결과를 바탕으로 adsorption isotherm은 Extended Langmuir 모델을 사용하였으며 adsorption kinetic은 LDF 모델을 사용하였다. Layered Bed에서 각 흡착제의 비율을 조성하여 비교하고, 이에 따른 파과 곡선 데이터를 분석하며 PSA 공정 개발에 필요한 기초 정보를 제공하고자 하였다.

P분리목-55

표면 조도가 개선된 α-Al2O3 지지체 수소 분리막의 수소 투과 성능 연구

한성우, 신민창, 장학룡, 박정훈*
동국대
(pjhoon@dongguk.edu*)

Today, there has been a growing interest in hydrogen energy as a new source of energy alongside electricity. Methods for separating hydrogen from coal gasification by-products include adsorption, activated carbon, cryogenic distillation and membrane technology. Recently, membrane technologies in mixed gases have been actively researched. In this study, α-Al2O3 hollow fiber supports were prepared using a phase inversion method, and Pd and Pd alloy membranes were fabricated through electroless plating. Additionally, interlayers such as GO and γ-Al2O3 were introduced to enhance the surface roughness of the Pd layer, and vacuum was applied during electroless plating to improve the hydrogen permeation performance of the membrane. The surface roughness and thickness of the Pd layer were analyzed by SEM, while EDS and XRD analyses were conducted to confirm the presence of alloying elements. The hydrogen permeation flux was measured using a Bubble Flow Meter (BFM), and the separation coefficient was analyzed using gas chromatography (GC)

P분리목-56

Preparation and application of graft copolymer-based ion-exchange membranes

이지현, 강문성*
상명대
(solar@smu.ac.kr*)

Ion-exchange membranes (IEMs) capable of selectively transporting cations or anions are widely used in various water treatment and electrochemical energy conversion processes. The performance of electromembrane processes using these IEMs depends dominantly on the conductivity and separation properties of the membranes. The IEMs should possess excellent ion conductivity and permselectivity for successful application to the electromembrane processes. In special cases, selective transport characteristics for specific ions are also required. Therefore, in this study, novel IEMs with high conductivity and transporting properties for specific ions were fabricated based on graft copolymers. The prepared IEMs showed excellent ion conductivity and monovalent ion selectivity since they have well-developed ion transport channels. Their excellent performance was verified by applying them to various electromembrane processes. This work was supported in part by the National Research Foundation of Korea (NRF) grants funded by the Korean government (MEST) (NRF-2022M3C1A3081178) as well as the Materials and Components Development Program funded by the MOTIE (No. 20010491).

P분리목-57

High-performance bipolar membranes for efficient water electrolysis

송현비, 강문성*
상명대
(solar@smu.ac.kr*)

Recently, a direct seawater electrolysis process has been attracting attention. However, hydroxide ions generated at the cathode cause the precipitation of multivalent cations contained in seawater and the membrane fouling, which can induce high cell voltage by blocking the active site of the catalyst and increasing the membrane resistance. Fortunately, a bipolar membrane (BPM), which is a combination of a cation exchange membrane and an anion exchange membrane, can suppress the formation of inorganic precipitates by causing water-splitting. The BPM used in the direct seawater electrolysis process must have high water-splitting performance and be stable under strong acid and base conditions. Therefore, in this study, novel BPMs suitable for the direct seawater electrolysis process were developed and through the direct seawater electrolysis cell tests, it was confirmed that hydrogen can be produced efficiently for a long time without the formation of inorganic precipitates. This work was supported in part by the NRF grants (NRF-2022M3H4A4097521) as well as by the framework of the research and development program of the KIER (No. C2-2473).

P분리목-58

Specific ion-selective membranes prepared by modification using nanostructured materials

이지민, 강문성*
상명대
(solar@smu.ac.kr*)

In order to improve the performance of the electromembrane process, it is very important to develop ion-exchange membranes (IEMs) with a high permeability to specific ions. The electrostatic force, the size of the ion channel, and the hydrophobicity should be appropriately controlled on the surface of the membrane to increase the selectivity of a specific ion. Various nanostructured materials can be used to modify the surface properties of IEMs. In this study, novel composite membranes with improved specific ion selectivity were prepared through surface modification using various nanostructured materials including metal-organic framework (MOF) on base IEMs. The prepared composite membranes were shown to have superior physical strength and electrochemical properties compared to commercial membranes. The membrane performances were also confirmed by applying them to electromembrane processes such as water-splitting electrodialysis. This work was supported in part by the NRF grants funded by the Korean government (MEST) (NRF-2022M3C1A3081178) as well as the Materials and Components Development Program funded by the MOTIE (No. 20010491).

P분리목-59

Aspen Plus를 이용한 아스피린 재결정화 공정 모사 및 결정 크기 예측 연구

권다은, 전필립*
공주대
(philip@kongju.ac.kr*)

결정화 기술은 제약의 고순도 분리정제 등 다양한 기능성 결정 소재의 제조에 활용되는 핵심기술로서 제품의 고부가가치화를 위해 결정화 기술의 연구개발이 진행되고 있다. 본 연구는 Aspen Plus를 이용하여 아스피린 결정화 공정 모사를 통해 약물의 결정 크기 예측을 위해 진행되었다. 아스피린은 결정화된 형태로 사용되는 약물 중 하나이며, 결정화 과정은 약물의 특성과 제조 조건에 따라 다양한 모양과 크기의 결정체가 생성될 수 있다. 이로써, 결정화 공정에서 결정체의 크기와 모양을 조절하는 것은 중요한 과제이다. 물질의 성질이나 용매, 온도 등 결정화 조건에 따라 다양한 크기와 모양의 결정체가 생성될 수 있으므로 원하는 크기와 모양으로 결정체를 제어하기 위해 조성 및 조건을 조절해야 한다. 아스피린 결정화 공정은 Rbatch 반응기를 통해 초기 단계에서 물, 아세트산 무수물과 살리실산을 혼합하여 결정화하였으며 에탄올을 녹여서 재결정화 공정을 수행하였다. 결정화 공정에서 용해도가 감소함에 따라 용액이 과포화되며, 결정화는 2단계의 반응으로 핵생성 단계와 결정화 성장 단계로 나눌 수 있다. 각 단계를 제어하고 조절함으로써 원하는 크기와 품질의 결정체를 얻을 수 있다. 결정화가 되면 정제된 결정 생성물을 대기 또는 진공 방법으로 건조 시키며, 증기 흐름은 소각로로 보내는 연구를 수행하였다.

P분리목-60

광열 기반 고효율 담수화 및 아민 흡수제 재생을 위한 $Cu_{1.8}S$/g-CN 복합소재

이태규, 칸 타말 타신, 전영시*
전남대
(ysjun@jnu.ac.kr*)

Photothermal conversion from solar to heat energy is a promising technology to alternate the conventional heat-requiring processes operated by the fossil-fuels. In this work, a highly efficient photothermal composite material composed of Cu-deficient sulfide and graphitic carbon nitride ($Cu_{2-x}S$/g-CN) is prepared by heat treatment of metal-organic complexes between Cu ions and trithiocyanuric acid (TCA). Characterization of $Cu_{2-x}S$/g-CN with different precursor compositions demonstrates that the Cu deficiency, the content of $Cu_{2-x}S$, and the optoelectronic property of the resulting composite is easily tuned, where TCA acts as a sulfur source for $Cu_{2-x}S$, reducing agent for Cu deficiency, and precursor of g-CN. As a result, $Cu_{1.8}S$/g-CN exhibits a water evaporation rate of 1.21 kg m^{-2} h^{-1} from saline water (3.5% NaCl) when irradiated by the simulated sunlight, more than two times higher than those without composite (0.50 kg m^{-2} h^{-1}). In addition, $Cu_{2-x}S$/g-CN enables the initial rate constant of 0.0385 min^{-1} for CO_2 desorption from the CO_2-absorbed monoethanolamine solution when irradiated by the simulated sunlight, higher than those without

P분리목-61

cPVC기반 다공성 탄소 흡착제 제조 및 온실가스 흡착에의 적용

이동준, 조문경, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

전자 산업의 지속적인 성장으로 인해 세정과정에서 사용되는 특수가스 중 하나인 사불화탄소 (CF_4) 배출량이 계속해서 증가하고 있다. 사불화탄소는 대기 내에서 매우 안정된 가스로 약 50,000년의 대기 수명을 가지며, 이 가스의 Global warming potential (GWP)은 이산화탄소 (CO_2)와 비교하여 6,500배 더 높은 강력한 온실 가스로, 지구 온난화를 가속시키는 주요 요인 중 하나다. 이로 인해 기후 변화 및 생태계 교란과 같은 환경 문제가 발생하고 있어, 사불화탄소 배출에 대한 규제가 해마다 강화되고 있다. 사불화탄소 배출을 줄이기 위한 접근 방식 중 하나는, 플라즈마와 같은 강한 에너지를 통한 분해 처리하는 방법이 있다. 이러한 방법은 대부분 높은 에너지 소비를 요구하며, 분해 과정에서 환경 오염을 일으키는 HF, F_2 , SiF_4 등의 2차 오염 가스가 발생할 수 있다. 따라서, 사불화탄소 배출량을 효과적으로 줄이기 위한 연구가 더욱 필요하다. 본 연구는 cPVC 기반의 다공성 탄소 흡착제를 개발 및 제조하여, 사불화탄소를 직접 건식 흡착하여 저감 처리하는 방식을 적용하였으며, 타 흡착제와 비교시 경쟁력있는 가능성을 확인하였다.

대용량 분자모사 기반 방향족 VOCs 포집용 유무기복합 다공체 개발

오광현, 배윤상*
연세대
(mowbae@yonsei.ac.kr*)

휘발성유기화합물(VOCs)은 상온에서 방출되는 화합물이며, 실내 공기 오염의 주범이다. 벤젠과 같은 방향족 VOC는 독성이 매우 높으며 노출 기간에 따라 심각한 건강 문제를 이르킬 수 있다. 따라서 방향족 VOC 제거를 위한 흡착 기술이 주목을 받고 있으며, 여러 방향족 VOC 물질들에 대해 큰 흡착량을 지니는 고성능의 흡착제 개발이 절실히 요구되고 있다. 본 연구에서는10,142개의 MOF에 대한 대용량 분자모사와 머신러닝을 사용해 대표적 방향족 VOC 물질들인 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 에틸벤젠 흡착에 유망한 MOF 후보군들을 도출하였고, 대표적 MOF 1종에 대한 실험을 통해 우수한 VOC 흡착 성능을 확인하였다.Acknowledgement This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2022R1A2B5B02002577) and by Korea Environment Industry & Technology Institute(KEITI) through Center of plasma process for organic material recycling Project, funded by Korea Ministry of Environment(MOE)(2022003670001).

P생물목-1

박테리아 셀룰로오스 나노섬유 생산을 위한 균주 안정성 확보 및 셀룰로오스 생산성 향상

허동훈, 정기준*
한국과학기술원
(kjjeong@kaist.ac.kr*)

The unique physical and chemical properties of bacterial cellulose (BC), such as its strong crystalline structure, efficient moisture retention, and impressive tensile strength, make it an incredibly desirable material. However, increasing BC productivity has been challenging due to strain instability and limited gene expression systems in the primary BC producer, Komagataeibacter xylinus. This investigation uncovered a genomic mutation in a cellulose synthase, which led to the non-cellulose-producing shift. To address this issue, we engineered the strain by modifying the mutation-vulnerable sequences, and the engineered strain retained its cellulose productivity through multiple sub-cultivations. Moreover, we developed fine tunable expression system for K. xylinus by screening and optimizing synthetic parts. Consequently, BC production significantly increased under both static and shaking culture conditions using developed synthetic parts. In conclusion, our study offers a practical way to enhance BC productivity by regulating gene expression, showcasing its promising potential for future industrial applications due to the improved stability of the engineered strain.

P생물목-2

SARS-CoV-2 및 그 변종의 민감한 감지를 가능하게 하는 무표지 비색 CRISPR/Cas12a 리포터 시스템

김한솔*
한국생명공학연구원
(hansoru93@kribb.re.kr*)

We herein introduce a novel label-free colorimetric technique utilizing CRISPR/Cas technology for the purpose of cost-effective molecular diagnostics of SARS-CoV-2. The technique involves the utilization of the TA repeat sequence in conjunction with 3,3'-diethylthiadicarbocyanine iodide (DTDC). The DTDC compound exhibits a noticeable color change, transitioning from purple to blue, upon its insertion into the TA repeat sequence, resulting in the formation of dimers. On the other hand, the activation of Cas12a by the target leads to the degradation of the adjacent TA repeat sequence, preserving the free form of DTDC and making the reaction solution purple in the presence of a target. In combination with isothermal amplification methods and aforementioned technique, we detected SARS-CoV-2 genomic RNA down to 2 copies/μL and accurately distinguished the delta and omicron variants of SARS-CoV-2. The diagnostic efficacy of this approach was further confirmed by the identification of 179 clinical samples including 20 variant samples, exhibiting clinical sensitivity and specificity of 100%.

P생물목-3

Improving microbial malic acid production by reconstructing the respiration system

김지연, 이종언, 안정호, 김기배, 최솔, 이상엽*
한국과학기술원
(leesy@kaist.ac.kr*)

Microbial production of various chemicals through reductive tricarboxylic acid (TCA) cycle has been of great interest. However, there has been limited research on utilizing rumen bacteria, which naturally possess a robust reductive TCA cycle, to produce diverse chemicals, except for succinic acid. This limitation is due to their reliance on fumarate reduction to transport electrons for ATP synthesis. In this study, we present the successful microbial production of malic acid (MA) using Mannheimia succiniciproducens, a rumen bacterium possessing a strong reductive branch of the TCA cycle. To achieve this, we constructed an engineered M. succiniciproducens strain by eliminating fumarase, thereby preventing MA conversion to fumarate. Additionally, we introduced the Actinobacillus succinogenes dimethylsulfoxide (DMSO) reductase to improve cell growth using DMSO as an electron acceptor. To further enhance MA tolerance, the cell membrane was engineered by employing Pseudomonas aeruginosa cis-trans isomerase. High inoculum fed-batch fermentation of the final engineered strain produced 61 g/L of MA with an overall productivity of 2.27 g/L/h, which is the highest MA productivity reported to date. The systems metabolic engineering strategies reported in this study will be useful for

P생물목-4

Optimizing malate dehydrogenase for enhanced microbial succinic acid production

김지연, 안정호, 서호균[1], 박우진[1], 석지혜[1], 이종언, 김원준, 김기배, 김경진[1], 이상엽*
한국과학기술원; [1]경북대
(leesy@kaist.ac.kr*)

Succinic acid (SA), a four-carbon dicarboxylic acid, is one of the most promising platform chemicals serving as a precursor for industrially important chemicals, such as 1,4-butanediol, tetrahydrofuran, and γ-butyrolactone. Malate dehydrogenase (MDH) is an essential enzyme involved in SA production, but its characterization remains incomplete. Among MDHs from various microorganisms, Corynebacterium glutamicum MDH exhibits the highest specific activity and the least substrate inhibition, while Mannheimia succiniciproducens MDH displays low specific activity and strong uncompetitive inhibition. A structural comparison of these two MDHs reveals a key residue influencing their specific activity and susceptibility to substrate inhibition. Notably, the final strain expressing cgmdh acheived 134.25 g/L of SA with a maximum productivity of 21.3 g/L/h, highlighting the significance of enzyme optimization in strain development.

P생물목-5

Metabolic engineering of Pseudomonas putida for Plasmid-, antibiotic-, and inducer-free production of terephthalic acid from p-xylene

강민주, Zi Wei Luo, 최경록, 이상엽 *
KAIST
(leesy@kaist.ac.kr*)

Here we report enhanced biocatalytic conversion of para-xylene (pX) to to terephthalic acid (TPA) in engineered Pseudomonas putida KT2440 strain. This process possesses plasmid-free, antibiotic-free, and inducer-free for cost-effective production. All heterologous genes required in bioconversion were integrated into the chromosome of P. putida by RecET-based markerless recombineering and overexpressed under the constitutive promoters. The Multiple gene copies were integrated into ribosomal RNA genes a recombineering-based random integration process and high-performance strain screening was followed. Furthermore, the production capability was significantly improved by optimization of the fed-batch fermentation. As a result, 38.25 ± 0.11 g/L TPA was produced from pX with a 99.6 ± 0.6% molar conversion. This efficient pX-to-TPA biotransformation process offers potential for the advanced, and sustainable TPA biomanufacturing [This work was supported 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-6

One-step Biosynthesis and Characterization of Poly(D-lactate-co-glycolate-co-4-hydroxybutyrate) from Metabolically Engineered Escherichia coli

강민주, 최소영, 채동언 , 신지훈[1], 임정애, 이상엽*
KAIST; [1]KRICT
(leesy@kaist.ac.kr*)

Here, we produced biomedical polymers, Poly(lactate-co-glycolate-co-4-hydroxybutyrate) and poly(lactate-co-glycolate-co-4-hydroxybutyrate-co-2-hydroxybutyrate) employing an engineered Escherichia coli strain from glucose and xylose. To achieve various 4HB fractions (ranging from 3.4 to 41.0 mol%) under Na4HB supplemented conditions, xylBC, phaC1437, and pct540 genes were introduced into the strain. For one-step production, sucD and 4hbD genes were incorporated for the 4HB biosynthetic pathway and expression was optimized. In fed-batch fermentation, a high polymer content of 65.76 wt% and a titer of 6.19 g/L was achieved. The produced polymer exhibited viscous and adhesive properties, suggesting its potential as a medical adhesive due to its biocompatibility and biodegradability. [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

P생물목-7

Biosynthesis of acrylic acid in metabolically engineered Escherichia coli using β-Alanine pathway

Alisher Nazarbekov, 고유승, 김재웅, Tong Un Chae, 송찬우, 이상엽*
KAIST
(leesy@kaist.ac.kr*)

Acrylic acid (AA) is one of the valuable chemicals used for the production of chemicals and materials such as superabsorbent polymers and acrylate esters. In this study, a new biosynthesis process for the production of AA using genetically modified Escherichia coli was developed. The AA production was divided into two separate modules: a downstream pathway for AA production and an upstream pathway for β-alanine (BA) formation. Operation of downstream pathway was first validated in vitro and in vivo, then it was optimized by introducing effective enzymes screened out of various microbial sources and optimizing their expression levels. Next, we integrated the downstream pathway into the BA-producing E. coli strain, which resulted in a successful AA production. By enhanced expression of upstream genes under constitutive BBa_J23100 promoter, the AA production was further increased. Native promoter of acs gene was also replaced by BBa_J23100 promoter, which increased the AA titer up to 55.7 mg/L. The final engineered strain was used for fed-batch fermentation and produced 237 mg/L of AA in 57.5 h, which is the highest AA titer reported to date.

P생물목-8

Bio-based production of various short-chain primary amines using retrobiosynthetic approach

Alisher Nazarbekov, 김동인, Tong Un Chae, 김현욱, 장우대, 이상엽*
KAIST
(leesy@kaist.ac.kr*)

Due to unknown biosynthesis pathways, the biological production of numerous chemicals is not possible yet. We report a strategy that combines retrobiosynthesis and precursor selection steps to construct biosynthetic pathways for multiple short-chain primary amines (SCPAs), which have wide applications in the chemical industries. Using the direct precursors of SCPA determined by the developed strategy, Streptomyces viridifaciens vlmD encoding valine decarboxylase is investigated as a proof-of-concept promiscuous enzyme to synthesize SCPAs from their precursors both in vitro and in vivo. Escherichia coli expressing heterologous vlmD produces 10 SCPAs by feeding their direct precursors. In addition, metabolically engineered E. coli strains developed to produce representative SCPA from glucose yielded 10.67 g L^{-1} isobutylamine by fed-batch culture. This study presents the strategy for systematically engineering biosynthetic routes for the production of a group of related chemicals, as demonstrated by several SCPAs by example.

P생물목-9

Spatial Reconstruction of Membrane-bound Enzymes for de novo Production of silybin and isosilybin

Hengrui Zhou, 박선영, 양동수, 하신희, 이상엽*
KAIST
(leesy@kaist.ac.kr*)

Phenylpropanoids, which are derived from aromatic amino acids, are medicinally valuable natural products found in plants.In this study, we present the successful bioproduction of two representative phenylpropanoids, coniferyl alcohol (CA), and dihydroquercetin (DHQ), through engineered Escherichia coli.Firstly, we utilized hpaBC, OMT1, 4CL4, and CCR1 to create a CA-producing strain that yielded 187.7 mg/L of CAs.Then, by introducing F3H, TT7, and CPR, we achieved the production of 239.4 mg/L of DHQ.To further enhance production, the signal peptide of cytochrome P450 TT7 was manipulated.Furthermore, to produce flavonolignans from glycerol, we introd uced ascorbate peroxidase, which led to the production of 0.04 μg/L and 1.29 μg/L of silybin and isosilybin, respectively, through stepwise culture.Finally, a single strain expressing 16 essential genes enabled the direct production of 0.12 μg/L of isosilybin from glycerol.These engineering strategies hold significant promise for the application of producing pharmaceutically important, yet complex, natural products.

P생물목-10

Application of Enzyme-scaffold-assisted Electron Channeling for the Production of Natural Products

Hengrui Zhou, 박선영, 은현민, 이문희, 이상엽*
KAIST
(leesy@kaist.ac.kr*)

The main bottlenecks for P450-requiring natural product biosynthesis in bacteria have been identified as the difficulty of expressing eukaryotic membrane-bound protein cytochrome P450s in membrane-bound organelle-lacking bacteria.Additionally, the physical distance between the membrane-bound P450s and their partner P450 reductases has hindered the electron transfer reactions among the enzymes within the cell.To overcome these challenges, the Photorhabdus luminescens-derived Cip protein tags were repurposed to generate enzyme scaffolds.The Cip protein-assisted scaffold formations have brought the enzymes in close proximity, inducing substrate channeling and electron channeling effects, thereby streamlining the metabolic flux towards natural product synthesis.Through the introduction of the electron channeling system, we have significantly improved the production of lutein, L-DOPA, apigenin, and nootkatone in metabolically engineered Escherichia coli, demonstrating its potential for broad application in natural product biosynthesis.

P생물목-11

최적화된 미생물 발효공정을 통한 홍어 부산물 연구

방승혁*, 오성화, 문명재, 강후원[1], 김상호[1]
(재)전남바이오산업진흥원 나노바이오연구센터; [1]영산홍어(주)
(hyeak99@hanmail.net*)

Skate is the only favorite food in Korea, and various functions such as digestion and appetite enhancement, immune function improvement and anti-aging have been revealed. As mass production of by-products from skate, there were generated after skate processing are being disposed of without a separate treatment process causes environmental pollution such as odors and pest propagation. To utilize the discarded skate`s by-products, the contents of the extracts was checked not only physiological activities such as antioxidant activity and anti-arthritic effect, but also physical effect such as content of chondroitin sulfate, respectively. By component analysis, amino acid composition and molecular weight were measured, and lipid reduction was confirmed for obesity-induced mice to confirm the efficacy of the extract, and the antioxidant effect was also confirmed. An increase in chondroitin content was confirmed through fermentation process by useful microbial. It is thought that commercialization as animal food or feed additives of anti-obesity and arthritis products is possible through extraction of functional substances using skate`s by-products in the future.

P생물목-12

다수의 구아니딘기를 부착한 분자수송체의 합성 및 이를 이용한 암세포로의 독소루비신의 향상된 전달 연구

구나림, 임정균*
순천향대
(jkim5279@sch.ac.kr*)

본 연구에서는 1세대 항암제인 독소루비신의 암세포 전달의 효율적으로 향상시키기 위해 분자수송체에 관해 연구하였다. 통계청에서 발표한 2022년 사망원인 통계에 따르면 사망원인 1위인 암은 근 20년 동안 꾸준이 사망원인 1위를 차지하고 있다. 독소루비신은 1세대 항암제인 topoisomerase 억제제 종류인 항종양 항생제 계열 약물로 울혈성 심부전으로 이어지는 확장성 심근병증이라는 부작용이 존재한다. 심근병증의 발생률은 독소루비신의 누적 용량에 따라 달라지며, 이로 인한 사망률은 50%이다.이러한 부작용이 항암제가 암세포에 대한 특이점이 없어 사용 용량이 증가하는 점에서 발생하기 때문에, 본 연구에서는 분자주송체를 이용하여 독소루비신의 효율적인 전달에 대해 연구하였다.분자수송체는 다수의 구아니딘기를 주 골격인 mannitol에 이온 결합한 형태로 합성하였으며, 합성한 분자수송체와 결합을 위해 독소루비신의 형태를 변환시켰다. 분자수송체는 향후 독소루비신뿐만 아니라 다른 항암제와도 결합되어 보다 향상된 전달할 수 있을 것이며, 본 연구를 통해 항암제의 부작용을 최소화하여 악성약물로 인한 사망률을 감소시킬 수 있을 것이라고 기대한다.

P생물목-13

Pneumatic valve-based microfluidic device for the detection of hEPO gene

윤혜원, 이창수*
충남대
(rhadum@cnu.ac.kr*)

Genetically engineered techniques to enhance athletic performance are called gene doping. Since erythropoietin (EPO)- and EPO-related formulations have been widely used for the endurance of athletes, the EPO gene has been identified as a main target of abuse in gene doping. Therefore, microfluidic devices were used to develop systems that detect them. The newly developed gene doping chip is a pneumatic valve system and has a loop reactor that can be incubated through circulation in the channel. In addition to the well-known advantages of reduced sample volume and short analysis time, these devices also offer significant advantages in other ways. For example, low-mass samples can be easily handled, and fluid flow can be controlled quickly and accurately using additional solenoid valve functions. For the detection of the hEPO gene, the shape of the loop reactor in the channel was optimized, and demonstrations using color dyes were also possible within the optimized loop. We will finally create a CRISPR system-based sensing platform using this gene doping chip. Thus, gene doping chips may be considered a suitable method for target detection in gene doping.

P생물목-14

Surface decontamination of radioactive cesium by a reversibly cross-linkable hydrogel based on the phenylboronic acid-diol ester bonds

이가은, 장정윤, 양희만*
한국원자력연구원
(hmyang@kaeri.re.kr*)

Wide-area surface decontamination is essential during the sudden release of radioisotopes to the public, such as nuclear accidents or terrorist attacks. A self-generated hydrogel comprising a reversible complex between poly(vinyl alcohol) (PVA) and phenylboronic acid-grafted poly(methyl vinyl ether-alt-mono-sodium maleate) (PBA-g-PMVE-SM) was developed as a new surface decontamination coating agent to remove radioactive cesium from surfaces. The simultaneous application of PVA and PBA-g-PMVE-SM aqueous polymer solutions containing sulfur-zeolite to contaminated surfaces resulted in the spontaneous formation of a PBA-diol ester bond-based hydrogel. The sulfur-zeolite suspended in the hydrogel selectively removed ^{137}Cs from the contaminated surface and was easily separated from the dissociable used hydrogel. This removal was performed by simple water rinsing without costly incineration to remove the organic materials for final disposal/storage of the radioactive waste, making it suitable for practical wide-area surface decontamination. In radioactive tests, the hydrogel containing sulfur-chabazite (S-CHA) showed substantial ^{137}Cs removal efficiencies of 96.996% for

P생물목-15

Itaconate Production Exploiting Kinetic Compartmentalization of Unnatural Reaction for in Escherichia coli

문조현, 정규열*, 노명현[1], 예대열
POSTECH; [1]KRICT
(gyjung@postech.ac.kr*)

Physical separation of metabolism using membranous organelles in eukaryotes is helpful for chemical biosynthesis to ensure the availability of substrates from competitive metabolic reactions. However, bacterial hosts lack such a membranous organelle, which acts as one of major limitations for efficient metabolic engineering. Here, we introduced kinetic compartmentalization with the development of an unnatural enzymatic reaction to enable substrate availability from competitive reactions through kinetic isolation of metabolic pathways. As a proof of concept, itaconate production pathway was kinetically isolated form TCA cycle in Escherichia coli, natively sequestered by mitochondria in Aspergillus terreus. Specifically, 2-methylcitrate dehydratase (PrpD) was engineered to alternatively catalyze citrate and kinetically secure cis-aconitate for efficient production using a high-throughput screening system. Itaconate production could be considerably improved with kinetic separation.

P생물목-16

Tyrosine Production in Escherichia coli Exploiting Metabolic Flux Engineering of Synthetic Promoters and Untranslated Regions

문조현, 김성철, 민병은, 정규열*
POSTECH
(gyjung@postech.ac.kr*)

L-tyrosine is a commercially important compound in the food, pharmaceutical, chemical, and cosmetic industries. Several attempts to improve L-tyrosine production have been implemented, but regulation of translation-level expression and carbon flux rebalancing around PEP node still has proven to be achieved for optimizing the pathway. Here, to optimize the L-tyrosine biosynthetic pathway, a synthetic constitutive promoter and a synthetic 5'-UTR were introduced for each genes to allow for control at both transcription and translational levels. Carbon flux rebalancing was achieved by controlling the expression level of PEP synthetase using UTR Designer. The L-tyrosine productivity of the engineered Escherichia coli strain was increased through pathway optimization resulting in 3.0 g/L of L-tyrosine titer, 0.0354 g L-tyrosine/h/g DCW of productivity, and 0.102 g L-tyrosine/g glucose yield. Thus, we showed that fine-tuning of 5'-UTR is an effective strategy for improved production of L-tyrosine.

P생물목-17

토홀드 스위치 기반 유전자 조절자 접근법을 사용한 리보스위치 기반 센서 성능 최적화

황윤희, 장성호[1], 김종민, 정규열*
포항공과대; [1]인천대
(gyjung@postech.ac.kr*)

The riboswitches are attractive sensor modules for use in synthetic biology applications. However, the tuning of the riboswitches was constrained by their difficulties and narrow range of modulation. Therefore, novel molecular parts and strategies for straightforward tuning of the fold-change of riboswitch circuits are needed. In this study, we devised a toehold switch-based modulator approach that combines a hybrid input construct consisting of a riboswitch and transcriptional repressor and de-novo-regulator, toehold switches. Optimization strategies that balance the expression levels of the toehold switch greatly improved the fold-change(261-fold). Further characterizations confirmed low leakiness and high orthogonality of five toehold switch pairs, indicating the broad applicability of this strategy to riboswitch tuning. These results demonstrate that toehold switches can provide programmable and modular plug-and-play genetic parts for the response tuning of riboswitch circuitry.

P생물목-18

전사 억제자를 이용한 리보스위치 튜닝을 위한 RNA-단백질 하이브리드 입력 회로 개발

황윤희, 장성연, 장성호[1], 정규열*
포항공과대; [1]인천대
(gyjung@postech.ac.kr*)

Genetic circuits are composed of input, logic, and output parts. Construction of complex circuits for practical applications requires numerous tunable genetic parts. However, the limited diversity and complicated tuning methods used for the input parts hinders the scalability of genetic circuits. Therefore, a new type of input part is required that responds to diverse signals and enables easy tuning. Here, we developed RNA-protein hybrid input parts that combine a riboswitch and orthogonal transcriptional repressors. The hybrid inputs successfully regulated the transcription of an output in response to the input signal detected by the riboswitch and resulted in signal inversion because of the expression of transcriptional repressors. Furthermore, the hybrid input detected both exogenous and endogenous signals, indicating potential applications in metabolite sensing. This hybrid input part could be highly extensible considering the rich variety of components.

P생물목-19

Preparation of Chitosan Nanoparticles Encapsulating Tropolone for Utilization as Cosmetic Preservatives

홍웅길, 김진우, 정경원[1], 윤순도[2], 심왕근*
순천대; [1]조선이공대; [2]전남대
(wgshim@scnu.ac.kr*)

This study introduces a novel approach to overcome the limitations of using tropolone as a cosmetic preservative, which are its high cost and toxicity. The method involves creating chitosan-g-SA (CSA) by modifying hydrophobic stearic acid (SA)-modified chitosan using the coupling agent EDC. This approach aims to address these issues by synthesizing an environmentally-friendly cosmetic preservative and enabling controlled drug release by encapsulating tropolone within CSA. The chemical structure of CSA was analyzed using 1H-NMR, while a UV-vis spectrophotometer was used to confirm the content, encapsulation efficiency, and release pattern of tropolone from tropolone-loaded CSA nanoparticles (CSAT). The particle size and morphology of both CSA and CSAT were determined through DLS and TEM techniques. Additionally, the cytotoxicity of both CSA and CSAT were assessed using an MTT assay on the HEK 293 cell line. In summary, this study highlights the potential of CSA micelles as efficient carriers for tropolone, allowing sustained release and offering a promising solution for eco-friendly cosmetic preservatives.

P생물목-20

Non-chromatographic method for the purification of high purity paclitaxel from Taxus chinensis using three-step tandem cavitation fractional precipitation

강다연, 김진현*
공주대
(jinhyun@kongju.ac.kr*)

In this study, a chromatography-free process using tandem cavitation fractional precipitation was developed for the purification of high-purity paclitaxel. Paclitaxel was purified with a purity of 98.8% and an overall yield of 91.1% through a three-step fractional precipitation using acetone/pentane (1:9, v/v), methanol/water (61.5:38.5, v/v), and acetone/water (1:2, v/v) systems. In addition, the precipitation characteristics and step-by-step impurity removal behaviors were observed through reverse phase-high performance liquid chromatography, and the structure of the paclitaxel purified by tandem cavitation fractional precipitation was confirmed through Fourier-transform infrared spectroscopy.

P생물목-21

Elucidation of the role of gas bubbles in the fractional precipitation of (+)-dihydromyricetin

오현지, 김진현*
공주대
(jinhyun@kongju.ac.kr*)

There is an urgent need to elucidate how the introduction of cavitation bubbles or gas bubbles during precipitation improves the precipitation efficiency. In this study, the role of the bubble surface according to the gas flow rate and air sparger pore size in the gas bubble-based fractionation of (+)-dihydromyricetin, a natural bioactive compound, was investigated. As the gas flow rate increased and the air sparger pore size decreased, the bubble surface increased. At gas flow rates of 0.5 to 1.5 L/min, the yield and rate constant increased to be 1.7 to 1.9 and 2.6 to 5.5 times (air sparger pore size 10 μm), 1.4 to 1.8 and 1.9 to 4.7 times (30 μm), and 1.3 to 1.8 and 1.4 to 4.2 times (43 μm) higher than those obtained in the conventional precipitation. In addition, the changes in activation energy decreased as the bubble surface increased. The mechanism, by which nucleation could be induced seems to be heterogeneous due to the bubble surface provided.

P생물목-22

Synergistic effect of negative pressure and ultrasound on the adsorption efficiency of paclitaxel from the plant cell cultures of Taxus chinensis using Diaion HP-20

강예지, 김진현*
공주대
(jinhyun@kongju.ac.kr*)

In this study, an ultrasound-negative pressure adsorption characteristics of paclitaxel from the cell-free culture supernatants of Taxus chinensis by adsorbent Diaion HP-20 were investigated using different parameters (ultrasonic power, negative pressure intensity, initial paclitaxel concentration, adsorption temperature, and contact time, etc.). The adsorption amount according to the ultrasonic power and negative pressure intensity was investigated, and the experimental data were fitted to various adsorption isotherms (Langmuir, Freundlich, Temkin, and Dubinin-Radushkevich) in order to study the adsorption characteristics. In addition, kinetic analysis was performed using the pseudo-first-order, pseudo-second-order, and intraparticle diffusion models. Furthermore, the thermodynamic parameters, activation parameters, isosteric heat of adsorption, and activation energy were quantitatively examined in order to evaluate the feasibility and nature of the adsorption process.

P생물목-23

표면 플라즈몬 공명 바이오센서를 이용한 유산균 유래 엑소좀의 정량 및 피부 투과도 분석

이경민, 홍수린*
차의과학대
(hongsr@cha.ac.kr*)

최근 유산균 유래 엑소좀을 이용한 다양한 연구가 진행되고 있으며 엑소좀을 분석하기 위한 대표적인 방법으로 Surface plasmon resonance (SPR) 바이오센서가 있다. SPR 바이오센서는 금속 필름에 기반한 생체분자 검출을 위한 뛰어난 분석 방법 중 하나다. 먼저 SPR 바이오센서로 유산균 유래 엑소좀을 검출하기 위해 엑소좀과 특이적으로 결합하는 항체를 westurn blot과 FACS를 통해 확인하였다. 이 항체를 금속 필름에 고정화하여 항체와 엑소좀 간 결합을 SPR 바이오센서의 신호로 확인하였으며 이 방법으로 엑소좀의 농도별 SPR 신호값을 측정함으로써 엑소좀을 정량분석을 하였다. 이러한 정량분석 방법을 활용하여 본 연구에서는 피부 투과 실험을 통한 엑소좀의 피부 투과량을 정량분석하였다. 엑소좀의 피부 투과도를 분석하기 위해 franz diffusion cell assay로 피부 투과 실험을 진행하였으며 5개의 인공피부에 같은 농도의 엑소좀을 도포하여 5가지 시간대별로 실험을 진행하였으며 실험 후 각각의 시간대별로 도포하였던 엑소좀을 회수하고 회수한 엑소좀을 SPR 바이오센서로 정량분석하여 시간에 따른 엑소좀의 피부 투과도를 분석할 수 있었다. 이를 통해 SPR 바이오센서는 유산균 유래 엑소좀 뿐만 아니라 여러 종류의 엑소좀을 분석을 함으로써 기능성 화장품, 질병 등 다양한 연구 분야에서 활용될 수 있다.

P생물목-24

갈색 거대 조류 바이오 정제를 위한 산업화

XU MINGYUAN, 정규열*, 임현규, 곽동훈, 서상우
POSTECH
(gyjung@postech.ac.kr*)

Although brown macroalgae holds potential as an alternative feedstock, its utilization byconventional microbial platforms has been limited due to the inability to metabolize one ofthe principal sugars, alginate. Here, we isolate Vibrio sp. dhg, a fast-growing bacterium thatcan efficiently assimilate alginate. Based on systematic characterization of the genomicinformation of Vibrio sp. dhg, we establish a genetic toolbox for its engineering. We alsodemonstrate its ability to rapidly produce ethanol, 2,3-butanediol, and lycopene from brownmacroalgae sugar mixture with high productivities and yields. Collectively, Vibrio sp. dhg canbe used as a platform for the efficient conversion of brown macroalgae sugars into diversevalue-added biochemicals.https://doi.org/10.1038/s41467-019-10371-1 OPEN

P생물목-25

Thermodynamic Anaylsis of Cellulose Chain Dissolution in NaOH/urea Solution Based on Structure and Conformation

허유진*, 이상헌, 안익성[1]
이화여자대; [1]연세대
(eugeneh55@gmail.com*)

Cellulose has been widely used throughout various industries for a long time and is gaining attention as an environmentally friendly material. However, it has the disadvantage of being difficult to dissolve due to its unique structure. As a result, research on solvent systems capable of dissolving cellulose has been ongoing. In this study, based on the experimental fact that cellulose dissolves well in NaOH/urea aqueous solution, we employed computational methods, specifically RISM (Reference Interaction Site Model), to investigate the dissolution behavior based on the structural and conformational differences of cellulose chains. We applied the cellulose Iβ model, commonly found in wood, and calculated the dissolution free energy by selecting the stacked and parallel structural forms of cellulose chains. The stacked conformation was found to be more stable than the parallel conformation, and slight differences in solvent interaction were observed depending on the structure.

P생물목-26

대장균에서 비브리오 유래 MEP 대사경로에서의 외래 효소 발현으로 향상된 리코펜 생산

손양준, Min Jae, 노명현, 우성화, 임현규, 정규열*
포항공과대
(gyjung@postech.ac.kr*)

Microbial fermentation is a promising method that can overcome major bottlenecks in conventional methods of lycopene production, such as low yields and poor quality. To further improve lycopene production, it is important to utilize metabolic enzymes with high specific activities. Two enzymes, 1-deoxy-d-xylulose-5-phosphate synthase (Dxs) and farnesyl diphosphate synthase (IspA), are essential in lycopene production using MEP pathway. Here, we demonstrated the superior activities of Dxs and IspA of Vibrio sp. dhg, a newly isolated and fast-growing microorganism. We found that Dxs and IspA in Vibrio sp. dhg showed 1.08-fold and 1.38-fold higher catalytic efficiencies, respectively. Consequently, the heterologous overexpression increased the specific lycopene production by 1.88-fold. Our findings could be widely used to increase production of lycopene and other carotenoids.

P생물목-27

비브리오 플랫폼에서의 목질계 바이오리파이너리

손양준, 우성화, 임현규, 한용희[1], 박성우[1], 노명현, 백동엽, 문조현, 정규열*
포항공과대; [1]서울대
(gyjung@postech.ac.kr*)

In this study, we report a novel Vibrio-based microbial platform that can rapidly and simultaneously consume three major lignocellulosic sugars (glucose, xylose, and arabinose) faster than any other microorganism previously reported. To develop this platform, we constructed and optimized the xylose isomerase pathway in Vibrio sp. dhg that inherently shows high metabolic activity from glucose and arabinose but lacks xylose catabolism. As a result, we obtained unprecedentedly high growth (0.67 h−1) and sugar uptake rate (2.15 g gdcw−1 h−1) in a xylose minimal medium. Furthermore, we achieved co-consumption of the three sugars by deleting a key enzyme (PtsG) for preferential sugar utilization and introducing an alternative glucose transporter (GalP). The engineered strain demonstrated efficient lactate production from simultaneous sugar consumption with high productivity (1.15 g/L/h) and titer (83 g/L). The developed strain can be broadly utilized to accelerate the production of diverse biochemicals from lignocellulosic biomass.

P생물목-28

A sensitive and multiplex genotyping method for SNPs using ligase-detection reaction combined with CE-SSCP

이충원, 최웅, 신기영, 정규열*
POSTECH
(gyjung@postech.ac.kr*)

Accuracy, simplicity, sensitivity, quantification, and cost-effectiveness are crucial factors for an effective single-nucleotide polymorphism genotyping method. One method developed for SNP genotyping, ligase-based coupled capillary electrophoresis (CE) is considered for clinical diagnosis. However, conventional CE system is the design process and multiplex assay procedure are complicated because of the DNA size-based separation principle. In this study, we developed a robust multiplex genotyping method using ligase detection reaction and high-resolution CE-based single-strand conformation polymorphism (CE-SSCP). With this high-resolution CE-SSCP system, we were able to use similar-sized probes, simplifying the design step and assay process. And we found that this method could accurately discriminate single base mismatches and quantifying analysis of SNPs of tp53 gene used as targets for multiplex detection using multi-color fluorescence labeled probes.

P생물목-29

Swift genetic variation analysis employing high-resolution microchip-based CE-SSCP

이충원, 신기영, 정규열*
POSTECH
(gyjung@postech.ac.kr*)

Microchip-based genetic analysis systems using capillary electrophoresis offer quick analysis, minimal sample/reagent use, and portability advantages. Among electrophoretic techniques, capillary electrophoresis-single strand conformation polymorphism (CE-SSCP) is a promising genotyping method due to its simplicity and versatility. Electrophoretic mobility changes result from sequence-induced conformational differences in single-stranded DNA, enabling detection of DNA sequence variations under non-denaturing electrophoresis.However, the main limitation of microchip CE-SSCP is low separation resolution due to short separation channel length, restricting its application. To address this, we translated CE-SSCP into a microchip format and improved resolution by controlling microchannel width. A high-resolution microchip CE-SSCP system was developed under optimal conditions (300μm channel width with PEO-PPO-PEO triblock copolymer). This system successfully analyzed various genetics, including detecting food-borne pathogens and single nucleotide polymorphism markers.

P생물목-30

Microfluidic device-based single cell coating technology

오서연, 김동영, 이창수*
충남대
(rhadum@cnu.ac.kr*)

The process of single cell coating and speroid coating has gained attention in the fileds of material sicence and biotechnology. The benchtop process is labor-intensive and time-consuming due to the need for researchers to perform numerous washing and coating steps repeatedly. Here, we report a single-cell coating technology using a microfluidic device that utilizes a micro pillar structure. In the microfluidic device, all solutions form a laminar flow. The cells or beads flow along the micro pillar structure, allowing for a decrease in the coating process time.

P생물목-31

Bacillus subtilis Spore Surface Display of Tyrosinase for Hydroxylation of Phenolic Compounds

정유라, 김준형*, 김수환
동아대
(june0302@dau.ac.kr*)

In this study, we tried the biotransformation of phloretin using Bacillus subtilis spore displayed tyrosinase from Bacillus megaterium. Phloretin is mainly found in the root bark of apple trees and in apples where it acts as a natural antibacterial plant defense metabolite. The cell surface expression of tyrosinase was verified by flow cytometry using FITC labelled anti-His6tag antibody. After 7 hr of reaction at 37℃, we confirmed that phloretin was biotransformed into a new product by HPLC analysis. And it was further analyzed using LC/MSMS and ^{1}H-NMR to be revealed as 3'-hydroxyphloretin. 3'-hydroxyphloretin was expected to have increased antioxidant efficacy due to the increased number of hydroxyl groups compared to phloretin, and as a result of measuring the DPPH radical scavenging activity, it was confirmed that the electron donating ability increased by about 54%. In addition, the spores were washed with Tris-HCl buffer and reused in the reaction. The biotransformation proceeded through 7 recycling reactions without significant decrease of the enzymatic activity.

P생물목-32

Engineered protein nanocage with Half-Life Extension by decoration of fcrn binding domain

이예람, 이은정*, 강다연, 고예주, 안원경[1], 안일주
경북대; [1]고려대
(eunjunglee@knu.ac.kr*)

Nanoparticles are very attractive materials in various research fields, including nanomedicine, due to their highly organized and homogeneous structure that enables them to possess a high surface-volume ratio and reactivity. Micelles, liposomes, and protein nanocages represent nanomaterials exploited as drug delivery carriers. Ferritin's modifiability aids precise functionality, yet its short half-life in human serum hinders clinical use. Strategies such as surface modifications with PEG, PAS, and XTEN, extend retention by concealing receptor binding domains and lowering renal clearance, addressing cytotoxicity and low yield challenges. Here, we propose a new nanocage genetically fused with series of neonatal Fc receptor binding peptides. Through the implementation of the FcRn-Fc recycling mechanism, this nanocage can evade digestion. Modified nanoparticles have demonstrated pH-dependent affinity and an extended half-life. Moreover, this strategy of utilizing long-circulating nanocarriers offers economic advantages, easily conjugated and produced in bacteria cells, ultimately serving as a platform technology to extend the half-life of protein nanoparticles.

P생물목-33

Size-controllable spheroid formation with Water-in-oil droplet 3D cell culture

최승희, 배서준, 임도진*
부경대
(dj-im@pknu.ac.kr*)

체내와 유사한 환경을 제공하는 3차원 배양은 유기체의 생물학적 메커니즘을 체외에서 독립적으로 모사할 수 있는 배양 모델로 약물 스크리닝, 장기의 발달 과정 연구 등 다양한 연구에서 배양 모델로 활용되고 있다. 기존의 3차원 세포 배양 방법에서는 형성되는 spheroid의 크기 조절이 어렵거나 방법에 따라 spheroid의 크기가 결정되는 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 형성되는 spheroid의 크기 조절이 자유로운 Water-in-oil droplet 3D cell culture (WO) 방법을 제안하였다. 체계적인 배양 조건에 대한 조사로 WO에서 사용하는 액적의 크기를 조절함으로써 형성되는 spheroid의 크기를 자유롭게 조절할 수 있음을 확인하였다. WO에 사용되는 오일은 외부 충격으로부터 배양액 액적 내부의 spheroid를 보호할 뿐만 아니라 배양액의 증발과 오염을 방지할 수 있다는 추가적인 장점을 가지고 있다. WO를 이용해 형성한 spheroid를 기존 3차원 세포 배양법과 비교를 통해 WO의 spheroid 형성 및 3차원 세포 배양 모델로의 활용 가능성을 검증하였다. 뿐만 아니라, 1개월 동안 spheroid의 배양을 검증함으로써 본 연구에서 제안한 방법이 spheroid의 형성 뿐만 아니라 organoid 연구에도 사용 될 수 있는 가능성을 보였다. 우리는 WO와 디지털 미세유체 기술의 결합으로 높은 잠재력을 가진 자동화된 3차원 세포 배양 시스템을 구현할 수 있을 것으로 기대한다.

P생물목-34

Exploring Healthspan Extension through Anti-Aging drugs and Behavioral Monitoring in C. el

남수빈, 권영은, 조용민*
명지대
(yongmincho@mju.ac.kr*)

Aging is the single most critical risk factor for chronic disease in humans. Mitigating the aging process's pace through pharmacological interventions is able to enhance the later stages of individuals' lives. However, unlike some organ-specific and infectious diseases, aging appears to be intricately linked to numerous underlying physiological mechanisms. This complexity suggests that relying on a limited set of features may not suffice to accurately assess the effectiveness of drug candidates aimed at prolonging the period of healthy living, known as healthspan. In this context, the roundworm C. elegans emerges as a valuable asset. Its transparent body and short lifespan facilitate the quantitative observation of its age-related phenotypic features. In this study, we employ an array of phenotypic assays for the measurement of biologically relevant features in C. elegans to improve the translational prospects of phenotypic drug screening. Through this methodology, the efficacy of potential anti-aging drugs is evaluated within the context of promoting healthy aging. We hold the belief that this approach will foster the discovery of anti-aging drugs for human health.

P생물목-35

Xylitol Production in Escherichia coli using the Endogenous YahK enzyme

정욱진*, Angelo B. Bañares, Grace Nisola, Hern Kim, 이원근
명지대
(wjc0828@gmail.com*)

Xylitol has many industrial importance primarily in food and pharmaceutical industries. In this study, xylitol production from D-xylose in E. coli W3110 was enabled by plasmid-based expression of endogenous yahK. Fermentation optimization revealed that the engineered E. coli produced up to 23. 27 g/L xylitol in shake-flask. So far, this study is the first to produce xylitol in E. coli using its native YahK suggesting a promising novel XR. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817).

P생물목-36

Chlorella sp. 전사체 분석을 통한 탄소 고정 및 지질 합성 탐구

강남규*, 고현기[1], 인예진, 민현준, 박예지
경희대; [1]일리노이 주립대
(nkkang@khu.ac.kr*)

Generally, microalgae have a limited tolerance to high CO_2 levels, limiting their potential for industrial use. To address this, we explored the transcriptomic changes in Chlorella sp. ABC-001, a high CO_2-tolerant strain, under 10% CO_2 conditions. The cells under 10% CO_2 displayed up to 2.5-fold enhanced growth and doubled lipid content by day 7. Transcriptomics indicated a boost in chloroplast development under high CO_2, leading to improved CO_2 fixation and photosynthesis. Cobalamin-independent methionine synthase expression was also significantly elevated, contributing to the methionine supply required for active proliferation. The cells showed sustained repression of carbonic anhydrase and ferredoxin hydrogenase, involved in the carbon concentrating mechanism under high CO_2 conditions. Chlorella sp. ABC-001 showed high expression levels of genes involved in lipid synthesis, such as glycerol-3-phosphate dehydrogenase and phospholipid-diacylglycerol acyltransferase under high CO_2 conditions. Our findings offer valuable insights into the metabolic shifts of a high CO_2-tolerant Chlorella sp. ABC-001. in response to varying CO_2 levels.

P생물목-37

Selective enrichment of CO2 electrophiles microbial community for biogas-upgrading of CH4 by intermittent applied potential-induced microbial electrosynthesis cell

김민수, 김은서, 김중래*
부산대
(j.kim@pusan.ac.kr*)

As the development of a platform utilizing biogas (e.g., CH4, CO2) generated from anaerobic digestion tanks progresses, the need for a biogas upgrading process is emerging. Among them, microbial electrosynthesis can use this power to capture CO2 and produce valuable compounds such as CH4 for energy storage. Selective stabilization of the electroactive microbial community using inorganic sources such as CO2 rather than organic materials as carbon sources takes a lot of time. Rapid, selective stabilization of these electroactive communities is required to introduce a microbial electrosynthesis cell into an industrial field. Here we present a simple but effective approach based on the selective cultivation of CO2 electrophs by supplying an intermittently applied potential. This culture was successfully upgraded to 97% biomethane using CO2 contained in biogas. Also, a methane conversion rate shows 8.34 L/m2 cat/day. An intermittent applied potential strategy supply method enables immediate start-up and reproducible biomethane conversion profiles of upgrading bioelectric synthesis of biogas from anaerobic digesters.

P생물목-38

Rolling Circle Transcription을 통한 RNA기반 하이드로겔 합성

장익수, 이종범*
서울시립대
(jbleeuos@gmail.com*)

Recent advances in the nucleic acid nanotechnology, DNA-based hydrogel has seen significant development in biomedical applications. However, compare to DNA hydrogel synthesis, RNA-based hydrogel synthesis remains challenging due to issues of instability and limitations in the synthesis process. Here, we introduce rolling circle transcription (RCT)-based polymeric RNA hydrogel that showed outstanding stability even in room condition. By exploiting polymeric DNA template, we could fabricate long polymeric RNA strands via RCT process. The RNA strands could be highly entangled and self-assembled into the macroscopic hydrogel with enhanced structural stability. In particular, the shape of RNA hydrogel can be easily manipulated by utilizing molding system. Moreover, the polymeric RNA hydrogel showed temperature-dependent degradability as well as enzymatic reaction. Altogether, the polymeric RNA hydrogel with superior stability could be applied for various of clinical application.

P생물목-39

Genomic Hydrogel Formation via Dual Plasmid Multi-primed Chain Reaction for Improved Cell-Free Protein Synthesis

김태현, 이종범*
서울시립대
(jbleeuos@gmail.com*)

Proteins, which play a pivotal role in drug targeting, require efficient production methods. While cell-free synthesis offers simplicity, it is accompanied by persistent challenges related to scalability, high costs, folding structure, and functionality. This study introduces a novel approach that utilizes DNA hydrogel through rolling circle chain amplification (RCCA), ingeniously employing dual single-stranded circular plasmids along with multiple primers. The newly devised DNA hydrogel system presents a spectrum of advantages. It significantly enhances protein production yield. Moreover, the method demonstrates inherent reusability, fostering a sustainable and economically feasible protein production process. The culmination of this research, the DNA hydrogel system, not only holds the promise of enhanced protein production but also introduces a novel approach that possesses the potential to reshape the landscape of therapeutic development.

P생물목-40

Kinetics에서 mass transfer로의 분자 체계 변환

김다늡, 김동환, 예대열, 정규열*
POSTECH
(gyjung@postech.ac.kr*)

We developed a nanoparticle-based CO buffering platform to mitigate microbial CO toxicity. Utilizing tannic acid-Fe^{3+} complex in cellulose nanocrystals, we verified reversible CO adsorption/desorption. We assessed the toxicity effect by CO and growth recovery of Eubacterium limosum under varying CO pressure and TA-Fe^{3+}-CNC concentrations. Component analysis revealed successful restoration of CO consumption kinetic with TA-Fe^{3+}-CNC, addressing CO toxicity-related limitations. This innovative approach holds promise for enhancing CO bioconversion in high-pressure environments.

P생물목-41

Enhancement of Poly(lactic acid) Biodegradation with High Crystallinity under Thermophilic Anaerobic conditions

윤경석, 김연제, 상병인*
한양대
(biosang@hanyang.ac.kr*)

Recently, the consumption of biodegradable plastic products, including poly(lactic acid) (PLA), has escalated, leading to a rapid augmentation in municipal solid waste. The upcycling process of these biodegradable plastics often results in an increased crystallinity, which subsequently imposes challenges for degradation. Anaerobic degradation (AD) of municipal solid waste – a process that culminates in the production of renewable energy via biogas – emerges as a preferable solution to tackle this escalating waste problem. The volume of biogas derived from PLA through AD utilizing an adapted microbiome was quantified at 506.14 mL/g PLA, marking a 300% increase compared to experiments conducted without the use of an adapted microbiome. This study provides evidence that employing an appropriate adapted microbiome can significantly augment both biogas production and PLA degradation under thermophilic anaerobic conditions.

P생물목-42

Novel Antisense Oligonucleotide for Enhanced RNA Cleavage

염규하, 이종범*
서울시립대
(jbleeuos@gmail.com*)

Antisense oligonucleotides (ASOs) have gained commercial approval and practical use as RNA-targeting drugs. However, the susceptibility of unmodified ASOs to nuclease degradation limits their effectiveness. In this study, we present a new form of ASO derived from linear ASO, capable of cleaving both mRNA and RNA granules without requiring chemical modifications. The circularization process involves simply cyclizing linear ASOs with 5' phosphate ends using T4 DNA ligase. The resulting new ASOs exhibit enhanced stability against exonucleases and in serum conditions compared to linear ASOs. Moreover, our in vitro experiments confirm the improved gene silencing ability of new ASOs. To validate the cleavage of RNA granules, we designed a model using the Rolling Circle Transcription (RCT) technique, which supports the efficacy of new ASOs in disrupting granules. These findings highlight the therapeutic potential of new ASOs for ASO drug applications.

P생물목-43

기능성 핵산 나노구조체를 위한 이중 효소 중합

김현지, 박용국, 이종범*
서울시립대
(jblee@uos.ac.kr*)

Recently, the interest and demand for RNA therapeutics have been increasing due to the nature of RNA that allow the modulation of protein expression levels within the cytoplasm. However, compared to DNA, RNA is structurally unstable, making it susceptible to rapid degradation. This inherent limitation poses challenges in the research and development process, leading to low stability in the body due to its short half-life.To address the issues, we conducted research to synthesize various RNA structures that could confer stability and functionality. Initially, by sequentially adjusting the steps related to the reaction time of polymerase, we were able to synthesize diverse RNA structures of nano sizes alongside nucleic acid particles. Particularly, circular RNA structures exhibit greater stability compared to linear RNA, and numerous RNA and DNA strands self-assemble into particle structures enabling the stable delivery of siRNA. We applied this technology to synthesize mRNA particles as well. By manipulating the dual enzyme polymerization time through two types of enzymes capable of synthesizing DNA and RNA, the synthesis of various nucleic acid structures became feasible.

P생물목-44

생체재료로서의 기계적 안정성을 갖는 단백질 기반 하이드로젤

고예주, 안원경[1], 이예람, 안일주, 이은정*
경북대; [1]고려대
(eunjunglee@knu.ac.kr*)

Hydrogels have wide range of appliance in the biomedical field due to their unique characteristics. Among them, protein-based hydrogels have remarkable biocompatibility and biodegradability as attractive biomedical materials. Here, we designed building block proteins consisting of spherical protein molecules and viscoelastic protein domain. The spherical protein provides structural stability, while viscoelastic protein contains flexibility and amino acid groups that can bond to each other for hydorgel formation. The protein-based hydrogel composed of this building block achieves sufficient mechanical stability and biocompatibility. For characterization of the recombinant protein, experiments for SDS PAGE, Transmission Electron Microscope (TEM) and Dynamic light scattering (DLS) were perfomed. To find out the mechanical properties of hydrogel, Scanning Electron Microscope (SEM) and oscillatory rheology were performed.

P생물목-45

Investigation of the Antioxidant Activity of the Methanolic Extracts from Fabaceae Family in Nicaragua

김승희, 최수진, 신소은, 양진주, 이정호, 손혜림, 이강현, 이자현[1], 유하영*
상명대; [1]순천향대
(y2h2000@smu.ac.kr*)

Nicaragua is known as one of the biodiversity hotspots due to its subtropical and tropical ecosystems with diverse forest types. Fabaceae plants have been used for food and medicine due to their various bioactivities. In this study, the antioxidant activity of four plants (Dalbergia cubilquitzensis, Mimosa pigra, Senna atomaria, Vachellia pennatula) belonging to Fabaceae family in Nicaragua were investigated. All plant extracts were prepared by ultrasonic-assisted extraction and their 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline)-6-sulfonic acid (ABTS) radical scavenging activity was assayed. As a result, D. cubilquitzensis extract, M. pigra extract, S. atomaria extract, V. pennatula extract, and ascorbic acid (as a control) showed ABTS IC_{50} values of 281.6 ± 1.9 μg/mL, 311.0 ± 1.8 μg/mL, 439.0 ± 0.9 μg/mL, 102.7 ± 1.1 μg/mL, and 50.9 ± 1.0 μg/mL, respectively. Accordingly, further studies are needed to analyze the phytochemical components contributing to the relatively high antioxidant activity of V. pennatula extract.

P생물목-46

Phytochemical Compositions of Underexplored Salix Plant S. kochiana

김승희, 이정호, 송윤석, 손혜림, 이강현, 전영상[1], 유하영*
상명대; [1]신한대
(y2h2000@smu.ac.kr*)

Salix is known to have medicinal functions and to utilize for treating ulcers, rheumatic diseases, etc. There are underexplored species such as S. kochiana in the aspects of phytochemistry. It has been described as a fast-growth plant, indicating the potential for sustainable production and availability. We previously reported that S. kochiana extracts show high antioxidant activity, which is similar to ascorbic acid (a powerful antioxidant). Herein, the phytochemical compositions of S. kochiana extracts were investigated to advance the phytochemical knowledge. As a result, the extracts contained (mg/100 g extracts): 211 salicin, 54 catechin, 28 myricetin, 12 salicylic acid, 10 epicatechin gallate, and 2 syringic acid. Several phytochemicals such as luteolin, kaempferol, and rutin were not detected, though these are detected in other Salix plants in previous studies. In the near future, the extraction process to recover detected phytochemicals will be designed and optimized for the valorization of S. kochiana.

P생물목-47

Enhancement of formate dehydrogenase production in Methylorubrum extorquens ATCC 55366 by optimization of culture conditions

김상준, 조숙형, 나정걸[1], 이진원*
C1 가스 리파이너리 사업단; [1]서강대
(jinwonlee@sogang.ac.kr*)

Carbon dioxide (CO_2) is the most representative greenhouse gas, and it is emitted from human industrial activities, accelerating global warming. The global community has declared 'carbon neutrality' as a comprehensive policy direction to respond to climate change caused by global warming and is actively promoting policies to decrease greenhouse gases. Formate dehydrogenase (FDH) is one of the most effective tools for converting CO_2 into value added chemical, formate. In this study, we have conducted fed-batch cultivation using optimized medium and feeding solution to increase FDH production. In addition, it was confirmed that FDH production was increased by addition of trace element after IPTG induction with controlling growth rate at 0.05 $\mu_{average}$. As a result, FDH production was significantly enhanced by optimization of medium composition and culture conditions.

P생물목-48

베이지안 네트워크를 이용한 삼중음성유방암 세포의 유전자 변화에 따른 생존도 분류

정해덕, 김현욱*
카이스트
(ehukim@kaist.ac.kr*)

Triple-negative breast cancer (TNBC) is the most aggressive type, leading to great chemotherapy challenges compared to other types of breast cancer. Gene expression data obtained from relevant conditions (e.g., drug-treated conditions) may provide useful information on drug response of a cell, in particular potential drug targets. In this study, we constructed Bayesian network (BN) to classify the viability of MDA-MB-231 cells, a triple-negative breast cancer cell line, in response to perturbations of key genes associated with TNBC. BN is a probabilistic graphical model showing causal relationship between nodes (i.e., genes in this study) in terms of conditional probability. BN was constructed by using cell viability dataset from CTRP and gene expression dataset from LINCS L1000, both corresponding to drug response data. Also, nodes for a BN presenting MDA-MB-231 were selected through extensive mining of the literature on TNBC. The constructed BN model showed AUC of over 0.8 for classifying the viability of MDA-MB-231 in comparison with the drug response data. This BN approach will be useful for identifying novel drug targets particularly for cancers that pose treatment challenges.

P생물목-49

Construction of the recombinant bacterial systems with modified cellular surface for the extracellular Gamma-aminobutyric acid production

정재훈, Kumaravel Ashokkumar , 홍순호*
울산대
(shhong@mail.ulsan.ac.kr*)

Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) is produced through the decarboxylation of glutamate by the glutamate decarboxylase enzyme (GadB). Various heterologous GadB enzymes have been identified and introduced into Escherichia coli to improve GABA productivity. In this study, a cell surface display strategy was employed by displaying Neurospora crassa glutamate decarboxylase (GadB) on the surface of Escherichia coli using OmpC as an anchoring motif. To construct the display system, GadB was fused to the truncated C-terminus of OmpC and expressed in E. coli. The recombinant E. coli displaying GadB produced 3.03 g/L of GABA from 10 g/L glutamate within 12 hours of culture. When the GadB display system was cultured at high cell density, 100% GABA yield was achieved from 50 g/L of glutamate. These results suggest that GadB expression on the E. coli surface is stable and effective for GABA production. The surface display strategy can be applied to other potential enzyme candidates and used in industry for bulk chemical production.

P생물목-50

Production of L-serine in Recombinant Escherichia coli with higher yield by colocalization of pathway enzymes through scaffold strategy

Kumaravel Ashokkumar, 정재훈[1], 홍순호[1]*
University of Ulsan; [1]울산대
(shhong@mail.ulsan.ac.kr*)

L-serine is a non-essential amino acid which has a wide range of applications and plays an important role as a building block for growing cells. L-serine microbial development is considered a difficult activity due to L-serine's central role in cellular metabolism with 2 main degradation pathways. A novel strategy is needed to overcome the L-serine degradation pathway and low L-serine tolerance of Escherichia coli for efficient L-serine production. A synthetic protein scaffold between SerB and EamA was introduced in this study to physically combine the two enzymes. Through this strategy, the L-serine production is more efficient than in competing pathways. By the introduction of a synthetic protein scaffold without metabolic pathway engineering or addition of glycine, 1.8 g/L of L-serine was produced at pH7 and 37℃. By fermentation, 9.4 g/L of serine was produced at a yield of 0.34 mol/mol glucose. These results suggest that the carbon flux was successfully directed to the L-serine secretion pathway without knocking out a competing pathway or adding expensive glycine

P생물목-51

Development of the pesticides removing biological system by construction of the recombinant Escherichia coli system with modified membrane proteins

Saranya Shanmugasundaram, 정재훈[1], 홍순호[1]*
University of Ulsan; [1]울산대
(shhong@mail.ulsan.ac.kr*)

The constructed Escherichia coli efficiently adsorbed fenitrothion through the displaying a pesticide-binding peptide on it using the anchoring motif OmpC. Fenitrothion, or O, O-dimethyl O-(3-methyl-4-nitrophenyl) phosphorothioate, is a nitrophenolic pesticide that was widely used in agriculture. The inhibition of acetylcholine esterase activity and inhibition of acetylcholine breakdown in synapses result in the accumulation of acetylcholine in synapses, which causes convulsions, paralysis, and death of insects. However, under aerobic conditions, the major hydrolysis metabolite of fenitrothion, 3-methyl-4-nitrophenol, is toxic to many living organisms, raising environmental safety concerns. In this study, fenitrothion-adsorbing recombinant Escherichia coli was constructed through the display of pesticide-binding peptide, using OmpC as an anchoring motif.

P생물목-52

Ribosome-Mediated Biosynthesis of 5- and 6-Membered Ring Oligomers in Vitro

이강훈, 이준구*
포항공과대
(jgoolee@postech.ac.kr*)

Ribosomes are macromolecular machines that can rapidly synthesize amino acids into polypeptides. A recent study has found that ribosomes are capable of forming not only peptides, but also novel bonds such as ester, thioester, and thioamide. This flexibility suggests the possibility of synthesizing a polymer with a new backbone. In this study, we present the ribosome-catalyzed biosynthesis of novel 5- and 6-membered ring moieties, rather than peptide bonds. By introducing consecutive ester and hydrazine monomers into an in vitro translation system, we were able to achieve cyclization reactions between the monomers, resulting in a wide variety of pyrazolidinedione, tetrahydropyridazinedione and diazepanedione derivatives that could serve as pharmacophores for peptidomimetic molecules. Our results highlight the plasticity of the ribosome's ancient bond-formation mechanism, expand the range of noncanonical polymeric backbones that can be synthesized by the ribosome, and open the door to new applications in synthetic biology.

P생물목-53

Mitigation of Greenhouse Gases (GHGs) in Simulated Biogas via Mutualistic Cultivation of Green Algae and Methanotroph

강태욱, Selim Saed Selim Ashoor[1], 전성훈, Jerome Hamelin[2], Kim Milferstedt[2], Jinwon Lee, 나정걸*
서강대; [1]Ain Shams University; [2]INRAE
(narosu@sogang.ac.kr*)

Carbon neutrality achieved through greenhouse gas (GHG) mitigation is an essential responsibility for the survival of humankind. Among GHGs, methane (CH_4) and carbon dioxide (CO_2) are the primary contributors to global warming due to their potent heat-trapping capabilities. Methanotrophs, which can utilize methane as carbon and energy source, have garnered significant attention for their potential to convert CH_4 into valuable products such as biopolymers. However, utilization of CH_4 requires an additional oxygen (O_2) supply for CH_4 oxidation, and this process is highly dependent on efficient mass transfer. Concept of syntrophic system offers a promising cultivation strategy to address this limitation while simultaneously mitigating CO_2 emissions. Green algae and methanotrophs collaborate in a syntropy system to create a closed-loop ecosystem. This mutualistic relationship can be harnessed to optimize the conversion of CH_4 into valuable products. Here, we present a greenhouse mitigation strategy in biogas using phototrophic-methanotrophic mutualistic culture

P생물목-54

Systematic literature mining for the extraction of gene-protein-reaction associations by using language models

이병태, 김민지, 김현욱*
한국과학기술원
(ehukim@kaist.ac.kr*)

Gene-protein-reaction (GPR) association describes the relationship between genes and their corresponding enzymes, and it is one of the essential information for studying genotype-phenotype relationship and thus metabolic engineering of an organism. GPR associations in an organism can be established through collecting and processing relevant information from literature, but the efficient establishment has become challenging with the rapid increase in the number of published papers. To address this challenge, we developed a text mining framework that extracts information on GPR associations from the literature where the extraction processes are carried out through a deep-learning based language model. With abstracts or full-texts of published papers as input, this framework can detect key entities (e.g., genes and proteins) from sentences and relationships between the key entities in the form of a Boolean logic. This framework will allow the efficient collection of GPR associations from the enormous amount of scientific literature, and ultimately can facilitate further in-depth genotype-phenotype relationship studies as well as relevant computational modeling studies.

P생물목-55

Cell-free synthesis of functional Elongation Factor P (EF-P) variants containing post-translationally modified residues

김도현, 이준구*
포항공과대
(jgoolee@postech.ac.kr*)

The elongation factor P (EF-P) has been shown to enhance consecutive incorporation of prolines and other types of unnatural amino acids into a peptide chain as it alleviates ribosome stalling. In prokaryotic cells, EF-P is activated by post-translational modification enzymes EpmA, EpmB and EpmC, respectively. However, synthesizing post-translationally modified using the enzymes is laborious, limiting the use of its unique activity for biological applications. Here, we show direct synthesis of post-translationally modified functional EF-P in vitro without using the multiple enzymes. We chemically synthesize a set of unnatural amino acid (lysyl lysine enantiomers) residues that are only obtained by the sequential enzymatic reactions during the post-translational modification process in the cell. We use a ribozyme to charge the synthetic amino acids to a transfer RNA(tRNA) and incorporate them into a specific residue into the middle of EF-P. Further, we will demonstrate that cell-free systems supplemented with the EF-P enable the production of novel bio-based materials containing unnatural substrates that are not efficiently incorporated into a peptide chain by the ribosome.

P생물목-56

Laccase mimicking Mn-Cu Nanoflowers for On-Site Visual Detection of Phenolic Neurotransmitters

김문일*, Thao Nguyen Le
가천대
(moonil@gachon.ac.kr*)

Laccase-based biosensors are efficient to detect phenolic compounds; however, the instability and high cost of laccase have hindered their real utilizations [1]. Herein, we developed hierarchical manganese dioxide-copper phosphate hybrid nanoflowers (H-Mn-Cu NFs), which show an excellent laccase-like activity higher than that of individual component or natural laccase. Compared with those of free laccase, at the same mass concentration, H-Mn-Cu NFs displayed lower Km (~85%) and much higher Vmax (~400%), and furthermore, they exhibited significantly-enhanced stability in the ranges of pH, temperature, ionic strength, and incubation period of time. The H-Mn-Cu NFs also catalyzed the decolorization of diverse dyes much faster than free laccase. Based on these advantageous features, a paper microfluidic device incorporating H-Mn-Cu NFs was constructed for convenient visual detection of phenolic neurotransmitters including dopamine and epinephrine. These results clearly show that H-Mn-Cu NFs could be a potential candidate to replace natural laccase for a wide range of applications in biosensing, environmental protection, and biotechnology.

Preparation of two-dimensional Fe_3O_4 nanodisks and nanosheets and their applications in magnetic field-assisted microalgal biorefinery process

정유정, 김보람[1], Laxmi Priya Sathiya Vahisan, Rendi Mahadi, 이규범, 장은혜, 최영선, 오유관, 정성욱*
부산대; [1]고려대
(sungwook.chung@pusan.ac.kr*)

Hematite (α-Fe_2O_3) and magnetite (Fe_3O_4) are two iron oxides with a wide range of potential technological applications due to their unique materials properties. In this study, we report a facile hydrothermal synthesis of preparing α-Fe_2O_3 nanodisks (NDs) and nanosheets (NSs), followed by thermal transformation from α-Fe_2O_3 to Fe_3O_4 NDs and NSs, respectively. We applied synthesized two-dimensional Fe_3O_4 nanoparticles to biorefineries of Haematococcus pluvialis of microalgae. Total microalgal process consists of three processes including cultivation, harvesting and extraction. We performed the magnetic harvesting and astaxanthin extraction processes at once using one type of synthesized nanoparticles. Furthermore, the feasibility of the recovery and recyclability of Fe_3O_4 NDs and NSs under external magnetic fields for future usage was assessed. Our work represents an important step toward the development of highly efficient microalgal biorefinery processes.

P에환목-1

리튬이온배터리용 붕소 도핑된 다공성 B-HSi 음극복합소재의 전기화학적 성능

김동민, 이종대*
충북대
(jdlee@chungbuk.ac.kr*)

차세대 리튬이온배터리에서 요구되는 고용량, 고밀도를 위해 음극 소재로 실리콘을 활용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 실리콘은 기본 흑연 음극재에 비해 높은 이론 용량으로 고용량 전지를 위한 음극재로 주목받고 있으나 충·방전 시 발생하는 부피팽창으로 인한 전극의 파쇄 및 불안정한 SEI 층의 형성으로 비가역적인 용량 감소가 발생하여 음극재로 활용하기에 어려움이 있다. 이를 해결하기 위하여 실리콘 기반 복합소재 개발에 대한 연구가 보고되고 있다. 다공성 및 나노 구조의 실리콘은 부피팽창을 완화하여 전극의 안정성이 향상될 뿐 아니라 리튬 이온의 삽입·탈리에도 유리한 특성을 보인다. 또한 실리콘에 이종 원소를 도핑하여 전기적 특성을 향상하는 연구가 보고되고 있다. 본 연구에서는 고성능 리튬 이온 배터리용 음극 소재로 용량과 안정성이 개선된 붕소 도핑 할로우 구조 실리콘(B-HSi)을 제조하여 전기화학적 성능을 조사하였다. CTAB과 Stöber method를 이용하여 할로우 구조의 실리카(HSiO2)를 제조하고 마그네슘 열 환원과 붕소 도핑 공정을 진행하여 B-HSi를 제조하였다. 제조된 음극 복합소재는 FE-SEM, EDS, XRD 등으로 물리적 특성을 분석하였으며, 전기화학적 성능을 조사하기 위해 Super P, PAA와 SBR을 사용하여 전극을 제조였으며, 상대극으로 Li metal, 전해액으로 1.0 M LiPF6 (EC : DMC = 1 : 1, FEC 10 vol%)를 사용하여 전지를 제조하였다. 제조된 전지에 대하여 충방전, 율속, dQ/dV, EIS 등의 분석을 통하여 장기

P에환목-2

Se 첨가 탄소층이 코팅된 실리콘 기반 음극 복합소재의 성능 개선

이강미, 김동민, 이종대*
충북대
(jdlee@chungbuk.ac.kr*)

최근 신재생 에너지의 에너지 저장 장치 및 전기 자동차 시장이 활성화됨에 따라 리튬 이온 전지에 대한 요구가 높아지고 있다. 실리콘은 높은 이론적 용량으로 리튬 이온 전지의 차세대 음극 소재로서 주목받고 있다. 그러나 반복적인 충·방전 과정에서 발생하는 실리콘의 부피팽창은 심각한 용량 저하와 낮은 안정성의 문제를 초래한다. 부피팽창 개선을 위해 나노 크기의 실리콘 입자, 다양한 형태의 실리콘 복합소재 사용, 탄소로 코팅된 실리콘 기반 복합소재 개발에 관한 연구가 진행되고 있다. 실리콘 표면에 도파민을 코팅할 경우 전기 전도도 개선 및 부피팽창 완화의 효과를 얻을 수 있으며, 또한 셀레늄의 사용은 전자/이온 수송을 촉진할 뿐만 아니라 긴 사이클 수명을 보인다는 연구가 보고되고 있다. 본 연구에서는 리튬 이온 배터리용 음극활물질의 용량과 안정성을 개선하기 위하여 Se 첨가 탄소가 코팅된 실리콘 기반 음극복합소재의 전기화학적 특성을 조사하였다. 나노 실리콘에 전구체로 도파민을 사용해 표면에 탄소층을 코팅한 후, 셀레늄을 첨가하여 도파민 조성에 따른 복합소재를 합성하였다. 제조된 음극 복합소재는 FE-SEM, EDS 및 XRD 등을 사용하여 물리적 특성을 분석하였다. 복합소재와 천연 흑연의 혼합비율을 조절하여 전지를 제조 한 후 전지 성능을 비교하기 위해 사이클, 율속, CV, 임피던스 테스트를 진행하였다.

P에환목-3

리튬이온배터리용 고성능 음극개로서 천연흑연/나노실리콘 개질된 복합소재의 전기화학적 특성

정현지, 김동민, 이종대*
충북대
(jdlee@chungbuk.ac.kr*)

기존 리튬이온전지의 음극재로서 사용되는 탄소계 물질은 낮은 에너지밀도로 고성능 전원의 요구사항을 만족시키지 못한다. 이를 대체할 차세대 음극재로서 높은 이론적 용량과 낮은 방전 전위를 가진 실리콘이 주목받고 있지만 충·방전 과정에서 발생하는 부피팽창으로 낮은 수명 특성과 사이클 안정성을 갖는 문제점이 있다. 이를 개선하기 위하여 탄소 전구체를 이용한 흑연/실리콘 복합소재에 대한 연구를 진행했다. 나노 실리콘을 인조흑연에 부착한 뒤 석유계 피치를 코팅하여 음극 복합소재를 제조해 고용량의 전기화학적 특성을 관찰하였으나, 장기 사이클 안정성에 대한 보완연구가 요구되었다. 본 연구에서는 우수한 수명 특성을 위한 피치가 코팅된 흑연/실리콘 음극 복합소재를 제조하여 전기화학적 특성을 조사하였다. APTES로 표면개질된 약 100 nm 크기의 나노 실리콘을 10 μm 크기의 인조흑연 표면에 결합시키고, 석유계 피치를 코팅해 전극의 안정성을 향상하였다. 제조된 음극 복합소재는 FE-SEM, XRD, EDS 및 TGA 등을 사용하여 물리적 특성을 분석하였으며, 리튬이온전지에의 실질적인 적용을 위한 500 mAh/g 이상의 고용량과 200 cycle에서의 높은 안정성을 목표로 고용량의 복합소재와 천연흑연의 첨가 비율에 따른 전기화학적 성능을 사이클, 율속, dQ/dV, EIS 등을 통해 조사하였다.

P에환목-4

Design of Performance Test Facility for In-Containment Passive Radioactive Material Filtration System

이현철*, 이두용, 방정진, 허민범, 장기완, 임동석, 이종찬
(주)미래와도전
(hclee@fnctech.com*)

After the Fukushima accident, in response to severe accidents, domestic nuclear power plants have been undergoing safety inspections to identify more than 50 follow-up measures. As part of these measures, a facility known as the Containment Filtered Venting System (hereafter CFVS) has been developed and implemented. However, applying the CFVS within the containment building has limitations due to operational and installation constraints. The equipment currently being developed is a passive-type radioactive material reduction system capable of functioning inside the containment building without external power supply during a severe accident. It consists of a flow induction unit for passive airflow formation, as well as filters and adsorbents for the removal of radioactive gas and aerosols released during a severe accident. In this paper, the design and installation status of the test facility which was created for conducting performance tests and evaluations of the catalyst and catalyst bed configuration used for flow induction, a prerequisite for the passive operation of the equipment.

P 에환목-5

광촉매 반응을 통한 플라스틱 폐기물의 양가적 전략: 광개질 vs 완전 광물화

손상욱, 김형일*
연세대
(hi.kim@yonsei.ac.kr*)

In our study, we proposed a dual strategy to address the issue of plastic waste. Using solar-activated photocatalytic reactions with Alk-CN, a pH-stable photocatalyst, our approach involves: 1) photo-reforming (PR) of plastic residues to create clean liquid fuel, H_2O_2, and valuable chemicals (e.g., terephthalic acid, primarily from polyethylene terephthalate (PET)), and 2) leveraging an advanced oxidation process (AOP) enhanced by UV illumination to transform the newly generated H_2O_2 into hydroxyl radicals (•OH). This facilitates the comprehensive degradation of plastic materials. This integrative approach provides an effective avenue for transforming overlooked plastic waste into beneficial commodities or ensuring its full decomposition through AOP.

P 에환목-6

해수 용존 마그네슘을 고순도 하이드로마그네사이트로 회수하는 방법

김세훈, 김명진*
한국해양대
(kimmj@kmou.ac.kr*)

해수는 다양한 자원이 용존되어 있으며, 그중 마그네슘은 해수 용량을 고려할 때 1.84×10^{15}톤이 용해되어있어 경제적 가치가 크고 CO_2와 쉽게 결합 가능하여 CCUS 기술과의 결합 및 상용화 가능성이 충분하다. 그러나 아직까지 해수의 마그네슘을 경제적으로 탄산마그네슘 형태로 회수한 연구는 알려진 바가 거의 없으며, NaOH와 같은 값비싼 알칼리를 사용하여 합성하는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 해수와 산업부산물을 이용한 간접탄산화 공정에서의 잔류부산물을 원료로 활용하여 해수의 마그네슘을 경제적으로 탄산마그네슘으로 회수하는 기술을 개발하였다. 원료(잔류부산물)의 XRF, XRD 분석결과, 마그네슘이 약 25% 함유한 것으로 확인되었으며, $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$이 주성분이였다. 원료를 사용하여 탄산화를 진행하였을 때, Ca은 모두 탄산칼슘으로 전환되었으며, 고농축 된 마그네슘 용액을 얻을 수 있었다. 이때 용액을 일정시간 방치할 경우, 고부가가치 탄산마그네슘 화합물인 Hydromagnesite($Mg_5(CO)_4(OH)_2{\cdot}4H_2O$)을 얻을 수 있었으며, 최종적으로 해수로부터 약 80% 이상의 마그네슘을 회수할 수 있었다. 본 연구는 무상의 해수를 사용하여 CO_2를 저장함과 동시에 마그네슘을 고부가가치 탄산염으로 회수하는 친환경적인 탄소 중립 기술이 될 것으로 사료된다. 나아가 본 기술로 제조된 Hydromagnesite는 자동차, 항공 우주 및 방위 산업 등에 사용되는

P 에환목-7

폐플라스틱을 이용한 탄소나노튜브 제조 및 배터리 도전재 응용

남언우, 안광진*
울산과학기술원
(kjan@unist.ac.kr*)

막대한 양의 폐플라스틱 처리에 대한 관심이 높아짐에 따라 이를 전환하여 고부가가치의 물질을 생산하는 업사이클링 기술이 주목받고 있다. 최근 폐플라스틱으로부터 첨단 소재인 탄소나노튜브(CNT)를 생산하는 시도가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 폴리프로필렌이 주성분인 마스크와 혼합 플라스틱으로 구성된 고형 폐기물 연료로부터 열분해 및 화학기상증착(CVD) 공정을 이용하여 CNT 생산을 시도하였으며, 다양한 탄화수소를 포함하는 두 종의 플라스틱 열분해 가스로부터 CNT를 성장시키기 위해 FeMo/MgO와 CoMo/MgO 촉매가 사용되었다. 시료와 촉매에 대한 CNT의 생산 성능 및 특성의 상관관계를 조사했으며, CVD 공정에서 마스크와 FeMo/MgO를 사용하여 성장한 CNT가 높은 수율과 순도를 보임을 확인했다. 추가적으로, 해당 CNT를 리튬 이온 배터리(LIB)의 양극 도전재로 적용하여 상용 도전재 물질인 카본블랙보다 우수한 전기화학적 성능을 보임을 확인했다. 본 연구는 폐플라스틱에서 제조된 CNT를 LIB의 우수한 양극 도전재로 적용하는 폐플라스틱의 새로운 활용 방식을 제시할 수 있다.

P 에환목-8

배연탈황석고의 간접탄산화를 통한 이산화탄소 저장 및 미립자 바테라이트형 탄산칼슘 생산

조원, 김명진*
한국해양대
(kimmj@kmou.ac.kr*)

화석연료 내에 존재하는 황은 정제 및 연소 과정에서 산화되어 런던 스모그, 산성비 등의 원인이 되는 SOx 형태로 배출된다. 탈황기술은 배연 내의 SOx를 Ca(OH)2, CaCO3 등을 이용하여 제거하는 기술이며, 이 과정에서 발생하는 부산물을 배연탈황석고(CaSO42H2O)라 한다. 이러한 부산물은 SOx에 대한 환경 규제 강화로 매우 많은 양이 발생되고 있으며, 방치 시 토양오염을 비롯한 환경오염의 주된 원인이 된다. 따라서 이를 처리하기 위한 다양한 연구가 이루어지고 있지만, 중금속과 같은 불순물이 포함되어 재활용이 어려운 실정이다. 본 연구에서는 배연탈황석고에 간접탄산화 기술을 적용하여 CO2를 저장하고 미립자 Vaterite를 생산하는 기술을 개발하였다. 암모늄염 용액을 이용해 Ca를 용출하였으며, CO2 유량, 교반강도 첨가제 농도 등 조건을 조절하며 탄산화를 진행하였다. 생성된 고체는 XRD 분석을 통해 함량 95-99.9%의 vaterite임을 확인했으며, 2-15㎛ 범위 내에서 입자크기 조절이 가능하였다. 더불어, 용출 후 남은 석고 cake를 분석했을 때, 석고의 순도가 높아진 것을 확인하였다. 향후 순도가 높아진 배연탈황석고와 생성된 vaterite형 탄산칼슘은 다양한 산업분야에 활용될 것으로 기대한다.

P에환목-9

간접탄산화 방법을 통한 프로바이오틱스 캡슐화

신선미, 김명진*, 한용훈, 이유정
한국해양대
(kimmj@kmou.ac.kr*)

최근 국내 산업의 탄소중립 달성을 위한 이산화탄소 포집, 활용 및 저장 기술의 개발이 활발하다. 이와 더불어 건강에 대한 관심이 증가하며 프로바이오틱스 시장이 빠르게 커지고 있다. 프로바이오틱스가 시중에 유통되고 섭취 시 장까지 안전하게 도달하기 위해서는 프로바이오틱스를 캡슐화하는 기술이 필수적이다. 본 연구는 간접탄산화 방법으로 생산한 탄산칼슘으로 프로바이오틱스를 캡슐화하는 것이다. 칼슘 용액에 프로바이오틱스를 첨가한 후 이산화탄소를 주입하여 탄산칼슘으로 캡슐화한 프로바이오틱스를 생산하였다. FT-IR 분석을 통해 캡슐화 여부, CLSM 분석을 통해 프로바이오틱스 생존 여부, TGA 분석을 통해 유산균과 탄산칼슘의 혼합 비율을 파악하였다. 분석 결과, 프로바이오틱스는 탄산칼슘 내부에 98% 이상 생존 상태로 캡슐화되어싸. 또한 4주 동안 상온(25℃)에서 보관한 후에도 90% 이상의 장 도달률을 유지하였다. 유산균:칼슘의 혼합 비율은 칼슘 농도에 따라 1:3.1-1:17.7로 달라졌다.

P에환목-10

Fabrication of Metal Single-Atom Cu-N-C Structure on the Mesoporous Carbon Particles for High Performance Zinc Metal Anodes

김은지, 이경빈[1], 이영준[2], 이승우[1], 김범준*
KAIST; [1]Georgia Tech.; [2]KIST
(bjkim02@kaist.ac.kr*)

Traditional challenges with unstable cycling and low efficiency in Zinc (Zn) metal anodes (ZMAs) have limited their practical use due to issues like Zn dendrite growth and side reactions. This study presents an innovative solution by incorporating individual copper (Cu) atoms onto a nitrogen-doped, block copolymer-based carbon framework (CuNC). This unique structure promotes uniform Zn deposition and manages volume changes during cycling. CuNC shows impressive reversibility in Zn plating/stripping over 1000 cycles at different currents and maintains stable operation for extended periods. The relationship between CuNC's active sites and Zn adsorption is explained using density functional theory calculations. Integrating CuNC with a specific cathode yields a high-rate-capable cell with stability over 400 cycles. This work introduces a new direction for dendrite-free Zinc anode development using carbon hosts with single metal atoms.

P에환목-11

Improved Fast Charging Performance of Mn-rich Cathode-based Lithium Metal Battery by Interface Stabilization

안기훈, 주명준[1], Tran Yen Hai Thi , 곽세현, 김형기[1], 진창수[2], 석정돈[3], 강영구[3], 박용준[1], 송승완*
충남대; [1]경기대; [2]한국에너지기술연구원; [3]한국화학연구원
(swsong@cnu.ac.kr*)

Currently, lithium-ion battery (LIB)-powered electric vehicles have critical limitations such as delayed charging time and lower mileage compared to gasoline cars. Lithium metal battery (LMB) is a next-generation battery that can provide higher energy density than LIB. However, during fast charging, lithium metal plating and dendrites growth occur at the surface of lithium metal anode, resulting in short circuiting and thermal runaway, followed by fires and explosions. Also, the structural degradation of cathode active material is accelerated, and thus performance is highly faded. Herein, we demonstrate fluorinated anhydride that enables ultrafast charging performance of Li//Mn-rich LMB under 20 C (charged in 3 minutes) by forming a uniform and robust solid electrolyte interphase (SEI) at lithium metal anode and avoiding lithium metal plating and dendrites growth. As a result, high capacity retention of 76% after 400 cycles under simultaneous extreme conditions of ultrafast charging, high voltage, and high temperature. Studies of the correlation between SEI stability and ultrafast charging performance and safety will be discussed in the meeting.

P에환목-12

스트림젯 기법을 이용한 PEMFC MEA 전극 코팅에 관한 연구

조현아, 이상호, 김기영, 임성남, 우주영, 유봉영[1], 송신애*
한국생산기술연구원; [1]한양대
(sasong@kitech.re.kr*)

기후 변화 및 환경 문제의 심각성이 증가함에 따라, 수소연료전지는 저탄소 에너지 생산과 배출 감소를 통해 지속 가능한 에너지 전환에서 핵심적인 역할을 수행하고 있다. 특히, 고분자 전해질 연료전지(PEMFC)는 그 효율성과 다양한 응용 가능성으로 많은 관심을 받고 있다. 그러나 Pt 촉매를 사용하는 PEMFC의 막전극접합체(MEA)의 고가 문제는 여전히 해결해야 할 과제 중 하나이다. 본 연구에서는 Pt 사용을 저감한 PEMFC MEA 제작을 위해 스트림젯 기법의 새로운 코팅 기술을 도입하여 연료전지 촉매 전극에 적용하였다. 이 코팅 기법은 흡입과 분사를 동시에 조절하여 미세노즐을 통한 지속적이고 안정적인 액체 분사가 가능하며, printing pitch 및 코팅 횟수를 조절하여 Pt 사용량을 줄이면서도 우수한 성능을 유지할 수 있는 코팅 방법을 제공할 수 있다. 따라서 본 기술을 활용하여 Pt 사용량을 감소시킨 MEA를 제작하였고, 상용 MEA와의 단일 셀 성능을 비교하였다. 그 결과, Pt 로딩량 대비 높은 셀 성능을 나타냄을 확인하였으며, 이에 따라 스트림젯 코팅 기술은 연료전지의 가격 경쟁력을 확보하기 위한 MEA 개발에 기여할 수 있는 기술로 기대된다.

P에환목-13

UiO-66의 맞춤형 설계: 메탄 흡착을 위한 효율적인 MOF 설계 연구

조은영, 이희정*
한국재료연구원
(hj0889@kims.re.kr*)

As regulations on shipping emissions are becoming increasingly stringent, ships are utilizing engines that operate on liquefied natural gas (LNG) with lower CO_2 emissions. However, LNG engines encountered an issue known as methane slip, where unburned methane is released in the exhaust gases. Therefore, effective absorbent materials are needed to capture and eliminate emitted methane from LNG-powered vessels. In regard to this matter, metal-organic frameworks (MOFs) have been considered attractive as promising materials for CH_4 adsorption. In this study, CH_4 adsorption within MOFs and computational studies based on density functional theory (DFT) can be utilized to verify the interaction and adsorption mechanisms of CH_4 gas that can be correlated with experimental observations. Furthermore, the structure and properties of UiO-66 and four of its derivatives (NH_2-UiO-66, NO_2-UiO-66, OH-UiO-66, and CH_3-UiO-66) were evaluated and the most preferential adsorption sites of CH_4 molecules in the frameworks were determined.

P에환목-14

MOF 유래 질소가 도핑된 다공성 카본이 코팅된 고성능 바나듐레독스흐름전지용 양극

김주영, 김기영, 송신애, 우주영, 임성남*
한국생산기술연구원
(foryou@kitech.re.kr*)

Among energy storage systems, vanadium redox flow battery (VRFB) is one of the most promising energy storage systems due to its advantages such as long life cycle, flexible design, and stability. The most applied electrode material for VRFB is graphite felt (GF), which has excellent chemical stability and mechanical properties and strong corrosion resistance in the acidic electrolyte. However, GF has low electrochemical activity due to its hydrophobic surface and poor active sites. To solve these problems, several studies have reported electrode surface modification methods to improve electrochemical activity. In this study, the nitrogen-doped porous carbon-decorated electrode with high catalytic activity and durability was fabricated by using metal-organic framework coating. We confirmed that prepared electrode enhances the wettability and increases in number of active sites for V(IV)/V(V) redox reactions.

P에환목-15

Spray pyrolysis deposition기법을 활용하여 ZnS 음극보호층 형성을 통한 수계아연전지의 수명특성 개선

이보람, 김기영, 송신애, 우주영, 임성남*
한국생산기술연구원
(foryou@kitech.re.kr*)

친환경시대가 도래하면서 신재생 에너지 및 대규모에너지저장시스템(ESS)에 대한 수요가 확대되고 있다. ESS중 수계아연전지(AZIBs)는 높은 이온전도도를 보이며 폭발 및 화재의 위험성이 적은 수계성 전해질을 사용하며, 저가의 아연금속을 이용하는 이점들 때문에 차세대 이차전지로서 관련 연구들이 활발히 수행되고 있는 추세이다. 그러나, 전해질이 아연 음극과 맞닿으면서 음극으로 이용되는 아연금속의 부식과 수소발생반응 및 불규칙적인 덴드라이트 형성과 같은 문제점으로 인해 단락이 발생하여 수계아연전지의 수명저하에 큰 영향을 미치게 된다. 이러한 부반응을 감소시키기 위해서는 효과적인 음극 보호층을 형성시켜주는 연구들이 진행되어야 한다. ZnS(황화아연)은 3.7eV의 넓은 밴드갭을 가지고 있어, 더 높은 전압 및 온도에서 더 낮은 전력손실로 효율적으로 작동할 수 있다는 이점이 있다. 더불어, 충,방전 과정에서 아연음극표면에 균일한 핵 증착을 유도하는 인공계면을 형성함으로써 덴드라이트 형성 및 부반응을 억제하여 장기적인 안정성 및 우수한 성능을 유지할 것으로 기대되어진다. 따라서 본 연구에서는 Spray pyrolysis deposition(SPD)기법을 활용하여 아연음극 표면에 황화아연(ZnS) 인공계면을 형성하는 연구를 통해 수계아연전지의 우수한 성능발현을 증명하는 연구를 진행하였다.

P에환목-16

Synthesis of Single and Bilayer MFI/BEA Type Zeolite Membranes for Membrane Reactors

압둘, 이평수 *
Chung Ang University
(leeps@cau.ac.kr*)

This study explores the potential of Zeolite membranes, prized for their pore size, catalytic properties, and thermal resilience, in catalytic reactions and separation. We developed single and bilayer MFI and BEA-type membranes, initiating zeolite crystal synthesis through a hydrothermal reaction. These crystals were then seeded on porous α-alumina supports, followed by a secondary growth via hydrothermal treatment. By adjusting synthesis conditions, we achieved continuous, defect-free membranes with optimal thicknesses (5μm-7μm for single and 10μm-12μm for bilayer). Advanced FE-SEM techniques characterized membrane morphology, while EDS examined elemental analysis. We also assessed each membrane's performance with CO_2, N_2, and SF_6 gas permeance to gauge their separation performance. Furthermore, we evaluated their pervaporation on water/n-butanol, highlighting their potential as membrane reactors.

P 에환목-17

High-stability and high efficiency perovskite solar cells based on ion-dipole interaction in hole-transporting material

김희수, 송슬기*
충남대
(sksong@cnu.ac.kr*)

Recently, perovskite solar cells (PSCs) have greatly improved efficiency and are one of the promising candidates for next-generation solar cells. In particular, PSCs based on 2,2',7,7'-Tetrakis(N,N-di-p-methoxyphenylamino)-9,9'-spirobifluorene (spiro-OMeTAD), the most commonly used hole transport material (HTM), achieved very high efficiency. However, the high hygroscopicity and migration of Li+ of Lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide (Li-TFSI), which is used as a dopant to improve the intrinsically low conductivity and hole mobility of spiro-OMeTAD, are the main factors that decrease the long-term stability of PSCs. In order to address these issues, an additive that generates an ion-dopant complex was introduced into the HTM to improve the long-term stability of PSCs without reducing their optical properties.

P 에환목-18

Deriving Optimal Operating Conditions for Multi-Stage H_2 Compression Process by Thermal Fluid Analysis

박성아, 서준우, 손수현, 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

While the hydrogen mobility industry and market are dramatically increasing, the supply of hydrogen fueling stations is still insufficient, and the compressor is a major part of the fueling station. A conventional hydraulic driving piston-type compressor would cause wear and tear of machines and parts upon piston reciprocating with a potential risk of part damages when compressed directly to high pressure. Another type of diaphragm compressor is relatively difficult to implement for high-pressure compression due to plate durability issues. In this work, we proposed a multi-stage hydrogen compression process that combines the use of a diaphragm compressor with excellent durability and stability for the first stage and a piston compressor at ultra-high pressure level for the second stage. Through the computational fluid dynamics (CFD) analysis, the temperature distribution was obtained by thermal flow analysis of hydrogen to examine the number of stages required. The compression level for each stage was investigated, and thus the optimal driving conditions required for a given final target pressure were studied.

P 에환목-19

Conductive metal-organic frameworks for energy storage system

박혜린, 장건, 황민준, 박호석*
성균관대
(phs0727@skku.edu*)

Metal-organicframeworks (MOFs) have received attention due to their high crystallinity and porosity. However, applications of MOFs in electronic devices are uncommon since the majority of MOFs have low conductivity. Thus,MOFs have been constructed with functional materials or pyrolyzed to make MOF-derived carbon material. Since these processes are complicated, recently, two-dimensional π-conjugated MOFs attracted attention owing to their tunable porosity, high surface area,and electrical conductivity. Especially, using pristine conductive MOFs can reduce the processing time and cost. Many researches focus on multivalent batteries since they can be alternatives of lithium-ion batteries by their higher volumetric energy density and charge capacity, low cost, and safety. Thus, we will introduce three types of conductive MOFs which are synthesized with copper for metal node, and HHTP(2,3,6,7,10,11-hexahydroxytriphenylene) for ligand. We identified their morphology with SEM and XRD.In addition, we confirmed their electrochemical performances in Zn system through Cyclic Voltammetry and Galvanostatic Charge-Discharge.

P 에환목-20

A study on the integrated environmental management of nonferrous metal manufacturing industry

조형원, 묘희명, 윤도영*, 박상균, 한경호[1]
광운대; [1]건설기계부품연구원
(yoondy@kw.ac.kr*)

At first, domestic environmental management began to be managed in an integrated way due to the limitations of the organization and laws. However, as various environmental systems and laws were prepared and the management organization expanded, environmental management was subdivided by medium. As a result, licenses and permits for each medium were distributed, and there were also limitations such as duplication, complexity of procedures, and inefficient management. In order to supplement the limitations of environmental management by medium, an integrated environmental management system was promoted. In order to obtain permission for such integrated environmental management, it is necessary to go through the procedures of prior consultation, permission application, permission review, permission, operation start report, permission completion, and follow-up management. In this study, we studied the preparation of an integrated environmental management plan to manage emissions from the nonferrous metal manufacturing industry.This work is financially supported by Korea Ministry of Environment(MOE) Graduate School specialized in Integrated Pollution Prevention and Control Project

P에환목-21

Production and performance improvement of anion storage-based pseudocapacitor using LaMnO3, a perovskite oxide material

왕경재, 박호석*
성균관대
(phs0727@skku.edu*)

Dual ion storage hybrid supercapacitors (HSCs) are considered as a promising device to overcome the limited energy density of existing supercapacitors while preserving high power and long cyclability. However, the development of high-capacity anion-storing materials that can be paired with capacitive electrodes lags behind cation-storing counterparts. Herein, we demonstrate the anion storage mechanism of high capacitance anion storing perovskite oxide composites and their application in high-performance dual ion HSCs. The oxygen vacancy and nanoparticle size of the reduced $LaMnO_3$ (r-$LaMnO_3$) were controlled, while r-$LaMnO_3$ was chemically coupled with ozonated carbon nanotubes (oCNTs) for improved anion storing capacity and reversibility. As taken by in-situ and ex-situ spectroscopic and computational analyses, OH^- ions are inserted into the oxygen vacancies coordinating with octahedral Mn with the increase in the oxidation state of Mn during the charging process or vice versa. Configuring OH^- storing r-$LaMnO_3$/oCNT composite with Na^+ storing MXene, the as-fabricated aqueous dual ion HSCs achieved the cycle performance of 73.3% over 10,000 cycles, delivering the

P에환목-22

전기화학적 카드뮴 이온 제거를 위한 Cu-MOF-74 흡착제 개발 및 최적화

김현중, 김용환, 김귀용[1], 엄호현, Xiao Su[2], 이재우*
한국과학기술원; [1]UNIST; [2]University of illinois at Urbana Champaign
(jaewlee@kaist.ac.kr*)

전기화학적 수처리는 패러데이 기작을 이용한 유망한 기술로, 위험 물질의 선택적 제거를 위한 전략으로 떠오르고 있다. 본 연구에서는 산화환원 활성 금속-유기 골격체 (MOF) 전극을 활용하여 수용액 내 카드뮴 이온의 가역적인 흡착 및 탈착을 입증하였다. 합성된 구리 기반 MOF (Cu-MOF-74)는 넓은 표면적, 수분 안정성 및 환원 활성이 있는 금속으로 인해 패러데이 전기화학적 흡착제 후보로서 유망하다. 우리의 연구는 MOF 구조 내 Cu2+/Cu+의 전기화학적 환원 반응에 의한 카드뮴 이온의 가역적인 흡착 및 탈착 시스템임을 입증하였다. 물질의 특성 및 전기화학적 흡착 실험을 통해 흡착용량, 에너지 효율성 및 물질 안정성을 극대화하기 위한 운영 조건을 최적화하였으며, 결과적으로 우수한 전기화학적 흡착 성능 (>100 mg g−1) 및 재생 효율성 (>90%)을 얻었다. 본 연구는 환원 활성 금속 노드를 가진 MOF를 활용하여 유해 양이온의 선택적 분리 가능성을 입증하며, 3차원 다공성 구조체의 수처리 및 환경 개선 응용에 대한 전망을 열어주고 있다.

P에환목-23

다공성 구조를 갖는 CoFeOx 촉매의 고온수성가스전이(HT-WGS)반응 적용 연구

전이정, 김창현, 심재오*
원광대
(joshim85@wku.ac.kr*)

수성가스전이(WGS)반응은 일산화탄소와 수증기가 반응해 이산화탄소와 수소를 생성하는 반응으로, 열역학적 평형으로 인해 저온과 고온으로 온도 범위를 나누어 진행한다. 고온에서 진행되는 고온수성가스전이(HT-WGS)반응은 상용 촉매로 Fe_2O_3-Cr_2O_3 촉매를 사용하고 있고, 많은 양의 수소를 생산할 수 있는 공정이다. 본 연구에서는 촉매 폐기 시 유해성 물질인 Cr^{6+}가 생성되는 Cr 대신 Co를 사용한 촉매를 개발하고자 하였고, 촉매에 다공성 구조체를 적용하여 구조에 의한 활성 평가를 진행하였다. 다공성 구조를 가지는 촉매는 비표면적이 넓어 반응의 활성을 높일 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에, 다공성 구조의 유무와 나노섬유 구조의 유무에 따른 CoFeOx 촉매의 활성을 확인하고자 HT-WGS 반응에 적용하였다.

P에환목-24

Novel electrolysis integrated SMR process for oxy-fuel combustion based blue hydrogen production

윤승관, 조형태, 김정환[1], 이재원*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(j.lee@kitech.re.kr*)

Blue hydrogen is gaining attention as an intermediate step toward achieving eco-friendly green hydrogen production. However, the general blue hydrogen production process requires a lot of energy for carbon capture and storage. Additionally, steam methane reforming (SMR) and water electrolysis, emits waste heat and byproduct oxygen, respectively. To solve these problems, this study proposes an oxy-fuel combustion-based blue hydrogen production process that integrates SMR and electrolysis processes. The proposed processes are SMR+SOEC and SMR+PEMEC. In these processes, the oxygen produced by the electrolyzer is utilized for oxy-fuel combustion in the SMR. The flue gas containing CO_2 and H_2O is condensed to easily separate CO_2. The waste heat from the SMR is recovered to heat the feed water for the electrolyzer, thereby maximizing the process efficiency. Techno-economic, sensitivity, and greenhouse gas (GHG) analyses were conducted to evaluate the proposed processes. The SMR+SOEC demonstrated the highest performance in all of the analysis. In conclusion, the SMR+SOEC is expected to be a suitable technology for the transition from gray

P에환목-25

3-amino-1, 2, 4-triazole Functionalized ZIF-8/Cellulose Acetate Mixed Matrix Membranes for Selective CO_2 Separation

Manoj Mahadev Rajpure, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

The amine-modified zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8) has enormous prospects in mixed matrix membranes (MMMs) used for CO_2 separation. This study proposes a 3-amino-1, 2, 4-triazole (Atz) modified ZIF-8 (AZIF-8) to construct MMMs, aiming at concomitantly improving CO_2 permeability and selectivity. By controlling the ratio of 2-methyl imidazole and Atz, AZIF-8 is synthesized and serves as a filler to construct cellulose acetate (CA) MMMs. Various characterization techniques are employed to demonstrate the physio-chemical properties of amine-modified ZIF-8 and MMMs including, FTIR, XRD, TGA, BET, etc. Compared to ZIF-8/CA MMMs, AZIF-8/CA has better CO_2 separation properties due to its high CO_2 affinity than the non-functionalized analog, ensuring better compatibility.

P에환목-26

이중금속시안염 촉매를 이용한 CO_2 활용 Poly(ehter carbonate) polyol 합성 연구

신혜선*, 김지현, 하창호, 김태훈, 박윤성, 류호근, 김준우
포항산업과학연구원
(hyesunshin@rist.re.kr*)

CO_2 저감을 위한 CCU 기술 중 화학적 전환 기술로서 가구나 침대, 자동차시트, 단열재및 코팅제 등에 적용되는 폴리우레탄(PU) 제조에 관한 기술 수요가 증가하고 있는 추세이다. 일반적으로 폴리우레탄은 프로필렌, 톨루엔, 벤젠으로부터 시작하여 포스겐($COCl_2$)과의 반응을 통해 톨루엔디이소시아네이트(TDI) 메틸디페닐디이소시아네이트(MDI) 등을 합성하고, 이러한 이소시아네이트를 알코올 작용기를 가지는 폴리올과 반응하여 제조 가능하다. 그러나 포스겐 및 이를 이용하여 제조된 이소시아네이트는 유독성 물질이므로 인체에 유해하며 안전문제로 인해 대체 가능한 친환경 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 이중금속시안염(DMC, double metal cyanide) 촉매를 합성하고, 이를 이용하여 CO_2를 이용한 polyol (즉, Poly(ether carbonate) polyol) 합성하였다. Co-Zn DMC 촉매의 구조와 개시제의 종류 및 합성 조건에 따라 폴리올 내의 CO_2 함량율 및 분자량의 제어가 가능하였다.

P에환목-27

On-chip micro-supercapacitors based on dielectrophoretic assembly of porous microwires electrodes

서승덕, 장석태*
중앙대
(stchang@cau.ac.kr*)

With the miniaturization and integration of electronic devices, the demand for miniaturized energy devices has become imperative to ensure their continuous and stable operation. Supercapacitors (SCs) offer promising solutions as micro-components for energy storage in microelectronics. This study presents a novel method utilizing dielectrophoresis with Au nanoparticles (NPs) to produce porous microwires (MWs), thereby enhancing the energy density of SCs. The fabrication process involves depositing micro-sized interdigitated patterned gold electrodes on a glass substrate. By applying dielectrophoretic forces, the Au NPs aggregate between the electrodes, forming porous MWs. Using an electric field of 600 V cm^{-1} at a frequency of 3 kHz, MWs up to 56 μm in length were successfully grown. Notably, integrating these MWs into SCs resulted in improved energy density compared to SCs lacking them. The generation of microwire-patterned devices unlocks a wide range of potential applications, including energy storage in microchips. These MWs provide a means to enhance the performance and energy storage capabilities of SCs, facilitating their integration into various microelectronic systems.

P에환목-28

스테인리스 스틸의 종류에 따른 산소발생반응을 위한 전극촉매의 가능성 탐색

최용욱*, 김철민, 김형찬
한국생산기술연구원
(yongwook@kitech.re.kr*)

Oxygen evolution reaction (OER) as main reaction during water-electrolysis (WE) has significantly influenced on the reaction rate of WE due to the complexity of OER requiring more electrons and larger overpotential than its counter reaction, namely hydrogen evolution reaction. Especially, stainless steel (SS) has been widely attracted by many researchers exploring the possibility of electrocatalysts for WE because SS has highly active components such as Ni and Fe. A lots of studies have only focused on the surface treatments over single type (SS304) for increasing activity and stability. However, it is still required to confirm that which type of SS is better one for alkaline water electrolysis due to its many variations. Herein, this study explored the effect of SS types by utilizing anodic electrode foralkaline water splitting. This study provides insights into green circular energy such as water electrolysis producing clean H2, by showing which type of SS is available for electrochemical catalytic reaction with the reason of its use.

P 에환목-29

Paper-based foldable radio frequency energy harvesting system for remote charging of energy storage devices

오인혁, 박의용, 김신일, 임성준, 장석태*
중앙대
(stchang@cau.ac.kr*)

Radio frequency energy harvesting (RFEH) systems have emerged as a critical component for powering devices and replacing traditional batteries, with paper being one of the most promising substrates for use in flexible RFEH systems. However, previous paper-based electronics with optimized porosity, surface roughness, and hygroscopicity still face limitations in terms of the development of integrated foldable RFEH systems within a single sheet of paper. In the present study, a novel wax-printing control and water-based solution process are used to realize an integrated foldable RFEH systems within a single sheet of paper. The proposed paper-based device includes vertically layered foldable metal electrodes, a via-hole, and stable conductive patterns with a sheet resistance of less than 1 Ω sq^{-1}. The proposed RFEH system exhibits an RF/DC conversion efficiency of 60% and an operating voltage of 2.1 V in 100 s at a distance of 50 mm and a transmitted power of 50 mW. The integrated RFEH system also demonstrates stable foldability, with RFEH performance maintained up to a folding angle of 150°. Our single-sheet paper-based RFEH system thus has the potential for use in practical applications associated with the remote powering

P 에환목-30

Enabling Lithium Dendrites-free High-voltage Lithium-ion Pouch Cell by Ambi-functional Additive

Vu Tien Tuan Dung, 임진솔[1], 김재희, 한지수, 정경준, Giang Thi Huong Nguyen, 서준혁[1], 김민재[1], 황의현[2], 권용길[3], 신재욱[4], 조국영[1], 송승완*
충남대; [1]한양대; [2]Chem Alliance; [3]CSIM Co. Ltd.,; [4]Dongwha Electrolyte
(swsong@cnu.ac.kr*)

Elevating the charge cut-off voltage beyond traditional 4.2 V is a commonly accepted technology to increase the energy density of Li-ion batteries (LIBs), but the risk of Li-plating and dendrites and fire hazard increases as well. A suggested method is to design functional electrolyte component to form a surface-passivating solid electrolyte interphase (SEI) layer at graphite anode earlier than the occurrence of Li dendrites. The use of ambi-functional additive, which forms SEI simultaneously at both electrodes, is a key to enable a dendrites-free and well-working high-voltage LIB. Herein, we report a novel additive, pentaerythritol disulfate, at 1 wt% without any other additive. We show the feasibility and high impacts in forming robust SEI layers at $LiNi_{0.5}Co_{0.2}Mn_{0.3}O_2$ (NCM523) cathode and graphite anode in 1 Ah-level pouch cell under 4.4 V, 25 ℃ and 0.1 C rate, which mitigates the high-voltage instability, metal-dissolution and cracks on NCM523 particles, and prevents Li-plating and dendrites at graphite anode. Ambi-functional

P 에환목-31

Polyethylene terephthalate 글리콜분해를 위한 Zinc iron oxide 나노촉매

김용준, 김병효*
숭실대
(byunghyokim@ssu.ac.kr*)

요즘 사회에서는 플라스틱 폐기물 문제가 지속적으로 주목받고 있으며, 이 문제를 해결하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있습니다. 고분자는 축합 중합과 부가 중합으로 나뉘며, 축합 중합 폴리머는 열 중합 방법을 통해 분해되고, 부가 중합 고분자는 해 중합 방법에 주목을 받고 있습니다. PET는 일상에서 가장 많이 사용되는 축적 중합 고분자로, 이를 해 중합하기 위해 glycolysis, methanolysis, hydrolysis 등 다양한 방법이 용매에 따라 사용되고 있습니다. 이러한 방법 중에서도 glycolysis는 비용 효율성으로 인해 다른 방법보다 더 많은 연구와 산업 적용이 이루어지고 있습니다. PET의 glycolysis는 일반적으로 분해 온도를 낮추기 위해 아연과 같은 촉매가 사용되며, 이때 Zinc acetate와 같은 분자 형태의 촉매가 높은 활성을 보이지만 공정 후에 촉매를 제거해야 하는 문제가 있습니다. 이러한 문제를 해결하기 위해 우리는 활성이 뛰어나고 분리가 용이한 zinc iron oxide 나노입자를 촉매로 사용했습니다. 우리는 작고 균일한 나노입자를 합성하여 높은 활성을 보장하였으며, 촉매와 폴리머 간의 효과적인 상호작용을 위해 나노입자를 알루미나 지지체에 담지하고 소결 과정을 거쳐 리간드를 제거했습니다.

P 에환목-32

Efficient and Highly Selective Production of 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) from Fructose Using Hybrid Ce-Al Oxides Catalysts: Probing Role of Calcination Temperatures and Crystallinity of the Catalyst

Pratap Mahadev Ganje, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

The current study demonstrates the fabrication of Cerium-aluminium oxide (CAO) catalysts for the dehydration of fructose into 5-HMF. CAO with varying chemical compositions and textural properties are prepared via calcination at different temperatures. In a DMSO system, the fructose conversion and 5-HMF yield over the catalysts are evaluated. The CAO obtained at 500 ^{o}C (CAO-500) registers ~100% fructose conversion and ~95% 5-HMF yield with no side products under optimal reaction conditions (i.e., 120 ^{o}C and 120 min). The CAO catalysts are thoroughly characterized, and their catalytic performance is evaluated to determine the mechanism behind the high fructose conversion efficiency and product selectivity.

P에환목-33

폴리에틸렌의 촉매 업사이클링 방법

조형진, 이은서, 김병효*
숭실대
(Byunghyokim@ssu.ac.kr*)

플라스틱은 뛰어난 물성과 저렴한 비용으로 사용량이 많으며 이로 인해 상당한 양의 플라스틱 폐기물이 발생하여 환경 문제가 증가하고 있다. 업사이클링은 이 문제를 해결하기 위한 점점 더 중요한 대안이 되고 있다. 화학적 재활용 또는 업사이클링은 플라스틱의 물성 저하나 자원의 손실을 수반하지 않는 재활용 방법이다. 포장폐기물의 약 70%를 차지하는 Polyethylene(PE)은 탄소 단일 결합과 수소로 구성된 고분자로 열분해를 통해 기체, 액체, 고체상의 탄화수소로 전환할 수 있다. 저분자량의 액상 생성물은 휘발유, 경유 등의 연료유와 방향족 화합물 등 고부가가치 산물을 포함한다. 균일한 크기의 금속 나노입자를 합성하고 다공성 제올라이트 지지체와 결합시켜 촉매를 합성했다. PE의 열분해 온도는 400℃이지만 촉매를 사용하여 300℃에서 분해했다. 촉매를 이용한 열분해 과정은 배치상태의 반응기에서 온도, 수소압력, 촉매 종류 등의 변수를 조절해가며 진행했다. 나노 촉매는 PE를 낮은 온도에서 저분자량 탄화수소 생성물로 분해하는 것을 성공했다.

P에환목-34

탄화와 활성화를 동시에 진행한 PET 기반 활성탄 제조 및 슈퍼커패시터 전극 활물질로의 적용

최종윤, 박지환, 정지철*
명지대
(jcjung@mju.ac.kr*)

Polyethylene terephthalate (PET)는 보편적으로 많이 사용되는 플라스틱이며, 62.5%의 높은 탄소 함유량을 바탕으로 활성탄 등 친환경 탄소 재료의 출발 물질로 널리 이용되고 있다. 이러한 PET를 활성탄으로 만들기 위해서는 탄화와 활성화 2번의 과정을 통해 제조하는 방법이 일반적으로 사용되고 있다. 하지만 탄화와 활성화를 따로 진행하는 과정에서 많은 시간과 에너지가 필요하다는 문제점이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 탄화와 활성화를 동시에 진행하여 기존보다 효율적이고 친환경적으로 PET 기반 활성탄을 제조하고자 하였으며, 특성 분석을 통해 비표면적이 크게 발달한 것을 확인하였다. 또한 제조한 PET 기반 활성탄을 슈퍼커패시터의 전극 활물질로 적용하여 전기화학적 특성을 분석하였다. 최종적으로 탄화와 활성화를 동시에 진행한 PET 기반 활성탄은 일반적인 방법으로 제조한 PET 기반 활성탄과 비슷한 수준의 전기화학적 특성을 보이는 것을 확인하였다.

P에환목-35

Influence of Post-Treatment Processing on the Acoustic Insulation Performance of Vapor-Welded Annealed Porous PLA Nanofibers

Ariel Jan Sadural, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

This research investigates the impact of post-treatment processing parameters on the sound insulation properties of vapor-welded annealed porous polylactic acid (PLA) nanofibers. Initially, porous PLA nanofibers are fabricated via electrospinning, followed by annealing to enhance polymer crystallinity. The subsequent vapor-welding process aims to enhance material strength by promoting inter-fiber connections. Sound insulation characteristics are evaluated using a sound impedance tube, capturing sound absorption and transmission data across low, mid, and high-frequency ranges. This study advances the comprehension of post-treatment effects on the acoustic performance of PLA nanofibers, offering promising solutions for sound insulation in diverse applications.

P에환목-36

파일럿급(15kg/hr) 하이브리드 열분해 시스템을 이용한 폐 폴리올레핀류 액상 생성물 특성 평가

김종수, 정수화*, 김순호, 구본진, 윤주형, 최수현
한국생산기술연구원
(pysoo80@kitech.re.kr*)

최근 풍족한 물질소비가 이뤄짐에 따라 폐기물들이 다량 발생하여 환경문제가 발생하고 있다. 특히 다양한 폐기물 중 폐플라스틱은 완전 분해까지 자연상태에서 500년 이상 걸려, 다음 세대에 많은 부담을 안기는 주요 원인이 되었다. 이에 따라 최근 폐플라스틱의 화학적 재활용 방법들을 통해 새로운 폴리머를 만드는데 사용하거나 고부가가치 케미컬로 전환하는 연구들이 활발히 진행 중에 있다. 국내 대부분의 열분해 업체에서 주로 폐 폴리올레핀류를 열분해 대상 원료로 열분해 오일을 생산하고 있는 중이다. 현실적으로 선별 과정에서 폐 폴리올레핀류만 선별하기는 불가능한 실정으로 폴리머 내 다양한 무기 첨가물이나 염소와 같은 이종원자 물질들이 일부 혼합되어 열분해 오일의 질을 떨어뜨리는 현상이 발생하고 있다. 본 연구에서는 폐 폴리올레핀류 불순물이 제거된 액상 생성물 생산을 위하여 15 kg/hr급 파일럿 규모 하이브리드 열분해 시스템을 설계 및 제작하였다. 시스템은 크게 원료 투입부, 스크류 반응기, 액상 생성물 개질기, 촤 회수 시스템, 오일 회수 시스템으로 구성되어 있다. 열분해 대상 원료로 폐 폴리올레핀류로 하였고 이때 생성된 액상 생성물은 다양한 분석기기 (ICP-OES, GC-MS 그리고 SIMDIS 등)를 통하여 특성을 분석하였다.

P 에환목-37

Enhancing Cycling Performance and Safety of SiO_x-graphite//NCM811 Lithium-ion Battery via Designed Electrolyte

이현규, 안기훈, 강동국, Tran Yen Hai Thi, 송승완*
충남대
(swsong@cnu.ac.kr*)

Increase of energy density and improved safety from state-of-the-art lithium-ion batteries (LIBs) are on strong demand. The use of SiO_x-graphite anode and Ni-rich NCM cathode can contribute to obtain higher energy density of LIBs. However, the performance of SiO_x-graphite degrades due to a large volume change of Si, leading to particle cracking, solid electrolyte interphase (SEI) instability, and impedance rise. The NCM811 cathode has drawbacks such as cation mixing, cracks, and metal-dissolution. More importantly, highly flammable conventional liquid electrolyte is one of the origins of fire risk in LIBs. To mitigate those issues, we designed a new flame-retarding liquid electrolyte to form stable SEI layers at both anode and cathode and thus to enhance the cycling performance and safety of high-energy density Li-ion full-cell. Interfacial studies of improved performance and suppressed resistance will be discussed in the meeting.

P 에환목-38

synthesis of magnetic Cs adsorbent functionalized with hierarchical titanium ferrocyanide

양희만*, 신영호, 김일국, 박찬우
한국원자력연구원
(hmyang@kaeri.re.kr*)

Titanium ferrocyanide-functionalized magnetic Cs adsorbents was fabricated for the highly efficient magnetic removal of radioactive caesium from water. The magnetic nanoclusters (MNCs), composed of many individual Fe_3O_4 nanoparticles, were coated with SiO_2 by a modified stober's methods. Then, the SiO_2 coated MNCs was coated with a TiO_2. Finally, hierarchical titanium ferrocyanide was fabricated on the surfaces of MNC@SiO_2 via reation between potassium ferrocyanide and Ti ion generated after dissolution of sacrificial TiO_2 coatings under the acidic conditions. The resulting magnetic Cs adsorbents showed good magnetic properties and a significant adsorption capacity for Cs^+ . The sorption of 98% Cs by the our adsorbents completed in less than 10 min, and the maximum adsorption capacity of the adsorbent was 434 mg/g. The magnetic Cs adsorbent selectively adsorbed Cs even in the presence of various competing ions, such as Na, K, Mg, and Ca. In radioactive tests, our adsorbent displayed excellent removal performance in seawater with a high removal efficiency exceeding 99%.

P 에환목-39

Exploring optimal multi-metallic alloy catalyst with combination of experiment and active learning for hydrogen evolution reaction

김민기, 정우빈[1], 윤지수, 김용주[2], 정희태*
한국과학기술원; [1]Harvard University; [2]국민대
(heetae@kaist.ac.kr*)

Optimizing multi-metallic alloy catalysts, which consist of multiple elements, is of utmost importance. However, the conventional methods for calculations have limitations in identifying alloy catalysts that can be practically achieved. This is due to the differences between computational predictions and actual experimental outcomes. Herein, we introduce an approach that combines experimental input with the concept of active learning to effectively explore optimal component and composition for multi-metallic alloy catalysts. This involves using solid-solution nanoparticles generated through the carbothermal shock method. These nanoparticles are then tested for their performance in driving the hydrogen evolution reaction (HER). As this process unfolds, the model is continuously refined through iterative updates. Through this method, we successfully pinpointed a composition of metal precursors that exhibited an HER overpotential of 54.2 mV. This achievement notably outperformed the HER of a pure Pt catalyst produced using the same technique. Hence, our method proves its efficacy by relying solely on input data about the components and composition of the precursor mixture.

P 에환목-40

알칼라인 수전해 스택에서 발생하는 션트전류에 대한 3차원 모델링 및 시뮬레이션 해석

한지수*, 양창원, 문정수
롯데건설 기술연구원
(hanjimaru@gmail.com*)

Alkaline water electrolysis is the most commercialized in all of the water electrolysis technique. However, some disadvantages (e.g. complexity of utilities, use of KOH as electrolyte, etc.) make it very difficult for further industrialization to progress. Of the above disadvantages, the generation of shunt current, which directly affects efficiency loss, must be considered seriously. In an alkaline electrolyzer stack, all cells share the same electrolyte. As a result of all cells being in ionic contact, parasitic shunt currents flow between the cells through the manifolds and the electrolyte channels, on both the inlet and outlet side. To solve the shunt currents flow issue, many research is still ongoing (e.g. Structure controll and optimization of manifold and flow field).In this research, the generated shunt current flow was modeled in 3 dimensions and the efficiency trends of the stack was predicted accordingly. This model a secondary current distribution in a stack comprising 20 cells. The electricity to hydrogen coulombic and energy efficiencies for the stack are computed, as well as the individual shunt currents entering or exiting each cell.

P 에환목-41

Biomass-Derived rGO Analog for Biomolecule Electrochemical Detection

Richard Appiah-Ntiamoah*, 김헌
명지대
(randockiro@yahoo.com*)

rGO has a large Sp^2 domain, electroactive surface area, density of state, and electron transfer rate constant making it ideal for electrochemical sensing. However, its synthesis involves toxic chemicals that do not meet current environmental goals. Herein, we design an almond skin (AS) biochar that mimics some of rGO's electroanalytical properties without its limitations. We find that N_2-pyrolysis followed by H_2-pyrolysis transforms AS's interconnected syringlyl/guaiacyl-like lignin nano-coils into conjugated and exfoliated Sp^2 sheets (r-gC). r-gC has a similar 2D Raman shift, graphite/rGO peaks, $\pi \rightarrow \pi^*$ transition, and I_D/I_G ratio as rGO. Furthermore, electroanalytical studies reveal that r-gC has comparable dopamine redox-modulating properties to rGO, indicating successful synthesis of an rGO analog.

P 에환목-42

Degradation of methylene blue using photocatalysis of Cu-deposited TiO_2

김아윤, 정민수*
동의대
(mjung@deu.ac.kr*)

Copper (Cu), used as dopants for titanium dioxide (TiO_2) surface modification, reduces recombination of photogenerated electron-hole pairs and is inexpensive compared to noble metals. In this study, the photocatalyst with Cu deposited on TiO_2 was applied to the removal of methylene blue (MB), an organic contaminant, and the photocatalytic performance was verified. Cu/TiO_2 with different Cu precursor weight percent (wt%) was synthesized using the impregnation method, and the characteristics of the photocatalysts produced were analyzed as a preceding study. The crystal structure was confirmed by X-ray diffraction (XRD) measurement, and the average crystallite size of the anatase phase and rutile phase was obtained using Scherrer's equation. The degree of dispersion of Cu clusters on the TiO_2 surface was observed through transmission electron microscopy (TEM) measurements. To test the TiO_2 photocatalyst activity according to the content of Cu precursor, MB decomposition was performed under a Xenon lamp, samples were taken at regular time intervals, and the progress of contaminant decomposition was evaluated through UV-Vis measurement.

P 에환목-43

Neutralization of acidic wastewater using oyster shells powder

김아윤, 정민수*
동의대
(mjung@deu.ac.kr*)

In this study, oyster shell powder (OSP) was used to neutralize acidic wastewater. First, calcined oyster shell powder (COSP) samples were prepared by high-temperature heat treatment at a different temperature from OSP, respectively. As a result of observing the morphology of the surfaces of OSP and COSP using a scanning electron microscope (SEM), a porous structure was observed on the surface when heat treatment was performed at 700 ℃ or higher. Analysis of the crystal structure and phase transformation was performed through X-ray diffraction (XRD), and calcium oxide (CaO) was changed from calcium carbonate ($CaCO_3$) when the heat treatment temperature was over 800 ℃. Considering the results of previous studies, it was predicted that COSP would be effective in acidic wastewater. However, when OSP and COSP were put in an acidic solution with a pH 2 to 3, respectively, the pH values were all above 7, showing a neutralizing effect and OSP was also confirmed that sufficient neutralization effect. Therefore, it suggests that it can be used as an economical and natural anti-acid agent by using oyster shells that have not undergone a heat treatment process.

P 에환목-44

굴 패각을 이용한 인산염 흡착 제거

이정하, 김아윤, 정민수*
동의대
(mjung@deu.ac.kr*)

The purpose of this study is to find out the ability of oyster shell powder to remove phosphate adsorption. First, the physical properties of OSP and natural OSP calcinated at 400℃, 600℃, and 850℃ respectively were confirmed through XRD, TGA, and DSC. As a result, it was found that oyster shells, whose main ingredient is CaCO3, were decomposed into CaO at 850℃. To determine whether oyster shell powder is suitable for removing phosphate, dilute the concentration of phosphate solution to 1000 mg/L and adjust the pH to 6 using 0.1 M HNO3 and NaOH. After 1 hour, a phosphate aqueous solution and oyster shell powder are mixed and filtered to obtain a filtrate. The amount of adsorption can be calculated using the change in phosphate concentration obtained from the UV-VIS spectrometer. The results obtained in this study are expected to provide information that oyster shell powder can contribute to phosphate adsorption and removal.

P 에환목-45

Dual-band Single Molecule-based Smart Windows with Active and Passive Solar Light Transmittance for Improving Building Energy Efficiency

Pooja Vijayratna Chavan, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

In this study, our group adopts a developmental strategy to create a poly(NIPAM)$_n$-HV as a switchable material by anchoring active viologen onto a phase-changing poly(NIPAM)$_n$-based smart material for better utility and activity. The constructed smart windows facilitate individualistic reversible switching, from a highly transparent state to an opaque state (thermochromic), and a red state (electrochromic), as well as facilitates a simultaneous dual-stimuli response reversible switching from a clear transparent state to a fully opaque (thermochromic), and orange (electrochromic) states. Hence, these smart windows with thermal, electric, and dual-stimuli responsiveness demonstrate remarkable heat regulation capabilities, rendering them highly attractive for smart windows.

P 에환목-46

A novel CMC-Na-pDN as an electrolyte for fabricating energy saving dual-responsive smart windows

Pramod Vithal Rathod, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

In this study, a phase-changing CMC-Na-pDN electrolyte and a HOEV chromophore are synthesized and combined to fabricate a gel-based electro/thermochromic device. The gel-based device exhibits remarkable dual-chromism characteristics, demonstrating a reversible transition from a colorless state to a purple hue at 25 ^{o}C and 2 V. Furthermore, the purple color transforms to blue coloration at 40 ^{o}C. These phenomena arise due to the synergistic effect between its electrochromic reaction and thermochromic behavior. The ETD device exhibits a high (ΔT) of 82.5 % and stability >2000 cycles.

P 에환목-47

Polyoxometalate-Polymer Hybrid Artificial Layers for Ultrastable and Reversible Zn Metal Anodes

변진석, 박호석*
성균관대
(phs0727@skku.edu*)

Zn is considered a promising anode candidate for aqueous metal batteries owing to its high theoretical capacity, proper deposition potential within the electrochemical stability window of aqueous electrolytes, and low cost. However, dendrite formation, passivation layers, and hydrogen evolution reactions limit the reversibility and stability of Zn metal anodes. Herein, we demonstrate an organic-inorganic hybrid layer composed of polyoxometalate (POM) and poly(ethylene glycol) dimethyl ether (PEGDME) on the Zn metal surface. The POM-PEGDME hybrid layer, composed of POM known as an 'electron sponge' and PEGDME with high ionic conductivity, was obtained through a facile slurry coating method. While POM provided an energetically favorable zincophilic surface, PEGDME assisted in the formation of a thin (10-15 nm) and uniform artificial interface layer and diversified the oxidation number of molybdenum in POM. The POM-PEGDME-coated Zn metal anode achieved a high cumulative capacity of 9,050 h at 10 mA cm^{-2}, delivering approximately 1.7 times higher capacity retention than that of bare Zn foil in a battery cell paired with a β-MnO_2 cathode. This study provides significant implications for designing synergized organic-inorganic hybrid artificial layers for metal anode

P 에환목-48

Theoretical Study on Ion Transport in Sulfide/Polymer Composite Electrolytes for Solid-State Batteries

이지은, 임마누엘 크리스탄토[1], 오경석[2], 이상영[2], 곽상규[1]*
울산과학기술원; [1]고려대; [2]연세대
(skkwak@korea.ac.kr*)

Despite the enormous interest in inorganic/polymer composite solid-state electrolytes (CSEs) for solid-state batteries (SSBs), the ion transport mechanism within CSEs remains vague. Here, we address this issue by comprehending the formation of bi-percolating ion channels and the conduction of ions across electrolyte interfaces. The CSE is composed of argyrodite-type Li_6PS_5Cl (LPSCl) and glyme-based polymer electrolyte (GPE). Using molecular dynamics simulation, we demonstrated that the Li+ transport across the hetero phase was significantly retarded as compared to the single phase (i.e., single: LPSCl or GPE, hetero: LPSCl-GPE interface). Consequently, the solvation/desolvation property of the Li^+-glyme complex in GPE was tuned to enhance Li^+ conduction across the hetero phase. Employing density functional theory calculation, we explicated the significant role of the desolvation energy, which was notably influenced by the glyme chain length. Furthermore, the facilitation of Li+ diffusion across the interface could be achieved through shorter chain length of glyme. Therefore, this investigation proposes the feasibility of a systematically designed CSE for practical full-cell SSBs.

P 에환목-49

Nickel-modified TiO_2 for photocatalytic degradation of organic pollutants

정고은, 김아윤, 정민수*
동의대
(mjung@deu.ac.kr*)

Titanium dioxide (TiO_2) is an active photocatalyst for decomposition of organic pollutants. However, its photocatalytic performance has been known to be inferior due to fast recombination of photogenerated charge carriers. Thus, intense research efforts have been devoted to improving the photocatalytic performance of TiO_2 by modifying the TiO_2 surface with various precious metals such as Pt, Pd, Au, Ag and so on. In this work, we have deposited Ni on TiO_2 surface by impregnation method and then heat-treated them at a constant temperature of 500℃ for 0.5 h. It has been observed that the Ni-modified TiO_2 showed a significant enhancement of their photocatalytic degradation of organic pollutants. The improved activity is attributed to the separation of photogenerated electrons between the TiO_2 and Ni deposits, reducing charge recombination.

P 에환목-50

High flux membrane combined zeolite nanosheets with electrolyte hydrogel for the dehydration from EFC process

곽우철, 이평수*
중앙대
(leeps@cau.ac.kr*)

In this study, a structure comprising MFI-type zeolite nanosheets and a polymer electrolyte hydrogel containing vinyl sulfonic acid (VSA) and N, N´-methylenbisacrylamide (MBAA) as crosslinker were used for dehydration. The grafting polymerization was performed using a photoirradiation method in which the monomer and crosslinker were exposed to UV light on a porous alumina support surface coated with MFI nanosheets. The grafting was confirmed by ATR-FTIR and the thickness of the activated membrane was determined by SEM. The activated membrane was subjected to pervaporation under different conditions depending on the amount of nanosheets and the mol fraction of MBAA. The hydrogel collapsed in structure due to vacuum pull-out forces between pervaporation when graft polymerization was attempted on an alumina support without nanosheets. At the same time, it showed high flux by utilizing the 2D-pathway diffusion pathway through the pores of the nanosheets. This suggests that MFI nanosheets are promising for membrane structures as an interlayer.

P 에환목-51

Co-deposited TiO_2 for photocatalytic decomposition of organic dyes

김주진, 김아윤, 정민수*
동의대
(mjung@deu.ac.kr*)

Low-cost semiconductor photocatalysts can effectively harvest solar energy and degrade organic dyes from wastewater. But their inferior photocatalytic performance hinders practical implementation on a large scale. Thus, much research efforts continue to be devoted to improving the photocatalytic activity of TiO_2 by modifying the TiO_2 surface with several noble metals such as Pt, Pd, Au, Ag and so on. In this work, we have deposited Co on the surface of TiO_2 by impregnation method and then heat-treated them at a constant temperature of 500℃ for 0.5 h. The photocatalytic activity of Co/TiO_2 for the degradation of organic dyes was observed to be highly dependent on the Co loading. The high photocatalytic performance is attributed to the well-dispersed Co on TiO_2 surface, facilitating charge separation and surface reaction.

P 에환목-52

그린수소 생산을 위한 양성자 교환막 수전해용 저백금 수소발생전극의 개발

여경림, 김수길*
중앙대
(sookilkim@cau.ac.kr*)

물 전기분해는 재생 에너지와 연계 시 오염물질을 배출하지 않으며, 전기화학적으로 물 분자를 수소와 산소로 분해하는 과정으로 고순도 수소(>99.9%)를 얻을 수 있는 친환경 기술이다. 그 중 양성자 교환막 수전해 (proton exchange membrane water electrolysis, PEMWE)는 기존의 알칼리 수전해에 비해 전류 밀도가 높고 가스 크로스오버가 낮아 가스 순도가 높으며, 고압 작동이 가능하다는 이점이 있다. [1] 수소 발생 반응 (hydrogen evolution reaction, HER)에서 가장 우수한 촉매 활성을 보이는 물질은 백금 (Pt)으로 낮은 과전위, 높은 교환전류밀도를 갖는다. 따라서, Pt 나노입자 및 나노구조체의 크기 및 구조가 전기촉매 활성에 미치는 영향을 조사하기 위해 촉매 및 전기화학 분야에서 다양한 연구의 주제가 되어 왔다. [2,3] 하지만 백금의 한정된 자원과 높은 비용으로 인해 백금의 사용은 PEMWE의 상용화의 걸림돌로 작용하며, 이에 따라 백금 사용량을 저감하는 동시에 활성을 높이기 위한 저백금 수소발생 촉매 개발에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 본 연구에서는 수십 마이크로 그램 수준의 Pt가 도핑된 Ni 전극을 전기도금으로 다공성 수송층 (porous transport layer, PTL) 위에 바로 전착시켜 다공성 수송전극 (porous transport electrode, PTE)을 제작하였으며, 이후의 열처리 공정을 통해 성능과 내구성 관점에서 최적의 PtNi 전극을 도출했다. 또한, 개발된 전극의 재료분석 및 전기화학 분석을 수행하였으며, 실제 PEMWE 적용 가능성 확인을 위해 단

P 에환목-53

고분해능 주석 산화물 나노 패턴을 이용한 고민감도 및 저탐지한계 수소 가스 센서에 대한 연구

강신영, 강호형, 김진우, 김지한, 정희태*
한국과학기술원
(heetae@kaist.ac.kr*)

Metal oxides are one of the most widely studied materials for chemiresistive sensing applications owing to high stability and excellent sensitivity. Here, we proposed a tin oxide-based H_2 gas sensor with Pd-doping using secondary sputtering lithography (SSL). H_2 sensitivity and selectivity were 10 and 8.5, while pristine tin oxide resulted in 5 and 3, respectively. Response/recovery time was measured as 9s and 76s, an average of 220% improvement over the pristine material. A density functional theory (DFT) analysis was performed for the mechanism study of a host-guest interaction and a unique peak of the H_2 gas response at a Pd deposition thickness of 0.7 nm. H_2 adsorption energy and Bader charge were calculated at Pd concentration ranging from 0 to 4. The adsorption energy result made a good agreement with the experiment by showing the lowest energy of -216.8 kJ/mol at the Pd concentration of 2. The charge transfer behavior of H_2 shifted to the electron acceptor in the presence of Pd, showing the role of the Pd atoms as charge carriers between the target gas and tin oxide surface. This work newly proposes an excellent H_2 gas sensing material.

P 에환목-54

Facile synthesis of hierarchical Y zeolite with uniform mesopore for enhanced catalytic performance in heavy oil cracking

최동섭, 김나연, 김덕우, 주지봉*
건국대
(jbjoo@konkuk.ac.kr*)

The Fluid Catalytic Cracking process converts heavy oil into gasoline and olefinic gas by utilizing Y zeolite-based catalyst. To enhance the profitability of the oil refining process, research on FCC catalysts has been undertaken to improve residue conversion, product selectivity, and other factors. Since the macromolecules found in heavy oil are larger than the micropores of Y zeolite (0.7 nm), the active sites within the pores of Y zeolite cannot be fully utilized. In this study, a hierarchical pore structure of Y zeolite containing both mesopores and micropores was prepared through a simple process of dealumination and desilication. To elucidate the mechanism of mesopore formation through sequential dealumination and desilication, physicochemical characterization was conducted. Additionally, the effects of mesopores in hierarchical zeolite were confirmed by performing catalytic cracking experiments on 1,3,5-triisopropylbenzene, which has a kinetic diameter of 0.94 nm, larger than the micropores of Y zeolite, using a MAT system. Finally, the catalytic performance of the hierarchical zeolite-based catalyst was evaluated through an atmospheric residue cracking experiment.

P 에환목-55

실리카 나노입자로 만든 친환경 소수성 종이코팅

노우형, 임종민*
순천향대
(jmlim@sch.ac.kr*)

The global movement to reduce the consumption of single-use plastics has driven the adoption of more environmentally friendly alternatives. Among these alternatives, paper-based products have gained widespread acceptance due to their eco-friendliness and recyclability. Consequently, the development of techniques to confer hydrophobic properties to paper has garnered substantial attention. Traditionally, achieving hydrophobicity involved applying thin layers of non-biodegradable plastics onto paper, resulting in recycling challenges and the generation of harmful microplastics. In this study, we have developed a novel coating method to create hydrophobic paper, utilizing sustainable materials including poly(vinyl alcohol) (PVOH), chitosan, Monoaminonpropyl-terminated PDMS (MPTMS-PDMS), and silica nanoparticles (SiNPs). The incorporation of SiNPs into the coating solution significantly enhances water resistance, durability, and the long-term efficacy of the hydrophobic surface. Furthermore, our study demonstrates the feasibility of reusability, as evidenced by the successful removal of coating materials using hydrochloric acid and acetic acid treatments.

P 에환목-56

Fischer-Tropsch 합성 반응용 철 촉매 제조 공정 중 분무건조 운전조건 최적화.

정희석*
한소주식회사
(hsjeong@hansoinc.com*)

합성가스로부터 고순도 선형 알파 올레핀(LAO: Linear Alpha-Olefin) 중 1-Octane은 그 수요가 증가 추세이지만 해외 특정 기업들만 생산기술을 보유하고 있어 우리나라는 수요의 대부분을 수입으로 충당하고 있다. 따라서 해당 생산기술 확보를 위해 한소㈜와 한국에너지기술연구원, ㈜프로콘 엔지니어링, 중앙대학교, 울산과학기술원, 한국과학기술원 및 목포대학교가 공동으로 연구를 수행하고 있다. LAO는 Fischer-Tropsch(FT) 공정을 통해 생산이 가능하며, 연구 중인 FT 반응은 유동층 반응기에서 수행되기 때문에 촉매의 형상이 구형(Sphere)이고 일반적으로 분무건조를 통해 구형 입자로 성형한다. 분무건조 공정의 수율, 구형 형성 정도 및 입자 직경 분포 등에 영향을 미치는 인자는 슬러리 고형분 농도, 분무 속도, RPM, 입구 온도 등이 있다. 한소(주)는 분무건조 공정 최적화를 위해 3 요인 3수준의 Taguchi methods를 적용한 실험계획을 수립하고 이에 따른 최적화된 분무건조 공정변수를 도출하였다.

P 에환목-57

CO_2 Electroreduction to Multi-carbon Products via Integrating OH and CO Spillover Effect

Harshad Bandal, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

Product distribution during electrochemical CO_2 reduction depends strongly on the local chemical environment with a high local CO concentration, alkalinity, and surface hydroxide coverage favoring the formation of multi-carbon products. Accordingly, herein we investigate the effect of modifying the surface of Cu_2O nanoparticles with Ag and CeO_2 (ACC). The surface modification with Ag boosts CO production while simultaneously curbing H_2 generation. On the other hand, CeO_2 promotes C-C bond formation by increasing the surface hydroxide coverage. Consequently, ACC delivers exceptional C2+ selectivity of 65% at a current density of 390 mA cm^{-2} and a single pass CO_2 conversion of 18 %. Moreover, ACC shows good stability after a 4 h stability test.

P 에환목-58

Maximizing the intrinsic catalytic activity of Ce-Cu-Al_2O_3 catalysts in the high-temperature water-gas shift reaction using waste-derived synthesis gas by modulating the surface coordination structure

오민주, 안선용, 심재오[1], 노현석*
연세대; [1]원광대
(hsroh@yonsei.ac.kr*)

We designed the Ce-Cu-Al_2O_3 system for the high-temperature water-gas shift (HT-WGS) reaction using waste-derived synthesis gas. In our previous research, we demonstrated that the addition method of Ce can not only control the number of active Cu species but also adjust the oxygen vacancy concentration, thereby promoting the redox mechanism. In this study, we aimed to identify potential surface coordination structure that can enhance the intrinsic catalytic activity by promoting both the redox and associative mechanisms. For targeted manipulation of the surface coordination structure, Ce-Cu-Al_2O_3 catalysts were synthesized using various methods, including normal coprecipitation (Ce-Cu-Al CP), reverse coprecipitation (Ce-Cu-Al RP), and sequential precipitation (Al-Cu-Ce SP, Cu-Ce-Al SP, Ce-Cu-Al SP). The reaction results revealed that in the low-temperature region, the number of exposed active species on the surface plays a dominant role in catalytic activity. However, at high temperatures, it was observed that the activity is determined by the relative

P 에환목-59

Phosphoric Acid-modified Montmorillonite Clay/Coffee waste-derived Carbon-based Functional Beads with High Methylene blue Adsorption Capacity

Bezawit Tatek Shiferraw, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

The effective removal of multiple dye contaminants via adsorption is convenient, low-cost, and more effective than other physicochemical technologies; however, this highly depends on the appropriate functionalization of adsorbents. We hereby demonstrate the effective adsorption of methylene blue over functional beads composed of phosphoric acid-modified montmorillonite clay (MMT) and coffee waste-derived carbon. The composite beads are applied following different structural and morphological analyzes using numerous characterization techniques. The optimum conditions for methylene blue adsorption are determined after a series of experiments at different temperatures, pH, adsorption times, amount of adsorbent, and dye concentration.

P 에환목-60

The pivotal role of the interfacial site for CO2 activation in CO2 methanation

김민재, 이규복*
충남대
(kkubok@gmail.com*)

For CO_2 methanation, although the possible reaction pathways have been experimentally investigated by previous studies, there is still an argument for the CO_2 adsorption site determining the reaction pathway. In this study, therefore, we investigate reaction pathways over Ni-based catalysts toward CO_2 methanation in the aspect of the CO_2 adsorption site. Ni/SiO_2 and Ni/CeO_2 catalysts were selected as the representative catalysts with the Ni surface and interface adsorption site, respectively. Ni/SiO_2 has low selectivity for CO_2 methanation because the CO_2 and H_2 molecules are competitively adsorbed on the Ni surface system. On the other hand, when the adsorption site of CO_2 is the oxygen vacancy (O_{vac}) placed at the interface of Ni-Ce, it has high performance and selectivity. This is because the dual-active sites constructed by metal clusters and O_{vac} do not cause the competitive adsorption of CO_2 and H_2 molecules. Combined with various characterization techniques and complementary density functional calculations, this study corroborates the dominant reason for the CO_2 adsorption site at the interface of Ni-Ce for the formate pathway

P 에환목-61

Controlling the morphology of α-Fe_2O_3@C using biomass-derived carbon nanodot for electrochemical biomolecule detection

Meseret Ethiopia Guye, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

Studies have shown that controlling the morphology of α-Fe_2O_3 determines its dopamine redox modulation and detection properties. So far, this has been accomplished using structure-directing agents based on fine chemicals. Herein, we achieve similar feet using different biomass-derived carbon nanodots (CNDs) as structure-directing agents. We find that the lignin content and type within each CND determine its polydentate ligand concentration and expansion temperature which are crucial for α-Fe_2O_3 crystal growth in the a, b, or c-direction. This in turn determines the concentration of exposed Fe^{2+}/Fe^{3+} sites leading to variable DA redox modulation and detection.

P 에환목-62

제올라이트 나노시트를 넣은 고분자 전구체를 이용한 탄소 분자체 분리막의 합성

한동윤, 이평수*
중앙대
(leeps@cau.ac.kr*)

Carbon membranes are usually prepared by pyrolysis of polymeric precursor membrane at high temperature under vacuum or inert atmosphere. Pyrolysis of polymeric materials makes micropores. Therefore, molecular sieving appears to be the main mechanism of carbon membrane. There are two main forms of carbon membrane. They are a supported membrane and free-standing membrane. Supported membrane mainly uses alumina disk as a supporting substrate. Because polymeric chains can penetrate relatively large pore-sized alumina disk, the supporting carbon membrane requires an additional process of intermediate layer coating. Therefore, without the intermediate layer, the manufacturing process of the carbon membrane can be reduced. An experiment was conducted to make a carbon membrane without intermediate layer with a solution. The solution made by mixing polymer and nanosheets with a wide surface area. The polymer solution mixed with nanosheets was coated on top of an alumina disk. We can make carbon membrane that is about 3μm thickness and has a gas separation performance.

P 에환목-63

C^{+4} doping in (220) Facets of Co_3O_4 Generates CoO/Co_3O_4 Interfaces, Fast Co-B Formation and H_2 from $NaBH_4$

Mintesinot Dessalegn Dabaro, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

$NaBH_4$ is an excellent source of green H_2. The challenge is its low-self hydrolysis and H_2 generation rate which demands catalysts development. For the Co_3O_4 catalyst, Co^{2+} is the active site for H_2-generation@$NaBH_4$, and since (311) is the dominant facet in Co_3O_4, its Co^{2+} activity is generally reported. However, (220) is a higher-index-facet with higher surface energy than (311) so increasing its Co^{2+} density might increase the H_2-production beyond the current literature. Herein, we test this hypothesis by using electrospinning voltage coupled with air-annealing to generate CoO/Co_3O_4 interfaces in (220) and (311) in electrospun Co-OAc/PAN nanofibers. Our data show that the former has ~2x higher H_2-generation rate than the latter and activation energy comparable to precious metals.

P 에환목-64

B, N-doped Biochar-coated Polyurethane Foam as Flame Retardant with Triboelectric Nanogenerator Performance

Anteneh Fufa Baye, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

In this study, B and N-doped biochar (BNb) are prepared by pyrolyzing coffee waste and H_3BO_3 under N_2 flow. The physico-electrical properties of the biochar are tuned by varying the mass of H_3BO_3 and pyrolysis temperature. BNb is coated on polyurethane foam (PUF) using a layer-by-layer method to generate a sponge (BNb/PUF) that is applied as a flame retardant and triboelectric nanogenerator (TENG). Due to the presence of BNb as fillers, BNb/PUF exhibits excellent flame retardancy such as self-extinguishing after torch removal, preventing melt dripping after ignition, and inhibiting foam collapse. Meanwhile, the output voltage of a BNb/PUF TENG is higher than that of bare PUF and Nb/PUF.

P 에환목-65

Effect of polymer surface passivation on orange peel-derived Fe-doped carbon dots for the colorimetric detection of H_2O_2

Anteneh Fufa Baye, Lidya D. Ashenafi, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

An iron-doped and PVP-passivated carbon dot (Fe-CD/PVP) derived from orange peel is synthesized for the colorimetric detection of H_2O_2. Its peroxidase-mimicking activity is analyzed by catalyzing the oxidation of 3,3′,5,5′-tetramethylbenzidine (TMB) using hydrogen peroxide (H_2O_2). The Fe-based nanozyme not only alters the internal electronic environment but also gives rise to various active sites for catalysis. However, carbon dots face severe agglomeration and stacking due to the size and the surface effects which could be improved through extrinsic passivation using a polymer. Therefore, the synergistic effect of Fe and surface passivation results in a highly selective H_2O_2 sensor.

P 에환목-66

Amine-functionalized Zn-oxalate metal organic framework for low concentration CO_2 Capture

손윤지, 배예진, 조아라, 원유섭, 이동호, 박영철, 이유리*
한국에너지기술연구원
(yrlee@kier.re.kr*)

The increase in atmospheric carbon dioxide (CO_2) concentration and the resulting climate change are considered to be the most important environmental problems. The development of efficient CO_2 capture materials is an ongoing major task. In this work, amine-functionalized Zn-oxalate metal organic framework was synthesized using amine-based triazole ligands with different amounts and utilized them as an adsorbent for CO_2 capture. The synthesized adsorbents were systematically characterized using N_2 adsorption desorption isotherms, XRD, SEM, and FT-IR analysis. The CO_2 adsorption experiments are performed by CO_2 adsorption isotherm and TGA analysis checking for CO_2 working capacity. The CO_2 adsorption performance of the prepared materials was examined at different CO_2 concentration conditions including 1) 4 % CO_2 (for natural gas combined cycle, NCC) and 2) 15 % CO_2 (for post-combustion capture, PCC).

P 에환목-67

Heterogeneous adsorption of light gases on bio PTT based activated carbon

김진우, 홍웅길, 최태승[1], 윤순도[2], 심왕근*
순천대; [1](주)에스앤엠; [2]전남대
(wgshim@scnu.ac.kr*)

In this study, activated carbons were successfully prepared through chemical activation by mixing bio-based poly(trimethylene terephthalate) (PTT) with the chemical activating agent KOH in varying ratios. The bio-based PTT ACs underwent comprehensive characterization using SEM, XRD, XPS, and N2 adsorption analysis, confirming discernible differences in pore structure and surface properties depending on the mixing ratio applied. Furthermore, the adsorption isotherms of the prepared ACs were measured at 298 K and approximately 1 bar pressure using a volumetric adsorption system for CO2, N2, O2, and CH4, each with distinct molecular structures. The obtained adsorption isotherm data were effectively fitted to the Langmuir, Sips, and Toth equations, effectively elucidating their adsorption properties in relation to the structural attributes of the prepared adsorbents. Moreover, the adsorption energy distribution function provided a comprehensive explanation for the heterogeneous adsorption behaviors observed between the target gases and the adsorbent, enhancing the comprehensive understanding of the adsorption process.

P 에환목-68

수질 정화를 위한 TiO2/MFI 나노시트 복합 광촉매 소재 개발

임낙균, 이평수*
중앙대
(leeps@cau.ac.kr*)

Advanced Oxidation Processes (AOPs) can decompose non-biodegradable organic pollutants present in industrial and municipal wastewater. The AOPs process using TiO2 photocatalysts is attracting attention. However, it has a fatal disadvantage in that it is difficult to separate, recover, and reuse the catalyst after the process. So, TiO2 Catalysts are immobilized on the surface of some inert supports to improve application and separation after wastewater treatment. Among supports, Zeolites are good candidates as catalyst supports mainly due to their photochemical stability. MFI nanosheets have a high surface area, so they can attach a large amount of TiO2. It is expected that the TiO2/MFI nanosheets composite has a large active site of TiO2 and shows good photocatalytic performance. In this study, the coating of the anatase phase of TiO2 on the zeolite nanosheets was investigated, and then the coating density and uniformity were optimized. Then, the AOP performance of the TiO2/MFI nanosheets composite was also studied under UV irradiation using the dye as an organic contaminant and compared with commercial TiO2 particles.

P에환목-69

역전기투석을 위한 이차원 적층구조의 MFI 제올라이트 나노쉬트 막

김세완, 이평수*
중앙대
(leeps@cau.ac.kr*)

Recently, harvesting osmotic energy from salinity difference has been considered as a novel blue energy source, and membrane-based reverse electrodialysis (RED) has been studied to utilize the osmotic energy. However, practical polymer membrane-based RED systems are limited by high internal resistance and low efficiency. To overcome the limitations, porous nanofluidic membranes with selective ion transport induced by surface charge were suggested. Herein, a 2D nanofluidic membrane was fabricated from MFI zeolite nanosheets which have surface silanol groups as a negative functional group. By simple filtration and calcination method, the thermally and chemically stable cation selective membrane with double ion transport channel consisting of interlayer spaces and zeolitic pores was constructed. Open circuit potential and short circuit current were measured with 9μm thick membrane at membrane area of 78mm^2, showing 70mV and 2A/m^2 at 10^3-fold salinity gradient. Further research has to be done to optimize the measurement condition.

P에환목-70

Sulfonated $Ti_3C_2T_x$ as an interlayer in thin film composite membrane for forward osmosis membrane

Grace Nisola, Hern Kim, 정욱진*, Anelyn P. Bendoy
명지대
(wjc0828@gmail.com*)

Sulfonated MXene ($Ti_3C_2T_x$) nanosheet was used as an interlayer between a cellulose acetate support and selective polyamide layer in a thin film composite membrane (SMX-TFC) for forward osmosis application. Results reveal that optimal presence of $Ti_3C_2T_x$ interlayer led to higher water flux (J_V), acceptable reverse solute flux (J_S), and low J_S/J_V ratio. The fabricated SMX-TFC FO membrane was also tested and proven to be applicable for seawater desalination. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P에환목-71

Oligosaccharides blended with choline chloride afford natural deep eutectic mixtures as effective drawing agents for forward osmosis desalination

Grace Nisola, Anelyn P. Bendoy, Hern Kim, 정욱진*
명지대
(wjc0828@gmail.com*)

In this work, oligosaccharides maltose and raffinose were each blended with Choline chloride (ChCl) to develop natural deep eutectic mixtures (NADES) as forward osmosis drawing agents. Under optimal blending conditions, both types of NADES were effectively employed as FO drawing agents but between the two, raffinose:ChCl blend exhibited better performance in terms of water flux (J_V), reverse solute flux (J_S), J_S/J_V ratio and seawater desalination. The raffinose:ChCl NADES can be conveniently recovered and reused using membrane distillation. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P에환목-72

납결손 저감 페로브스카이트 태양전지의 자연추출 커큐민 변형

코타아쉬크, 카마르 타브레즈 시디키, 샤드 보드, 서형기*
전북대
(hkseo@jbnu.ac.kr*)

Perovskite photovoltaics (PPV) are investigated in the search for cheap and new alternative techniques for the conversion of solar energy into electricity. High power conversion efficiencies, simple film casting by solution-processed method, lightweight and flexibility offer make PPVs a promising photo-electronic device. Meanwhile, additive engineering is continuously pushing the power conversion efficiency (PCE) and device stability to higher levels by passivating defects and regulating crystallization behaviors. The major focus of this work is to obtain high-performance and stable (both thermal and moisture) perovskite photovoltaics by using a natural organic additive. The strong interaction between hydroxyl and carbonyl groups in small molecules with Pb2+ and I− ions improved film crystallization, and electronic properties, resulting in an enhanced efficiency from 13.81% to 17.76% and greatly improved the thermal and moisture stability. The findings of our research work pathway for significant advancements in both the efficiency and lifetime of the device in an eco-friendly route.

P에환목-73

CuCl 담지와 KOH 활성화를 통한 PET 기반의 일산화탄소 흡착제 합성 방법

정재형, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

독성을 가진 일산화탄소는 철강 산업, 수증기 개질 공정 등 다양한 곳에서 부생가스로 배출되고 있다. 일산화탄소는 고부가 화합물을 만드는 데 필요한 원료이기에 다른 부생가스 성분으로부터 일산화탄소를 분리해내는 연구가 진행되고 있다. 분리 방법 중 흡착은 저농도 기체를 포집하고 분리하는 데 효과적이며 에너지 소모량이 적다. 본 연구에서는 흡착제로 가격 경쟁력이 높고 기공 크기 조절이 용이한 탄소 소재를 이용하였으며, 탄소 소재들 중 물리적 특성이 우수한 polyethylene terephthalate (PET)를 전구체로 이용하였다. 한편, 일반적인 다공성 탄소 소재는 다른 기체에 대한 일산화탄소의 선택적 흡착이 어렵기 때문에 Cu^{+}나 Ni^{2+}와 같은 전이금속 이온을 담지하여 일산화탄소와 전이금속 이온 간의 π-complexation을 형성해 선택적 흡착을 진행할 수 있다. 이 때, 전이금속에 의해 기공 막힘 현상이 발생할 수 있는데 이는 KOH나 $ZnCl_2$와 같은 활성화제를 이용하여 기공의 크기를 조절함으로써 해결할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 CuCl을 담지하고 KOH를 활성화제로 이용함으로써 최적의 일산화탄소 흡착 능력을 가지는 흡착제를 찾는 연구를 진행하였다.

P에환목-74

Solvent Regulation of Thiophene-Derived Metal Organic Framework Electrocatalysts on NiCo LDH for High Areal Capacitance Supercapacitor.

정하연, 박정태*, 문주용[1], 안현지
건국대; [1]연세대
(jtpark25@konkuk.ac.kr*)

A simple two-step method of fabricating high mass-loading, nanowire morphology of thiophene-derived metal-organic framework (MOF) is presented here. Two different morphologies of NiCo-MOFs of nanosheet and nanowire morphology are synthesized via a change of solvents. Bimetal nickel-cobalt layered-double hydroxides (NiCoLDH) are used as a sacrificial template prior to MOF synthesis, which provides structural stability to the thiophene-derived MOFs. The morphology, crystal structure and elemental composition of thiophene-derived MOFs are characterized by SEM, TEM, EDS, XRD, FT-IR and XPS. A thick, dense nanowire morphology of thiophene-MOFs are obtained by changing the solvent from DMF to ethanol. This nanowire morphology offers a high mass-loading, high surface area material for supercapacitor application.

P에환목-75

에너지 용도에 맞게 설계된 초소형 그래핀 유도체

샤헤드, 코타아식, 카마르 타브레즈 시디키, 서형기*
전북대
(hkseo@jbnu.ac.kr*)

Graphene oxide (GO), reduced graphene oxide (rGO), are an emerging class of materials with unique properties, such as excellent optical and electrical properties, biocompatibility, and low toxicity, making them promising candidates for a variety of applications, including solar cells and batteries. Recently, methods have been developed to synthesize GO and rGO, including the modified Hummers method, which efficiently produces high-quality graphene oxide quantum dots (QD:GO) and reduced graphene oxide quantum dots (QD:rGO) with precise control over their sizes, shapes, and surface functionalization. The unique properties of QD:GO and QD:rGO, such as their tunable bandgaps, high surface area, and robust stability, make them highly attractive for energy-related applications. In particular, the integration of QD:GO and QD:rGO in solar cells and batteries has shown great potential for improving energy conversion efficiency, stability, and cycle life, leading to more efficient and sustainable energy technologies.

P에환목-76

안트라퀴논 첨가제를 이용한 페로브스카이트 태양전지의 성능 및 안정성 향상

시디퀴 카마르 타브레즈, 코타 아시크, 샤드 보드, 서형기*
전북대
(hkseo@jbnu.ac.kr*)

Perovskite solar cells PSC have received much attention over the last few years, with their energy conversion efficiencies increasing from 3 % to more than 25 % in less than a decade. It is crucial to obtain high-quality perovskite films to overcome this challenge. One such approach is to use different additives with functional Groups that may interact with perovskite films to obtain a high-quality film. In this work, to facilitate high-quality films with fewer defects, we have introduced the small anthraquinone derivative C=O based on the $MAPbI_3$ perovskite layer. The X-ray diffraction of optimized films shows enhancement in the peak intensity as well as the reduction in the full-width half maxima which suggests that high-quality films were obtained as compared to the pristine perovskite. UV, PL and TRPL data also suggest that doped perovskite films were of high quality as compared to pristine perovskite. In comparison with pristine perovskites, optimized devices made from $MAPbI_3$ + additive have a higher film factor, high short circuit current density, an increase in PCE and improved stability.

P 에환목-77

Enhanced Moisture-Induced Electrical Power Generation by Controlling the Solvent Ratio of Carbon Ink

최원표, 김재엽*
단국대
(jykim@dankook.ac.kr*)

As the significance of eco-friendly energy continues to rise, extensive research is underway in the field of energy production technologies. Notably, among these approaches, power generation methods resembling plant-based processes have been extensively explored in previous studies as a means of generating electricity technologies. However, this power generation method has problems with low-current and unstable voltage. In this study, we addressed this issue by adjusting the adsorption of hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB) and carbon black (CB) through the control of the solvent ratio of carbon ink. Moisture-Induced Electrical Power Generator (MIEPG) was produced by dip coating compressed cellulose pulp with carbon ink. As a result of controlling the amount of CTAB and CB adsorption by adjusting the solvent, a stable voltage of ~0.84 V and a high current of ~365.12 μA were generated.

P 에환목-78

Highly Efficient Photoelectrochemical Hydrogen Production Using Nontoxic CISe Quantum Dots with Amorphous Aluminosilicate (AAS) Overlayer

가르시아 랄프 조셉, 김재엽*
단국대
(jykim@dankook.ac.kr*)

The photoelectrochemical (PEC) cell using Cu-In-Se (CISe) quantum dots (QD) can be considered as sustainable, cost-effective, and environmentally friendly method in producing hydrogen. Though it was identified its limitations related to frequent occurrence of electronic recombination between the photoelectrode interface and the electrolyte, an amorphous aluminosilicate (AAS) overlayer was introduced to the TiO_2/QD/ZnS layers to further improve its photocurrent density and photostability. The AAS overlayer was synthesized by a sol-gel reaction by exposing a Di-sec-butoxyaluminoxytriethoxysilane (DBATES) solution to constant humidity, the photoanode was immersed in Didodecyldimethylammonium bromide (DDAB) solution to disrupt the oxidation and aggregation of QDs prior exposing to DBATES. The AAS overlayer application was improved the photocurrent density from 8.52 to 11.59 mA-cm^{-2} and photovoltaic retention rate was improved from 34.07% to 54.41%.

P 에환목-79

Competition between Electrochemical CO2 Reduction to Methanol and H2 Evolution on Cuprite@polyaniline Electrodes

Atul Ashok Pawar, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

Carbon dioxide reduction reaction (CO_2RR) is a key reaction to produce useful chemicals. Numerous studies have focused on CO_2RR using different types of metal electrodes. However, low faradic efficiency (FE), poor product selectivity, and hydrogen evolution reaction (HER) at the cathode are bottlenecks to effective CO_2RR that remain completely unresolved. Currently, copper-based nanomaterials coupled with conduction materials show the most promise to address these problems. Herein, a similar approach is used to make binary cuprite (Cu_2O)@polyaniline (PANI) composites that produce methanol (MeOH) from CO_2. The synthesized catalyst functions at low potential through the production of MeOH with high FE.

P 에환목-80

Controlling CO_2RR Selectivity Towards Multicarbon Products in the Carbon-based Catalysts by First-Principles studies

김헌*, Rajkamal Anand
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

In recent years, significant progress has been made toward designing active and selective catalysts for electrochemical CO_2 reduction, with particular interest focused on the two major C_2 products-ethylene and ethanol. Numerous efforts have been made to enhance understanding of the carbon-based CO_2 reduction mechanisms through computational studies. Herein, we critically assess various proposed scenarios of the initial and post-C-C coupling steps that result in either ethylene or ethanol production. A comprehensive scheme combining the proposed pathways is derived, and the issues still under debate and requiring further investigation are highlighted.

P 에환목-81

Improving Photoelectrochemical Hydrogen Generation using Chlorine Evolution Reaction on Modified $BiVO_4$ Photoanodes

박도연, 조강우*
포항공과대
(kwcho1982@postech.ac.kr*)

Photoelectrochemical H_2 production has been a long-standing subject for solar energy conversion. Bismuth vanadate stood out as a promising photoanode for oxygen evolution reaction due to its narrow bandgap of 2.4 eV and chemical stability. However, interfacial charge transfer could be hindered by recombination to limit the solar-to-hydrogen efficiency. When chlorine evolution reaction substitutes the OER, its facile kinetics could elevate the photocurrent. Additional benefit of saline sewage treatment is also expected via elimination of aqueous pollutants and disinfection by reactive chlorine species. This study employed a simple reductive electrodeposition method to introduce iron oxyhydroxide electrocatalysts with simultaneous introduction of oxygen vacancies on $BiVO_4$. The linear sweep voltammetry under simulated AM 1.5 G sun light demonstrated that the FeOOH accelerate the hole transfer and photocurrent from 1.6 (intact $BiVO_4$). The enhanced H_2 generation coupled with aqueous pollutants degradation would broaden the applicability of $BiVO_4$ photoanodes.

P 에환목-82

$ZnCl_2$ Mediated Synthesis of Hierarchical Porous Carbon from Banana Peels for Catalytic Reduction of 4-nitrophenol

Feven Kassaye Egualle, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

Current carbon-based catalysts face limitations such as poor graphitic nature, uncontrolled pore structure, and slow kinetics towards 4-nitrophenol (4-NP) catalytic reduction. To overcome these limitations, hierarchically porous carbon is successfully synthesized, using banana peels and $ZnCl_2$, for the reduction of 4-NP. The inherent nitrogen and sulfur-rich constituents in banana peel-derived carbon facilitated the electron transfer necessary for the reduction of 4-NP. Meanwhile, $ZnCl_2$ acts as a porogen that regulates the pore structure which facilitates 4-NP diffusion to the heteroatom-rich active sites. The resulting carbon obtained after synthesis parameters optimization achieves a rapid and efficient reduction of 4-NP.

P 에환목-83

Hydrogen Production from Ammonia Decomposition over Ru-based Catalysts

유은주, 김지율, 최동섭, 김나연, 주지봉*
건국대
(jbjoo@konkuk.ac.kr*)

Ammonia, an established chemical compound in the fertilizer industry, has emerged as a promising hydrogen carrier due to its high hydrogen content of approximately and its existing transportation and storage infrastructure. Ammonia has been produced, transported, and handled on an industrial scale for many years due to its widespread use in agriculture and industry. Ammonia has a significantly lower liquefaction pressure compared to pure hydrogen gas. It is easier to convert ammonia into a liquid state than hydrogen, making the storage and transportation of hydrogen more manageable. Ammonia decomposition, also known as ammonia cracking, is a process to produce hydrogen gas from ammonia. The ammonia decomposition reaction which involves conversion of ammonia to hydrogen and nitrogen typically takes place at elevated temperatures. To lower the temperature and reduce energy consumption, it requires the presence of a suitable catalyst to facilitate the reaction. In this study, we established a catalytic ammonia decomposition system and compared the performances of Ru-based catalysts synthesized under different conditions.

P 에환목-84

O2 가스를 포접한 하이드로퀴논 클라스레이트의 열역학적 안정성 및 게스트 방출 거동

오창엽, 윤지호*
한국해양대
(jhyoon@hnu.ac.kr*)

Oxygen gas, an essential element of life, finds multifaceted applications within the industrial applications and maritime domains, encompassing a wide range of ships. Organic clathrates, such as hydroquinone (HQ) clathrates or β-form HQ clathrates, have aroused interest as plausible gas storage and separation contributors. In this study, to demonstrate the feasibility of using HQ clathrate as a gas storage medium for oxygen gas, we synthesis the O_2-loaded HQ clathrates by gas-phase reaction. XRD, Raman, SEM, and Solid-state ^{13}C NMR spectroscopy were used to identify the crystal structure of the O_2-loaded HQ clathrate and guest molecule trapped in the clathrate framework. In addition, temperature-dependent XRD, and Raman spectroscopy were used to identify the thermal stability and guest release behavior of O_2-loaded HQ clathrates.

P에환목-85

Engineering of Metal nitrides/MXene nanocomposite for Hybrid Supercapacitors with enhanced performance

장강현, 김도형*
전남대
(kdhh@chonnam.ac.kr*)

Transition metal nitrides (TMNs) have received considerable attention in supercapacitors due to their high electrical conductivity, mechanical and thermal stability, and electrochemical activity. However, the formation of island-like structures during the synthesis of TMNs can degrade their electrochemical performance. In this study, we proposed adding MXene to prevent the formation of island-like structures in metal nitrides. CoMoN/MXene composites with nanosheet array structures were successfully grown on nickel foam through facile hydrothermal reaction and ammonization, and they were uniformly synthesized without forming island-like structures. CoMoN nanosheet arrays synthesized by using MXene show good cyclic durability with a specific capacity of 1109 C g^{-1} at a current density of 5 A g^{-1} and a retention rate of 90% after 10,000 cycles. In addition, the hybrid supercapacitor device fabricated using the model electrode as the cathode and the activated carbon-based anode exhibited high performance as well as excellent stability. Our findings hold great promise for transition metal nitride/MXene composites for use in next-generation energy storage devices.

P에환목-86

혼합 알케인 탄화수소로부터 수소 생산을 위한 수증기 개질 반응용 Ru계 촉매 연구

김민주, 공지현, 전경원, 장원준*
아주대
(wjjang@ajou.ac.kr*)

본 연구는 산업시설에서 배출되는 탄화수소로부터 수소 생산을 위한 수증기 개질 반응을 수행하였으며, 이에 사용되는 Ru계 촉매에 대한 연구를 진행하였다. 다양한 담체(CeO_2, ZrO_2, Al_2O_3, SiO_2, MgO)에 Ru 담지량을 1 wt.%로 하여 함침법으로 제조하였다. 반응은 알케인계 탄화수소(CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10})를 혼합하여 수증기 개질 반응에 적용하였으며, 반응조건은 H_2O/C 비 7.0, 반응온도 850 ℃에서 12시간 동안 안정성 테스트를 진행하였다. 또한, 제조된 촉매의 특성을 H_2-TPR, NH_3-TPD, Chemisorption, BET 및 XRD 분석을 통해 확인하였으며 성능과의 상관관계를 파악하였다. 반응결과, 1,521,915 $mL \cdot h^{-1} \cdot g_{cat}^{-1}$의 GHSV에서 Ru/$Al_2O_3$와 Ru/MgO 촉매가 거의 100%의 CH_4 전환율을 유지하였으며, 두 촉매 간의 성능 차이를 확인하게 위해 GHSV(4,092,082 $mL \cdot h^{-1} \cdot g_{cat}^{-1}$)를 높여 반응한 결과 Ru/MgO가 Ru/$Al_2O_3$보다 약 60% 더 높은 CH_4 전환율(약 84%)을 보였으며, 11시간 동안 안정성을 유지하였다. 이는 TPR과 Chemisorption 결과에서 나타난 강한 산화환원능력과 높은 분산도에 의한 것으로 판단되며, XRD 결과에서 다른 촉매에 없는 Cubic 형태의 Ru 피크가 나타난 것도 영향이 있다고 판단된다. 따라서, 1% Ru/MgO 촉매가 혼합 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응에 적합한 Ru계 촉매로 확인되었다.

P에환목-87

중/대형차 운행 중 이산화탄소 포집을 위한 흡착제 개발 방안 연구

김태남, 이기욱, 김강석, 황종국*
아주대
(jongkook@ajou.ac.kr*)

Recently, there has been a noteworthy development involving the integration of carbon capture technology into mobile sources that inevitably emit carbon, such as heavy-duty vehicles (HDVs) and ships. This innovation, known as onboard mobile carbon capture (MCC), necessitates careful consideration of design due to the limitations in weight, volume, and available energy of these vehicles. Therefore, when designing MCC systems, it's crucial to enhance CO2 capture efficiency without compromising the performance of the traveling HDVs. This study provides an overview of strategies for creating efficient solid adsorbents with a focus on minimizing weight and energy usage for MCC. The key characteristics and criteria for effective MCC are briefly introduced. The most extensively researched solid adsorbents, such as zeolites, porous silica, carbon materials, and metal-organic frameworks, are discussed along with their important properties and functionalization methods.

P에환목-88

재결정화를 통한 메조포러스 ZSM-5의 LDPE 열분해에 관한 연구

김덕우, 최동섭, 주지봉*
건국대
(jbjoo@konkuk.ac.kr*)

현대에서 플라스틱에 대한 처리는 중요한 화두로 떠오르고 있다. 가스화, 열분해, 해중합등으로 구성되는 수많은 폐플라스틱 처리 방법들 중 열분해 처리방법은 폐플라스틱을 효과적으로 연료로 전환시키는 방법 중 하나이다. 이 때 열분해로 인한 생성물을 원하는 방향으로 유도하기 위해 촉매등을 첨가하기도 하는데, 제올라이트는 수많은 촉매들 중 고부가 가치 생성물인 가솔린과 프로필렌을 생성하기 위한 유력한 촉매로 여겨지고 있다. 그러나 제올라이트는 미세 기공 고체산 촉매라는 고유의 특성으로 인해 열분해 중 쉽게 코킹되어 활성 부위가 비활성화 되는 문제점이 있다. 이 문제를 해결하기 위해 고려된 대표적인 방법 중 하나가 메조포러스 기공을 도입하여 코크스의 확산 및 고분자량의 분자가 활성부위에 접근을 용이하게 하는 것이다. 이를 위해 해당 연구에서는 Top - Down 방법 중 하나인 표면 용해 – 재결정화를 통해 상용 제올라이트로 많이 사용되는 ZSM-5를 개질하여 메조포러스 제올라이트를 합성하였다. 또한 이 물질의 반응 특성을 알아보기 위해 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)를 사용하여 해당 물질의 열분해 결과물을 기존 생성물과 비교하였으며, 이를 통해 메조포러스 제올라이트가 기존 제올라이트에 비해 어떤 이점을 가졌는지에 대해 설명하였다.

P에환목-89

Exploring the Source of Ammonia Generation in Electrochemical Nitrogen Reduction using Niobium Nitride

박소영, 장윤정, 윤덕현[1]*
한양대; [1]강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

The Haber-Bosch process has been a dominant way of ammonia production since invented in the 1900s, but it has problems with large energy consumption and massive CO_2 emissions. Recently, Electrochemical nitrogen reduction reaction (NRR) has attracted much attention as an alternative way to produce ammonia in environmental-friendly and less energy-consuming compared to the current Haber-Bosch process.Herein, Niobium nitride (NbN) is prepared via the urea-glass route and used as an NRR catalyst. The prepared NbN exhibits a maximum production rate of 5.46 X 10^{-10} mol s^{-1} cm^{-2} at -0.6 V vs RHE and an FE of 16.33 % at -0.3 V vs RHE. However, the leaching of NbN is confirmed by ICP-OES, where the leached amount of Nb is almost identical to the amount of N measured by UV-vis. Moreover, ^{1}H NMR experiments are performed using $^{15}N_2$ as the feeder gas, the dominant detection of $^{14}NH_4^+$ peaks strongly suggests that the produced NH_3 originates from the leaching of NbN rather than via an electrocatalytic process. Hence, careful investigation is required

P에환목-90

Structural/Chemical Modification of Sodium Vanadium Phosphate for Ultrahigh Rate Sodium Ion Storage

황민준, 신강호, 박호석*
성균관대
(phs0727@skku.edu*)

Na3V2(PO4)3 is one of the excellent cathode candidates of sodium ion system owing to its high theoretical specific capacity (117 mA h g−1) and operating voltage (3.4 V vs. Na/Na+)1. However, the inferior intrinsic electronic conductivity of NVP limits facile charge transfer, resulting in poor rate capability and long-term cycle stability2. In order to overcome these hurdles, studies are being conducted to improve electrical conductivity via forming a composite with a carbon material or doping/substitution of heteroatom. In this work, a composite with reduced graphene oxide (rGO) was fabricated to reduce particle size of NVP, organize a uniform 3D conductive network to minimize capacity loss, and greatly increase electrical conductivity. The composite, called 'BI-NVP', achieved excellent performance of a sodium ion storage and confirmed interfacial stability of NVP-rGO through various post-mortem analysis including HR-TEM and STEM-EELS.

P에환목-91

Correlation Between Cycling Performance and Interfacial R based Anodes

오택언, 임건태, 송승완*
충남대
(swsong@cnu.ac.kr*)

As the demand for high-energy density lithium ion batteries for electric vehicle applications increases, silicon (Si)-based anode active materials having a high theoretical capacity are in the spotlight. Conventional batteries employing silicon-based anode have problems such as short cycle life and unstable solid electrolyte interphase (SEI) layer, primarily owing to large volume increase and particle cracking. For the practical application of the Si-dominant anode, robust SEI plays a key role in improving the cycle stability of the battery. Here, we report the investigation of correlation between cycling performance and interfacial reaction (SEI formation) behavior of industrial Si anode active materials

P에환목-92

수소 탱크 충전 모사를 위한 상태 방정식 모델 및 난류 모델의 유동 영향 분석

임가희, 박병흥*
한국교통대
(b.h.park@ut.ac.kr*)

수소 연료 전지 자동차 내 탱크에는 35MPa 또는 70MPa과 같이 고압으로 압축된 수소가 저장되며, 충전 과정에서 수소의 압축은 가스의 온도 상승을 일으킨다. 급속 충전 시에는 열이 축적되는 시간에 비해 열전달에 의한 방출 시간이 짧기 때문에 최대 허용 온도인 85℃를 초과할 수 있으며, 온도 허용 범위를 벗어날 경우 탱크의 안전성을 위협하게 된다. 따라서 안정적인 수소 충전을 위해 열발생과 밀접한 관계가 있는 유동 해석이 요구되며, 유동 해석의 정확도를 높이기 위해서는 적합한 상태 방정식과 난류 모델을 사용해야 한다.본 연구에서는 상태 방정식과 난류 모델에 따라 수소 탱크 내 가스 온도와 유동 특성을 비교하고, 문헌에서 얻은 실험 결과를 참고하여 적절한 CFD 모델을 도출하였다. 대상 저장 시스템은 74L 용량과 최종 압력이 35MPa인 조건으로 급속 충전 공정의 2D 축대칭 시뮬레이션을 수행하였다. 상태 방정식 모델로는 기계학습(ML)으로 회귀 분석한 상관 방정식과 Peng-Robinson(PR) 모델, Soave-Redlich-Kwong(SRK) 모델을 비교하였다. 또한, 난류 모델로는 k-ε 모델, k-ω 모델, Realizable k-ε 모델을 고려했다. 문헌의 실험값과 비교 분석한 결과, 상태방정식 모델로는 ML 모델이, 난류 모델로는 Realizable k-ε 모델이 가장 적합함을 확인하였다.감사의 글: 본 연구는 산업통상자원부와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (과제번호: 20203010040010)

P에환목-93

수소 충전 프로토콜을 적용한 차량 내 저장 탱크의 열유동 해석

서효민, 박병흥*
한국교통대
(b.h.park@ut.ac.kr*)

현재 상용화된 수소연료전지 차량은 기체 수소를 고압으로 압축하여 차량 내 저장 탱크로 주입하는 방식으로 충전이 진행된다. 충전 과정에서, 탱크 내로 유입되는 수소로 인하여 탱크의 온도 상승이 일어나는데, 안전성을 충족시키기 위해서는 일정온도 이하로 유지되어야하는 탱크의 온도 한계 범위를 벗어나지 않아야 한다. 따라서 안전한 수소 충전을 위한 절차가 필요하며 이를 수소 충전 프로토콜이라 한다. 수소 충전 프로토콜은 탱크 내 수소의 온도가 위치에 무관한 것을 가정하여 개발되었다. 그러나 실제 충전 과정에서는 유체의 유동에의해 위치에 따른 온도차이가 존재한다. 본 연구에서는 전세계적으로 채택되어 사용되고 있는 SAE J2601 충전 프로토콜을 적용하여 충전 과정 중 저장 탱크의 유체 거동 및 온도 분포 등을 전산유체역학 프로그램을 이용하여 시뮬레이션하였다. 충전방식으로는 Look-up table 방법을 선정하였으며 탱크의 크기별로 대기 온도가 -10 ℃ ~35 ℃ 인 조건에서 탱크 초기압력이 0.5MPa ~ 30MPa를 연구범위로 정하여 충전에 따른 온도 및 유동 현상을 모사하였다. 그 결과, 탱크 내 수소의 평균온도와 최대온도 사이의 차이를 확인하였다. 최종 온도를 기준으로 저장 탱크의 용량이 클수록 온도 상승이 크게 나타났으며 탱크의 초기압력이 낮고, 대기 온도가 높은 경우에도 온도가 상승하였다. 또한, 모든 경우에서 프로토콜의 온도 한계 범위인 85℃를 넘지 않는 것을 확인하였다. 감사의 글: 본 연구는 국토교통부와 국토교통과학기술

P에환목-94

Ca-Al 층상 이중 수산화물 기반 고온 이산화탄소 흡착제 및 수소 생산 반응에의 적용

이귀단, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

심화되는 지구온난화 현상을 막기 위해 국제사회는 온실가스 및 탄소 배출 저감을 목표로 다양한 대응을 실행하고 있다. CCUS 기술은 이산화탄소를 분리, 활용, 수송 및 저장하는 기술로 대표적인 이산화탄소 배출 저감 기술이다. 그 중 분리기술은 전체 공정 자본의 80%를 차지하여 이의 발전은 공정 효율성 및 경제성을 효과적으로 증진할 수 있다. 분리기술 중 이산화탄소의 흡착은 적용하고자 하는 공정에 따라 흡착 온도 및 흡착제의 종류가 상이하다. 칼슘이 포함된 층상 이중 수산화물 기반 이산화탄소 흡착제는 600 ℃의 고온에서 선택적인 이산화탄소 흡착이 가능하며 흡착촉진 천연가스 개질 반응에 적용될 수 있다. 본 연구에서는 기존 층상 이중 수산화물 기반 이산화탄소 흡착제의 주 맹점인 낮은 흡착성능을 칼슘을 도입하여 보완하였다. 동시에 알칼리 금속 도입량 조절을 통해 소재 내 비활성 물질의 양을 최적화하여 칼슘 기반 소재의 고질적인 단점인 낮은 열적 내구성 문제를 해결하였다. 궁극적으로 이산화탄소 흡착성능과 내구성을 개선한 흡착제를 사용하여 흡착촉진 메탄 수증기 개질 반응 (SE-SMR)에 적용하였으며 다양한 공정 변수 조절을 통해 성능 최적화를 진행하였다

P에환목-95

N2O 직접촉매분해를 위한 Egg-shell type Cu/γ-Al_2O_3 촉매에 관한 연구

이은한, 변세기[1], 서두원[1], 황효정[1], 백주은[1], 이신근[1]*
한국에너지기술연구원/연세대; [1]한국에너지기술연구원
(h2membrane@kier.re.kr*)

Egg-shell 형태의 촉매는 지지체 외벽에 활성 금속을 코팅하여 저비용으로 활성도를 높일 수 있는 유망한 기술이다. 본 연구는 펠렛 형태의 γ-Al_2O_3를 지지체로 사용하여 Egg-shell 형태의 Cu/γ-Al_2O_3 촉매를 제조한 후 N_2O 직접촉매분해 (deN_2O) 기술에 적용 가능성을 확인하는 것이다. γ-Al_2O_3 지지체는 boehmite 분말을 사용하여 소형 압출기로 압출 성형하여 펠렛 형태로 제조하였다. Egg-shell 형태의 촉매는 스프레이코팅방식을 사용하여 펠렛 형태의 γ-Al_2O_3 지지체에 Cu 금속을 1, 3, 5, 10, 15 wt.% 함량별로 제조하였다. N_2O 분해 반응은 약 5 mm 크기의 egg-shell 형태의 촉매를 Inconel 600 소재의 반응기에 20 mL 장입하여 수행하였다. N_2O 농도는 약 1%가 되도록 공급하였으며, 온도는 400-700 ℃, 압력은 상압, GHSV는 1800-2000 h^{-1}에서 촉매반응 특성을 확인하였다. 분위기 가스로는 질소, 공기 그리고 공기+수분을 공급하였다. DeN_2O 실험 결과 Cu 함량은 10 wt.%가 적절하였으며, 500 ℃에서 N_2O의 완전 분해가 가능하였다. 공급측에 O_2와 H_2O가 존재하는 경우 N_2O와 경쟁흡착하여 촉매의 성능 저하가 발생하였다. N_2O 분해 실험 결과 펠렛 형태의 γ-Al_2O_3 지지체에 Egg-shell 형태로 제조한 Cu/γ-Al_2O_3 촉매는 deN_2O 기술에 적용 가능할 것으로 판

P에환목-96

Design and performance of MFI/SAPO-34 zeolite membranes for SF6 gas recovery: CFD simulation

Elsa Tsegay Tikue, 이평수*
중앙대
(leeps@cau.ac.kr*)

On this study, 2D axisymmetric CFD Simulation model was employed to predict the potential of SAPO-34 and MFI zeolite hollow fiber membranes for separating sulfur hexafluoride from nitrogen gas. The concept of Navier-stokes and diffusion of chemical species was implemented to predict the gas transport phenomenon. SF6 at the retentate side was equated to compare the performance. Parameters such as flow rate, thickness of membrane and feed pressure were investigated to find out the most influential design conditions on permeation and purity. SF6 mole fraction increases from 90% to 99.98% on the shell side using MFI zeolite framework. Simulation is consistent with experimental data. The study demonstrates MFI membrane is best suited for high purity SF6 gas. Moreover, SAPO-34 also showed comparable performance by manipulating the feed flow rate.

P에환목-97

Effect of MWCNT on the Porous Silicon/C Anod energy Lithium Batteries

배정우, 손찬식, 강양오, 이정규*
동아대
(jklee88@dau.ac.kr*)

최근 들어 온난화 추세를 넘는 기후재난이 잦아지면서 친환경 전기차 및 에너지 저장 장치 등의 수요 증가로 고에너지 밀도를 갖는 리튬 이차전지의 수요가 크게 증가하고 있어 고용량 음극소재 또한 요구되는 실정이다. 리튬이온 이차전지의 차세대 유망 음극소재 중 하나인 실리콘은 낮은 작동 전압을 가지며 상용화 되어있는 흑연에 비해 이론 용량이 약 10 배 가까이 높다는 장점을 가지고 있다. 하지만 실리콘은 전기전도성이 낮으며 충·방전 시 약 300%의 부피 팽창에 따른 전극 분쇄현상, 이에 따른 SEI 층의 불안정성 및 집전체에서 박리 현상을 일으켜 수명이 짧은 문제점을 가지고 있다. 이러한 실리콘의 문제점을 극복하기 위해서 리튬 이차전지용 음극 소재로서 다공성 실리콘 입자를 적용한 탄소복합체를 음극으로 사용하였으며, 2D 도전재로서 MWCNT를 도입해 전극의 에너지밀도 향상과 수명 및 율특성을 개선효과를 분석하였다.

P에환목-98

Laser-induced Carbonization of KOH-activated Carbon from Waste Cardboard with Superb Dye Adsorption Performance

James Laurence Ruello, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

The presence of dye pollutants in water bodies threatens aquatic organisms and humans; hence, the decontamination of dye effluents has gained much attention. Herein, we demonstrate the preparation of carbons with unique surface chemistry and textural properties from renewable and biodegradable precursors using laser-carbonization and KOH activation. The as-prepared adsorbents exhibit superb removal efficiency towards methyl blue (9610 mg g^{-1}) and methylene blue (1882 mg g^{-1}) which are the highest ever reported to the best of our knowledge. The adsorption reaction is modeled by the Langmuir isotherm and pseudo-second-order. The as-prepared carbon can be retrofitted to existing filters to generate dye and microorganism-free water.

P에환목-99

1D-3D 연계 대용량 수소 충전 과정 전산모사

이효은, 박병흥*
한국교통대
(b.h.park@ut.ac.kr*)

수소는 탄소중립이라는 목표를 달성하기 위해서 꼭 필요한 궁극적인 청정에너지원이며 화석연료를 대체하기 위한 수단이다. 이를 위한 방안으로 교통수단에서의 탄소 배출을 줄이기 위해 대중교통의 친환경화에 기여할 수 있는 수소차가 크게 관심받고 있다. 수소의 활용성을 높이기 위해서는 수소 연료전지 상용차에 사용되는 대용량 수소 탱크 충전에 대한 지속적인 연구와 개발이 필요하다. 현재 수소연료 전기차는 수소를 압축된 기체 상태로 충전하여 사용한다. 수소를 충전하는 과정에서는 탱크의 온도와 압력이 높아지게 된다. 이 때 탱크의 온도는 안전상의 이유로 일정 온도 이하로 제한된다. 따라서 본 연구에서는 3D 시뮬레이션을 통하여 수소 충전 과정에서 온도 한계와 질량 유량 한계 유지를 확인하고자 한다.차량 내 수소 저장 탱크의 3D 시뮬레이션을 위해 수소 저장 탱크의 입구 조건을 1D 시뮬레이션 조건을 활용하여 전산유체역학 시뮬레이션을 진행하였다. 다양한 충전 조건의 초기 온도와 압력에서 대용량 수소 탱크 충전 과정에서 수소 저장 탱크 내 온도와 유동 현상을 모사하였으며 충전프로토콜인 SAE J2601에서 제시한 수소 충전 온도 한계(85℃)와 질량유량의 최대 속도(60g/s)를 넘기지 않음을 확인하였다.

P에환목-100

계면 특성이 향상된 풍력(ESS) 기반 고성능 폴리머 리튬 이차전지

이승복*, 강웅일[1], 전기은[2], 류선경[2]
엔지비파워/전남대; [1]호남대; [2]터빈 크루
(sch991122@naver.com*)

The purpose of this study is to design a porous architecture to allow lithium-ion batteries to easily charge the charging energy coming into wind-based (ESS) conditions. Different MFO-300 tools with different calcination temperatures were synthesized through the combination mechanism of internal and external Ostwald ripening, with the formation of carbon sphere@ hydrated MFO-300 through polyol reaction of ethylene glycol by hydrothermal process.

P에환목-101

Fluorinated microporous carbon aerogels for highly efficient water-in-oil emulsion separation

명성재, 하성민, 임채훈, 민충기, 채은선, 이영석*
충남대
(youngslee@cnu.ac.kr*)

We present an approach to achieve efficient separation of water-in-oil emulsions through the utilization of fluorinated microporous carbon aerogels (F-CA). By subjecting the carbon aerogels to direct fluorination, we enhance their hydrophobicity, enabling them to effectively tackle water-in-oil emulsions at a remarkable flux rate. The resulting F-CA's water contact angle was 151.2°, promoting instantaneous oil absorption upon contact. The F-CA network structure comprises interconnected spherical particles, forming permeable fluorinated pathways that significantly enhance flux during emulsion separation. These spherical particles feature nano-sized pores and enhanced hydrophobicity, repelling and capturing water droplets to raise separation purity. Consequently, the F-CA material showcases exceptional performance characteristics, including elevated filtrate purity levels of up to 99.9954% and flux rates reaching up to 11710 L/m^{2}h. The network structure of F-CA combined with hydrophobicity provides an efficient means to separate surfactant-stabilized water-in-oil emulsions only under the influence of gravity without external interventions such as vacuum or pressurization.

P에환목-102

Global warming potential of nanocomposites synthesis derived from sunflower marble waste

유지윤, Umer Rashid[1], 한지훈*
포항공과대; [1]Universiti Putra Malaysia
(jhhan@postech.ac.kr*)

순환경제 (Circular Economy; CE)는 기후 위기와 같은 국제적 문제를 해결할 수 있는 Framework 중 하나로 제시되고 있다. CE는 선형경제에서 "End-of-Life"로 간주되는 것들을 Reuse, Reduce, Recycle, and Recovery의 4R을 통해 폐기물과 오염을 최소화하고 제품, 물질을 순환시키는 접근 방식을 의미한다. 본 연구에서는 CE 접근법을 사용해 폐기물인 Sunflower marble stone waste를 Recycle하여 유기 염료를 흡착하는 Nanocomposite 합성 공정에 대한 전과정 평가 (Life cycle assessment; LCA)를 수행하였다. LCA는 제품 생산 및 공정에 대한 환경 영향을 효율적으로 평가할 수 있는 분석 방법 중 하나로, SimaPro 소프트웨어와 Ecoinvent 3.0 Database를 활용하였다. Sunflower marble stone의 생산 단계부터 Nanocomposite 합성 단계까지(Cradle-to-gate)의 지구 온난화 지수 (Global warming potential; GWP)를 정량적으로 파악하는 것을 본 연구의 목적으로 설정하였다. Potassium ferricyanide, Sodium metasilicate, 그리고 Potassium ferricyanide 와 Sodium metasilicate의 혼합물을 modifier로 환경 영향을 비교, 분석한 결과, Potassium ferricyanide를 modifier로 사용한 경우가 가장 낮은 GWP 값을 보였다.

P에환목-103

Graphitic Carbon Nitride-Supported Ir-Based Catalyst for Acidic Oxygen Evolution Reaction

오티옌린, 김솔, 보로노바 아나스타시아, 장종현, 서보라*
한국과학기술연구원
(brseo@kist.re.kr*)

Development of highly active, stable, and cost-effective electrocatalysts for the acidic oxygen evolution reaction (OER) are of critical importance in advancing large-scale hydrogen production via proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE). Graphitic carbon nitride (g-C3N4), a non-metallic polymer, has garnered significant interest due to its exceptional properties and diverse applications in the research field of electrocatalysis. As g-C_3N_4 endows a highly hydrophilic surface, it can enhance the exposure of active sites and facilitate mass transfer, rendering it a suitable substrate for constructing active and robust OER catalysts. This presentation reports Ir-based catalysts supported on g-C_3N_4 (IrO_2@g-C_3N_4) as an efficient and durable electrocatalyst for acidic OER. Extensive structural characterizations corroborate that the high catalytic activity arises from intimate interaction between the metal and carbon nitride. Thus, it demonstrated high intrinsic catalytic activity and long-term durability toward acidic OER. Notably, the IrO_2@g-C3N$_4$ catalyst exhibited high performance comparable to commercial IrO_2/C catalyst in both half-cell and single-cell tests.

P에환목-104

작용기 개수에 따른 퀴논 유도체의 전기화학적 안정성과 레독스 플로우 배터리 성능에 대한 영향

김정윤, 유필진*
성균관대
(pjyoo@skku.edu*)

Aqueous organic redox flow batteries (AORFBs) are promising candidates for grid scale energy storge systems. However, the limited stability of organic molecules restricts their utilization to lab-scale settings. To develop highly stable organic active materials, systematic molecular engineering strategies employing diverse substitutions becomes essential. Here, we incorporated varied number of hydroxyl groups as stabilizing groups onto the p-benzoquinone(p-BQ) backbone structure and applied this series of hydroxy BQs to the anolytes of alkaline RFBs to elucidate the influence of hydroxyl group substituent on the cycle stability. The results from full cell cycling and post-NMR examinations demonstrated that an increased number of hydroxyl groups play a crucial role in enhancing the electrochemical stability of molecules, highlighting the existence of an optimal range for functional group quantities. Furthermore, our result revealed that the principal contributor to instability in BQ derivatives lay in electrochemically irreversible redox reactions, rather than the alkaline environment itself.

P에환목-105

지속가능한 페로브스카이트 태양전지 납 회수 공정 설계 및 경제성 평가

배종일, 한지훈*
포항공과대
(jhhan@postech.ac.kr*)

페로브스카이트 태양전지 (Perovskite solar cells; PSCs)는 높은 효율과 낮은 비용, 간단한 용액 공정으로 최근에 각광받고 있는 태양광 기술이지만 중금속인 납(Pb)으로 인해 상용화에 어려움을 겪고 있다. Pb의 경우 소량으로도 환경과 건강에 유해한 영향을 주어 US EPA 기준인 15ppb이하로 배출해야 한다. 최근 유기용매에 용해된 Pb를 흡착할 수 있는 흡착제(HAP/Fe)에 대한 연구가 발표됨으로써, PSCs 폐기시 발생하는 Pb에 대한 적절한 관리 및 PSCs recycling의 가능성이 확인되었다. 본 연구에서는 실험 문헌 데이터를 기반으로 Pb 흡착부터 재생까지의 과정을 Aspen plus 공정 모사 프로그램을 사용하여 설계하였으며 Pb회수율이 99% 이상인 공정을 통해 US EPA 기준을 충족하는 모델을 제시한다. 에너지 소비를 줄이기 위해 열 교환망을 설계하였고 이에 대한 핀치 분석을 진행하였다. 또한 기술경제성평가 (Techno-Economic Assessment; TEA)를 수행하여 Pb 의 순현재가치를 평가하고 민감도 분석을 통해 PSCs의 상용화 가능성을 확인할 수 있다.

P에환목-106

희토류 도핑을 통한 니켈-철 이중 층 수산화물의 산소 발생 반응 활성 향상

이도헌, 이혜인, 전수진, 유태경*
경희대
(tkyu@khu.ac.kr*)

Water electrolysis is one of the eco-friendly methods to produce hydrogen that can replace fossil fuels. However, the oxygen generation reaction, one of the water electrolysis processes, has a high energy barrier and a slow reaction rate, and the high price of the noble metal catalyst used in this process is an obstacle to commercialization of water electrolysis. In this study, an experiment was conducted to improve the catalytic activity of the oxygen evolution reaction by doping relatively cheap rare earth elements on NiFe LDH using the precipitation method. And as a result, the NiFe LDH doped with some rare earths showed improved catalytic activity compared to the undoped NiFe LDH. This research is expected to help commercialize water electrolysis by presenting a low-cost, high-performance catalyst manufacturing method.

P에환목-107

Improved Hydrophilicity of PVDF Membrane via Coating with Coffee waste-derived Carbon Nano Dots

David Brylle Agbayani, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

Naturally hydrophobic polyvinylidene fluoride (PVDF) membrane is strategically coated with carbon nanodots (CNDs) synthesized from coffee waste, inducing a one-sided hydrophilicity of the membrane. This study capitalizes on the utilization of bio-derived nanomaterials in membrane engineering, contributing to sustainable and efficient separation technologies.

P에환목-108

재생 가능한 V2X 기반 소형발전 에너지 저장시스템 개발

염정호, 김태빈, 이승복*, 이진아[1], 염준오[1]
(주)그린코어; [1](주)성암에너지
(sch991122@naver.com*)

Carbon sphere@hydrated NCM-500 was formed through a polyol reaction by a hydrothermal process, and various NCM-500 structures with different firing temperatures were synthesized through a combination mechanism of internal and external Ostwald aging. Predicting the power usage and peak excess of the building and instructing the power peak reduction of this synthesized batteryIt designs lithium secondary batteries that can be discharged through transmission and lays the foundation for storing them in ESS as new renewable energy sources

P에환목-109

페트병 재활용을 통한 탄소 기반 흡착제로 효과적인 수중 납 제거

박기범, 박지영, 양재환*
충남대
(yjh98@cnu.ac.kr*)

Polyethylene terephthalate (PET)-based absorbents were prepared by facial pyrolysis and tested to remove harmful substances in wastewater. The characterization of the as-prepared samples showed that the major synthesis parameters for lead adsorption were temperature for pyrolysis and activation, mixing ratio of potassium hydroxide (KOH), and washing method. The sample carbonized and activated at 600 ℃ had the highest specific surface area of 1691.32 m^2/g, and higher oxygen-containing functional groups, resulting in maximum lead adsorption of 325 mg/g. Furthermore, the sample with no washing exhibited a lead removal efficiency of 98%. The ongoing research will contribute to establishing the optimal synthetic conditions to make PET-based adsorbents for effective heavy metal removal.

P에환목-110

Cellulose-based Porous Carbon Adsorbents for Gas Adsorption and Selective CH_4/H_2 and CH_4/N_2 Separation

Rajendra Basavant Mujmule, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

Adsorption and separation of CH_4 from turquoise H_2 and coalbed CH_4 are important methods for using natural gas. Herein, cellulose-based adsorbents (Cell-100, U-Cell-111, O-Cell-111, O-Cell-112, O-Cell-113, and O-Cell-113-a) are engineered by calcining cellulose/ urea/$C_2H_2O_4$/$NaHCO_3$ and systematically tested for CH_4, N_2, and H_2 adsorption. O-Cell-113-a demonstrates a superior CH_4 uptake capacity of 52.75 cm^3/g@273 K and 37.92 cm^3/g@298 K under 100 kPa due to the synergy amongst high surface area, mesopore volume, micropore volume, morphology, and surface functionality. However, O-Cell-113-a shows lower uptake for N_2 and is unable to adsorb H_2 @298 K, indicating high selectivity towards CH_4. The IAST model gives a CH_4/N_2 selectivity of ~13.78@273 K and ~12.64@298 K which is higher than most reported carbon. The isosteric heat of adsorption of O-Cell-113-a for CH_4 and N_2 is also calculated.

P에환목-111

Development of interfacial layers on recycled-Al supported by reactive agents for enriched ignition and combustibility through thermochemical reactions

Rajendra Basavant Mujmule, Virendrakumar G. Deonikar, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

Herein, we proposed the employment of various fluorinated and polyphenolic interfacial layers on recycled Al powder supported by reactive metals to improve its ignition and combustibility. The combustion performance and the results of numerous characterizations reveal that Al@PD/TA/Fe has the best activity. The DSC analysis of Al@PD/TA/Fe sample shows the oxidation of PD at 341.56 o C and surface oxidation of Al at 426.81 o C. Furthermore, the burning test reveals that Al@PD/TA/Fe ignites within 20 s which is far better compared to other reported samples. Post-ignition analysis shows better combustion and oxidation ability of Al@PD/TA/Fe and the formation of numerous alloys. The combustion results and their related mechanisms are also predicted.

P에환목-112

산소 작용기가 도입된 그래핀 중간층을 통해 향상된 양공 이동 효율을 가지는 PEDOT:PSS기반 유기 광전소자

백운범, 김정규*
성균관대
(legkim@skku.edu*)

Poly(3,4-ethylenedioxythiophene polystyrene sulfonate) (PEDOT:PSS) has attracted attention for use in optoelectronic devices because of its low cost and efficient hole-migration characteristics. However, the acidic properties of PSS species limit the device performance. Although many researches to overcome this drawback by incorpation of interlayer between PEDOT:PSS layer and active layer were reported, it still has remained issues like deterioration of device efficiency. Herein, we present an strategy for enhancing the hole migration properties by introducing oxygen functionalized graphene (O-Gr) on the PEDOT:PSS. An increase of 11% in short-circuit current density (J_{sc}) is observed in the O-Gr-incorporated OPV compared to pristine device. As for the OLEDs, the introduction of O-Gr improves the maximum quantum efficiency (27%). Tuning hole migration via the presence of interfacial O-Gr can be a promising strategy for the enhancement of organic optoelectronics.

P에환목-113

이차원 멕신에 고정된 단일 원자를 통한 전기촉매 활성 제어

한현구, 김정규*
성균관대
(legkim@skku.edu*)

수소 발생 반응(HER)과 산소 발생 반응(OER)을 위한 효율적이고 비용 절감하는 촉매를 찾는 것은 수소 생산 기술을 발전시키는 데 필수적이다. 최근 단일 원자 촉매(SAC)는 가변 특성과 높은 촉매 활성으로 인해 주목을 받고 있다. 단일 원자를 수용하기 위해 적절한 기판의 선택이 필수적이며, 2차원 기판 물질에서 멕신은 우수한 전기 전도성, 넓은 비표면적 및 친수성 특성으로 인해 유망한 후보로 부상했다. 본 연구에서는 자체 환원 공정을 통해 전이금속이 고정된 Ti3C2TX 멕신을 설계했다. 전이금속 원자와 양을 조절하여 만들어진 이 물질은 기존 멕신에 비해 HER과 OER에 대해 향상된 전기촉매 활성을 보였다. 또한 밀도함수이론 계산은 멕신에 전이금속 결합이 전자 교환을 용이하게 하여 전이금속-멕신의 중간 흡착 에너지를 줄이고 촉매 활성을 향상시킴을 계산했다. 따라서, 본 연구가 우수한 촉매 활성을 달성하기 위해 이차원 물질에 전이금속 기반 단일 원자 촉매를 설계의 이해에 기여할 것으로 기대된다.

P에환목-114

에너지 하베스팅을 위한 이중 섬유 구조의 복합 소재 합성

유진욱, 김진석, 표성규*
중앙대
(sgpyo@cau.ac.kr*)

Electrospinning is very facile and versatile method to fabricate nanofiber using polymer solution. Because of the piezoelectric β-phase of PVDF effectively induced by electrospinning process, this system is suitable for fabricating PVDF-based flexible nanogenerators.[1] However, in the electrospun PVDF nanofiber, the fiber uniformity and the mechanical strength is poor due to the binary solvent system. So, In this study, we adopted PAN (Polyacrylonitrile) and PVDF-HFP with relatively good electrospun fiber uniformity were used for improving overall fiber uniformity, and barium titanate (, BTO) was used as an additive to increase the piezoelectric effect. As a result, The output voltage and fracture stress of the pristine PVDF web was 2.25V and 3.42MPa respectively, but the HFP@PANBTO coaxial fiber was measured to 3.45V and 3.14MPa. Also, the PANBTO hollow fiber was measured 2.73Vand 9.13MPa.

P에환목-115

Theoretical Investigation toward Modified Activat

권대현, 신재권, 이경민[1], 곽상규*
고려대; [1]울산과학기술원
(skkwak@korea.ac.kr*)

In recent years, a global focus has concentrated on greenhouse gas emission regulations, to achieve net-zero emissions by 2050. Perfluorocarbons, particularly CF_4, have gained significant attention due to their high global warming potential. Current mitigation methods involve catalytic systems, which unfortunately produce corrosive HF. To resolve this, we propose an novel, environmentally friendly adsorbent for efficient CF_4 capture, based on modified activated carbon, guided by density functional theory calculations. First, we examined the influence of adsorbent pore size on CF_4 adsorption. An optimal adsorption energy was found at 0.8 nm, which was in accordance with experimental results. Second, in pursuit of enhancing adsorption performance, we explored the effect of introducing N, O, and S functional groups, alongside transition metal doping across 4, 5, and 6-periods. Notably, the $-COOCH_3$ functional group and Ag metal demonstrated the most substantial improvements in adsorption energy. Our upcoming goals involve the evaluation of CF_4 selectivity in comparison to other by-product gases (i.e., HF, SF_6).

P에환목-116

Superhydrophobic Coating on Dye-Sensitized Solar Cells for Prevention of Fine Dust and Performance Restoration

이인희, 서주원, 김재엽*, 오준균, 백수현, 조동익
단국대
(jykim@dankook.ac.kr*)

Dye-sensitized solar cells (DSSCs) have many advantages with high potential for commercialization such as low cost, high efficiency, and easy manufacturing processes. However, the efficiency often decreases due to reduced light transmittance caused by fine dust and various sized particles in the air deposited to the surface. These pollutants are removed using high-pressure water, leading to high maintenance costs. One solution to address this issue is to coat the exterior of the solar cells with superhydrophobic substances. In this study, the changes in efficiency were measured when fine dust deposited on the surface of DSSCs, and comparisons were made by measuring DSSCs under low-intensity illumination. After the superhydrophobic coating, the changes in efficiency were measured based on the frequency of cleaning. Therefore, the coating was found to effectively restore the efficiency of the solar cells to a level similar to their initial conditions after cleaning.

P에환목-117

실란 처리된 PVDF 중공사막 막 접촉기를 활용한 해수 염 이온 기반 이산화탄소 광물화

안치혁, 배태현*
카이스트
(thbae@kaist.ac.kr*)

Rising CO2 levels highlight the importance of Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS). Our study suggests an efficient method for CO2 capture using mineralization reactions involving Ca2+ and Mg2+ ions from seawater. Initially, PVDF hollow fiber membranes (PVDF HFMs) were produced via dry-jet spinning and surface-modified with dimethyldichlorosilane and methyltrichlorosilane to enhance hydrophobicity and prevent pore wetting. Silane-modified PVDF HFMs were employed in a contactor to evaluate CO2 removal from flue gas. Two contactors, subjected to varying pH levels, reacted with salt ions. The first contactor, at pH 9-10, facilitated Ca2+ and CO2 reaction forming CaCO3. The second, at pH 11+, facilitated Mg2+ and CO2 reaction forming MgCO3. We assessed CO2 removal using liquid solutions containing salt ions, namely RO brine from desalination and NF brine from nanofiltration of seawater. Increased gas and liquid flows correlated with elevated CO2 removal flux, and the highest CO2 removal exceeded 99%. In conclusion, our study underscores the potential of PVDF HFMs in a contactor setup for efficient carbon dioxide capture.

P에환목-118

생분해성 플라스틱의 생합성을 위한 지속가능한 공급 원료로서의 에테인 활용

명재욱*, James C. A. Flanagan[1], Wakuna M. Galega[1], Robert M. Waymouth[1], Craig S. Criddle[1]
KAIST; [1]Stanford University
(jjaimyung@kaist.ac.kr*)

The presence of ethane in natural gas is often considered undesirable for methanotroph-based biotechnology due to the C_1 specialization of obligate methanotrophs and concerns about inhibitory byproducts arising from methane monooxygenase-mediated cometabolism of ethane. This work establishes that co-oxidation of ethane and further metabolism in the absence of methane can support synthesis of the valuable polyhydroxyalkanoate bioplastics P3HB and PHBV. Under conditions of nutrient-limited growth, Type II obligate methanotrophs oxidize C_1 compounds, such as methane or methanol and accumulate intracellular granules of poly(3-hydroxybutyrate) (P3HB). Here, we report that, under same nutrient-limited conditions, the Type II obligate methanotroph Methylocystis parvus OBBP can use ethane as its sole carbon and energy source for synthesis P3HB granules, accumulating up to 35 ± 4 wt% P3HB. ^{13}C-NMR spectra of the P3HB confirmed incorporation of C from [$^{13}C_2$]ethane. Moreover, when valerate was added as a co-substrate with ethane, oxidation of the ethane supported synthesis

P에환목-119

무포집 CO_2 활용 공정에서의 촉매 피독을 막기 위한 탈황 공정에 대한 연구

김상빈, 유은주, 주지봉*
건국대
(jbjoo@konkuk.ac.kr*)

화석연료를 연소하여 에너지원으로 하는 발전소와 다양한 산업 공정 등의 고정 배출원 및 자동차, 항공기와 선박 등의 배기가스에서 발생하는 미세먼지로 인한 대기오염이 심각해짐에 따라, 미세먼지를 저감하기 위한 연구가 진행되고 있다. 최근 CCUS에 대한 관심이 높아짐에 따라 발전소 배가스에서 배출되는 CO2를 추가 포집 공정 없이 직접 활용하여 고부가가치의 화합물을 제조하는 연구 또한 진행되고 있다. 이를 위해서는 배가스 내 존재하는 SO2를 제거하여 공정에 사용되는 촉매의 피독 현상을 방지하여야 하기 때문에 SO2의 제거는 필수적이다. SO2 제거 기술에는 습식 흡수법, 건식 흡수법, 반건식 흡수법 등이 있다. 그 중 탄산칼슘을 기반으로 하는 습식 흡수법(WFGD)은 타 공정 대비 간단한 공정으로 최고의 흡수 효율을 가지기 때문에 대부분의 탈황 공정에 적용되고 있다. 본 연구에서는 실험실 규모의 흡수 장치를 구축하고 WFGD 공정에 적용되는 다양한 첨가제의 스크리닝을 통하여 조건별 최적의 흡수 성능을 가지는 첨가제에 관해 확인하였다.

P에환목-120

Enhancing Quantum Dot-Sensitized Solar Cell Efficiency Using Poly(vinyl pyrrolidone) as Electrolyte Additive

하승범, 김재엽*
단국대
(jykim@dankook.ac.kr*)

Quantum dot-sensitized solar cells (QDSCs) are currently being actively researched as next-generation solar cells. However, the charge recombination which is the movement of electrons away from TiO_2 layer was biggest issue for decrease the photovoltaic performance of QDSCs. In this reason, many studies are being conducted to reduce charge recombination at photoanode/electrolyte interface. In this paper, it proposes a facile method to control the charge recombination by adding poly(vinyl pyrrolidone) (PVP) in the polysulfide electrolyte. It was found that the polysulfide electrolyte with PVP can improve the photovoltaic performance especially short circuit current density (J_{SC}) and power conversion efficiency (PCE). As a result, QDSC with 5 wt% PVP polysulfide electrolyte is the optimum condition obtaining PCE of 7.161 % in J-V curves. The PCE was increased by 43% compared to electrolyte without PVP.

P에환목-121

Synthesis of Low-cost and Eco-friendly Porous Carbon Sphere for CO2 capture from ambient air

조아라, 김재영[1], 이동호[1], 박영철[1], 이유리[1]*
한국에너지기술연구원/연세대; [1]한국에너지기술연구원
(yrlee@kier.re.kr*)

As the concentration of carbon dioxide in the atmosphere has risen beyond pre-industrial levels and is now at 415 parts per million, research into capturing carbon dioxide from the atmosphere has become essential. In this study, eco-friendly potassium-based porous carbon beads were prepared by using the mixture of wheat flour and rice husk as a support. Various synthesis parameters, including the flour and rice husk ratio, the quantity of activator, and the carbonization temperature, were investigated and optimized based on their physicochemical properties. The physicochemical characteristics of the prepared materials were examined using SEM, XRD, and N_2 adsorption-desorption isotherms. The CO_2 adsorption efficiency of the prepared adsorbents was assessed through CO_2 adsorption isotherms, CO_2 working capacity via TGA analysis, and experiments in a closed chamber (0.1 m^3) using a 1000 ppm CO_2/air balance gas. The results exhibited a high adsorption capacity of approximately 10 wt.% even at low CO_2 levels (1000 ppm), and the performance was sustained even after multiple recycling tests.

P에환목-122

용매별 CH_4 흡수 성능 스크리닝 및 특성 분석

손주희, 최민주, 강조홍, 황선엽, 송호준*, 박현식, 배윤상[1]
한국생산기술연구원; [1]연세대
(hjsong@kitech.re.kr*)

청록수소 생산은 청정수소 생산 방법 중 하나로, 기체 메탄을 고온의 액체 금속에 통과시켜 열분해하여 기체 H_2와 고체 탄소 층으로 분리시키는 과정을 말한다. 이때 배출되는 기체 H_2의 부피비는 90%, 나머지 10%는 CH_4로 구성된다. 그러므로 순수한 H_2 생산을 위해 CH_4을 회수할 수 있는 방법이 필요하다. 본 연구에서는 메탄 회수를 위해 세 가지 종류의 용매(일반 용매, Lean-oil, 이온성 액체)를 사용하였으며, 총 네 가지 용매(에탄올, 1-옥타나티올, 올레산, [Bmim][PF_4])에 대한 메탄의 분압별 용해도를 비교하는 흡수 스크리닝 실험을 수행했다. 실험 온도는 313.15 K, 그리고 증기압이 상대적으로 낮은 용매에 대해 393.15 K에서 진행했다.

P에환목-123

Economical operation of MW-scale PEM electrolyzers for green hydrogen production in Jeju Island

전홍준, 노고산*, 강경수[1], 김우현[1], 김승환
충남대; [1]한국에너지기술연구원
(ksroh@cnu.ac.kr*)

We analyze the economic feasibility of a 5 MW-PEM water electrolysis system that produces green hydrogen in Jeju, South Korea, where solar and wind energy is plentiful. The levelized cost of hydrogen (LCOH) is calculated based on the historical data on the power supply and curtailment in Jeju from 2018 to 2022. We optimize the hourly operation of the electrolyzer to minimize the LCOH while meeting the requirement (4 kg-CO_2eq/kg-H_2 of the carbon footprint) of the Korean clean hydrogen certification system. We found that the operating rate should be reduced if the certification requirement is met. Also, purchasing the renewable energy certificate (REC) and utilizing curtailed electricity originating from wind and solar energy could significantly lower the LCOH. Thus, it was shown that various policy supports are needed to promote green hydrogen business.

P에환목-124

Analyzing the Degradation Patterns of Polymer Electrolyte Membrane Water Electrolysis under Variable Renewable Energy Inputs and Steady-State/Dynamic Common Profiles

보로노바 아나스타시아, 김솔, 박희영, 장종현, 서보라*
한국과학기술연구원
(brseo@kist.re.kr*)

To achieve the global decarbonization goals, proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) stack capacity boosting is needed. In this context, the primary challenges are novel materials exploration and accurate durability assessment of the PEMWE coupled with the renewable energy source (PEMWE-ReS). In this work, various durability evaluation protocols were applied and degradation mechanisms were decoupled and analyzed. A high-resolution simulated solar profile, two steady-state profiles (under 2 and 3 A cm^{-2}) , and three dynamic profiles (0-3, 0.1-3, and 2-3 A cm^{-2}) were studied. Activation, ohmic, and mass transport overpotential changes were analyzed along with the catalyst dissolution, chemical membrane degradation, and Ti porous transport layer passivation. Solar profile was featured by some activation overpotential recovery, elevated fluoride release, and Pt dissolution. It was observed, that the steady-state profile (3 A cm^{-2}) and one of the dynamic profiles (cycling from 0.1 to 3 A cm^{-2}) would jointly mimic solar conditions well. These observations encourage to use the combined load patterns for

P에환목-125

양성자 교환 막 수전해용 Ru 원자가 분산된 Ni 촉매 일체형 전극

김호영, 여경림[1], 이국승[2], 김성빈, 박해선[1], 김수길[1], 이진우*
한국과학기술원; [1]중앙대; [2]포항가속기연구소
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

양성자 교환 막 수전해는 대규모 수소 생산을 위한 환경 친화적인 기술이지만, 산성환경으로 인해 고가의 내산성 물질로 구성되어 수소 생산 비용이 높은 문제가 있다. 현재 수소 발생 반응의 촉매 물질로는 고가의 Pt가 사용되고 있어, 가격 경쟁력을 높이기 위해 Pt를 대체할 새로운 촉매 개발이 많이 이루어지고 있다. 그러나 성능과 내구성의 균형을 맞춘 저가형 촉매 개발에는 어려움이 있었다. 본 연구는 간단한 전기도금을 통해 Ru이 원자적으로 분산된 Ni 촉매가 집적된 다공성 수송 전극을 제작하였다. Ru이 도핑된 $Ni_{98.1}Ru_{1.9}$ 촉매는 수소 발생에 대해 −10 mA cm^{-2}에서 35 mV의 낮은 과전압과 31 mV dec^{-1}의 낮은 Tafel 기울기로 우수한 활성을 보여주었다. 밀도 범함수 이론 계산에 따르면 최적화된 수소 흡착 강도와 촉매 표면에서 수소 흡착물의 이동성 향상이 고성능에 기여한 것으로 나타났다. 양성자 교환 막 수전해 셀의 수소극에 $Ni_{98.1}Ru_{1.9}$를 적용하여 성능과 내구성을 검증한 결과, 2.25 V_{cell}에서 6.0 A cm^{-2}의 우수한 성능과 1 A cm^{-2}에서 50시간이상 구동되는 높은 안정성을 보여주었다.

P에환목-126

$LiFeO_4$ 폐배터리 양극재로부터 수산화 리튬을 합성하는 친환경적이고 경제적인 공정 개발

김민근, 이종찬, 임하나, 고원건[1], 김현종*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(hjkim0023@gmail.com*)

최근 전기자동차, 휴대용 기기 분야에서 리튬이온 배터리의 수요가 급증함에 따라 폐 배터리의 발생량 또한 매년 급증하고 있다. 따라서, 폐 리튬이온 배터리로부터 유가금속을 회수하는 공정의 중요성이 대두되고 있다. 특히, 양극재의 리튬 함량은 약 5.2%로 다른 부품·소재들에 비해서도 높은 수준이므로, 이를 회수하여 다시 전지의 원료로 활용하는 것은 경제적인 이점을 갖고 있다. 따라서, 본 연구에서 $LiFePO_4$ 폐배터리로부터 침출공정을 통하여 리튬이온만을 선택적으로 분리한 후 전기화학적 방법으로 수산화 리튬을 직접 합성하는 공정을 개발했다. 폐 리튬이온 배터리를 물리적 전처리를 통해 금속산화분말로 분리하는 공정에서 발생할 수 있는 불순물을 고려하여 침출액 조성을 구성했고, 전류 밀도, 이온 농도 등 공정변수를 조절하여 수산화 리튬 합성공정을 최적화했다. 또한, 공정의 경제성과 수산화 리튬의 분리 및 합성 메커니즘에 대해 논의하였다.

P에환목-127

Modulating Mixed Valence States of IrO_x Catalyst for Efficient Oxygen Evolution Reaction

김솔, Yen-Linh Thi Ngo, 장종현, 서보라*
한국과학기술연구원
(brseo@kist.re.kr*)

Water electrolysis (WE) is a promising way to produce hydrogen without carbon emissions. Notably, proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) has been attracted due to its high performance, compact design, and fast response. However, the slow kinetics of oxygen evolution reaction (OER) in PEMWE leads to use of precious metals, impeding its practical implementation. While various strategies for synthesizing low-content Ir catalyst have been proposed, their activity remains unsatisfactory. This presentation introduces a novel synthesis approach that enhances both the extrinsic and intrinsic activities of the catalyst by employing NaCl as an activity modifier and SnO_2 as a support. The synthesized catalyst (IrO_x/SnO_y_NaCl) exhibits a high OER activity, comparable to the state-of-the-art Ir-based OER catalysts. Structural and electrochemical analyses verified that NaCl tuned the electronic structure and surface area, optimizing the mixed valence states (Ir^{3+} and Ir^{4+}) and reducing the particle size of IrO_x. Moreover, the IrO_x/SnO_y_NaCl catalyst showed a superior single-cell performance, achieving a mass activity 1.9 times higher than that of commercial IrO_2.

P에환목-128

최적화된 수소충전소 설계를 위한 다중 탱크 캐스케이드 시스템의 구성에 관한 연구

심규석, 박병흥*
한국교통대
(b.h.park@ut.ac.kr*)

수소에너지에 대한 수요 증가에 따라 수소충전소에서의 효율적인 수소 연료 공급 시스템 구성의 필요성이 중요한 이슈로 부각되고 있다. 현재 수소충전소는 고압으로 저장된 다중 탱크에 수소를 차압 방식으로 수소 연료 전치 차에 공급하고 있다. 충전의 저장 압력의 다양성으로 이러한 방식은 캐스케이드 방법으로 불린다.본 연구에서는 다중 탱크 캐스케이드 시스템의 복잡성과 잠재적 개선점을 도출하기 위해 다중 탱크 캐스케이드 시스템의 구성에 대한 정량적 분석을 수행하였다. 본 연구의 주요 목표는 질량 유량, 다중 탱크 용량, 오리피스 직경과 같은 주요 매개 변수를 체계적으로 구성하고 CFD 모델로 검증된 열역학 모델을 사용하여 대용량 연료 전지 상용차의 최종 충전 상태(SOC)를 분석하는 것이다.이러한 종합적인 시뮬레이션을 통해 본 연구에서는 최적의 구성을 분석하고 캐스케이드 시스템 설계를 위한 체계적인 방안을 제시하였다. 캐스케이드 시스템을 구성하는 고압 탱크의 용량이 최종 충전 상태를 결정하는 주요 요인이며 이에 대한 영향을 완화하기 위해서는 배관의 압력 강하를 낮추기 위한 구성이 요구된다. 감사의 글: 본 연구는 산업통상자원부와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (과제번호: 20227310100060)

P 에환목-129

Catalysts Supported on Carbon Nanotube Embedded MOF Derived Carbons for Effective Hydrogen Evolution in Anion Exchange Membrane-Based Water Electrolysis

김경한, 임지현, 강종헌*
서울대
(jonghunkang@snu.ac.kr*)

The demand for an effective catalyst applicable to the anion exchange membrane-based water electrolyzer (AEMWE) is significant, as the AEMWE reduces the need for the utilization of precious metals. Hence, it is important to engineer the physical and electrical properties of the catalytic active sites and their supports to fabricate a cost-effective catalyst with remarkable activity. In this study, we present carbon nanotube (CNT) embedded metal-organic framework (MOF)-derived carbon (MDC-CNT), wherein ruthenium and copper are utilized as the catalytic active sites. The growth of the CNTs during the carbonization of ZIF-67 resulted in a hierarchical pore structure that not only facilitates effective catalyst loading but also enhances mass transfer. These enhancements are supported by the observed activity for the hydrogen evolution reaction (HER). The overpotential needed to achieve a current density of 10 mA/cm^2 and Tafel slope of MDC-CNT were both lower than those of the bare MDC, as evidenced by the electrocatalytic measurements. Additionally, an ensemble effect between ruthenium and copper synergistically promotes the HER, leading to a reduction in the usage of precious metals.

P 에환목-130

Ion-templated cross-linking of polybenzocrown ether sulfonates for reusable Cs^+ adsorbent

John Edward Sio, Erwin C. Escobar, 김헌, 정욱진, Grace Nisola*
명지대
(ace.nisola@gmail.com*)

A novel Cs^+ adsorbent was prepared by a two-step polymerization-sulfonation reaction of polybenzocrown ether with a cross-linker and an ion-template. Characterization confirms successful preparation of the adsorbent that is easily recoverable by filtration. The adsorbent showed consistent adsorption/desorption performance with no physical or chemical decomposition. Overall results show that it has the potential to be a competitive and practical Cs^+ absorbent. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P 에환목-131

Hypercross-linked polyaromatic crown ether sulfonates as reusable adsorbents for Sr^{2+} recovery

John Edward Sio, Erwin C. Escobar, 김헌, 정욱진, Grace Nisola*
명지대
(ace.nisola@gmail.com*)

Polyaromatic crown ethers were hypercross-linked and sulfonated to develop Sr^{2+} adsorbents. Characterization of the materials reveal successful preparation. Adsorbents show consistent adsorption/desorption performance without physical or chemical decomposition after multiple use. Overall, both cross-linked crown ether sulfonate adsorbents have competitive and practical potential for Sr^{2+} recovery. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P 에환목-132

MXene based Transition Metal Composite for High-performance Supercapacitor

노기혁, Sangeeta Adhikari, 김도형*
전남대
(kdhh@chonnam.ac.kr*)

Among various solutions to address the challenges posed by energy storage system, supercapacitor (SC) has garnered significant attention due to their high-power density and exceptional stability. In recent years, materials featuring two-dimensional structures, characterized by expansive surfaces exposing abundant active sites facilitated by diverse functional groups, have emerged as a promising avenue to substantially enhance electrochemical performance. Among these, MXene has gained considerable prominence not only for the advantages mentioned earlier but also for their remarkable chemical and mechanical stability, prompting extensive exploration by researchers. To further improve this material with its outstanding properties, this study presents a MXene-based transition metal (TM) composite. Electrode showed not only exceptional stability but also superior electrochemical performance. Furthermore, the robust linkage between TM and MXene facilitated rapid electron transfer and prevented structural collapse. Furthermore, we created solid-state asymmetric SC devices, effectively demonstrating the practical applicability of the proposed materials.

P에환목-133

나일론 기반 강화복합막의 제조 및 특성

이재혁, 노성희*
조선대
(rohsh@chosun.ac.kr*)

Recently, in order to economically manufacture a high-durability membrane with improved mechanical properties and ionic conductivity of the membrane, research on the manufacture of a reinforced composite membrane using a low-cost support has been focused. The nylon-based reinforced composite membrane can reduce phase separation phenomenon by increasing the affinity between the sulfonated polymer electrolyte and the porous substrate by using a surface-modified nylon sheet with increased adhesion as a substrate. It is also advantageous in terms of economy because it is cheaper than conventional fluorine-based polymer membrane. In this study, a nylon-based reinforced composite electrolyte membrane with excellent chemical stability and mechanical properties was prepared by coating the substrate of a surface-modified nylon sheet with a functional ionomer to replace the expensive fluorine-based polymer membrane.

P에환목-134

미생물연료전지 적용을 위한 바이오셀룰로오스 기반 강화복합막

이재혁, 노성희*
조선대
(rohsh@chosun.ac.kr*)

In this study, a reinforced composite electrolyte membrane with high ionic conductivity and low permeability was prepared by impregnating the surface and pores of biocellulose nanofibers with functional ionomers. Since the biocellulose-based reinforced composite membrane uses nanofiber-structured biocellulose as a substrate, the permeability can be controlled, and when applied to a microbial fuel cell, crossover and back diffusion can be reduced to improve power generation. We measured the water content, tensile strength, electrical resistance and ionic conductivity of the biocellulose-based composite membrane. Then, the reinforced composite membrane was applied to the microbial fuel cell and its characteristics were evaluated.

P에환목-136

액상 플라즈마와 금속이온이 담지된 TiO2 광촉매를 적용한 암모니아수의 크래킹 공정에서 수소제조 특성

정경환, 정상철*
순천대
(jsc@sunchon.ac.kr*)

암모니아는 녹색수소 생산의 직접적인 원천으로서 유망한 물질이다. 이 연구는 액체 암모늄하이드록시드(ammonium hydroxide; NH_4OH) 내에서 플라즈마를 직접 발생시켜 크래킹 반응에 의해 수소를 대량으로 생산하는 수소제조 공정을 제안한다. 이 크래킹 반응에 TiO_2와 다양한 금속 이온이 도핑된 TiO_2를 적용하여 수소제조 반응특성을 조사하였다. 액체 NH_4OH에서 플라즈마의 방사에 의해 강한 자외선과 486, 656 nm의 가시광이 방출되었다. TiO_2에 Ni나 Fe 이온을 도핑하고 질소를 도핑하면 가시광 감응성이 향상되었다. TiO_2의 밴드갭 에너지가 3.2 eV인데 비해 금속이온을 도핑한 TiO_2는 약 2.8 eV로 낮아졌다. 이 반응에 TiO_2 광촉매를 주입하였을 경우 수소생성률은 증가하였다. 질소와 Ni 이온이 도핑된 TiO_2 (N/Ni/TiO_2) 광촉매에서 가장 높은 수소생성율을 보였다. 이 때 발생한 수소생성률은 130 L/g·h로 높았다. 이는 질소와 니켈이 도핑된 TiO_2가 자외선뿐만 아니라 가시광에도 감응하므로 액상 플라즈마에서 방출하는 강한 자외선과 가시광선에 모두 반응할 수 있기 때문이다.

P에환목-137

바이오가스 고질화를 위한 다단 분리막 공정 최적화 및 분리 성능의 영향 분석

김세중, 김진국*
한양대
(jinkukkim@hanyang.ac.kr*)

탄소 중립 달성을 위한 재생 에너지 사용의 확대는 필수적이다. 그 중 하나인 바이오가스는 유기성 폐기물에서 생산된 가스 형태의 탄소 중립적인 재생 에너지원이다. 메탄과 이산화탄소 등으로 구성된 혼합 가스 형태로 생산되는데, 바이오가스 고질화를 통해 바이오 메탄으로 전환 가능하다. 바이오가스 고질화를 위한 분리 공정은 다양한 공정이 있지만, 본 연구에서는 막분리법에 초점을 맞춰 연구를 진행했다. 단일 분리막 모델을 기반으로 압력 변환 및 열교환 설비와 연계된 다단 분리막 공정을 설계 툴(tool)을 구축하였다. 저비용 고회수율 고순도 바이오메탄 생산을 위해 공정 구조와 막면적, 압력 등의 공정 변수들을 동시에 고려하기 위해 초구조 기반 최적화 방법을 적용하고, 유전 알고리즘을 사용한 최적설계안을 도출하였다. 분리막의 투과도와 선택도가 trade-off 관계임을 바탕으로, 현재 기술 수준의 투과도와 선택도 범위내의 여러 분리 성능에 따른 최적화 및 경제성 평가를 진행하였다. 분리 성능과 최적화 결과간의 상관성을 분석하고, 이를 통해 공정 경제성 관점에서 바이오가스 고질화에 적합한 분리 성능을 제시하고자 한다. 사사 : 본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2019R1A2C2002263, No.2022R1A5A1032539)

P 에환목-138

Removal of Cs+ and Sr2+ by a porous polymeric adsorbent

정욱진, Erwin C. Escobar, John Edward Sio, 김헌, Grace Nisola*
명지대
(ace.nisola@gmail.com*)

Rapid and simultaneous removal of priority radionuclides Cs^{+} and Sr^{2+} was achieved using a highly porous polymeric adsorbent. For both radionuclides, adsorption equilibrium was observed < 1 min and this results in essentially complete contaminant removal even with very dilute (~ 2 mg L^{-1}) contaminant concentrations. The polymer also exhibits high sorption capacities (360 mg Cs^{+} g^{-1} and 115 mg Sr^{2+} g^{-1}). The polymer can undergo regeneration and reuse with practically no loss in sorption capacity after each cycle. This work was supported by the NRF grant funded by MSIT (2021R1A2C2093746) and Basic Science Research Program through the Ministry of Education (2020R1A6A1A03038817 and RS-2023-00242421).

P 에환목-139

N-doped Carbon collaborated with CoFe Phosphide as a Stable and Efficient Electrochemical Catalyst for Seawater Splitting at High Current Density.

안현지, 문주용[1], 정하연, 박정태*
건국대; [1]연세대
(jtpark25@konkuk.ac.kr*)

Hydrogen's attractive as a clean energy alternative is driven by low emissions and high energy density. Limited freshwater blocks large-scale electrolysis, leading to the search for seawater-compatible electrocatalysts. We have now developed a stable electrocatalyst for alkaline seawater splitting using N-doped carbon-coated CoFe phosphide from ZIF. N-doped carbon protects against seawater corrosion, enabling sustained active site operation. By tuning ZIF amounts, CoFe LDH@PNC's electrocatalytic performance improves markedly. In 1 M KOH at 10 mA cm^{-2} and 1000 mA cm^{-2}, respectively, CoFe LDH@PNC exhibits impressive characteristics, achieving ultra-low overpotentials for HER: 44 mV and -255 mV, and OER: 230 mV and 465 mV. By reaching high current densities of 500 and 1000 mA cm^{-2} at incredibly low voltages, it meets industrial seawater splitting needs. The catalyst proves exceptional stability, enduring 1,000 hours at 500 mA cm^{-2}. This study presents a promising method using N-doped carbon to stabilize transition metal LDH for seawater splitting.

P 에환목-140

Carbon dioxide adsorption characteristics of pig-bone biomass-derived activated carbon

정서경, 하나은, 이인우, 천서영, 이영석*
충남대
(youngslee@cnu.ac.kr*)

Carbon dioxide is one of the main drivers of global warming. In order to reduce these carbon dioxide emissions, prior research for carbon dioxide adsorption and capture continues. In this study, activated carbon was manufactured using pig bones, and its carbon dioxide adsorption capacity was confirmed. Activated carbon based on pig bones was manufactured through activation at various temperatures, and BET (Brunauer-Emmett-Teller) was used to confirm the pore characteristics of activated carbon. According to the analysis, activated carbon at 800 ℃ has the largest specific surface area. After that, the adsorption amount of carbon dioxide was confirmed at 273 and 298 K. Samples activated at 800 ℃ had the highest carbon dioxide adsorption in both conditions. However, when calculating the selectivity using the Ideal adsorption solution theory (IAST) selectivity formula, it was confirmed that activated carbon with different conditions depending on pressure and temperature was better than 800 with the largest specific surface area.

P 에환목-141

Fluent ANSYS 시뮬레이션을 통한 영농형 태양광 시스템의 안정성 검토 및 발전량 현황

김보명, 오수영, 정재학*
영남대
(jhjung@ynu.ac.kr*)

글로벌 에너지 소비량의 증가로 인해 기존 화석 연료 위주의 에너지 소비는 온실가스로 인한 급격한 기후변화를 촉진시켰고, 이로 인해 발생한 환경 문제 및 식량 위기를 해결하기 위해 전 세계적으로 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력 중 하나로 친환경 에너지의 사용률을 높이고 있으며, 그 중 영농형 태양광 발전이 크게 주목받고 있다. 영농형 태양광 발전은 기존 태양광 발전과는 달리 태양광 모듈 하부 지면에 농사를 지을 수 있도록 하는 시스템이며, 기존 시스템과는 달리 지면으로부터 약 3 m 이상의 높이에 모듈을 설치해야 한다. 그렇기 때문에 해당 영농형 태양광 시스템의 구조물은 환경의 영향을 많이 받으므로 안정성 검토는 필수적이다. 본 연구에서는 영농형 태양광 시스템의 구조물의 안정성을 검토하기 위해 Fluent ANSYS 시뮬레이션을 사용하여 4 m 높이의 영농형 태양광 구조물을 풍속 36 m/s로 설정하여 8 방향에서의 풍하중을 확인하여 각 구간별 구조물이 받는 압력을 측정하여 구조물 안정성 최적화를 진행하고자 한다.

P에환목-142

실주행 전기차 배터리 팩의 SOH 추정을 위한 XGB 모델

임주리, 신동일*
명지대
(dpshin@gmail.com*)

전기자동차 수요가 증가함에 따라 배터리의 폐기량이 증가하는 추세이다. SOH 기준에 따라, SOH 0.8 이하로 평가되는 배터리는 폐기 대상이 되지만, 현재 SOH의 명확한 정의 및 배터리의 정확한 기준 값이 부재함으로써, 배터리의 상태를 정확하게 진단하는 것은 어려운 실정이다. 기존 연구들은 주로 배터리 셀 SOH 추정 모델에 중점을 두었고, 배터리 셀 SOH를 추정하기 위해 완전 충/방전, 일정한 온도 조건, CCCV 방식 등 특정 실험실 환경 조건에서 배터리 노화를 측정하였다. 그러나 실제 사용되는 배터리 팩 전체에 대한 추정이 필요하며, 실험실 조건과는 다르게 불완전 충/방전, 계절 및 일교차로 인한 온도 변화, 운전자의 다양한 운전 습관 등에 의해 배터리 노화가 진행된다. 따라서 본 연구에서는 OBD 장치를 통해 수집된 자동차 데이터를 활용하여, 완전 충/방전 조건에서의 데이터를 기반으로 전류 적산법 및 보정 인자를 이용하여 각 차종 별 배터리 팩 SOH의 기준값을 추정하는 기계학습 모델을 개발하였다. 이후 불완전 충/방전 데이터를 활용하여 이전의 사용 이력이 없는 배터리 팩의 현재 상태를 추정하는 XGB 모델을 개발하였다.

P에환목-143

Manufacturing of Core/Crown Type-II Heteronanoplatelets as open structure for efficient hydrogen production

김륜나, 김지훈, 지형용, 김휘동*
한국생산기술연구원
(hdkim86@kitech.re.kr*)

Recent efforts to boost photocatalytic activity have highlighted a designing a nanostructure that exhibits type-II band structure in core/shell quantum dots (QDs), leading efficient charge separation. However, one of the roadblocks for utilization of this heterostructure for photocatalyst is that the charge (either an electron or hole) in the core is confined rather than participating reaction because the shell layer acts as charge blocking layer. In this research, we investigated the influence of the open structure on the hydrogen generation rate using type-II core/crown nanoplatelets (NPLs), thanks to their unique structure, in which both the core and crown are directly exposed to the outside. For a comparative analysis, we prepared conventional spherical type-II QDs. Then, we conducted time-resolved photoluminescence measurements to ascertain whether the NPLs exhibit similar type-II charge dynamics to spherical QDs. In the water splitting experiments, we found that despite exhibiting charge dynamics similar to QDs, NPLs demonstrated enhanced photocatalytic activity due to the characteristics of the open structure, as evidenced by high hydrogen evolution rate.

P에환목-144

공융용매 전처리를 통한 리그노셀룰로직 플라스틱 제조 및 케나프/전분 복합재료에 따른 특성 분석

고지훈, 문가연, 송은비, 임성래, 윤희선, 김가희[1], 엄병환*
한경국립대; [1]탄소중립자원연구센터
(bhum11@hknu.ac.kr*)

본 연구에서는 플라스틱의 처리 과정에서의 환경 문제를 개선하기 위해 생분해도가 높은 초본계 바이오매스인 케나프 섬유를 이용하여 플라스틱을 제조하였다. 추가로 DES의 처리에 따른 성분 및 물성을 확인하기 위해 전분을 첨가하였다. 케나프 섬유를 공융용매 전처리를 하여 리그닌을 추출한 후 가수분해를 하여 리그닌을 재생시켰다. 케나프 입자 크기를 40 mesh, 80 mesh로 준비하여 바이오플라스틱을 제조하였고 그에 따른 화학적•기계적 특성을 알아보았다. SEM 분석 결과 전분을 사용한 플라스틱의 표면이 더 매끄러웠다. 파쇄단면은 케나프 입자크기에 상관없이 적층된 구조를 보였다. FT-IR 분석 결과 3339 cm-1는 셀룰로오스와 리그닌의 -OH stretching 피크, 2917 cm-1는 셀룰로오스의 -CH stretching 피크, 1728 cm-1는 셀룰로오스의 C=O- stretching 피크에서 케나프 크기와 전분 유무에 따른 바이오플라스틱의 검출된 작용기는 매우 유사했다. TGA 분석 결과 바이오 플라스틱은 원료인 케나프와 비교했을때 높은 열적안정성을 얻었다. 수분흡수 분석결과 바이오플라스틱의 소수성이 케나프와 비교하여 향상되었다. 이러한 특성을 갖는 바이오플라스틱은 바이오매스 원료로 만들기 때문에 화석 연료에 대한 의존도를 줄이고 온실 가스 배출을 줄일 수 있다. 따라서 탄소중립을 위해 널리 사용되는 석유 화학 플라스틱을 대체할 강력한 후보이다.

P에환목-145

Effective lithium incorporation to bimetallic metal-organic frameworks for enhanced charge-storage capacity and all-solid-state lithium-ion capacitors

Sahoo Gopinath, 정현서, Parthasarathi Bandyopadhyay, 정상문*
충북대
(smjeong@chungbuk.ac.kr*)

In this work, we proposed a strategy to incorporate lithium into the bimetallic MOF (Li-NiCo MOF) by a simple hydrothermal process that further improves the structural and electronic properties of the composite electrodes. The incorporation of lithium by the hydrothermal method is again compared with the ultrasonication methods. The electrochemical experiments and test results show that the reversibility of Li^+ storage of the Li-NiCo MOF half-cell composite prepared by the hydrothermal method is significantly enhanced, and it has a higher rate capacity (1120 mA h g^{-1} at 0.1 Ag^{-1}) and long cycle stable life. Further, an all-solid-state lithium-ion capacitor (Li-NiCo MOF//AC) is fabricated, which achieves a high energy density of 32.2 Wh kg^{-1} at a high-power density of 250 W kg^{-1}. Finally, the device exhibits excellent electrochemical structural stability, and can still maintain an original capacity of 80 % after 2,000 charging-discharging cycles. Thus, the study concludes that lithium incorporation into the MOF structures is of

P에환목-146

Comparative study on sulfur encapsulation into mesoporous carbon as high-capacity cathodes for liquid and all solid-state lithium sulfur batteries

Murugesan Karuppaiah, 손찬식, 배정우, 이정규*
동아대
(jklee88@dau.ac.kr*)

All solid-state lithium sulfur batteries (ASSLSBs) have received great attention as next-generation sustainable energy storage devices due to high energy density and potential safety hazard. However, start-of-the-art ASSLSBs have still faced a few serious of hinders distinct high interfacial impedance, insufficient sulfur utilization, lower sulfur mass loading, mismatch triple phase interfaces and also uncertain electrochemical mechanism between liquid and solid-state lithium sulfur batteries. Here, to address these concerns, we proposed to prepare and tune the encapsulation of sulfur into high conductive mesoporous carbon by solution impregnation and melt-diffusion techniques (IM), and electrochemical performance in liquid (LiTFSI+LiNO3) and sulfide solid-state (LI6PS5CI) electrolytes. We found that the S/MC cathode possessed high ion conduction and fast electron transfer pathways for inactive bulky sulfur, lower interfacial resistance and alleviate volume change resulted on a remarkable rate capability and a high discharge capacity. This work evidently demonstrated and revealed that the S/MC cathode material could be potential candidate for high performance ASSLSBs.

P에환목-147

분무열분해 및 함침법을 통해 합성된 촉매의 Cu 담지량에 따른 촉매 활성 연구

김창현, 전이정, 심재오*
원광대
(joshim85@wku.ac.kr*)

폐기물의 가스화 공정은 폐자원을 재생에너지원으로 활용하여 수소 및 고부가가치 물질을 생산할 수 있다. 가스화 공정 후 생성되는 합성가스는 고농도의 CO를 함유하고 있어 CO를 제거하고 고순도의 수소를 생산하기 위해서는 수성가스전이(WGS: Water-gas shift)반응이 필수적이다. 본 연구에서는 고온수성가스전이(HT-WGS: High temperature water-gas shift)반응을 진행하였고, 분무열분해(spray pyrolysis)법으로 합성한 CeO_2-MgO 지지체에 Cu를 함침한 촉매를 사용하였다. Cu는 5, 10, 15, 20, 25 wt%로 다르게 담지하여 담지량의 차이에 따른 촉매의 활성을 파악하고자 하였으며, 연구 결과 15 wt% Cu를 함침한 15 wt% Cu/CeO_2-MgO 촉매의 CO 전환율이 가장 높게 나타났다.

P에환목-148

장주기 포타슘-이온 배터리 음극소재용 질소-도핑 흑연질 탄소와 중공 질소-도핑 탄소 나노케이지로 구성된 다공성 탄소나노섬유

이재섭, 조중상[1]*, Narasimharao Kitchamsetti[1]
고려대; [1]충북대
(jscho@cbnu.ac.kr*)

In recent years, potassium-ion batteries (PIBs) have garnered significant research attention due to their potential as alternatives to lithium-ion batteries, which face challenges such as the high cost of lithium resources due to scarcity and uneven distribution on earth. In this study, hierarchical porous carbon nanofibers (NFs) are synthesized via electrospinning and subsequent carbonization, and applied as the anode of the PIBs. The carbonization process is optimized to achieve ample graphitization of PAN-derived soft carbon while completely converting ZIF-8 into hollow N-doped C nanocages. The prepared NFs through an optimized carbonization comprise porous and hollow N-doped C nanocages enclosed within a conductive graphitic carbon (GC) matrix that facilitates efficient electron transport. The interconnected porous and hollow nanocages originating from ZIF-8 decomposition promote a substantial electrode-electrolyte contact area, reducing potassium-ion diffusion length. N-doped GC generated through PAN polymer decomposition in the NFs enhances structural integrity and provides extra pathways for unique electron transport due to its high electrical conductivity. Hierarchical porous NFs composited with N-doped GC and ZIF-8 derived hollow N-doped C nanocages exhibit

P에환목-149

Investigating the Catalytic Performance of Single-Cell Catalysts for Efficient Electrochemical Nitric Oxide Reduction to Ammonia

Rashid Haroon Ur, 주형국, 윤형철*
한국에너지기술연구원
(hyoon@kier.re.kr*)

Nitric oxide reduction is a crucial reaction due to its environmental and industrial relevance. Meanwhile, the electrochemical ammonia (NH_3) synthesis from N_2 suffers from low reaction rate and Faradaic efficiency (FE). Combining NO removal and NH_3 synthesis, electrochemical NO reduction reaction (NORR) toward NH_3 is considered as a novel and attractive approach. The utilization of single-atom catalysts (SACs) introduces a novel approach by providing enhanced catalytic activity, selectivity, and stability. In this work, single-cell setup is used with dilute NO feed (1 vol. % balanced with N_2) at ambient conditions. However, NO fed at different conditions i.e. dry and wet (RT, 40 ºC, and 60 ºC) to observe any effect on performance. Herein, we propose promising single-atom based catalysts for electrochemical nitric oxide reduction to ammonia that exhibit higher activity and efficiency at ambient conditions.

P에환목-150

Fabrication of copper sulfide counter electrode using electroplating method for Highly Efficient Quantum Dot-Sensitized Solar Cells

최인희, 김재엽*
단국대
(jykim@dankook.ac.kr*)

Cu_2S has been extensively utilized as a counter electrode (CE) material for quantum dot-sensitized solar cells (QDSCs) due to its excellent catalytic activity for polysulfide electrolytes. The common approach for the fabrication of Cu_2S CE based on brass substrate is dangerous because of using a high concentration of hydrochloric acid solution. In contrast, electroplating offers safety advantages due to its use of a less acidic solution. Compared to the brass method, electroplating increases the probability of obtaining CE of consistent quality. Furthermore, the electroplated Cu_2S added onto carbon film provides improved repeatability and stability. The efficiency of Cu-In-Se QDSCs with electroplated Cu_2S CE exhibit 8.53%, which is higher than that with the common method using brass CE (6.83%).

P에환목-151

알칼리 토금속 기반 이종금속을 활용한 난분해성 과불화화합물 제거

김준엽, 박중현, 엄현진, 권현민, 이은도, 김휘동*
한국생산기술연구원
(hdkim86@kitech.re.kr*)

최근 반도체 제조 공정의 증가로 반도체 공정에서 사용되는 과불화화합물(PFCs)의 배출량이 증가하고 있다. 높은 온난화지수를 가지는 PFCs의 제거를 위해 활용되는 공정인 직접 열분해, 플라스마 분해 및 촉매 분해는 고에너지를 필요로 하고 HF 등 유해 가스를 생성하여 추가적인 스크러버 설치가 요구되고 있다.본 연구에서는 액체금속을 활용하여 다종 PFCs를 고부가가치 물질로 전환하는 열화학 전환 공정 개발 연구를 진행하였다. 높은 열전도율을 가진 주석을 열전달 매개체로 활용하고 가수분해 과정을 거치지 않기 때문에 기존 공정과 비교하여 유해 부산물 생성 없이 낮은 온도에서 PFCs를 제거할 수 있다. 단일 액체주석의 경우 NF_3는 350°C에서 99%, SF_6는 660°C에서 90% 이상이 제거된 반면, CF_4는 C-F 결합의 높은 결합 해리 에너지로 인해 800°C에서도 10%의 낮은 전환효율을 보였다. 이를 개선하기 위해 열역학 계산을 통해 도출된 신규 물질이 혼합된 이종금속(Sn-X, Sn-Y)을 액체금속으로 활용하였고 Sn-X는 800°C 에서 기존 단일 액체주석의 8배 증가된 84%의 제거효율, Sn-Y는 99.9%의 제거효율을 달성하였다.

P에환목-152

Selective In-situ Water Removal by Polybenzoxazole Hollow Fiber Membrane for Enhanced CO_2 Methanation

김은영, 배윤상[1], 문수영[2]*
한국화학연구원/연세대; [1]연세대; [2]한국화학연구원
(msy1609@krict.re.kr*)

In the CCU process, the conversion of captured CO_2 into valuable chemicals and fuels such as CO, CH_3OH, C_xH_y, or CH_4 is one of the fascinating alternatives. These CO_2 utilization reactions that employ hydrogen generate H_2O as a major byproduct which is detrimental because it lowers reaction efficiency by catalyst deactivation, water-based side reaction, and equilibrium limits. In-situ H_2O removal can improve the product yield and reaction efficiency, however, the selective removal of water at the elevated reaction temperatures is highly challenging. In this study, we synthesized polybenzoxazole (PB) hollow fibers by the thermal treatment of hydroxyl polyimide, and integrated them with a fixed-bed reactor for the CO_2 methanation. The PB membrane showed high H_2O permselectivity at elevated temperatures (350 °C), and the PB membrane reactor increases CO_2 conversion and CH_4 selectivity compared to that of a converntional reactor performed without the membrane by the selective water removal.

P에환목-153

Metal-single atom-anchored N-carbon for enhancing supercapacitor energy density by suppressing hydrogen evolution reaction.

김종훈, Dong Zhang, 김정규*
성균관대
(legkim@skku.edu*)

In this work, transition metal single atoms on nitrogen-doped carbon (TM-SA/NC) were successfully fabricated via a general host-guest strategy by using zinc-based zeolitic imidazolium framework (ZIF-8) as admirable templates and sacrificial precursors. The as-obtained TM-SA/NC materials were demonstrated to inhibit the occurrence of hydrogen evolution reaction and eventually broaden the voltage window of the device is extended from 1.0 V to 1.1 V, with the specific capacitance enhanced to 394.1 $F * g^{-1}$ from 306.34 $F * g^{-1}$ (at 1 $A * g^{-1}$). The enhanced high capacitive performance merits are attributed to the strengthening of the storage of K^+ ions on the electrode surface and atomic Pb-boosted pseudocapacitive behavior.

P에환목-154

Kinetic Studies on the Hydrogenation/Dehydrogenation of 1-Methylnaphthalene/1-Methyldecalin for LOHC system

오진호, 김규태, 이정규*
동아대
(jklee88@dau.ac.kr*)

인구 증가와 산업의 발전으로 화석연료 사용이 매년 증가함에 따라 탄소 및 온실가스 배출량 또한 증가하고 있다. 탄소 및 온실가스는 지구온난화와 기후변화의 주범으로, 이 문제를 해결하기 위한 한 가지 방안은 수소를 청정에너지원으로 사용하는 것이다. 그러나 수소 가스는 공기 중 폭발 위험이 크고 낮은 부피 밀도로 인한 대량 수송 및 저장이 어려운 문제가 있다. 수소의 이러한 문제점을 해결하기 위해 방향족 화합물에 수소를 액체 상태로 저장·운반하고 사용처에서 수소를 탈리하는 액상유기수소운반체 (LOHC)가 많이 연구되고 있다. 본 연구에서는 흐름 반응기 시스템에서 Pt/γ-Al_2O_3를 사용하여 2-ring 방향족 화합물 중 상온에서 액체인 1-Methylnaphthalene/1-Methyldecalin 쌍을 LOHC 물질로 적용하고자, 다양한 WHSV 및 온도 조건에서 수소화/탈수소화 반응 실험을 수행하였다. 아울러 온도에 따른 수소 저장량/탈리량과 반응속도를 계산하고, 이를 LOHC 시스템에 적용하기 위해 활발히 연구된 1세대 물질 중 하나인 Toluene/Methylcyclohexane 시스템과 비교, 분석하였다.

P에환목-155

Self-adhesive and Self-healing Switchable Ionogel for Smart Windows with Dual Electro-thermoresponse Capabilities and Excellent Mechanical Stability

John Marc Puguan, 김헌*
명지대
(hernkim@mju.ac.kr*)

A new type of ionogel composed of viologen and binary ionic liquid (IL) loaded in self-healing poly(urethane urea) containing acyl semicarbazide (ASCZ) moieties was synthesized. The self-healing thermochromic ionogel switches reversibly between transparent and opaque without leakage or shrinkage via constrained reversible phase separation of ILs within the ionogel. Likewise, the ionogel switches between a colored state and a transparent state via reduction-oxidation of the electroactive viologen. The formation of high-density hydrogen bonds among the (ASCZ) moieties contributes to the excellent mechanical strength of the ionogel and allows it to spontaneously heal its damages and be fully recycled at room temperature without the loss of activities.

P에환목-156

리튬 이온 이차전지 음극 소재용 다공성 실리콘 제조를 위한 실리카의 알루미늄-염화 알루미늄 열 환원 반응속도론 연구

손찬식, 이정규*, 김현빈
동아대
(jklee88@dau.ac.kr*)

리튬 이차전지 차세대 음극 소재로 주목받고 있는 실리콘(4,200 mAh g^{-1})은 약 300%에 달하는 부피 팽창으로 인해 전극의 파쇄로 수명이 짧다는 문제가 있다. 이의 해결 방안으로 다공성 실리콘의 적용이 유망한데, 본 연구에서는 저온(250~300 ℃)에서 실리카의 환원이 가능하도록 환원제로서 알루미늄, 열 분산제이자 반응 매개체로서 염화 알루미늄을 채택하였으며, 보다 높은 수율을 얻기 위해 회전식 알루미늄-염화 알루미늄 열 환원법(R-AR)을 이용하여 다공성 실리콘을 합성하였다. 구형 입자의 확산-율속 제조 공정에 적합한 GB (Ginstling-Brounstein) 모델을 적용하여 R-AR의 반응속도론적 연구를 수행하였으며, 이때 대조군으로는 정적 알루미늄-염화 알루미늄 열 환원법(S-AR)을 적용하였다. 알루미늄-염화 알루미늄 열 환원법을 GB 모델에 적용할 경우, R-AR이 S-AR보다 환원 반응 속도가 큰 것을 확인할 수 있었으며, 온도가 높을수록 반응속도가 증가하는 경향을 보였다. 이를 통해 알루미늄-염화 알루미늄 환원 시 활성화 에너지를 결정할 수 있었다. 다공성 실리콘에 탄소를 코팅한 다공성 실리콘/탄소 복합체, 대조군으로 상용 실리콘 나노입자/탄소 복합를 제조하여 리튬 이차전지용 음극 소재로서 전기화학적 평가를 수행하였다. 다공성 실리콘/탄소 복합체는 상용 실리콘 나노입자/탄소 복합체에 비하여 높은 용량에서 우수한 수명특성을 나타내었다.

P에환목-157

대기환경 유해가스 배출 저감을 위한 제올라이트 기반 카트리지 필터형 흡착제 제조 및 그 성능평가

이용하, 황택성[1], 이영석[1]*
주식회사 씨앤캠; [1]충남대
(youngslee@cnu.ac.kr*)

최근 산업의 고도화로 인하여 공장의 수가 점차 늘어나고, 화석연료의 사용 또한 증가하고 있다. 그에 따라 화석연료에서 배출되는 대기환경 유해가스를 저감하기 위한 연구가 더욱 필요한 실정이다. 본 연구에서는 유해가스 흡착제로 사용할 버미큘라이트 및 펄라이트 기반으로 합성 제올라이트를 제조하고, Pilot scale로 제작된 Test-Bed에 카트리지 필터 형태로 결합하여 산성 가스, 염기성 가스, 알데하이드류에 대한 흡착성능, 파과시간 등 여러 상이한 조건에서 비교 분석하였다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 필터의 수명을 계산하여 흡착제의 유해가스 흡착·제거 효율 및 성능을 비교·고찰하였다.

P에환목-158

바이오매스 부산물 기반 다공성 탄소 흡착제 제조를 위한 최적 탄화조건 도출

이용하, 민병대[1], 황택성[2], 이영석[2*]
주식회사 씨앤캠; [1](주)블루오션산업; [2]충남대
(youngslee@cnu.ac.kr*)

지구 온난화 및 환경오염 문제가 대두됨에 따라 친환경적인 물질이 주목받고 있다. 본 연구에서는 천연 물질이지만 폐기물로 처리되고 있는, 바이오매스 부산물인 야자껍질 빈 열매다발(Palm Empty Fruit Bunch(EFB))을 여러 조건에서 탄화하고 수증기 활성화법을 이용하여 다공성 탄소재를 제조하였다. 제조된 다공성 탄소재는 주사전자현미경(SEM), 열중량분석(TGA), 비표면적 측정(BET) 분석 등으로 물성을 확인하였고 그중에서 최적화된 탄화조건을 도출하였다. 이후 흡착제의 표면 개질을 통하여 표면 관능기를 변화시키고 GC-MS, ICP-OES 분석 및 흡착 실험 장치를 통해 얻어진 흡착성능을 상용 타제품과 비교 평가하였다. 감사의글: 본 연구는 2023년도 (주)블루오션산업의 지원을 받아 수행된 연구입니다. 이에 감사드립니다.

P에환목-159

담지 촉매를 활용한 온화한 조건에서의 암모니아 합성

이현민, 양민우, 심문주, 박신영, 임채준, 정민철*
순천대
(mchung@sunchon.ac.kr*)

현재 지구온난화와 같은 환경 관련 문제로 인해 많은 국가가 탄소중립을 중요시하고 있다. 이러한 상황에, 수소를 에너지원으로 사용하려는 움직임이 많다. 하지만 수소의 경우 폭발성과 저장의 어려움으로 상용화하기에 난해하다. 이러한 수소를 암모니아로 전환하면 폭발성과 저장성을 해결할 수 있다. 하지만 현재 암모니아 합성에 있어 기존의 하버·보슈법은 고온•고압의 조건으로 비효율적이다. 이러한 고온•고압의 조건을 온화한 조건에 합성을 진행할 수 있는 촉매의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 금속산화물의 성질을 이용한 Fe, Co를 촉매로 사용하여, 담지 촉매를 합성하였다. 합성된 촉매를 사용한 암모니아 합성은 네슬러시약을 합성이 진행됨을 확인할 수 있었다.본 과제(결과물)는 2023년 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기관 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-002)

P에환목-160

인위적 결함이 도입된 수소 저장용 유무기 복합 다공체 개발

이승진, 김정섭, 배윤상*
연세대
(mowbae@yonsei.ac.kr*)

수소는 지구상 존재하는 가장 풍부한 원소 중 하나로, 연소 과정에서 물과 열만을 배출하며, 이산화탄소와 같은 온실가스를 생성하지 않는다. 이로 인해 기존의 화석연료 사용에 따른 이산화탄소 배출과 지구온난화 현상을 방지하기 위한 환경친화적 대안으로서 수소가 주목받고 있다. 그러나, 수소의 폭넓은 활용을 위해서는 효율적인 수소저장 기술의 개발이 절실히 요구되고 있다. 본 연구에서는 유무기 복합 다공체(metal-organic framework, MOF)의 구조 내에 의도적 결함을 형성하여 우수한 수소 흡착 능력을 가진 결함 함유 MOF를 개발하였다. 개발된 결함 함유 다공체를 이용하여 더욱 효율적인 수소 저장 및 운송이 가능할 것으로 기대된다. Acknowledgement This work was supported by the Agency For Defense Development by the Korean Government(UD2200061D).

P에환목-161

디메틸글리옥심으로 개질된 칼슘 알긴산 비드의 합성 및 리튬 이온 배터리 폐액으로부터 효율적인 니켈 회수

김채린, 송지희, 홍혜진*
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

Nickel (Ni^{2+}) is a key metal utilized in various industries such as alloys, plating coatings, and battery manufacturing, with its demand experiencing rapid growth. In this study, dimethylglyoxime-modified calcium alginate (D-Ca-alg) beads were synthesized to effectively recover Ni^{2+} from the Li-ion battery wastes. The physicochemical analysis of the D-Ca-alg confirmed the uniform synthesis of calcium alginate with dimethylglyoxime and demonstrated an excellent Ni^{2+} adsorption capacity (74.5 mg/g). Through four times repeated adsorption-desorption tests, it was verified that the D-Ca-alg consistently adsorbs Ni^{2+}. The selective adsorption and separation of Ni^{2+} from simulated Li-ion battery wastes containing high concentrations of cobalt and lithium were confirmed. The adsorption mechanism of Ni^{2+} by the D-Ca-alg was attributed to ion exchange between Ca^{2+} and Ni^{2+} and chelation between N in dimethylglyoxime and Ni^{2+}.

P에환목-162

폐기물인 red mud로 제조한 촉매를 이용한 HFC-134a 가수분해에 관한 연구

곽인헌, 이은한 , 남성찬, 백일현, 김중배[1], 이신근*
한국에너지기술연구원; [1]고려대
(h2membrane@kier.re.kr*)

에어컨 냉매의 원료로 사용되는 HFC-134a는 7대 온실가스 중 하나로 대기 중 수명이 14년이며 GWP가 CO_2 대비 1300배이다. 따라서 이를 저감하기 위한 연구가 필요하다. 본 연구는 알루미나 제련 시 배출되는 폐기물인 red mud를 촉매로 제조하여 HFC-134a 가수분해에 사용하였다. 슬러리 상태로 배출되는 red mud를 건조한 후에 소성을 한 red mud 촉매도 제조하였다. HFC-134a 농도는 약 1%가 되도록 공급하였으며 GHSV는 1967 h^{-1}, 온도는 550-700 ^{o}C, 압력은 상압에서 촉매 특성을 확인하였다. 가수분해 반응을 진행하기 위해 스팀의 농도가 7.5%가 되도록 공급하였다. 촉매 내구성 실험의 경우 650 ^{o}C에서 약 66시간 동안 진행하였다. 실험 결과 온도가 증가함에 따라 분해율도 함께 증가하는 것을 확인하였고 소성한 후의 촉매가 분해율이 향상되는 것을 확인하였다. 촉매 내구성 실험 결과 촉매의 분해율 감소는 나타나지 않았다. 따라서 red mud를 재활용하여 제조한 촉매는 HFC-134a 분해율과 촉매의 내구성이 우수하기 때문에 HFC-134a를 분해하는 공정에서 사용할 수 있을 것으로 기대한다.

P에환목-163

염수로부터 선택적 리튬 회수를 위해 바인더로 나노셀룰로오즈를 이용한 수소 타이타늄 산화물의 입상화

유희지, 김채린, 장형준, 홍혜진*
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

This study focuses on addressing the increasing demand for lithium due to the rising popularity of electric vehicles (EVs) and the subsequent need for efficient lithium extraction from brine. The researchers developed hydrogen titanium oxide (HTO) for selective lithium extraction using an adsorption approach. These HTO were successfully granulated using nanocellulose as a binder to facilitate easy recovery. The granulated HTO displayed excellent adsorption capacity, reaching a maximum lithium uptake of 33.56 mg/g, slightly lower than the HTO powder's uptake of 41.49 mg/g. The adsorption equilibrium was achieved within 72 hours. The granulated HTO demonstrated remarkable performance in real brine with adjusted pH, showing a high distribution coefficient for lithium (181.68 ml/g) compared to Na+ (50.38 ml/g) and K+ (16.28 ml/g). The granulated HTO maintained its lithium capacity over five adsorption-desorption cycles, highlighting its robustness. Overall, this study establishes the potential of granulated HTO as an effective material for lithium extraction and recovery from brine.

P에환목-164

다양한 담체에 철이 담지된 촉매를 이용한 암모니아 합성

손동주, 탁원빈, 이유빈, 심우진, 김동인, 정민철*
순천대
(mchung@sunchon.ac.kr*)

화석 연료 기반 에너지 산업에서 발생하는 미세먼지와 기후변화에 따른 온실가스 감축 및 미래화석연료의 고갈에 대응하기 위해 재생에너지 활용에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 재생 에너지는 시간적 단속성과 지역적 편재성에 의한 에너지 손실을 줄이기 위한 에너지 저장장치가 반드시 필요하다. 따라서 암모니아 기반 에너지 저장 및 무탄소 연료활용 또는 수소 저장장치로써 활용이 많은 관심을 받고 있다. 본 연구에서는 이황화몰리브덴(MoS2)를 담지체로 사용하여 철(Fe)촉매를 담지시켰으며, 수열합성방법으로 촉매를 제조하였다. 배치반응기 내부에 촉매와 수소, 질소(5:1비율)로 주입하여 250℃에서 24hr동안 반응시켜 암모니아를 합성한다. 암모니아 합성여부는 Nessler reagent를 통해 확인하였다. 본 과제(결과물)는 2023년 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기관 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-002)

P에환목-165

Polystyrene 열분해 공정 연구

김규태, 이정규*, 오진호, 윤동준, 천현준, 장영서
동아대
(jklee88@dau.ac.kr*)

현대사회는 인구 증가와 산업의 발전으로 갈수록 플라스틱의 사용량이 증가하고 있다. 매립과 소각으로 해결하기 힘들어진 방대한 플라스틱 쓰레기양으로 인해 재활용과 플라스틱의 사용량을 줄이려는 노력의 중요성이 대두되고 있다. 더 이상 유한한 자원을 일회용으로 사용하지 않고 재활용할 수 있는 순환 시스템을 만들어 대체 불가능한 플라스틱의 수요를 충족시키면서 환경과 자원을 보존하고자 기술개발이 요구된다. 본 연구에서는 폐플라스틱의 약 8%를 차지하는 Polystyene(PS)으로부터 Styrene 또는 경방향족 화합물을 얻기 위한 열분해 공정 조건을 실험하였다. PS의 열분해 공정으로는 불활성 기체 분위기하의 폐쇄형 반응기와 흐름 반응기를 비교 평가하였으며, 다양한 열분해 조건에 따른 생성물의 분포를 상세 분석하고 열분해 메커니즘을 조사하였다.

P에환목-166

소성 마그네슘-알루미늄 층 이중 수산화물을 사용하여 물에서 향상된 시프로플록사신 제거 메커니즘 규명

박채린, 이규빈, 홍혜진*
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

CIP는 세균 감염 치료에 사용되지만, 농업 등에서 남용되어 환경 오염물질로 여겨지며 인체 건강 위협이 우려된다. 우리는 Mg-Al LDH와 Calcined Mg-Al LDH(Cal Mg-Al LDH)를 이용하여 CIP를 제거하는 연구를 수행했다. 소성을 통해 Mg-Al LDH의 구조가 비정질로 변화되어 큰 표면적(119.2 m2/g 및 214.8 m2/g)과 다공성을 가지며 실용성이 증대되었다. Cal Mg-Al LDH는 CIP 흡착 능력이 약 10배 향상되어(Cal Mg-Al LDH: 105.26 mg/g, Mg-Al LDH: 909.1 mg/g) 제거 효율이 높아졌다. Calcined Mg-Al LDH는 1시간 내에 흡착이 완료되며, pH 4~10 범위에서 안정한 흡착 성능을 유지하면서 0.1 M NaOH 및 Na2CO3 용액에서 70%의 효율적인 탈착이 가능함을 확인했다. CIP 흡착 후 XRD 분석에서는 LDH의 CO3 피크가 유지되었으며, Cal LDH에서는 계층 구조와 LDH 피크가 용액 내에서 재출현했다. FTIR 분석 결과, LDH와 Cal LDH의 진동 주파수가 CIP의 퀴놀론 및 벤젠 환과 일치함을 확인했다. 특히 Cal LDH는 더 강한 OH 및 CO3 피크를 보여 수분 내에서 계층 구조를 재조립하는 것으로 나타났다. 이 연구는 Mg-Al LDH가 CIP를 효과적으로 제거함으로써 효율적인 수처리 흡착제로의 가능성을 보여준다.

P에환목-167

p-Phenylenediamine-Bridged Binder-Electrolyte-Unified Supramolecules for Versatile Lithium Secondary Batteries

남명균, 유필진*
성균관대
(pjyoo@skku.edu*)

The binder is an essential component in determining the structural integrity and ionic conductivity of Li-ion battery electrodes. However, conventional binders are not sufficiently conductive and durable to be used with solid-state electrolytes. In this study, we propose a novel system for a Li secondary battery that combines the electrolyte and binder into a unified structure, which is achieved by employing para-phenylenediamine (pPD) moiety to create supramolecular bridges between the parent binders. Due to a partial crosslinking effect and charge-transferring structure of pPD, the proposed strategy improves both the ionic conductivity and mechanical properties by a factor of 6.4 (achieving a conductivity of 3.73 □ 10-4 S cm-1 for PEO-pPD) and 4.4 (reaching a mechanical strength of 151.4 kPa for PAA-pPD) compared to those of conventional parent binders. As a result, when the supramolecules of pPD are used as a binder in a pouch cell with a lean electrolyte loading of 2 μL mAh-1, a capacity retention of 80.2% is achieved even after 300 cycles. Furthermore, when it is utilized as a solid-state electrolyte, an average Coulombic efficiency of 99.7% and capacity retention of 98.7% are attained under operations at 50 °C without external pressure or a pre-aging process.

P에환목-168

트라이메스산을 이용하여 바인더 없이 구리 시안화물이 합성된 알루미나 폼의 효과적인 방사성 세슘(^{137}Cs)의 제거

송지희, 홍혜진*
충북대
(hyejiny@cbnu.ac.kr*)

In 2011, the Fukushima Nuclear Power Plant incident led to a significant discharge of radioactive cesium (^{137}Cs) into the environment. To address this, copper hexacyanoferrate (Cu-HCF), known for its high adsorption capacity and selectivity toward ^{137}Cs, was employed as the adsorbent material for its removal. To immobilize powdered Cu-HCF, alumina foam (AF) was used as a support matrix. To fabricate Cu-HCF synthesized AF (AF@CuHCF) by in-situ method, trimesic acid (H_3BTC) was introduced. Copper oxide (CuO) was incorporated onto the AF through a dip-coating process. Subsequently, H_3BTC was employed to competitively interact with the precursor of Cu-HCF, hexacyanoferrate (HCF), facilitating the synthesis of stable CuO into Cu-HCF. The AF@CuHCF exhibited a high Cs adsorption capacity (~ 34.26 mg/g), rapid adsorption occurs within 2 hours. Moreover, AF@CuHCF maintained stable Cs adsorption performance under varying pH and competing ion conditions. It successfully demonstrated the fabrication of an adsorption material with high utility and applicability.

P에환목-169

Novel granular covalent organic polymer/chitosan aerogels with dual functionality for effective removal of diclofenac sodium in water

시누 라비, 한혁희, 최유진, 배윤상*
연세대
(mowbae@yonsei.ac.kr*)

Adsorptive removal of pharmaceutical products from water is crucial to reinstate the nature of environment [1]. Development of facile preparation technology for granular adsorbents with superior adsorption performance could accelerate their commercialization. Herein, we developed novel carbonyl- and carboxyl-rich aromatic covalent organic polymers (CCP and CCP-NH_2) with large surface areas. Then, a series of granular CCP-NH_2/chitosan aerogels (CCN-AG-x; x=0 to 90, wt.% of CCP-NH_2) were synthesized via simple procedure. CCN-AG-60 and CCN-AG-80 were found to be optimum materials with high mechanical stability. CCN-AG-80 exhibited significantly large DFS adsorption capacity (479 mg/g) within 60 min and more than 90% of DFS was adsorbed within 27 min. CCN-AG-80 could be reused for 10 cycles with negligible loss in adsorption capacity. AcknowledgmentsThis work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2020R1A5A1019131, and No. 2022R1A2B5B02002577).References [1] M. Zhang, W. Wang, Q. Zhang, S. Deng, Chem Eng J, 459

P에환목-170

국외 폐타이어 열분해 처리기술 동향

최수현, 정수화[1]*, 김순호[1], 윤주형[1], 김종수[1], 구본진[1], 서명원
서울시립대; [1]한국생산기술연구원
(pysoo80@kitech.re.kr*)

COVID-19 및 글로벌 경제 영향으로 인한 타이어 매출 감소 후 전기차 시장이 커지면서 매년 전 세계에서 약 1,350만톤, 국내 약 35만톤의 폐타이어가 배출되고 있다. 기존 폐타이어의 처리 방법으로 매립과 소각이 주를 이루었다. 하지만 매립은 토양과 수질 오염을 야기하며, 소각 시 독성 화학물질 등이 발생하여 환경 문제를 유발한다. 이에 폐타이어의 열분해 기술을 이용하여 에너지화 및 소재화하는 연구들이 최근 들어 활발히 진행되고 있다. 최근 스웨덴의 Scandinavian Enviro Systems 社는 Michelin 社의 지원을 받아 연간 폐타이어 백만톤으로 카본블랙 30만톤과 열분해 오일 45만톤을 생산하고 있다. 또한, 독일 Pyrum Innovations AG 社는 전기식 가열방식을 사용해 연간 최대 1만톤의 폐타이어 처리가 가능하다. 생성된 열분해 오일은 협력 파트너인 BASF에 공급되며, 바이오메탄과 함께 Mercedes-Benz 社의 차량 부품 제조용 버진 플라스틱 생산 원료로 사용할 예정이다. 마지막으로 폴란드의 REOIL 社는 일일 카본블랙 7,600톤과 열분해 오일 9,000톤을 생성하며 하루 35,000톤의 CO_2 배출량 감소 효과를 가진다고 보고하였다. 따라서 폐타이어의 재활용을 통한 부가가치 창출 및 탄소 배출 저감이 가능하기에 국내 폐타이어 열분해 기술 개발이 필요할 것으로 판단된다.

P에환목-171

직접공기포집을 위한 파이버 흡착제 시스템: 직접공기포집 흡착 사이클의 시연 및 최적화

정진홍, 고동연*
카이스트
(dongyeunkoh@kaist.ac.kr*)

The process of capturing CO2 from the atmosphere, known as direct air capture (DAC), is challenging due to the low concentration of CO2 in the air. To address this challenge, a monolithic adsorbent technology with a high mass transfer coefficient is typically used to allow the atmosphere at 1 atm to flow into the adsorption system efficiently.The fiber sorbent is a highly versatile adsorbent platform that can be easily mass-produced through a simple process of spinning a dope solution. This solution is created by blending an adsorbent with a polymer solution, which is then immersed in a water quench bath. As a consequence, the process of quenching with water results in the formation of an open porous polymer matrix. The incorporation of the adsorbent within this matrix leads to exceptionally high mass transfer coefficients and CO2 capacity.In this study, by using these fiber sorbents, the implementation of DAC systems with optimized cycle parameters have been demonstrated. Additionally, the disparities between simulated and actual DAC outcomes were investigated, meticulously identifying and reporting any issues pertaining to DAC deployment.

P에환목-172

폐기물 유래 합성가스로부터 수소를 생산하기 위한 수성가스전이반응용 Co-CeO2 촉매의 성능 향상 연구 : 조촉매 첨가 (Nb, Ti, Zr, V)

천범수, 정대운*, 송재민
창원대
(dwjeong@changwon.ac.kr*)

수소는 천연가스, 석유, 폐기물, 바이오매스, 물과 같은 다양한 자원으로 생산할 수 있고, 최근에는 폐기물로부터 수소를 생산하는 연구가 주목받고 있다. 폐기물의 가스화로부터 수소를 생산하기 위해서는 수성가스전이반응이 필수적이다. 본 연구에서는 수성가스전이반응용 Co-CeO2 촉매의 성능을 향상시키기 위해 다양한 조촉매 (Nb, Ti, Zr, V)를 첨가하여 촉매를 제조하였고, 조촉매의 첨가가 촉매의 물리화학적 특성에 미치는 영향을 파악하기 위해 N2 adsorption/desoption, CO-chemisorption, H2-Temperature-Programmed Reduction 등 다양한 특성 분석을 수행하였다. 다양한 조촉매 중 Nb을 이용한 Co-Nb-CeO2 촉매가 T=350 – 550 oC에서 가장 높은 활성(Xco = 80%, T= 500 oC)과 안정성 (GHSV = 637320h-1, 40h)을 나타내었고, 이는 Nb의 첨가가 촉매 활성 물질의 분산도를 향상시키고, 산소결손을 증가시킴에 기인한 결과다. 따라서 본 연구를 통해 폐기물 유래 합성가스로부터 수소를 생산하기 위한 고온수성가스전이반응용 Co-CeO2 촉매의 성능을 향상시킬 수 있었다.

P에환목-173

투명 접착식 전극 물질 기반 접합 공정을 기반으로 한 페로브스카이트/페로브스카이트/실리콘 삼중 탠덤 태양전지의 간편한 제조방법

최인, 구본기, 고민재*
한양대
(mjko@hanyang.ac.kr*)

Perovskite/Silicon based multijunction tandem solar cells (MTSCs) are being actively studied for industrialization of next-generation solar cells due to the achievement of higher power conversion efficiency (PCE) than that of single junction solar cells. Herein, we have developed a facile fabrication method of perovskite/perovskite/silicon MTSCs using the lamination method. The conductive polymer as a transparent conductive adhesive could role as a recombination layer (RCL) of MTSCs. Consequently, we successfully fabricated novel perovskite/perovskite/Si laminated MTSCs which could minimize vacuum processes. Based on low-temperature and low-pressure lamination process, an open-circuit voltage of over 2.2 V and power conversion efficiency of 11.16% were achieved in perovskite/perovskite/Si MTSCs. It is expected that proposed facile fabrication method could facilitate the commercialization of perovskite based MTSCs.

P에환목-174

다공성을 확보한 Ca 기반 흡착 촉매 개발 및 흡착 부과 반응으로의 적용

김필석, 이기봉*
고려대
(kibonglee@korea.ac.kr*)

지속적인 화석연료의 사용으로부터 배출되는 온실 가스로 인한 지구 온난화 및 이상 기후 현상이 심화되고 있는 가운데, 이산화탄소 배출 저감 및 활용에 관한 관심이 커지고 있다. 이에 따라 Carbon capture and utilization and storage (CCUS) 기술에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. CCUS를 활용한 기술 중 하나로는 화석연료를 사용하는 블루수소 생산공정으로의 적용이 있다. 본 연구는 기존 steam methane reforming (SMR) 반응을 통한 수소 생산 반응과 산화칼슘의 화학흡착을 통한 이산화탄소 분리 기술을 접목시켜 고순도의 수소 생산 및 이산화탄소 제거를 동시에 수행하는 이중 기능 흡착 촉매를 제조하였다. 또한 기존의 합성방식에서 탄소 전구체를 추가하는 방식을 통해 최종적으로 생성된 흡착 촉매의 다공성을 확보하여 해당 소재의 흡착 성능을 높이는 것을 목표로 연구를 진행하였다. 최종적으로는 앞서 개발한 소재를 활용하여 흡착 부과 반응을 유도하였고, 시간에 따른 이산화탄소 흡착 성능 및 수소 생산 능력을 확인하였다.

P에환목-175

Designing Fluorine-free Electrolytes for Sodium Metal Anodes and Practical Seawater Batteries

김진욱, 김지오 , 이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Fluorine is the major component for electrolytes in sodium metal batteries but high-cost and HF formation should be settled. Here, F-free, cost-effective 1M NaBH4/glyme electrolytes are designed by recent speculation that NaH is a “good SEI layer”. The TOF-SIMS results after galvanostatic cycling demonstrated that the NaH is a major component in the SEI layer. In addition, the native oxide layer of sodium converts to NaBO2 and NaH after soaking in the electrolytes, which indicates chemical reduction. Accordingly, the enhanced cyclability is obtained in Na//Na symmetric cell (1200 h, 1 mA cm^{-2},1 mAh cm^{-2}) compared to the F-based electrolytes. Besides, 1M NaBH4/DEGDME (diethylene glycol dimethyl ether) delivers higher power density (2.82 mW cm^{-2} vs. 2.27 mW cm^{-2}) and superior cyclability (over 300 h vs. 50 h) under 1 mA cm^{-2} than 1M NaOTf/TEGDME (tetraethylene glycol dimethyl ether), commonly used in seawater batteries.

P에환목-176

Toward design of novel materials for lithium-ion batteries : Aluminium nanoparticle-assisted seaweed based separator.

이광세*
경남정보대
(leeks@eagle.kit.ac.kr*)

Separators are a crucial component in a battery. They play a pivotal role in battery performance and safety. In this study, a cellulose nanofibril separator was prepared from red algae. The generated nanosized cellulose fibrils were used in the preparation of the separator. The produced separator was analysed for electrochemical performance, thermal stability and morphology in comparison to the commercial polyethylene (PE) separator. The densely linked nanoporous mesh CNF separator obtained exhibited a capacity retention of 80 % over 600 cycles. It had very good wettability and ionic conductivity results due to its excellent hydrophilic nature enhanced by the presence of the hydroxyl groups. The excellent physical properties of the CNF separator due to the presence of Al_2O_3, aided in its resilience to heat and maintained its dimensions. It exhibited greater electrochemical performance compared to the commercial PE. This study offers an achievable option for the production of an effective cellulose-based separator for use in lithium-ion batteries.

P에환목-177

향상된 징크 이온 슈퍼 커패시터를 위한 질소가 도핑된 그래피틱 카본의 간단한 합성

김건우, 김진곤*
포항공과대 대학원
(jkkim@postech.ac.kr*)

Ordered mesoporous carbons (OMCs) are promising cathode materials for Zn ion hybrid capacitors (Zn HCs) due to their high surface area and interconnected porous structure. To enhance the energy storage performance of OMCs, graphitization and nitrogen doping have been used, which improve electrical conductivity, pseudocapacitive reaction sites, and surface affinity toward aqueous electrolytes. Here, we introduce a simple method for synthesizing N-doped mesoporous graphitic carbon (N-mgc) by using poly(styrene)-block-poly(2-vinlypyridine) copolymer (PS-b-P2VP) as both structure direct agents and carbon/nitrogen sources. The N-mgc exhibit interconnected mesoporous structure with high nitrogen content and large surface area. When employed as a cathode material in Zn HCs, N-mgc achieved excellent energy storage performances, including high specific capacitance (43 F/g at 0.2 A/g), high energy density of 19.4 Wh/kg at power density of 180 W/kg, and reliable cycle stability (>3000 cycles).

P 에환목-178

Co-hydrothermal carbonization of biodegradable straw waste and rice husk

레투흐엉, 강주원, 신주형, 이도연*
한밭대
(dylee82@hanbat.ac.kr*)

Hydrothermal carbonization is an effective environmental-friendly thermochemical process used to convert wet biomass into a carbon-rich solid product, called hydrochar. Hydrochar is considered as a valuable resource and significantly differs from bio-char produced by a dry carbonization process. In this study, the biodegradable straw waste (PLA) and rice husk biomass (RH) were used for Co-hydrothermal carbonization (Co-HTC). We determined the effect of temperature (200-280℃), reaction time (30-150 min), and PLA/RH ratio (1/1, 1/3, 3/1, 1/0, 0/1) on the yield of solid, oil, and gas and aqueous products. The results showed that the solid and oil yield increases as the reaction temperature increase to the optimum condition at 260℃ for the solid product (26.02%) and 220℃ for the oil product (58.60%). While the solid and oil yield decreased with increase of the reaction temperature and time over optimal temperature. The optimal mixing ratio of PLA/RH was 0/1 for solid yield (48.46%) and 3/1 for oil yield (60.73%).

P 에환목-179

청정수소 생산 기술 개발 현황 및 경제성 비교 분석

김수현*, 유영돈, 서민혜
고등기술연구원
(shkim0605@iae.re.kr*)

탄소중립을 실현을 위한 에너지원으로서 수소의 중요성이 높아지고 있으며, 세계 각국은 청정수소 생산 및 보급을 위한 전략을 다양한 방법으로 수립하고 있다. 수소는 에너지캐리어로서 다양한 원료 및 생산방법에 의해 만들어 질 수 있으며, 활용되는 원료의 종류에 따라 그레이, 블루, 청록, 그린, 핑크 수소로 구분된다. 이 중 블루, 청록, 그린, 핑크 수소가 청정수소 생산 기술의 범위에 해당할 수 있다. 블루수소는 천연가스 추출과 같이 화석연료를 이용한 수소 생산 기술에 이산화탄소 포집 및 저장 기술을 적용하여 탄소를 배출하지 않는 수소를 생산하는 경우이며, 청록수소는 천연가스 열분해를 통해 수소와 고체탄소를 생산하여 고체탄소는 원재료로 활용하여 직접적인 탄소 배출없이 수소를 생산하는 경우이다. 그린수소는 재생에너지로부터 생산된 전력을 이용하여 전기분해를 통해 수소를 생산하며, 핑크수소는 원자력발전에서 생산된 전력을 이용하여 수소를 생산하는 경우를 의미한다. 본 연구에서는 국내외 청정수소 생산기술 개발현황 및 경제성 분석을 통한 청정수소 생산기술별 수소 생산단가를 비교하였다.

P 에환목-180

Enhancing the Reversibility of Bismuth Anode in Lithium-Ion Batteries through Polymer-Based Ceramic Protective Layer(SiOC)

고태완, 김재훈*, Anith Dzhanxinah Mohd Sarofil, Winda Devina, 박현서
성균관대
(jaehoonkim@skku.edu*)

Bismuth (Bi) emerges as a prospective anode candidate for Li-ion batteries (LIBs) due to its impressive volumetric capacity (3756 mAh cm^{-3}). However, challenges like substantial volume expansion during Bi alloying reactions hamper its electrochemical performance, often leading to rapid capacity loss and cell malfunction. This study presents a novel approach to enhance Bi's reliability and reversibility in LIBs by incorporating a polymer-based ceramic protective layer, silicon oxycarbide (SiOC). The synthesis involved a straightforward process of dispersing bismuth hydroxide in silicone oil followed by calcination. By housing the Bi nanoparticles (NPs) within a robust SiOC matrix, the localized mechanical strain developed upon Bi (de)lithiation processes is effectively mitigated. As a result, the coated Bi NPs demonstrate commendable capacity stability (507 mAh g^{-1} at 50 mA g^{-1} after 150 cycles) and superior long-term performance (380 mAh g^{-1} at 0.5 A g^{-1} after 500 cycles) with optimal cell integrity. In conjunction, when paired with a $LiNi_{0.5}Co_{0.2}Mn_{0.3}O_2$ cathode, the assembled

P 에환목-181

리그닌을 지속 가능한 항공 연료로 촉매 변환하기 위한 산화 루테늄과 물 사이의 중요한 상호 작용

Deepak Verma, 김재훈[1]*
Sungkyunkwan University, South Korea; [1]Sungkyunkwan University
(jaehoonkim@skku.edu*)

To achieve net-zero carbon emissions in the transportation sector, renewable drop-in fuels from lignocellulosic biomass are desirable. However, the high irregularity of lignin and its resistance to complete ring saturation and deoxygenation hinder conversion to sustainable aviation fuels (SAFs) such as C7-C16 isoparaffins and alkylated cycloalkanes. Here, we demonstrate the direct production of these SAFs from lignin-derived oil over a non-acidic Ru/C catalyst in water. Dissociated hydrogen atoms from H_2, which combine with neighboring water molecules to produce hydronium ions, are transferred via H-shuttling to attack the double bonds and cyclic -OH groups of adsorbed reactants and intermediates. Density functional theory calculations suggest that hydrodeoxygenation in water decreases the activation energy for the direct hydrogenolysis of cyclic -OH groups over oxygen-vacant ruthenium oxide sites. A critical interplay between oxygen-vacant ruthenium oxide and water provides almost complete conversion of lignin-derived monomers, dimers, and bio-oil to desirable SAF components.

P에환목-182

Multiple Stacking of Nanowire Sheet Layers Fashioned of Lithium Titanium Oxide for Ultrahigh Areal Capacity and Stability of Lithium-ion Battery Anode

배재진, 지준혁, 김민호, 강송규, 박관현, 김원배*
포항공과대
(kimwb@postech.ac.kr*)

Nowadays, thickness optimization of an electrode is considered an effective approach to achieve a high energy density or a high areal capacity of Li-ion batteries. In this paper, we report a simple electrospinning technique to develop free-standing sheet bundles of lithium titanium oxide (LTO) nanowires with readily controlled thickness of electrode. The LTO nanowire sheet bundles (LNSBs) can show a very high areal capacity as an anode due to its microscale layer-by-layer configuration in which the nanoscale LTO nanowires are networked in each microscale layer. Such unique structures with interspaces formed between the multiple stacked sheet layers should promote electrolytes to efficiently penetrate through the thick electrode layer. Nanoscale wire assemblies can also increase the transfer rates of ions and electrons during the lithiation/delithiation processes. Consequently, the fabricated LNSB electrode delivers an ultrahigh areal capacity of up to ca. 14.2 mAh cm^{-2} for the first cycle and ca. 6.5 mAh cm^{-2} for the 500^{th} cycle at 0.2 C rate current density, which is a much larger areal capacity than the commercial graphite anode (ca. 3.5

P에환목-183

알칼라인 수전해용 Ni 기반 전극의 내구성 및 저항 시험

이진우, 강경수*, 강정원[1], 주현규, 박주식, 윤재경, 정성욱, 정광진, 김지은
한국에너지기술연구원; [1]고려대
(kskang@kier.re.kr*)

알칼라인 수전해는 재생에너지와 연계하여 낮은 장치가격, 높은 수명으로 주목받고 있다. 특히, 알칼라인 수전해 전극소재로 사용되는 Ni은 알칼리성 매질에서 안정하고 귀금속보다 가격이 저렴하다. 재생에너지의 간헐적 작동환경에서 Ni 산화물이 형성되어 구조가 변형되거나 부식 등 전극촉매의 활성저하가 나타난다. 따라서 내구성이 높으며 활성이 뛰어난 전극 개발이 필요하다. 본 연구에서는 알칼라인 수전해조에서 전극 촉매의 활성변화를 확인하기 위해 lab-scale의 알칼라인 수전해조 시스템을 구성해 내구성 시험을 진행하였다. 내구성 시험은 Ni 전극과 촉매코팅 Ni 전극을 비교하였다. 촉매 코팅 Ni 전극을 사용했을 때, Ni전극의 경우보다 셀 전압이 276 mV 낮게 나타났다. 부하변동 시험 후 촉매코팅 Ni 전극의 활성저하가 관찰되었다. 활성저하의 원인을 찾기 위해 코인셀로 정전류를 48~96 시간동안 가한 후 접촉저항을 측정하였다.본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2021-KA163280)

P에환목-184

전기도금 방법에 따른 알칼라인 수전해용 NiP 전극 촉매의 수소발생반응 특성

손혜빈, 강경수*, 정현욱[1], 주현규, 박주식, 윤재경, 정성욱, 정광진, 김태현
한국에너지기술연구원; [1]고려대
(kskang@kier.re.kr*)

NiP 전극은 수소발생반응 (HER, hydrogen evolution reaction)에 효과적인 것으로 알려져 있다. 또한 Ni-P 전기도금 방법은 경제적인 전극촉매 제작이 가능하며 실용화에 적합하다.본 연구에서는 알칼라인 수전해에 적합한 전기도금 방법을 확인하였다. 비교하기 위해 정전류법 (CC, constant current)과 순환 전압전류법 (CV, cyclic voltammetry)을 이용하여 NiP를 전기도금하여 전극을 제작하고 활성과 내구성을 조사하였다. 촉매 활성은 전기화학적 분석을 통해 확인하였으며, -100 mA/cm^2 에서 전극의 과전위를 제시하였다. 또한, 전극의 내구성은 가속열화시험 (ADT, accelerated degradation test)을 통해 확인하였으며, 전극의 형상 변화와 내구성 변화를 제시할 예정이다.*사사의 글 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음 (과제번호 RS-2021-KA163280)

P에환목-185

Characterization of NiO-based NiFe OER Electrocatalyst for Alkaline Water Electrolysis

전재희, 강경수*, 김영호[1], 주현규, 박주식, 윤재경, 정성욱, 정광진
한국에너지기술연구원; [1]충남대
(kskang@kier.re.kr*)

Alkaline water electrolysis is attracting attention as water electrolysis that can be linked to renewable energy due to its high durability and technical maturity. In alkaline water electrolysis, the oxygen evolution reaction(OER) has a large overpotential with a slow reaction rate involving four electron-transfer pathways. Therefore, it is essential to develop electrodes that reduce overpotential. The OER performance of Ni-based electrodes with the addition of Fe is known to have high activity and stability in alkaline solutions. In this study, a NiFe LDH electrode with a hierarchical structure was fabricated by electrodepositing Ni and Fe-based catalysts on NiO. To confirm the characteristics of the electrode according to Ni and Fe concentrations in the electrodeposition bath, physicochemical and electrochemical analyses were performed. NiO-based NiFe electrocatalysts have reduced the overpotential by 120 mV at a current density of 10 mA/cm2 compared to the NiO electrode. ** 본 연구는 국토교통부 / 국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음 (과제번호 RS-2021-KA163280).

P에환목-186

A study on high-efficiency production of Florol through a study on dispersion of supported catalysts through CFD simulation

묘희명, 조형원, 김동민, 윤도영*
광운대
(yoondy@kw.ac.kr*)

Florol is attracting attention as a new cosmetic raw material. HPW/SBA-15 is used as a catalyst necessary for the reaction to improve the florol production rate. As a solid acid, HPW can increase the production rate of florol and reduce environmental pollution by reducing the waste liquid mixed with the catalyst. However, because of their small surface area, they chose to disperse on a support with a large specific surface area. SBA-15 has a large pore specific surface area, which helps to increase the dispersion of HPW. Since the degree of dispersion of the solid catalyst in the liquid directly affects the reaction efficiency, research on this is necessary. Therefore, in this study, in order to obtain the dispersion degree when the catalyst effect is the best, an experimental model was created, numerical analysis was performed using CFD, and the florol production rate was confirmed by conducting an experiment using the obtained dispersion degree.This work is financially supported by Korea Ministry of Environment(MOE) Graduate School specialized in Integrated Pollution Prevention and Control Project.

P에환목-187

Carbon dioxide conversion into value added chemical under high-pressure conditions

이지연, 윤원중, 조흔태[1], 김재훈*
성균관대; [1]성균관대
(jaehoonkim@skku.edu*)

Despite the global trends to use milder pressure reaction conditions according to green chemistry principles, high-pressure technologies are still considered crucial because of various unique advantages. Hydrogenation of CO_2 allows the production of hydrocarbons which can play a key role in utilization of CO_2 known as the most emitted greenhouse gas. In this study, we use iron catalyst promoted with potassium to effectively convert CO_2 into the valuable chemicals. The performance evaluation of the synthesized catalysts was carried out in a fixed-bed reactor with an inner diameter of 10 mm at 330℃ under the reactive gas (CO_2/H_2 = 3, GHSV = 4000 ml $g^{-1}hour^{-1}$). Various high-pressure conditions were achieved by injecting syphon type CO_2 through a syringe pump. Calcined, activated and spent catalysts were analyzed to understand the effect of the catalytic process.

P에환목-188

친환경 Triacetin-물 분리 공정을 위한 용매 선정 및 경제성 평가 연구

한서현, 김보은, 전필립*
공주대
(philip@kongju.ac.kr*)

가소제 시장에서 큰 점유율을 가지고 있는 프탈레이트계 가소제는 2000년대 초반 내분비계를 교란하는 환경호르몬의 일종으로 규정되었으며, 석유 기반으로 생성되어 CO2 배출의 단점이 있다. 따라서 기존 석유 기반 가소제의 대체제로, 미생물을 활용한 생물학적 합성을 통해 친환경적으로 생산한 바이오 기반 가소제가 조명받고 있다. 그러나 생산된 가소제를 물로부터 고순도로 분리하기 위해서는 큰 비용이 소모되므로, 분리 비용 절감에 대한 연구가 요구된다.본 연구에서는 Triacetin을 저비용 고순도 분리하기 위하여 여러 용매를 활용한 분리 공정 모사를 진행하고, 그 결과에 대해 경제성 평가를 진행하였다. GHS(Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) 기준 환경위험적 요인이 없는 용매에 대하여 99.0% 이상의 순도를 가지는 분리 공정을 모사한 후, 공정 운영비용에 직접적 영향을 주는 증류탑 내 reboiler와 condender의 Heat duty가 작은 순으로 나열하였다. 이후 나열한 용매 중 상위 10개에 대하여 Aspen Process Economic Analyzer(APEA)로 경제성 평가를 수행해 분리 공정 비용을 비교하였다.

P에환목-189

폐플라스틱 열분해유내 유기염소 제거를 위한 흡착제의 흡착능 평가

노성준, 신웅철[1], 이창하[2], 전필립*
공주대; [1]현대오일뱅크; [2]연세대
(philip@kongju.ac.kr*)

플라스틱은 현대문명에서 다양한 용도로 대량 사용되고 있다. 그러나 수명이 다한 폐플라스틱을 처리하기 위해 단순 소각하는 경우 다양한 오염 물질 발생 및 CO2를 배출하기 때문에 이를 재활용하기 위한 기술 개발이 요구된다. 폐플라스틱 열분해를 통해 연료유를 생산하는 방법은 환경 문제 및 에너지 문제를 동시에 해결할 수 있는 장점이 있으나 혼합 플라스틱을 열 분해할 때 발생하는 오염 물질을 반드시 제거해야 한다. 촉매를 통한 폐플라스틱 열분해는 열분해에 필요한 온도를 낮추고 고체 잔여물 생성을 낮추는 장점이 있다. 하지만 촉매 열분해 과정에서 다양한 끓는점 분포의 유기 염소 화합물이 생성되어 열분해유의 활용에 다양한 문제를 일으키고 있다. 따라서 열분해유 내 염소 함량을 규제 농도 이하로 낮추기 위해 유기 염소 화합물을 선택적으로 제거하는 기술이 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 폐플라스틱 열분해유로부터 유기염소 화합물을 선택적으로 제거하는 효율적인 흡착제를 평가하고자 하였으며 대량으로 공급이 가능한 모체 흡착제를 대상으로 하였다. 연구를 통해 최적 모체 흡착제를 선정할 수 있으며 유기염소 제거 성능 지표를 높일 수 있는 방향과 지속적인 흡착제 개발이 가능한 방향을 설정할 수 있다.

P에환목-190

열분해 가스화 기술을 활용한 바이오에너지 생산공정 모사 및 매개변수 분석 연구

김단미, 전필립*
공주대
(philip@kongju.ac.kr*)

현재 우리나라의 화석연료 대부분은 해외로부터 수입하여 사용하고 있다. 최근 미국의 원유 재고 감소와 주요 산유국의 느린 증산으로 인해 국제 유가가 급격하게 상승하여 국내 에너지 다소비 업체들의 부담이 증가하는 추세이다. 그리고 국제 사회에서 지구온난화 문제로 인해 2030년을 기점으로 2018년 대비 온실가스 배출량을 40%까지 감축하고, 2060년에는 탄소중립을 달성하고자 하는 온실가스 감축목표를 설정하게 되었으며 이에 따라 대체 에너지 개발의 필요성이 대두되고 있다. 하지만 우리나라는 다른 OECD국가에 비해 신재생에너지 개발은 늦고 보급 비율은 2021년 한국 전력 통계에 따르면 7.5%로 미흡한 편이다. 이러한 문제점이 이슈화 됨에 따라 바이오 에너지의 관심이 증가하고 있다. 본 연구에서는 수소와 메탄의 생산량은 증가시키고 일산화탄소와 이산화탄소의 배출량은 감소시킬 수 있는 최적의 반응기 온도를 ASPEN PLUS를 통해 결정하여 가스화 반응을 진행했다. 이후 환경오염의 문제를 발생시킬 수 있는 염소가스를 제거하는 후처리과정을 진행하여 바이오매스를 이용한 가스화 공정을 개발했다. 개발한 공정을 통해 연료의 저위발열량(LHV)과 SBR(Steam to biomass ratio), Carbon conversion efficiency(CCE), Cold gas efficiency(CGE)을 계산하여 적합한 공정인지 확인했다.

P에환목-191

공업로에서 수소 혼소를 위한 호환성 검토

김규보*, 김량균, 임호, 박영도, 권종서[1]
포항산업과학연구원; [1]포스코플랜텍
(kgbhym@rist.re.kr*)

지구온난화의 위기 속에서 탄소중립에 대응하기 위해 철강산업은 저탄소 제품에 대한 환경적·경제적·기술적 요구를 마주하고 있으며, 제철 공정에서 발생하는 탄소를 줄이기 위해 수십 년간 지속해 온 제철 공법을 설비부터 기술, 원료에 이르기까지 저탄소 체제로 대전환해야 하는 상황이다. 저탄소 제철 프로세스로의 대전환을 위해 수소환원제철기술 개발, 재생에너지 확대, CCS 등을 탄소중립 실행방안을 발표하고 있고, 기존의 부생가스(COG, LDG, BFG 등)를 사용하는 공업로 연소설비의 경우도 무탄소 연료로 전환해야 한다. 기존에 COG또는 NG를 사용하고 있는 복사가열로의 연소기에 무탄소 연료인 수소를 대체할 수 있는지, 혼소율별로 호환성을 검토해 보았다. 연료의 호환성을 검토하기 위해 weaver index를 활용하였다. LNG의 경우 수소를 20%vol까지 혼소해도 기존의 연소기를 사용하는데 어려움이 없을 것으로 분석되지만, 수소 함량이 50%나 되는COG의 경우, LNG 와 달리 H2의 함량이 높아지는 영향으로 CO의 배출과 yellow tip생성의 호환성에 어려움이 있는 것으로 분석되었다. Acknowledgement"본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행됨 (No. 20024215, 공업로 무탄소 연료 적용 연소기 개발 기술)

P에환목-192

A New Potential LOHC, 1-(n-phenylethyl)naphthalene, with High H2 Storage Capacity and Superior Physical Properties Derived from Heat Transfer Fluid

정관용, 권순일, 박지훈*
한국화학연구원
(jihpark@krict.re.kr*)

Liquid organic hydrogen carrier (LOHC) technology has enabled the safe and efficient storage and transportation of hydrogen over extended periods. To enhance the efficiency of hydrogen distribution using LOHC, there is a growing demand for novel LOHCs with characteristics such as high hydrogen storage capacity per unit volume and weight, efficient hydrogen release, low melting points for easy transportation, high boiling points to simplify hydrogen purification, and cost-effective large-scale production.In this study, we propose a promising contender for LOHC application: 1-(n-phenylethyl)naphthalene (PEN). PEN has a significant hydrogen storage capacity (60.8 kgH2·m-3) and favorable physical properties, including a wide liquid range (-21 to 350 ℃). Through successive cycles, PEN demonstrated reversible hydrogen storage and release capabilities. Moreover, we put forth a strategy to enhance the dehydrogenation performance by managing the composition of stereoisomers generated during the hydrogenation process.

P에환목-193

PEM 수전해에서 가교화된 hydroxypropyl methylcellulos 기반 신규 바인더 적용

이형주, 박찬호*
광주과학기술원
(chanho.pak@gist.ac.kr*)

One of the widely used methods for producing hydrogen is proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE), which has typically utilized Nafion® as an ionomer. In PEMWE, water can take over the role of hydrogen ion transport, meaning there is no significant difference in performance even with an ionomer of low ionic conductivity. Furthermore, Nafion® is expensive and has negative environmental impacts because of fluorine-based material, leading to a need for new binders for the anode of PEMWE. In this study, It is proposed that uses the hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) binder, and it is demonstrated that HPMC can be used instead of Nafion®. Because HPMC does not have a fluorine-based material, it is cheaper than Nafion®, eco-friendly, and chemically stable. However, HPMC has the property of reducing durability when evaluated for a long time. To compensate for this, a crosslinking agent was added. HPMC-applied anodes are manufactured by the ultrasonic spray coating method. the concentration of Nafion® and HPMC was adjusted to obtain a suitable anode. The prepared electrodes using HPMC binder were subjected to electrochemical analysis.

P에환목-194

Unveiling the impact of in-situ Zr/Hf co-doping and microwave-assisted MoO_3 hole transport layer on surface states of hematite photoanode for enhancing photoelectrochemical water splitting

Anushkkaran Periyasamy, Mahadeo A. Mahadik, Weon-Sik Chae[1], Hyun Hwi Lee[2], Sun Hee Choi[2], 장점석*
전북대; [1]Korea Basic Science Institute; [2]POSTECH
(jangjs75@jbnu.ac.kr*)

Hematite (α-Fe_2O_3) is a proficient photoanode material for photoelectrochemical (PEC) water splitting. However, its PEC activity is limited by substantial bulk and surface charge recombination rates. This study investigates the impact of in-situ Zr/Hf dual-ion doping and the MoO_3 hole transport layer (HTL) on the modulation of surface states of α-Fe_2O_3 photoanodes for effective water oxidation. The co-doping improved bulk properties by enhancing the electrical conductivity, thereby expediting hole transfer via intermediate surface states (i-SS). Furthermore, the MoO_3 HTL served as an efficient shuttle channel for transporting photoinduced holes from the photoelectrode to the electrolyte by passivating the recombination surface states (r-SS), thus alleviating the Fermi level pinning, resulting in an enhanced open-circuit photovoltage. Consequently, Zr/Hf-HT:MoO_3 photoanode achieved a photocurrent density of

P에환목-195

Metal Ions Separation in Cathode Material of End-of-Life(EOL) Lithium-Ion Batteries(LIBs) Using Extraction Mediators

장은혜, 윤재연, 정성욱*
부산대
(sungwook.chung@pusan.ac.kr*)

Urban mining technology, which focuses on extracting, recovering, and recycling precious or rare metals from industrial waste, discarded electrical and electronic products, and end-of-life(EOL) secondary batteries and electric vehicle batteries, has recently garnered significant attention. Traditional dry and wet metallurgical methods historically employed in urban mining technology consist of energy-intensive processes with relatively low selectivity and yield for target metals, potentially leading to secondary environmental pollution.To fundamentally address these challenges, this research aims to develop process technology that can selectively obtain high-purity crystalline compounds of specific rare metals, suitable for environmentally friendly and renewable next-generation urban mining technology. We plan to implement a system capable of adsorption-desorption-exchange using extraction mediator materials based on the coordination of metal ions. Through this, we intend to establish a novel metal capture and recovery system, enabling the hierarchical capture and recovery of numerous metal cations through selective coordination.

P에환목-196

$Ni/Ce_xZr_yO_2$ 촉매를 이용한 monolithic 반응기에서 커피찌꺼기의 스팀 가스화를 통한 바이오 수소 생산

심하늘, Yasin Khani, Behzad Valizadeh, 박영권*
서울시립대
(catalica@uos.ac.kr*)

The vast production of spent coffee ground (SCG) has created a serious threat to the environment. Thus, the generation of H_2-rich gas was investigated in a monolithic reactor using $Zr_yCe_xO_2$ supports where x and y were varied as 0.2, 0.4, 0.6, and 0.8. Also, a comparison was made between metal oxide and conventional Ni/γ-Al_2O_3, which demonstrated the efficiency of employed metal oxide catalysts. Especially, $Ni/Zr_{0.6}Ce_{0.4}O_2$ showed the maximum yield of gas (86.32 wt.%), H2 selectivity (56.87 vol.%), and zero coke formation due to the better Ni dispersion, enhanced oxygen mobility, and complete homogeneous nanometer size morphology. Furthermore, the effect of temperature on the selectivity of H_2 was investigated. While the temperature raised from 600℃ to 800℃, the gas yield and H_2 selectivity also increased. Notably, the use of monolithic reactors extremely improved the performance of utilized catalysts via the enhancement of the residence time, mass, and heat transfer between the catalyst and the vapor, which favorably directed the H_2 selectivity. This study presents a novel method for the cost-effective application of the steam gasification using monolithic reactors from SCG.

P에환목-197

리그닌 모델 이량체에서 아릴 에테르 결합의 전기 촉매 C-O 결합 절단

김서연, 김재훈*
성균관대
(jaehoonkim@skku.edu*)

Electrocataytic C-O bond cleavage and oxygen-containing intermediates hydrogenation of lignin dimers model compounds was investigated over Pd/C catalyst. The ethyl dimers, including Diphenyl ether and p-Tolyl ether (4-O-5 linkage) and Benzyl phenyl ether (α-O-4 linkage) in perchlorate buffer using at 70° C. The 100% conversion of dimers was achieved to the respected monomers. The C-O bond of the α-O-4 mainly cleave by hydrogenolysis while the C-O bond of 4-O-5 cleave by parallel hydrogenolysis and reductive hydrolysis.

P에환목-198

Zr-Based Porphyrinic Metal-Organic Frameworks as Hydrogen Storage Platforms

남주한, 이선행[1], 이병관[1], 이진휴, 이정혜, 신현태, 김영진, 임대운[1], Wonyoung Choe*
울산과학기술원; [1]연세대
(chem571@gmail.com*)

Hydrogen is a promising future energy carrier realizing a carbon-neutral energy cycle, currently stored in compressed cylinders and cryogenic tanks (350–700 bar, 20–30 K). Due to the energy and safety issues, the advance of hydrogen storage platforms is required, and the US Department of Energy (DOE) set the ultimate targets for usable capacity of hydrogen storage as 6.5 wt% and 50 g L^{-1}. Although researchers have widely studied solid-state porous platforms as a candidate of hydrogen storage materials, including metal-organic frameworks (MOFs), developing optimal hydrogen storage platforms is still a daunting challenge, due to the porosity and stability trade-off issue. Here, we report the hydrogen storage performance of a series of Zr-based porphyrinic MOFs, exhibiting remarkable stability and high surface area. In particular, the combination of X-ray diffraction and high-pressure cryo-adsorption of hydrogen unveils the correlation between structural characteristics and hydrogen storage performance. This work demonstrates that there is an optimal range of porosity (surface area, pore volume, and density) that can maximize both volumetric and gravimetric uptake.

P에환목-199

고분자 전해질막 연료전지의 촉매층 특성 평가를 위한 반전극 시스템

정현승, 김종경, 박찬호*
광주과학기술원
(chanho.pak@gist.ac.kr*)

The half-electrode systems, recently introduced, provide a method for characterizing the oxygen reduction reaction (ORR) in catalyst layers. Typically, ORR catalysts in polymer electrolyte membrane fuel cells are studied using the rotating disk electrode (RDE) technique. However, the RDE's liquid environment limits O_2 mass transport. The half-electrode system bridges the gap between RDE and membrane electrode assembly (MEA), offering a quicker evaluation method using less catalyst. With the gas diffusion electrode (GDE), it replicates a cell environment, allowing concurrent observation of charge transfer and mass transport in the catalyst layer. This makes it valuable for detailed catalyst layer analysis and electrode development. In our research, this system was used to study and improve the catalyst layer in both various temperature and current density, providing insights into ORR and O_2 mass transport at various current densities.

P에환목-200

Preparation and characterization of optimized magnetic nanoparticles for removal of microplastics in water

정유정, 장은혜, 이규범, 윤재연, 정성욱*
부산대
(sungwook.chung@pusan.ac.kr*)

Microplastics (MPs), a newly recognized environmental pollutant, possess a considerable capacity for adsorbing heavy metals, pathogens, and organic pollutants. Accumulating in organisms across the food chain, they pose a significant threat to human health. Thus, comprehensive research into effective removal methods is imperative. Conventional filtration and chemical flocculation techniques struggle with eliminating nano-scale and low-concentration of MPs. In response, we have studied the utilization of magnetic nanoparticles for MPs removal in water. Our study encompasses the assessment of MPs removal efficiency using magnetic nanoparticles, magnetic nanoparticle reusability, and results of their physical and chemical characterizations of magnetic nanoparticles for optimal performance. This presentation outlines an economical and efficient approach to tackling the challenge of MPs removal, providing promising solutions for a pressing environmental concern. Our study not only addresses the need for MPs remediation but also highlights the potential of magnetic nanoparticles as a sustainable solution, contributing to safeguarding aquatic ecosystems.

P에환목-201

침전제의 적정 속도가 HT-WGS 반응용 Co/Nb-CeO_2 촉매에 미치는 영향

배민경, 손지원, 정대운*
창원대
(dwjeong@changwon.ac.kr*)

인구 증가에 따라서 폐기물의 발생량이 증가하고 있으며, 최근 코로나19 확산 유행에 따라 일회용품 및 포장재 소비량이 급증함에 따라 폐기물과 자원순환에 관심이 증가하고 있다. 폐기물은 주로 매립과 소각을 통해서 처리되고 있으나 여러 환경오염을 문제시키기 때문에 폐기물 에너지화 기술 개발에 대한 필요성이 강조되고 있다. 폐기물 에너지화 중에서 폐기물 수소화 기술은 처리가 필요한 폐기물로부터 청정 에너지원인 수소를 생산한다는 점에서 강점을 가지고 있다. 고온수성가스전이(HT-WGS) 반응은 폐기물로부터 수소를 생산하기 위해서 필요한 핵심 단위 공정이다. HT-WGS 반응에서는 주로 Fe/Cr 촉매가 주로 연구되고 있으나, Cr의 환경적 위험으로 인해 이를 대체한 촉매 개발이 진행되고 있다. 선행연구 결과, 폐기물 유래 합성가스로부터 수소를 생산하기 위한 촉매로 Co/Nb-CeO_2가 높은 활성을 나타내었고, 침전제의 적정속도가 촉매의 활성에 영향을 미치기 때문에 본 연구에서는 Co/Nb-CeO_2 촉매의 침전제 적정속도 최적화 연구를 진행하였다. 촉매는 공침법을 사용하여 제조하였으며, 촉매의 특성을 분석하기 위해 BET, H_2-TPR, HRTEM와 같은 분석을 진행하였다. 다양한 물리화학적 방법을 통해 적정속도에 따라 서로 다른 크기의 Co 나노입자가 얻어지는 것을 확인하였다. 5ml•min^{-1}의 적정속도에서 제조된 Co/Nb-CeO_2 촉매가 가장 높은 성능(CO 전환율 97.8%, H_2 선택도

P에환목-202

직물에 도입한 유/무기 나노복합체를 통한 높은 성능의 리튬 이온 배터리 양극 전극 개발

권민성, 고용민[1], 조진한*
고려대; [1]대구경북과학기술원
(jinhan71@korea.ac.kr*)

Simultaneously achieving high storage capacity per unit mass and area, along with high-speed capabilities, is a significant challenge in battery technology. Here, we present a high-performance textile-type cathode that demonstrates remarkable specific/areal capacities and excellent rate-capability performance by combining organic and inorganic cathode materials through interfacial interaction-mediated assembly. This approach allows for the creation of an electrode only an energy materials without additional conductive materials or insulating polymer binders. To achieve this, carbon nanotubes (MWNTs) functionalized with amine and carboxyl groups were alternately stacked on the fabric using hydrogen bonds, resulting in a conductive textile. Subsequently, highly crystalline LiFePO4 nanoparticles (LFP NPs) with excellent dispersibility were synthesized in an organic solvent using dioleamide (DA) as a ligand. These nanoparticles were then used to fabricate an electrode on the conductive textile through a ligand-replacement layer-by-layer (LbL) assembly with the MWNT composite. Notably, all these processes took place in solution, ensuring even electrode formation on all fiber surfaces within the textile. This approach allowed for the creation of a uniform and densely packed textile-type cathode.The resulting textile cathodes

P에환목-203

Demonstration of Organic Semiconductor based photocathode composed with CuSCN:PC70BM: new promising light absorber for photoelectrochemical water splitting device

이우진, 정재기[1], Shaik Mohammed Zakeeruddin[1], 김진현[1], 김진영[2]*
UNIST ; [1]EPFL; [2]UNIST
(jykim@unist.ac.kr*)

Photoelectrochemical(PEC) technology has the potential to address pressing energy and environmental challenges. PEC water splitting offers diverse absorber options, ranging from efficient but costly materials (Si, III-V, II-VI) to cheaper but less effective ones (metal oxides). Organic Semiconductors (OS), previously utilized in Organic cell, are an overlooked option for PEC water splitting. OS possesses merits suitable for PEC, including low energy costs, scalability, and tunable band gaps. Initial experiments with PCBM:P3HT as an OS absorber, protected by PLD TiO2 and Pt catalyst, demonstrated impressive photocurrent density and faradaic efficiency for hydrogen production, but lacked stability. Beyond PCBM:P3HT, various Bulk Hetero Junction (BHJ) combinations of OS and inorganic materials show promise, especially when stability is ensured within the electrolyte using protective layers. This study presents a novel CuSCN:PC70BM BHJ, built upon previous research, shielded by ALD TiO2, and catalyzed by RuOx. This photocathode not only exhibited visible

P에환목-204

폐타이어의 열분해를 통한 오일 내 황 저감 기초 연구; 증기 투입의 효과

김순호, 김종수, 구본진, 윤주형, 최수현, 정수화*
한국생산기술연구원
(pysoo80@kitech.re.kr*)

자동차 및 타이어 산업의 급속한 발전으로 인해 연간 약 10억 개 이상의 폐타이어가 생산되고 있다. 따라서 폐타이어의 폐기는 전 세계적인 환경 문제가 되었다. 일반적인 폐기법 중 매립은 최대 100년의 시간 소요, 매립지 고갈, 화학물질 누출 및 곤충의 번식지 제공 등 2차 오염을 야기할 수 있다. 따라서 대용량의 지속 가능한 처리법이 요구된다. 열화학적 전환기술 중 하나인 열분해는 폐기물의 대용량 처리, 부피 감소, CO_2 저감 및 고품질의 가스, 오일과 촤를 생산할 수 있는 이점이 있다. 특히 열분해를 통해 생산된 오일은 석유화학 제품 원료 및 연료로 적용될 수 있는 고부가 가치의 자원이다. 하지만 폐타이어 열분해유는 높은 황 함량으로 인해 실제 응용에 제약이 있으며 석유화학기업에서 활용하기 위해서는 열분해 오일 내 황 함량을 0.05 wt.% 이하가 요구된다. 본 연구에서는 폐타이어 오일 내 황 제거를 위해 기초 연구를 수행하였다. 실험은 증기의 주입 여부를 변수로 하여 오일 및 고체상 촤 내 황의 거동을 관찰하였다.

P열역금-1

First-principles elucidation of the ammonia decomposition mechanism on M_6@TiPc (M_6 = Fe_6, Co_6, Ni_6, Co_5Ni, and Ni_5Co)

Zhou Jingwen, 강성구*
울산대
(sgkang@ulsan.ac.kr*)

In this study, we systematically explored the decomposition of NH_3 on Fe_6, Co_6, Ni_6, Co_5Ni, and Ni_5Co-supported on titanium phthalocyanines. These clusters were theoretically found to be stable on titanium phthalocyanines. The associative desorption step of nitrogen was found to be the rate-determining step of the entire process of decomposition of ammonia. In addition, the electric field effect on dehydrogenation of NH_3 was investigated in detail. This study provides valuable insights into the efficient development of titanium phthalocyanines-based catalysts for NH_3 decomposition.

P열역금-2

제로갭 알칼라인 수전해 시스템의 수력학적 운전비용에 미치는 촉매 지지체의 구조 효과

박치훈*, 다우디언 마즈야르, 박인기[1], 임준현[1], 이창현[1]
경상국립대; [1]단국대
(chp@gnu.ac.kr*)

Water electrolysis can generate pure hydrogen and oxygen without emitting carbon-based molecules. Zero-gap alkaline water electrolyzer (ZGAWE) can produce hydrogen economically and efficiently. Here, we develop a ZGAWE hydrodynamic model and investigate the changes in cell performance according to the input power and different electrode supporter structures, such as wavy mesh, foam, and serpentine, under actual operating conditions. Owing to its high hydrogen conversion rate and low operation costs, the wavy mesh supporter design has the highest efficiency. Additionally, as the system size increases, the operation costs decreases; thus, the wavy mesh supporter design is also applicable for large-scale ZGAWE systems. Foam supporter flow field design shows a very similar trend and can compete with the wavy mesh supporter. Conversely, different hydrodynamic performance and high operation costs of the serpentine flow field design make it unsuitable for the ZGAWE system, but it can be used for the proton/anion exchange membrane water electrolyzer. The results provide significant insights into the hydrodynamic effects to operate ZGAWEs at different cell voltages.

P열역금-3

물리적/화학적 처리를 통한 마이크로-크리스탈린 셀룰로오스의 이산화탄소 하이드레이트 억제 효과 증진

윤소영, 김영찬[1], 장현기, 김기섭[1], 서용원*
울산과학기술원; [1]한국교통대
(ywseo@unist.ac.kr*)

Cellulose, the most abundant organic material on Earth, offers numerous advantages such as low cost, environmental friendliness, and excellent biodegradability. However, its inherent hydrophobic nature prevents its direct use as a hydrate inhibitor (HI). In this study, two types of treatments were applied on micro-crystalline cellulose (MCC) to overcome its strong hydrophobicity as HI; one was a physical treatment (high-pressure homogenized cellulose, HPHC) and the other was a chemical treatment (surface-modified ionic cellulose, SMIC). The inhibition effects of HPHC and SMIC on CO_2 hydrate nucleation, growth, and final conversion were evaluated by measuring onset temperatures and gas uptakes. Molecular dynamics simulations were utilized to elucidate the inhibition mechanisms of HPHC and SMIC. Furthermore, hydration and binding free energies were calculated using the umbrella sampling technique to ascertain the thermodynamic favorability of each phenomenon. The results demonstrated the efficacy of both treatments in enhancing MCC's suitability as an HI for CO_2 hydrates.

P열역금-4

Influence of memory effect and CO_2 injection rate on depressurization-assisted replacement for CO_2 geological storage and natural gas production

최원중*, 목정훈[1], 이종혁[2], 이요한[2], 이재형[3], 서용원[2]
창원대; [1]콜로라도스쿨오브마인스; [2]울산과학기술원; [3]한국지질자원연구원
(wjchoi@changwon.ac.kr*)

Natural gas hydrates(NGHs) are widely distributed throughout all over the world. The production of NGHs with the CH4-CO2 replacement method not only allows for energy generation but also takes advantage of their ability to stably capture gases, making them suitable for long-term storage of CO2. In addition, the depressurization-assisted replacement(DAR) method has been proposed to overcome the inherent drawback of slow reaction rates in the replacement method. This approach involves rapidly producing natural gas through depressurization and then using the replacement technique to further generation of natural gas and storage of CO2. In this study, it was demonstrated that the residual memory effect in hydrate-bearing sediment significantly accelerates the reformation behavior of gas hydrates. Additionally, it was experimentally verified that rapid CO2 injection rate in the replacement process can improve efficiency by decreasing CH4 re-enclathration phenomena. The results of this study proved that the memory effect is successfully preserved between the

P열역금-5

Elucidating the dehydrogenation mechanism of 1,1,6,6-tetracyclohexylhexane

Bhamu Kailash Chandra, Jingwen Zhou, 강성구*
울산대
(sgkang@ulsan.ac.kr*)

Liquid organic hydrogen carriers (LOHCs) have become important and attractive due to their high storage capacity. In this study, the dehydrogenation performance of the potential LOHC, 1,6,6-tetracyclohexylhexane, was systematically investigated based on first-principles calculations. Also, the influence of B-N substitution on dehydrogenation was comprehensively examined. In addition, the change in the chemical environment during each dehydrogenation step was deeply explored in this study.

P열역금-6

Understanding the Dielectric Relaxation of Liquid Water Using Neural Network Potential and Classical Pairwise Potential

류재현, 이원보*
서울대
(wblee@snu.ac.kr*)

Understanding the role of hydrogen bond networks in determining the relaxation dynamics is essential for understanding natural phenomena in liquid water. Classical pairwise additive models have been widely utilized for elaborating the underlying mechanism behind the relaxation phenomena. However, they have shown their limits due to either the absence or inaccurate descriptions of many-body and medium-to-long-range interactions. This work demonstrates that the Deep Potential Molecular Dynamics (DPMD) model help calculate the dielectric relaxation at the accuracy of the first-principles simulations. The DPMD model outperforms the classical force field (SPC/Fw) in predicting dielectric spectra. Analyzing the simulation results, we discover that the improvement does not stem from accurately representing the tetrahedral order. Instead, including inherent many-body interactions and intramolecular dynamics makes water molecules adapt to their local environments, lowering the potential energy barrier of reorientation.

P열역금-7

CO_2 하이드레이트 형성의 억제: 천연 산이 존재할 때의 실험 및 계산 방법론

문성주, 고우진, 목정훈, 서용원*
UNIST
(ywseo@unist.ac.kr*)

Climate change poses a significant challenge, demanding efforts in Carbon Capture, Utilization, and Storage (CCUS) technologies to reduce greenhouse gas emissions. However, transporting CO_2 under low-temperature and high-pressure conditions can lead to the formation of CO_2 hydrates within pipelines, causing blockages, ruptures, and explosions. This study explored the potential of specifically selected natural acids (sarcosine, dimethylglycine, creatine, and L-citrulline) as novel and biocompatible kinetic hydrate inhibitors (KHIs) for CO_2 hydrate formation, utilizing both experimental and computational methods. Onset temperatures and gas uptakes were measured using a high-pressure autoclave to evaluate the effectiveness of natural acids as KHIs, with a focus on their impact on CO_2 hydrate nucleation and growth. Molecular dynamics (MD) simulations were also conducted to elucidate the molecular inhibition mechanisms. Both experimental and simulation results demonstrated that natural acids effectively inhibit CO_2 hydrate formation. These findings underscore the potential of natural acids as new CO_2 hydrate inhibitors, contributing to the search for efficient hydrate inhibitors.

P열역금-8

이산화탄소의 존재 하에서 2,3,3,3-tetrafluoropropene (HFO-1234yf)의 구조 II 하이드레이트로의 포집

장현기, 목정훈, 김성우, 임준규, 서용원*
울산과학기술원
(ywseo@unist.ac.kr*)

Gas hydrates are crystalline compounds composed of guest gas molecules trapped in hydrogen-bonded host water cages. 2,3,3,3-tetrafluoropropene (HFO-1234yf), a new class of refrigerants, can't independently form gas hydrates. However, it can be collected within the hydrate cages in the presence of help gases. Enclathration of HFO-1234yf in the hydrate cages is important when hydrate-based gas separation (HBGS) is applied to recover HFO-1234yf from gas mixtures. Still, there is a scarcity of studies investigating help gases that facilitate the incorporation of HFO-1234yf in hydrate cages. In this study, various experimental approaches were conducted to reveal the inclusion of HFO-1234yf into the hydrate cages. Hydrate phase equilibria of the HFO-1234yf + carbon dioxide (CO_2) + water mixtures were measured. The hydrate structure of the HFO-1234yf + CO_2 hydrates was identified by analyzing the PXRD patterns. An In-situ Raman spectrometer was used to observe the enclathration of guest molecules during hydrate formation. This study can clarify the enclathration of HFO-1234yf in sII hydrate and its significance for HBGS.

P열역금-9

가스하이드레이트 및 탄소광물화를 통한 CO_2 지중 저장

박민서, 이종혁, 서용원*
울산과학기술원
(ywseo@unist.ac.kr*)

Mineral trapping, one of the CO_2 trapping mechanisms of carbon geological sequestration, proceeds through a mineral carbonation reaction between CO_2 and alkali earth metals (Ca, Mg, etc.) to form thermodynamically stable carbonates. Recently, carbon storage by injecting CO_2 into underground aquifers to form gas hydrates is considered as a new strategy for CO_2 storage. To understand the CO_2 storage kinetics in geological settings, investigation of influences of mineral carbonation on the formation of CO_2 gas hydrate and its growth kinetics are required. This study experimentally investigated the CO_2 capture characteristics when gas hydrate formation and carbon mineralization occurred simultaneously through gas uptake measurement, in-situ Raman spectroscopy, and powder X-ray diffraction (PXRD). Through gas uptake measurement, carbon storage capacity with increasing CaO concentration was analyzed. In-situ Raman spectroscopy was utilized to investigate the growth kinetics of CO_2 hydrate and $CaCO_3$, and relation between those two products. Through PXRD analysis, structure of CO_2 hydrate and $CaCO_3$ was analyzed. The experimental results would provide a fundamental understanding of

P열역금-10

Hydrate-based xenon-krypton separation with thermodynamic hydrate promotor

장민성, 추형록, Reyhaneh Ghorbani Heidarabad, 신규철*
경북대
(kyuchul.shin@knu.ac.kr*)

Xenon and krypton are used in various fields such as high-intensity lighting, medical anesthesia, space propulsion ion engines, lasers, and radiation therapy and their demands are increasing considerably. Xenon and krypton are usually obtained from an energy-intensive cryogenic distillation process because of their extremely low concentration in the Earth's atmosphere (0.086 ppm for Xe and 1.14 ppm for Kr) and low boiling point (164.05 K for Xe and 121.35 K for Kr). Additionally, the off-gas of spent nuclear fuel reprocessing contains radioactive 127Xe and 85Kr. Therefore, developing an energy-efficient xenon-krypton separation is necessary. In this study, we conducted the hydrate-based Xe-Kr separation with thermodynamic hydrate promoter. Tetrahydrofuran hydrates were synthesized with various feed compositions at 243 K and the guest compositions were analyzed by Gas Chromatography. This approach is expected not only for the efficient extraction of Xenon from mixtures but also for its potential applications across various domains.

P열역금-11

ChatMOF: An Autonomous AI System for Prediction and Generating Metal-Organic Frameworks

강영훈, 김지한*
KAIST
(jihankim@kaist.ac.kr*)

ChatMOF is an autonomous Artificial Intelligence (AI) system that is built to predict and generate metal-organic frameworks (MOFs). By leveraging a large-scale language model (GPT-4 and GPT-3.5-turbo), ChatMOF extracts key details from textual inputs and delivers appropriate responses, thus eliminating the necessity for rigid structured queries. The system is comprised of three core components (i.e. an agent, a toolkit, and an evaluator) and it forms a robust pipeline that manages a variety of tasks, including data retrieval, property prediction, and structure generations. The study further explores the merits and constraints of using large language models (LLMs) AI system in material sciences using and showcases its transformative potential for future advancements.

P열역금-12

Exploring Charge Stabilization in Photocatalysis through Benzotrithiophene-based Covalent Organic Frameworks: A Theoretical Investigation

김유진, 주세훈[1], 전종필, 백종범, 곽상규[2]*
울산과학기술원; [1]University of Cambridge; [2]고려대
(skkwak@korea.ac.kr*)

Covalent Organic Frameworks (COFs) offer potential in photocatalysis due to their modifiable semiconducting properties. However, a comprehensive understanding of their structure-property-activity relationship remains elusive. In this study, four benzotrithiophene (BTT)-based COFs were designed to explicate direct relationship between the conjugation of building blocks and photocatalytic activity. Potential energy surface from density functional tight binding (DFTB) calculations show that slipped parallel stacking as the most stable configurations for all BTT-COFs. Furthermore, charge density analysis via density functional theory (DFT) calculations indicates the polyaromatic unit of the BTT-COFs acting as an electron acceptor. Investigation of electron affinity concerning the electron-accepting sites within the BTT-COFs reveal an increased stability of the negatively charged state as the number of successive aromatic rings increases. This observation underscores that electron-accepting sites within the BTT-COFs play pivotal roles in charge stabilization, leading to tunable photocatalytic performance. Our findings provide valuable insights in designing superior photocatalytic COFs.

P열역금-13

Enhancing Gas Storage Capacity using sII Hydrate Seed Formed through Sequential Growth

김민주, 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

The natural gas storage technology using gas hydrate is a promising technology with high storage capacity (~ 172 V/V at STP) while ensuring environmental sustainability, mild formation conditions, and safety. However, hydrate-based gas storage has not yet been commercialized because of some major drawbacks such as stochastic nucleation and tardy kinetics. In order to overcome the above disadvantage, Thermodynamic hydrate promoters (THPs) which can shift hydrate formation conditions have been actively utilized. However, the use of THPs can lead to a decrease in storage capacity (~ 117 V/V at STP), as they also occupy the hydrate cages as guest molecules.In the current study, we developed a novel strategy using a small amount (0.1, 0.5 and 1 mol%) of THPs (THF and CP) to induce sequential growth of sII (THPs + CH_4) and sI (CH_4) hydrates. After sII hydrate formation, the formation of sI hydrate were facilitated near the pre-constructed sII hydrates seed. The initially formed sII hydrate acted as a kinetic promoter, accelerating the formation of sI hydrate formation and deriving high CH_4 storage capacity without loss in to cage occupancy.

P열역금-14

AIMD 시뮬레이션을 활용한 실리카 분산 안정성 재 정의

김한을, 최시영*
한국과학기술원
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Dispersion occurs when a substance with a radius of 1 um or less is suspended in another substance for an extended period of time while maintaining a certain distance. During transportation and processing, produced particles or polymers exist as colloids; therefore, this is one of the issues that must be resolved in the chemical process.The 1940s-proposed DLVO theory can calculate the force acting between particles and predict dispersion, but it presupposes that electrical repulsive force and simplified van der Waals force apply only under restricted conditions (ionic strength of solvent and particle surface charge). This study aims to establish a framework for analyzing the dispersion stability of particles by simulating the solid/liquid interface using AIMD simulation. The interface between silica (Silica, SiO_2) and water is extensively studied, which is well-known as a model system to study dispersion stability. In the simulation results, interfacial structure of water molecules are analyzed, and its impact on dispersion stability is discussed.

P열역금-15

Phase equilibrium studies for CO_2 hydrates under deep sea environment toward CO_2 ocean sequestration

정시윤, 서준우, 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

CCUS is a technology that captures, utilizes, and stores carbon. As a permanent carbon sequestration option, we studied the possibility of storing CO_2 in the form of solid clathrate hydrates under the deep sea environment of the East sea. However, depending on conditions, CO_2 may not be fully converted to hydrates, and thus a significant portion of injected CO_2 could be released back into the atmosphere. To avoid such problems, CO_2 hydrate phase equilibrium conditions were measured under simulated deep sea environments. Pure water, aqueous NaCl 3.407 wt% solution, deep sea water (directly collected from the East sea, -2,000 m), and artificial sea water (ASTM 1141-98) were tested. In addition, when considering a steel slag as a nucleating seed that increases the rate of hydrate formation, a potential effect of Ca^{2+} on hydrate formation need to be identified. To simulate such situations, CO_2 hydrate phase equilibria with the addition 3 and 6 wt% $CaCl_2$ to the artificial seawater were investigated and compared with the predictions by the Hu-Lee-Sum correlation.

P열역금-16

Characterization of Gas Hydrate Formation under Multiphase Flow Conditions Simulated by using the Rock-Flow Cell

박성아, 손수현 , 사정훈*
동아대
(jhsa@dau.ac.kr*)

Gas hydrate is a crystalline compound in which gas is captured in a lattice of water composed of hydrogen bonds. When hydrates form at low temperature and high pressure in the flowlines of oil and gas production systems, pipe interior is narrowed, causing a large pressure drop, and the hydrate blockages would also occur if not properly treated. For the flow assurance studies, the rock-flow cell was developed to implement conditions similar to actual flow conditions, thus simulating hydrate formation within the flowlines. The flow patterns can be controlled by adjusting the liquid loading, water cut, and rocking angle/speed. In this work, pure water and mixture of water and mineral oil were used as fluids, and the pure CH_4 and a model natural gas (CH_4 75%-C_2H_6 25%) were used. Hydrate formation was characterized by monitoring temperature pressure changes coupled with visual observations. The rock-flow cell can be used to characterize hydrate formation, deposition, and bedding under a variety of flow conditions and is also available for the studies on energy storage and separation processes.

P열역금-17

리튬 금속 표면과 전해질/첨가제 분자와의 상호작용에 관한 계산과학 연구

이동규, 손현수, 이태경*
경상국립대
(tklee8865@gnu.ac.kr*)

Lithium-ion batteries are an important part of modern power storage technology, and the rational design of electrolytes and electrolyte additives can positively impact on energy density, cycle life, and safety. In this study, the interaction between lithium metal surface, electrolyte, and electrolyte additive molecules was investigated using density functional theory (DFT) calculations. In particular, we evaluated the reductive characteristics between them through the calculations of adsorption energy and orbital energy. Based on our calculated results, we found a significant correlation between reductive characteristics and changes in molecular structure. Our study will provide important guidance for the performance improvement and development of lithium-ion batteries.

P열역금-18

Furan 계열 분자와 메탄 가스를 포함한 구조 II 하이드레이트의 Rietveld 분석

박기훈, 차민준*
강원대
(minjun.cha@kangwon.ac.kr*)

이 연구에서는 2,3-dihydrofuran (2,3DHF) 과 2,5-dihydrofuran (2,5DHF) 수용액에 메탄 (CH_4) 을 이용하여 Rietveld 분석법을 통해 구조 II 하이드레이트가 형성됨을 확인하였다. 2,3-dihydrofuran 과 2,5-dihydrofuran 은 물(H_2O)과 혼합되었을 때 구조 II 하이드레이트와 동일한 결정구조를 갖기 때문에 동시에 X-선 회절 분석법을 진행하였다. (2,3DHF + CH_4), (2,5DHF + CH_4) 하이드레이트는 각각 17.04578 Å , 17.06365 Å 의 격자 크기를 가지며 Fd-3m의 구조 II 하이드레이트를 형성하였다. (2,3DHF + H_2O), (2,5DHF + H_2O) 시스템은 Fd-3m의 공간군에 격자 크기가 17.12526 Å 과 17.13486 Å 으로, 작은 동공에 메탄이 포집될 때 격자의 크기가 줄어드는 것을 확인하였다. X-선 회절 분석을 바탕으로 큰 동공을 시각화한 결과, (2,3DHF + H_2O), (2,5DHF + H_2O) 시스템에서 큰 객체분자가 큰 동공의 중앙에 위치했지만, (2,3DHF + CH_4), (2,5DHF + CH_4) 하이드레이트에서는 중심에서 벗어나, 큰 객체분자와 격자간 최소거리는 각 각 2.78 Å 과 2.91 Å 으로 수소결합의 가능성을 보였다.

P열역금-19

Measurement of Solid-Liquid Phase Equilibrium (SLE) Data in Binary Organic Mixtures

정시연, 김태현, 강정원*
고려대
(jwkang@korea.ac.kr*)

The crystallization process, known for its capability to produce products of high purity, is regarded as an environmental process due to its higher energy efficiency compared to distillation processes. In the realm of chemical engineering, thermodynamic phase equilibrium data play a critical role in designing efficient processes. Therefore, the importance of SLE data is emphasized in the crystallization process. Various methods exist for measuring equilibrium data, including thermal methods, synthetic methods, and analytical techniques. In this study, both thermal and synthetic methods were employed to measure SLE data in a binary system composed of Naphthalene and p-chloronitrobenzene. The DSC was employed as the thermal method, while the step-warming method was used as the synthetic method to measure the solubility of various compositions. The results indicated that both methods exhibited a similar trend in solubility, although differences were observed in the absolute values. Moreover, it was observed that variations in the amount of DSC sample and differences in heating rates led to disagreements in the dissolution temperature of the substance.

P열역금-20

CO_2 하이드레이트 기반 담수화를 이용한 방사성 폐수로부터의 담수 회수

임솔거, 윤지호*
한국해양대
(jhyoon@hnu.ac.kr*)

Producing freshwater from radioactive wastewater holds significant importance in reducing environmental contamination near nuclear power plants and fostering advancements in nuclear technologies like small modular reactors. In this study, we present a simple and scalable CO_2 hydrate-based desalination (CHBD) for extracting freshwater from radioactive wastewater. Specifically, we focus on wastewater containing Cs^+ and Sr^+ Through rigorous investigations involving phase equilibria, spectroscopic analysis, and theoretical calculations, we verify that the radioactive ions can be completely removed via the gas hydrate formation process. This not only achieves freshwater recovery but also separates radioactive chemicals from wastewater. Notably, the proposed CHBD process is effective across a wide range of Cs^+ and Sr^+ concentrations, spanning from hundreds of parts per million (ppm) to even sub-ppm levels, revealing comparable recovery and separation efficiency rates.

P열역금-21

극저온 액화 수소 설비에서 피스톤 펌프 및 열교환기의 수치 해석적 연구

강은구, 남원제, 이봉섭[1], 신현용*
서울과학기술대; [1]강원대
(hyshin@seoultech.ac.kr*)

지구온난화로 인한 탄소 중립이 화두되어지고 있다. 화석연료의 대체에너지 가운데 수소에너지는 고갈되지 않고 비교적 쉽게 생산할 수 있어 중요한 에너지원으로 자리 잡고 있다. 본 연구는 수소충전소에서 사용되어왔던 고압 기체 수소에 비해 단위 부피당 높은 에너지와 안정성을 지닌 액화 수소에 활용할 수 있는 펌프 및 기화기에 대한 수치 해석적 연구를 진행했다. 펌프 및 기화기를 거친 액화 수소는 700bar 이상의 압력으로 연료 주입이 이루어질 수 있다. 본 연구에서는 COMSOL multiphysics 시뮬레이터를 이용하여 펌프와 기화기를 설계하였다. 수소이송용 펌프로는 피스톤 펌프를 이용하여 상압에서 극저온의 액화수소를 가압 이송하였다. 펌프에 의해서 이송된 액화 수소는 기화기를 거치며 가압되었다. 기화기는 열원공급형 열교환기를 이용하였으며 사용유체는 매실유(Silicon fluid)를 이용하였다. 이송되는 수소의 유량과 매실유의 입력온도 변화 그리고 매실유 유량의 변화에 따른 탱크에 충전되는압력변화를 계산하였다.

P열역금-22

Electrochemical ammonia oxidation reaction on Pt_n/CeO_2 catalysts

Sesha Surya Varaprasad Reddy Karri, Jingwen Zhou, 강성구*
울산대
(sgkang@ulsan.ac.kr*)

Ammonia has been proven to be a cost-effective hydrogen carrier for energy applications due to its high specific density and carbon-free nature. The basic conversion route for NH_3 is the ammonia oxidation reaction (AOR), which has received substantial interest from a variety of disciplines, particularly in fuel cells and pollution control procedures. Platinum is proven to be potential catalyst for AOR. However, Pt catalysts may inhibit AOR activity because of the surface poisoning by intermediate species or functioning at higher oxidation potentials. To overcome the sluggish behaviour towards AOR, the design of active catalyst is quite challenging. Due to the unique metal-support interactions and their probable synergistic effects, it is believed that the supports play a crucial role in enhancing catalytic activity. Here, the activity of small Pt_n (n=3,4) clusters supported by Ceria surfaces has been computationally studied utilizing the density functional theory (DFT) framework. Over Pt_n/CeO_2 catalysts, two major AOR mechanisms proposed by Oswin-Salomon and Gerischer-Mauerer were investigated.

P열역금-23

AI 기반 탐색: 효율적인 CO_2 포집을 위한 이온성 액체 최적화

박진영, 이용진*, 서민호[1]
인하대; [1]한국과학기술정보연구원
(yongjin.lee@inha.ac.kr*)

Amidst the pressing need to enhance CO2 capture processes t
Selectivity-
Desorption (ASDI) thermodynamic property, which stands as a
Our methodology initiated with a comprehensive assessment of
silico synthesis of diverse ionic liquid structures. Notably, our AI-
driven approach elucidated a subset of structures that not only s

P열역금-24

고온 내성 폴리이미드 올리고머의 개발: 아민 치환에 대한 분자 동역학적 접근

박준혁, 이용진*, 유현석
인하대
(yongjin.lee@inha.ac.kr*)

In aircraft gas turbine engines, polymer matrix composites serve as the inlet housing due to their lightweight, high specific strength, and often cost-effective properties compared to traditional metals. A critical criterion for these composites is the capability of polymer matrix to endure high operating temperatures. In this presentation, we discuss our computational methodology for designing polyimide oligomers with increased glass transition temperatures (Tg). A key strategy was the substitution of the TPE-R component in Oligo-PIs with various diamines. Utilizing Molecular Dynamics (MD) simulations, we methodically examined a diamines database, revealing the nuanced relationship between their structural characteristics and the resultant high-Tg features of the produced oligomers. Consequently, our study offers a comprehensive roadmap for the creation of advanced polyimide materials boasting superior thermal resilience.

P열역금-25

Cellulose Regenerated from Deep Eutectic Solvent and Ionic Liquid: Changes in Structural Characteristics and Thermal Properties

김영찬, 강정원, 김기섭*
한국교통대
(kks1114@ut.ac.kr*)

This study investigated the structural characteristics and thermal properties of cellulose regenerated using deep eutectic solvent(DES) and ionic liquid(IL). We used DES based on choline chloride, betaine, 1-butyl-3-methylimidazolium chloride([BMIM]Cl) and IL, [BMIM]Cl, to dissolve cellulose. The regenerated cellulose was characterized by X-ray diffraction(XRD), and thermogravimetric analysis(TGA). The crystallinity of cellulose regenerated from IL collapsed. On the other hand, the crystallinity of cellulose regenerated from DES based on IL did not collapse, similar to cellulose regenerated from typical DES. Result of TGA showed that the decomposition temperature of cellulose regenerated from DES, IL decreased. The results of this study provides useful structural characteristics and thermal properties of cellulose regenerated from DES, IL, which helps to set up optimum process for extraction of cellulose.This study was supported by Korea National University of Transportation in 2023.

P열역금-26

연속적인 하이드레이트 형성을 통한 수소 혼합 천연가스로부터의 수소 분리 연구

한금비, 이원형[1], 김민경, 이재우[1], 안윤호*
숭실대; [1]한국과학기술원
(yhahn@ssu.ac.kr*)

With hydrogen gaining prominence as a future decarbonization tool, the practice of 'Hydrogen Blending' – the integration of hydrogen into natural gas pipelines – has swiftly emerged to curb carbon emissions. The incorporation of 20 vol% hydrogen is projected to reduce carbon dioxide emissions by approximately 5.2-6.5% over a century, offering an economically viable transportation method through existing natural gas pipelines.[1] However, before hydrogen pipelines become widespread, in-depth research into 'Hydrogen Deblending' – the separation of hydrogen from HCNG (Hydrogen-Compressed Natural Gas) – is essential to ensure the availability of pure hydrogen when required. In this context, our study introduces an innovative gas separation technique based on clathrate hydrates. Clathrate hydrates are crystalline inclusion compounds in which guest molecules are accommodated within the cage of water-framework constructed by hydrogen bonding. The water-based nature of clathrate hydrates enables a scalable and sustainable process for gas storage and separation. We propose an innovative gas separation system that utilizes multiple hydrate formations to store natural gas within hydrates, while enhancing the purity of hydrogen in the vapor phase. Employing

P열역금-27

다공성 탄소 시스템에서의 하이드레이트 기반 이산화탄소 포집에 관한 연구

이영기, 안윤호*
숭실대
(yhahn@ssu.ac.kr*)

화석연료의 사용 및 지구온난화에 대한 문제가 대두되며 온실가스인 이산화탄소의 포집, 활용, 저장(CCUS)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 가스 하이드레이트는 물 분자간의 수소 결합으로 이루어진 동공에 기체를 포집할 수 있어 물 기반의 친환경적인 가스 저장 매체로 각광받고 있다. 에너지 소모가 큰 기계적 교반 없이 다공성 물질에 물을 분산시켜 하이드레이트의 형성 속도를 향상시키는 연구가 많이 진행되고 있고 본 연구에서는 다공성 탄소(Porous carbon)에 물 및 테트라뷰틸암모늄플루오라이드(Tetrabutylammonium fluoride, TBAF) 수용액을 분산시켜 이산화탄소를 하이드레이트에 포집하였다. Gilsonite와 KOH, melamine을 사용하여 다공성 탄소를 합성하였으며 BET, Raman spectroscopy, PXRD를 통해 합성한 다공성 탄소를 분석하였다. 하이드레이트 상평형 측정을 통해 열역학적 촉진제가 없음에도 다공성 탄소에 물을 분산시킴에 따라 비교적 고온-저압 조건에서 이산화탄소 하이드레이트의 형성이 가능함을 확인하였다. 다공성 탄소 내 형성한 이산화탄소 하이드레이트 및 TBAF 하이드레이트, TBAF-이산화탄소 하이드레이트 샘플을 PXRD로 분석하여 각각의 구조 및 격자 크기를 확인하였고 반응 온도와 같은 변수에 따라 이산화탄소 포집량 및 하이드레이트 형성 속도를 분석하였다.

P열역금-28

다성분 금속 유기 구조체 디자인 및 데이터베이스 설계

김영훈, 김지한*
KAIST
(jihankim@kaist.ac.kr*)

In exploring the material space of metal-organic frameworks (MOFs), the manipulation of pore spaces remains a key area of research as an increase in pore diversity promises a critical enhancement across a myriad of applications. This has given rise to the exploration of multicomponent MOFs, structures characterized by multiple components mixed together in MOFs. However, their synthesis proves to be challenging due to competitive structures formed by different building blocks. In this study, we proposed an innovative methodology to identify promising candidates for multicomponent MOFs, specifically those synthesized from four distinct building blocks. Our pioneering technique involves substituting linker fragments with a diverse yet structurally analogous set of linkers, followed by an evaluation of the free energy profiles of the resulting architectures. From this, a selection of 3,643 multicomponent MOFs with 3 organic linkers amalgamated in a single framework was discerned to be the most viable. Our results substantiate that these newly synthesized multicomponent MOFs exhibit superior adsorptive properties compared to their traditional MOFs.

P열역금-29

이온성 하이드레이트 기반 이산화탄소/질소 혼합 가스 분리 연구

김현진, 안윤호*
숭실대
(yhahn@ssu.ac.kr*)

현재 2050 탄소중립 목표를 실현하기 위한 carbon capture, utilization and storage (CCUS) 연구가 활발히 진행되고 있다. 더욱이 이산화탄소 배출 증가로 인한 기후변화를 비롯한 환경 문제의 해결방안으로 이산화탄소 저감에 관한 노력이 필요한 가운데, 산업 현장에서 배출된 혼합 배가스로부터 분리시킨 이산화탄소를 저장하고 활용할 수 있다. 본 연구에서는 물 분자로 이루어진 구조 내에 가스 분자를 포집할 수 있는 포접화합물의 일종인 클러스레이트 하이드레이트를 사용하여 이산화탄소 및 질소 혼합 가스에서 이산화탄소를 분리하여 저장하였다. 이때 다양한 프로모터를 사용하여 일반적인 하이드레이트와 달리 상온에서도 구조를 유지할 수 있는 이온성 하이드레이트를 형성하였다. 라만 분석을 통해 이온성 하이드레이트 내 가스가 포집되었는지 조사하였고 분말 X선 회절 분석을 이용하여 이온성 하이드레이트 구조를 확인하였다. 추가적으로 가스 크로마토그래피를 이용하여 이온성 하이드레이트 종류에 따른 형성 속도 및 가스 저장량 비교분석을 진행하였다. 본 연구의 결과는 이온성 하이드레이트 기반 가스 분리 및 저장 기술 발전에 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

P열역금-30

Phase equilibria and formation kinetics of CF_3I hydrates as clean fire extinguishing agents

이종환, 사정훈*, 신예봄, 조상규[1]
동아대; [1]한국생산기술연구원 해양플랜트기자재R&D센터
(jhsa@dau.ac.kr*)

Clathrate hydrates are solid crystalline compounds formed by hydrogen-bonded water. Hydrate-based fire extinguishing agents can effectively suppress fires by cooling and/or smothering. CF_3I (trifluoroiodomethane) hydrates have a great potential as fire extinguishing agents due to almost zero ODP and GWP of 0.4. In this study, phase equilibria and formation kinetics of CF_3I hydrates were measured with pure water and aqueous NaCl solutions. CF_3I hydrates were found to form at relatively mild conditions compared to other HFC gas hydrates, and they can even form at 279.35K under atmospheric pressure. When NaCl was added, the phase equilibria shifted to the lower temperature and higher pressure regions. Phase equilibrium conditions with 3.5 wt% and 8 wt% NaCl were also predicted by using HLS (Hu-Lee-Sum) correlation. Also, the formation rate of CF_3I hydrates were found to be slowed down with the addition of NaCl. Our results indicate that CF_3I hydrates have a great promise for fire extinguishing applications. It can also be implied that CF_3I can be used as thermodynamic promoter for hydrate-based clean energy storage.

P열역금-31

CO_2 지중저장을 위한 N_2+CO_2 열역학적 상평형 연구

이승민*, 강경찬
한국생산기술연구원
(leesm0506@kitech.re.kr*)

UN 기후변화 보고서에 따르면, 현재 지구 온난화는 심각한 위기 상황이며, 세계 각국은 Net-Zero 달성의 핵심 요소인 CCUS 확산을 위해 기술 개발 및 인프라에 많은 노력을 기울이고 있으며 최근 CO_2 해상저장 기술의 상용화는 실질적인 CO_2 감소 및 처리를 위한 효율적인 대안으로 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 CO_2 지중저장을 위한 기초기술인 파이프 내 CO_2 수송시 발생되는 유동 안정성을 살펴보기 위해 다상 유동 시스템을 설계하고, CO_2 이송 환경 조건(수분, 압력, 온도 등)에 따른 파이프 내 유동 특성의 특성을 조사하였다.). 또한, CO_2 하이드레이트 형성 및 해리 거동을 예측하기 위해 혼합 N_2+CO_2 가스 하이드레이트의 열역학적 상평형을 측정하였다. N_2+CO_2 하이드레이트의 열학적 특성은 각 혼합가스의 조성 비율에 따라 상이하게 나타남을 확인 하였으며 이 결과는 추후 배관 내 CO_2 이송 및 해저 주입정 주입을 위한 기초 자료로 활용될 것으로 예상된다. 또한 혼합 CO_2+N_2 가스 수화물의 엔탈피 특성 연구를 통해 얻은 기초 연구 데이터는 CO_2 전달, 유체 역학 모델링 및 시뮬레이션을 위한 다상 흐름 시스템 설계를 최적화하는 데 필요한 정보를 제공할 것으로 기대된다.

P열역금-32

ESS 및 전기차용 리튬이온 폐배터리 고속방전을 위한 시스템

이승민*, 박지유, 강경찬
한국생산기술연구원
(leesm0506@kitech.re.kr*)

2050 탄소중립 추진 전략에 따른 전기차, ESS 등 친환경 차세대 미래기술 접목 가능한 중대형 및 대형 리튬이온배터리 수요 확대되고 있으며 특히 국내의 경우 적극적인 친환경 에너지 보급으로 인해 리튬계 폐배터리의 경우 전기차, 수소연료전기차 공급 및 태양광발전 분야 ESS 수요의 증가로 인해 향후 산업적·환경적 문제로 대두될 전망이다. 따라서 본 연구에서는 모듈단위의 리튬계 폐배터리의 대용량 고속방전 시스템 공정개발을 수행하였으며, 방전 시 발생되는 전압과 전류의 변화 값을 연속적으로 기록하고, 방전 시 발생되는 부산물 처리를 위한 가스 등을 분석하였다. 또한 방전 시 방전 수조에서 변화되는 염도와 pH와 온도 변화 등에 따른 값의 특성들도 실험을 통해 연속 측정하였고, 그 결과 값을 기반으로 기존 방전법과 비교하여 완전방전에 소요되는 시간을 비교 측정하여 고속방전시스템의 방전 성능에 대한 연구를 수행하였다. 또한 안정적인 고속방전기술은 양/음극제 및 맴브레인의 선택적 분리 및 유가금속 회수 효율을 극대화 시킬수 있는 방법으로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

P열역금-33

나노여과막 기반의 염료/무기염 분리 특성 연구

박지유, 이승민*
한국생산기술연구원
(leesm0506@kitech.re.kr*)

나노여과(Nanofiltration, NF)막은 최근 대 공정 산업에서 지속 가능하고 신뢰할 수 있는 분리에 대한 해결책을 제시하고 있다. 따라서 이를 활용하기 위해 먼저 투과 장치를 직접 제조하여 상용 나노여과 분리막에 다양한 화학적 특성과 분자량을 갖는 용질을 투과하였다. 본 연구에서는 Dow filmtec社의 NF 90분리막과 NF 270분리막을 사용하였다. 분리능 테스트 결과, NF 90은 높은 염료 제거율을, NF 270은 높은 투과도를 보였다. NF 270은 무기염과 염료의 혼합 용액에 대한 추가 실험 수행 결과 두 용액 간 비슷한 염료 제거율을 보였으며 높은 염료 제거율 및 낮은 무기염 제거율로 목표하던 결과값과 유사한 수치들을 얻었으며 특히 Brilliant Blue R 10 ppm + NaCl 500 ppm용액에서 가장 우수한 분리능을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구 수행에서 얻어진 결과는 나노여과막 기반의 염료/무기염 분리 특성 연구에서 유색폐수의 환경 위협 제거 가능성을 확인하였으며, 가치 있는 화학물질인 무기염의 회수 및 재사용 및 CCS분야에 적용 가능성을 확인하였다.

P열역금-34

실험적, 컴퓨터 계산 연구를 통한 Na-montmorillonite 점토가 존재하는 메탄 하드레이트의 해리 거동 연구

임준규, 고우진, 이준섭[1], 이요한, 최원중[2], 목정훈, 서용원*
울산과학기술원; [1]한국조선해양; [2]창원대
(ywseo@unist.ac.kr*)

Gas hydrates are crystalline compounds that trap molecules in water frameworks. CH4 hydrate decomposes slowly beyond its stable range due to self-preservation. Na-MMT, a clay compound, affects CH4 hydrate formation and dissociation, but its exact role is unclear. This study explores Na-MMT's influence on CH4 hydrate dissociation using experiments and computation. Three-phase (H-L-V) equilibria, PXRD patterns, and ^{13}C NMR spectra were measured for the CH_4 + Na-MMT hydrates. The presence of Na-MMT did not alter the three-phase equilibria or affect the crystal structure of the CH_4 + Na-MMT hydrates. However, through temperature-dependent PXRD patterns and their Rietveld refinement results, it was observed that the dissociation of CH_4 + Na-MMT hydrates was delayed compared to pure CH_4 hydrate. MD simulations were employed, and they revealed that the system incorporating Na-MMT exhibited a higher CH_4 emission free energy for CH_4 hydrate compared to the system without Na-MMT. The experimental and computation results obtained in this study provide valuable insights into the phenomenon of dissociation

P유동목-1

CNT 비드 오일 흡수체의 역삼상순환유동층 내 수력학적 특성

원근혜, 김수영, 장예지, 고유진, 김성원*
한국교통대
(kswcfb@ut.ac.kr*)

최근 다양한 석유제품의 전처리 과정과 정제 과정에서 기름 유출 문제로 인해 환경오염 문제가 증가하고 있다. 본 연구에서는 폐수 내 에멀전 형태의 오일을 처리하기 위해 소수성이며 큰 비표면적을 가진 CNT(Carbon Nanotube) 오일 흡수체를 제작하였다. CNT 흡수체는 비드형태로 제작되었고, 무기물을 이용하여 밀도를 조절하였다. 또한, 폐수 내 분산된 오일 에멀젼과 비드 형태의 CNT 흡수체의 효율적인 접촉을 위해 역삼상유동층 반응기를 적용하였다.

공기, 증류수, CNT 흡수체 (dp = 3 mm, ρ=837,1069, 1265 kg/m^3)로 구성된 역삼상유동층 반응기(200 x 80mm; 800mm-high)내 수력학적 특성을 확인하였다. 상승관 내 기체 유량이 증가할수록 기체와 고체 체류량이 증가하였다. 순환유동층 내 오일 제거 효율을 결정짓는 고체순환속도는 흡수체의 물리적 특성과 기체의 속도에 영향을 받는 상승관과 downcomer의 밀도 차이에 의해 결정되었다. 입자 밀도가 증가할수록 고체 순환 속도가 증가하였고, 반응기 내 오일 제거량이 증가함을 확인하였다. 주) 본 연구는 2023년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음

P유동목-2

CPFD를 이용한 유동층에서 CNT 응집체의 수력학적 거동 모사

김수영, 이민지, 장예지, 고유진, 원근혜, 김성원*
한국교통대
(kswcfb@ut.ac.kr*)

탄소나노튜브(CNT)는 우수한 물리적, 열적 및 전기적 특성으로 인해, 수십년 동안 배터리 전극 첨가제 및 열전달 유체 등 광범위한 응용 분야에서 사용되고 있다. CNT의 대량 생산을 위해, 유동층 반응기에서 catalytic chemical vapor deposition 기술이 적용되고 있다. 촉매에서 CNT가 성장함에 따라 내부 유동 입자 크기가 증가하고 밀도가 급격히 감소하며, 입자 간 물리적 얽힘에 의해 응집체가 형성된다. CNT 반응기 설계 및 운전 최적화를 위해서는 응집체와 같은 입자 형상 특성에 기반한 CNT의 수력학적 거동에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 CNT 입자(d_p= 335μm, ρ_p= 31kg/m^3)를 대상으로, MP-PIC(multiphase particle in cell)모델을 이용해 전산 모사를 수행하였으며, 유동층 cold model (0.15m-ID.X2.8m-high)에서의 수력학적 거동과 비교하여 검증하였다. CNT 응집체의 크기는 반응기 내 거동에 영향을 미치는 주요 인자임에 따라, 레이저 슬릿광 방식 형상추정법을 통해 반응기 내 CNT 응집체 크기를 측정하여 모사에 반영하였다. CNT는 응집화 형상 등에 의해 기존의 Geldart 분류 입자와 달리, 상대적으로 항력 계수의 영향이 큰 것을 확인하였다. 기체 유속에 따른 반응기 내 응집체 형상 분석을 기반으로, 항력 모델 및 계수 조절을 통해 층팽창 및 압력강하와 같은 CNT 만의 특징적인 수력학적 특성 모사가 가능함을 확인하였다.

P유동목-3

Si-Al 촉매를 이용한 유동층 반응기에서 저밀도 폴리에틸렌의 열분해 : 경유분의 수율 촉진

윤영민, 황병욱[1]*, 최유진[1], 장재준[2], 김대욱[1], 류호정[1], 원유섭[1], 이도연[3], 정성엽
경북대; [1]한국에너지기술연구원; [2]연세대; [3]한밭대
(hbw@kier.re.kr*)

This study investigated the pyrolysis characteristics of LDPE in a fluidized-bed reactor using various fluidizing agents such as sand and Si-Al catalyst (silica alumina) at various temperatures. The results demonstrated that the use of the sand + Si-Al mixture catalyst as a fluidized-bed material enhanced the yield of pyrolysis oil and simultaneously reduced the gas yield as compared to using sand alone. Additionally, the Si-Al catalyst (16.67 wt.%) produced more light pyrolysis oil fraction (8.6 wt.% at 560℃ and 11.9 wt.% at 520℃). Furthermore, higher temperatures (520℃, 560℃, and 600℃) resulted in a decrease in olefins and paraffins, accompanied by the formation of naphthenes, aromatics, and ketones in the pyrolysis oil. These findings indicated the promising potential of the Si-Al catalyst as a substitute for sand, which enabled the improved production of light oil fractions. The outcomes of this study provide valuable insights for waste management strategies and the use of LDPE as an effective feedstock for chemicals and fuels.

P유동목-4

상용급 암모니아 혼소 발전의 전과정 평가를 통한 Net CO_2 저감량 분석

이하은, 이시훈*, 임례걸, 오승석, 박현준, 박한샘, 안형준[1], 서해원[1]
전북대; [1]포항산업과학연구원
(donald@jbnu.ac.kr*)

산업화로 인한 대기 중 이산화탄소 농도 증가로 기후변화가 야기되었다. 이로 인해 세계 각국은 온실가스 감축을 위한 여러 대안을 마련하고 있으며, 그 대안 중 하나로 암모니아 혼소발전이 주목받고있다. 본 연구는 전과정 영향평가 방법론을 이용하여 한국까지 암모니아와 석탄의 수입 및 사용으로 인해 발생되는 CO_2 및 환경영향을 정량화 하였다. 더불어 분석에는 전과정평가 상용 소프트웨어인 SimaPro를 이용하였으며, 데이터 베이스 및 방법론은 각각 Eco-Invent와 ReCiPe 2016이 사용되었다. 시스템 경계는 암모니아와석탄의 원료의 채취부터 소비까지 물질의 전과정을 포괄하도록 설정되었으며 석탄은 인도 및 호주에서, 암모니아는 사우디아라비아에서 수입하는 것으로 설정 되었다. 암모니아는 기존의 생산방법에 더불어 재생에너지 기반으로 생산된 그린 암모니아와 기존 방법에 탄소포집을 연계한 블루암모니아를 선정하였으며 이에 대한 각 환경영향도 비교하였다. 또한 기준 단위는 전력 1 kw당 발생하는 환경영향으로 계산되었다. 마지막으로 이 연구는 배출원 중심의환경영향을 평가하는 기존 방식에 대해 타당성을 재고하였으며, 더 나아가 전지구적 관점으로 시야를 확장하여 실질적 'Net-Zero' 실현에 대해 나아갈 길을 제시하였음.

P유동목-5

고순도 수소 생산을 위한 Ca-Looping 바이오매스 가스화의 ANN(Artificial Neural Network) Model적용

박한샘, 이시훈*, 이하은, 박현준, 오승석, 임례걸
전북대
(donald@jbnu.ac.kr*)

지구의 이산화탄소 농도 증가로 지구온난화가 심화되면서 세계 각국은 화석연료를 대신하여 탄소중립 자원으로 여겨지는 에너지원인 바이오 매스의 수소 에너지화에 주목하고 있다. 수소는 사용과정에서는 H_2O만 생성한다는 장점이 있지만, 전통적인 수소 생산 방식인 Steam-Methane Reforming(SMR) 공정에서는 이산화탄소가 발생되기 때문에 탄소배출이 없는 수소 생산을 위해서 기존의 SMR 공정에 Ca-Looping Process를 도입한 이산화탄소 포집이 해결책이 될 수 있다. 본 연구의 목표는 인공신경망(ANN: Artificial Neural Network) 모델을 이용한 공정 데이터 예측을 통해 실제 공정운영에 투입되는 에너지 및 시간 소모를 최소화하려 한다. 해당 모델에서는 열분해 공정의 온도, 바이오매스의 성분조성 등의 데이터를 이용하여 생산물인 Syngas의 성분조성을 예측하였으며, Ca-Looping 공정을 이루는 Calciner 및 Carbonator의 온도 및 $CaCO_3$의 투입량, 앞서 예측된 Syngas의 성분조성 데이터 등을 입력값으로 사용하여 Syngas의 성분조성 변화에 따른 이산화탄소 포집 수율 및 $CaCO_3$의 적정 투입량을 예측하였다.

P유동목-6

Exergy Analysis Of Recycle Flue Gas Condition In A Biomass Oxy-Fuel Fluidized Bed Supercritical Power Cycle

임례걸, 오승석, 박현준, 박한샘, 이하은, 이시훈*
전북대
(donald@jbnu.ac.kr*)

While most of the investigation of the of recycle flue gas mainly concentrated on the efficiency and pollutant emission in oxy-fuel combustion, the exergy analysis of the related investigation is scarcely reported. Thus, a thorough investigation of the recycle condition is conducted for the performance evaluation of a biomass oxy-fuel combustion coupled with supercritical carbon dioxide power cycle. Different environment (wet and dry), excess oxygen ratio (EOR, 1.01-1.05) and recycle ratio (FGR, 0.5-0.7) are selected for the investigation. A contradict result was obtained for the net exergy efficiency and net energy efficiency with higher efficiency obtained under dry condition and wet condition, respectively. Investigation of individual combustion system supported the obtained result. Further investigation with other modules is required to identify the effect of recycle condition of the proposed system.

P이동목-1

신경망을 활용한 잡음이 포함된 측정 자료로부터 DNA 용액의 조성비 예측

김민지, 강경희, 이효민*
제주대
(fluid@jejunu.ac.kr*)

신경망은 DNA 분석, 유전자 편집 기술, 질병 예측과 진단 등 다양한 공학적 분야에서 활용되고 있다. 신경망을 활용한 시료 분석의 경우, 극미량의 변이 염기 서열, 특정 화학 물질 농도, 미세 입자의 존재 등의 시료의 물리화학적 특성을 높은 정확도로 예측한다. 일반적인 시료 분석 절차의 검출 한계는 신호 대 잡음비에 크게 영향을 받는다. 작은 신호 대 잡음비의 측정 자료는 시료의 미세한 변화를 감지하지 못하며, 잡음의 전처리 과정 중에 분석 특성의 손실이 유발될 수 있다. 본 연구에서는, 작은 신호 대 잡음비의 측정 자료가 가지는 분석적 한계를 해결하고자, 잡음의 전처리 없이 잡음이 포함된 DNA 용액의 측정 자료를 신경망으로 분석하여 물리화학적 특성 중 하나인 용액의 조성비를 예측하는 일을 수행하였다. 10 bp와 1,000 bp의 DNA가 섞여 있는 용액의 동역학을 계산하고 백색 잡음을 인위적으로 추가하여 신경망의 학습 자료를 구성하고, 신경망으로 용액의 몰 분율을 예측하였다. 결과적으로, 잡음이 포함된 동역학 자료를 학습한 신경망을 통해, 잡음의 전처리 없이 O(1)의 신호 대 잡음비 자료를 O(0.01)의 오차로 예측할 수 있었다. 또한, 잡음의 전처리 없이 분석 가능한 한계 신호 대 잡음비를 결정하였으며, 이를 통해 신경망의 처리 능력의 한계 지점을 정량화 시켰다.

P이동목-2

신경망의 지도 학습을 위한 적합한 학습 자료 구성 방식과 손실 함수

송동규, 고세헌, 이효민*
제주대
(fluid@jejunu.ac.kr*)

넓은 범위의 로그 간격의 목표값이 존재하는 공학적 과업은 DNA의 길이 예측, 생체 유래 분자 분석, 콜로이드 용액의 농도 추정 등에서 다수 발견될 수 있다. 이와 같은 과업들의 학습 성능은 학습 자료의 분포 형태와 구성 방식에 따라 달라지며, 학습 알고리즘으로 사용하는 손실 함수 또한 영향을 미친다. 본 연구에서는 로그 간격의 목표값을 가지는 학습 자료의 분포 형태, 구성 방식, 손실 함수 선택이 학습 성능에 미치는 영향을 정량적으로 평가하였다. 정량적 평가를 수행하고자, 100×100의 가상 이미지를 생성하여 로그 간격의 목표 값을 할당하였다. 생성한 이미지를 기계학습을 통해 분석하여, (i) 오차 행렬, (ii) 최대 상대 오차, (iii) 평균 상대 오차에 대해 정량적으로 학습 성능을 분석하였고, 그 결과 평균-제곱-로그-오차와 평균-절대-백분율-오차가 최적의 성능을 보이는 손실 함수로 결정되었다. 또한, 학습 자료의 분포와 구성 방식에 있어, 균등 선별 방식이 무작위 선별 방식보다 높은 성능을 보였다. 본 연구에서 제안하는 자료 구성 방식과 손실 함수의 선택은 목표값이 넓은 범위에 분포하는 실험 자료를 효과적으로 분석할 수 있는 방법론이 될 것이다.

P이동목-3

심층 신경망을 활용한 전기동역학적 공간시간 지도로부터 DNA 길이와 혼합 종 개수 예측

양승희, 김예원, 이효민*
제주대
(fluid@jejunu.ac.kr*)

인공지능을 통한 의학 자료 분석은 의료 영상 판독, 신약 개발, 질병 진단 등으로 다양하게 활용되고 있다. 많은 수의 의학 자료 분석은 DNA 정보를 기반으로 하며, DNA 분석에 있어 중합 효소 연쇄 반응과 겔 전기영동법이 주로 활용된다. 그러나, 기존의 분석 기법들은 검사 소요시간이 최소 O(1)시간 요구된다는 한계점이 있다. 본 연구에서는, 기존 방법론의 소요시간 한계점을 극복하고자, DNA의 동역학 측정 자료로부터 분자 정보를 결정할 수 있는 신경망을 연구하였다. DNA의 동역학 측정 자료로부터 공간시간 지도를 구성하고, 신경망을 통해 DNA의 길이, 혼합 종의 개수를 예측할 수 있었다. 또한, 학습 자료 구성 비율이 신경망의 편향된 예측에 미치는 영향을 연구하였다. 본 연구를 활용한다면, 액체 생검 기반의 산모와 태아의 세포 유리 DNA 분석, 암 진단 등의 의학 자료 분석을 효과적으로 수행할 수 있을 것이다.

P이동목-4

전기방사를 통한 고효율 PM 제거를 위한 무기 염 첨가 투명 필터 제작

류도혁, 정수환*
경북대
(shjeong@knu.ac.kr*)

As the increase in the concentration of fine dust in the atmosphere has become serious, many studies and various products are being developed to improve indoor and outdoor air quality. Many products, such as air purifiers have been used to improve the indoor air quality. However, the effect is limited due to fine dust flowing from outside. For use in windows, this study produced a transparent filter with high efficiency of removing particulate matter (PM) and low-pressure drop, allowing external air to enter the interior easily. The electrospinning process was used to manufacture a filter that allows air to enter the interior easily with high transparency. Considering the presence of charge of PM, the main idea of this study is to utilize the electrostatic attraction of KI salt to enhance the capture efficiency, of was strengthened by adding KI salt with a large dipole moment to the electrospun fiber. Without compromising the pressure drop of filter, High removal efficiency of ~90% was obtained.

P이동목-5

분자역학 시뮬레이션을 이용한 천연 물질의 피부 투과 증진 확인 연구

강승한, 최시영*
한국과학기술원
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Intercellular lipid membrane of the stratum corneum of human skin is known as mainly contains ceramide, cholesterol, and free fatty acid in a molar ratio of about 1:1:1.In this study, the intercellular lipid membrane is implemented in the molecular dynamics program to support in vivo, and in vitro skin research from the viewpoint of molecular interaction.After constructing lipid bilayer system, we simulate the molecular interaction that occurs when a monoterpene-based substance, an effective natural substance used in cosmetics, penetrates the bilayer.Equilibrium constants, diffusion coefficients of each monoterpene molecules through simulation is compared with the flux results existing in vitro system. Through these results, we confirmed and analyzed the similarities and differences between the in silico and in vitro interfacial lipid bilayer system.

P이동목-6

생분해성 젖산 하이드로젤 입자를 활용한 섬유아세포로의 조절된 성장 인자 전달

김지우, 장우경, 문석준, 김성연[1], 봉기완*
고려대; [1]강원대 병원
(bong98@korea.ac.kr*)

Controlled and targeted growth factor delivery to bioenvironments is important for tissue regeneration. Polylactic acid (PLA) hydrogel microparticles are attractive carriers for delivering therapeutic cargoes owing to their biocompatibility and biodegradability, uniform encapsulation of cargoes, and no need of organic solvents when synthesizing the particles. In this study, we present a new method for controlled growth factor delivery utilizing PLA-based hydrogel microcarriers synthesized with degassed micromolding lithography (DML). Based on direct gelation of the single-phase aqueous precursor in DML, bovine serum albumin, a model protein of growth factor, and fibroblast growth factor (FGF-2) were uniformly encapsulated into the microparticles. By tuning the monomer concentration and adding a hydrolytically stable crosslinker, the release of encapsulated cargoes was efficiently controlled and extended to 2 weeks. Finally, we validated the biological activity of encapsulated FGF-2 in PLA-based microparticles through a fibroblast proliferation assay.

P이동목-7

다중 면역화학분석법을 위한 암호화된 하이드로젤 마이크로입자 기반의 실시간 비색 분석을 통한 단백질 정량화

조인영, 임용준, 최준희, 김지우, 송이룸, 봉기완*
고려대
(bong98@korea.ac.kr*)

The ability to quantify multiple proteins at once is important in terms of providing accurate medical condition and diagnostic information of individuals. Graphically encoded hydrogel microparticles have garnered interest for this purpose due to their specificity and dynamic range, comparable to the gold standard, ELISA. However, current techniques still fall short when treating clinical samples because each protein exist in different scope of concentrations in actual bodily fluids. Herein, we suggest a new method that allows simultaneous colorimetric detection of low and high-concentration proteins. We first optimize the amount of substrate engaging in enzymatic color development to expedite the coloring process. Unlike previous procedure which obtains signals only at a certain point of time, we observe the change of signal intensity in real-time and calculate the velocity by machine learning. Then, we confirm that our approach can push boundaries with regard to limit of detection and dynamic range by ~1 pg/mL and log 4.2, respectively. Finally, we perform 3-plex assay to validate the capability of detecting multiple targets existing in broad range of concentrations at once.

P이동목-8

CFD를 이용한 중공 섬유막 접촉기의 산소 탈기 연구

안재석, 구보람*
전남대
(boram.gu@jnu.ac.kr*)

A hollow fibre membrane contactor (HFMC) is expected to have a higher separation efficiency due to its higher volume-to-area ratio than conventional units. This makes the HFMC applicable to the separation of dissolved gas of low concentration from a solvent, such as oxygen removal from water. Oxygen in the liquid can have an adverse effect on the process equipment and product quality. So, ultrapure water should be used in such a sophisticated process. We simulated oxygen degassing in the HFMC by implementing the permeation model coupled with the governing equations of fluid dynamics and mass transport. We used the HFMC design (Liqui-Cel™) with its size scaled down by 1/20 for reduced computational cost. Fluent is used for simulation along with User Define Function (UDF), where the mathematical model for permeation is coded. From the results, we can analyse the HFMC efficiency depending on various inlet velocities and baffle locations, which allows us to find the optimal conditions.

P이동목-9

다양한 피드 스페이서 재료에 대한 멤브레인 증류 성능 예측

정유혁, 구보람*
전남대
(boram.gu@jnu.ac.kr*)

In membrane distillation (MD), water vapor moves from the feed channel to the permeate channel through the pores of the hydrophobic membrane due to the vapor pressure difference caused by the temperature difference between the two channels. The phase transition from water to vapor near the membrane surface lowers feed temperature owing to the latent heat of vaporization (so-called temperature polarization (TP)), resulting in a reduced net driving force for water permeation. TP is the main factor that reduces the efficiency of the MD process. To suppress TP, a mixing promoter such as a spacer is added to the module. Furthermore, a good thermal conductivity of spacers can reduce TP effects.In this study, the effects of the material and conductivity of the spacer on TP and water flux are investigated using CFD coupled with heat transfer and membrane permeation. Simulation results demonstrate that water flux increased as thermal conductivity increased.

P이동목-10

Silver Nanowire Stabilized Pickering Emulsion

Turan Mammadli, 최시영*
KAIST
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Flexible transparent conductive films are essential building components of stretchable transparent electronics finding application in solar cells, touch panels, organic light-emitting diodes and roll-up displays. Silver nanowires (AgNWs) have emerged as a promising candidate for stretchable transparent electronics due to their exceptional properties, including high electrical and thermal conductivity, compliant network structure, large-scale processing compatibility, and high aspect ratio. Herein, we present a novel approach for Development of Conductive Ink for Stretchable Transparent Electronics: Silver Nanowire-Stabilized Pickering Emulsion. In this approach, AgNWs are self-assembled at the water-oil interface which result in enhanced conductivity and stability due to the alignment and connectivity within the emulsion droplets. Moreover, AgNW Pickering emulsions would offer enhanced stability compared to conventional AgNW inks or dispersions. Overall, we envision that the present work offers new insights into the design of conductive inks by leveraging the unique properties of AgNWs and the stabilizing capability of Pickering emulsion

P이동목-11

전기장을 이용한 미세플라스틱 제거 및 검출 기술

파니즈파라말지, 장원익, 이효민[1], 유재범*
경북대; [1]제주대
(jb.you@knu.ac.kr*)

In recent years, the issue of microplastic contamination in marine ecosystems has garnered considerable global concern. Microplastics have been identified in a wide array of marine organisms across numerous surveyed water bodies. The characteristics of microplastics, such as color and density, differ depending on their composition. A range of techniques have been explored for both detecting and mitigating the presence of microplastics in water sources, including methods like filtration, centrifugation, magnetic separation, and others. Herein, we demonstrate a method for efficient removal of small microplastics (size 5 ~ 20 μm) from flowing streams of water by applying electricity. A stream of water containing microplastics is introduced through a microfluidic channel, onto which a direct current (DC) voltage is applied using an asymmetric electric field. The microplastics are then removed from the water stream and captured on the bottom substrate of the microfluidic channel by electrophoresis. Captured microplastics are characterized using in-situ Raman spectroscopy. Our method provides a continuous approach for the efficient removal of small microplastics.

P이동목-12

슬러리 혼합 프로토콜이 전기화학적 리튬 회수 시스템의 성능에 미치는 영향

송환규, 주화주[1], 정선엽*
단국대; [1]서울대
(seon27@dankook.ac.kr*)

As the demand for lithium rises, the electrochemical lithium recovery(ELR) system has been spotlighted. An ELR system recovers lithium ions from brine or wastewater by employing a lithium-ion electrode that is functional within aqueous solutions. Since previous ELR studies have focused materials or operating conditions, limited attention has been given to the impact of electrode manufacturing methods on the system performance. In this study, a cathode slurry incorporating lithium manganese oxide(LMO) as the active material was prepared at various shear rates, accomplished by modifying the rotational speed of a planetary mixer used for slurry mixing. After coating and drying of the slurry, the electrode was produced, and it was assembled into a wet cell where LiCl was included as the electrolyte. As the rotational speed changes, a complex rheological behavior was identified. A correlation between the rheological behavior of the slurry and the lithium recovery performance of the produced electrode was investigated. This study is expected to serve as an initial step to design advanced ELR systems, focusing on the importance of the process technologies on the final system performance.

P이동목-13

Effects of Liquid Metal Co-filler on the Properties of Epoxy/Binary Filler Composites

송치민, 이주형*, 김수연, 김수지, 강성은
명지대
(ljbro@mju.ac.kr*)

Liquid metals (LMs) with high fluidity and high thermal conductivity (k) are recently receiving considerable attention in research on thermal management polymer composites. While the majority of previous studies investigated the effects of LM fillers in soft elastomeric matrices useful for soft robotics or flexible electronics, their effects on the properties of composites with rigid matrices such as epoxy-based polymers, which are useful for packaging or automobile, have not been discussed extensively. In this study, the effects of LM eutectic Ga-In (EGaIn) as co-fillers are investigated on the properties of rigid epoxy-based composites with a binary filler (α-Al2O3/EGaIn) system. With adequate LM loads, the composites exhibit superior mechanical properties than the all-solid-filler system, with reasonably high k values maintained, which are expected to be of high values in practical applications.

P이동목-14

상전이물질 미립자들이 분산된 액체금속 매트릭스 기반 신 잠열 저장 계

강성은, 이주형*, 송치민, 김수지
명지대
(ljbro@mju.ac.kr*)

Phase change materials (PCMs) are considered useful tools for efficient thermal management and thermal energy utilization in various fields. In this study, a colloidal PCM-in-liquid metal (LM) system is demonstrated as a novel platform composite with excellent latent heat storage capability, high thermal and electrical conductivities, and unique viscoelastic properties. In the proposed formulation, eutectic Ga–In is utilized as a high-thermal-conductivity and high-fluidity liquid matrix in which paraffinic PCM microparticles are suspended as fillers. The composite shows unique trade-off effects among various properties. A Joule heating device incorporating the composite exhibits improved electrothermal performance owing to the synergy between the high electrical conductivity and latent heat storage capability of the composite. The proposed platform may be exploited for the high-performance form-factor-free latent heat storage systems for various potential applications.

P이동목-15

광반응성 사다리형 폴리실세스퀴옥세인을 기반으로 한 OLED 용 유연하고 저유전율의 박막 인캡슐레이션

신규진, 이준협*, 김진욱, 김도현, 김상희, 오민정, 양수영, 이금정
숭실대
(junhyuplee@ssu.ac.kr*)

Organic Light-Emitting Diodes (OLEDs) have the potential to serve as self-emitting devices, replacing LCDs that require Back Light Units (BLUs). However, signal interference generated by OLEDs can lead to issues such as reduced touch screen sensitivity. To address this, it is necessary to prevent signal interference between panels by introducing a material with a low dielectric constant into Thin Film Encapsulation (TFE), which blocks oxygen and moisture to prevent the degradation of organic materials. In this study, we have implemented a TFE material that can prevent signal interference between a touch screen panel and an organic light-emitting diode by using Polysilsesquioxane (PSSQ), a material with a low dielectric constant. Additionally, acrylate-based monomers, such as acrylonitrile (AN) and methyl methacrylate (MMA), were mixed to enhance the moisture and oxygen-blocking effect, which is the function of existing TFE materials. This approach aims to extend the device's lifetime and provide flexibility. We believe that this method holds potential for a wide range of applications in flexible electronics and will make a significant contribution to the display industry.

P이동목-16

열감응형 나노캡슐의 계면코팅을 이용한 투명접착박막의 잔류물 없는 비파괴 분리

김진욱, 이준협*, 신규진, 김도현, 김상희, 이금정, 오민정, 양수영
숭실대
(junhyuplee@ssu.ac.kr*)

The simple separation of flexible optoelectronic panels is an innovative technology that enables the reuse of expensive devices, reducing manufacturing costs in multilayered flexible displays. Herein, we present an effective, facile strategy of adhesive thin films with high optical transparency by interfacial coating with thermo-responsive nanocapsules. These temperature-sensitive nanocapsules, comprising reactive benzenesulfonyl hydrazide cores and polyacrylonitrile-poly(methyl methacrylate) copolymer shells, were simply prepared using surfactant-free emulsion polymerization. The synthesized nanocapsules were mixed with UV-curable resins and applied as a thin interfacial layer on the substrate through blade coating and UV curing, producing a transparent, uniform nanocapsule layer with extensive coverage. A short-time heat treatment produces numerous gas microbubbles in the interfacial region between the substrate and optical thin film, facilitating their clean and spontaneous detachment with an outstanding desorption efficiency. Our separation approach will be helpful for providing a promising way to dismantle polymer thin films without surface damage in wide industries.

P이동목-17

범밀도함수이론에 기초한 니켈(100) 표면에서의 전기화학적 질소환원반응 메커니즘에 관한 연구

김민지, 이상현*
이화여자대
(sang@ewha.ac.kr*)

친환경적인 NH_3 합성 공정으로 주목받는 NRR 반응은 N_2 의 흡착, 수소화, NH_3 의 형태로 탈착 되는 3단계로 구성되어 있다. Ni계 촉매는 반응성과 안정성이 높으며 가격이 저렴하므로 전이금속 촉매로서 유망함이 알려져 있으므로 Ni(100) 결정 표면을 택해 NRR반응을 진행하였다.N_2 는 흡착 형태와 수소화 순서에 따라 여러 반응 경로가 존재하는데 흡착 형태는 N_2 의 한 면만 표면에 흡착되는 end on 형태와 두 면 모두 표면에 흡착되는 side on 형태로 나뉜다.또한 Ni(100) 표면에 여러 흡착 위치가 존재하므로 흡착 위치와 NRR 반응경로에 따른 각 흡착 형태 별 성능을 밀도함수이론을 기반으로 한 VASP을 사용해 계산하여 비교하였다.End-on 형태는 Ni표면 원자 위에 흡착되는 Top site의 위치가 유리하며 표면에 흡착되지 않은 질소 원자가 먼저 수소화 되어 NH_3 로 방출된 후 하단의 질소 원자도 즉시 수소화 되어 방출되는 Distal pathway로 반응이 진행된다.Side-on 형태는 Ni표면의 인접한 두 원자 사이에 존재하는 위치인 Bridge site로 흡착된 후 두 질소 원자가 번갈아 수소화 한 후 연속적으로 NH_3 로 방출되는 Enzymatic pathway로 반응이 진행된다.이렇듯 형태별 가장 안정한 매커니즘을 구한 후 각 단계의 깁스자유에너지를 계산하여 반응의 경향성에 대해 조사하였다.

P이동목-18

유한요소법 기반 점탄성 자유계면 전산모사

양윤동, 남재욱*
서울대
(jaewooknam@snu.ac.kr*)

Today, viscoelastic fluids, such as industrial slurries, are used in several chemical processes to coat battery electrodes. It is vital to comprehend the flow at the air-liquid interface to maintain a stable operation.This poster's main topic is evaluating a 2D square lid-driven viscoelastic shear flow system. In this system, momentu Giesekus model using EMUM. The computations are stabilized

P이동목-19

배위결합 기반 금속이온-고분자 구조체의 계면 배열 및 평면 내 방향으로의 금속이온 정렬

이재홍, 최시영*
한국과학기술원
(sqchoi@kaist.ac.kr*)

Metal ions can interact with various functional groups with their positive charge. Consequently, they can be used in a wide range of fields, including ion batteries, ion-selective membranes, and adsorbents. These applications are built upon a comprehensive understanding of ion migration (bulk) and adsorption/desorption (interface) phenomena. Nevertheless, there is a limit to their applications at low concentrations ($<1/nm^3$) since they exist in the form of solvated states with counterions. Therefore, getting over the solubility limit exerted by the high charge density of metal ions and consequent electrostatic repulsion is a key issue for the development of ion-based novel materials. To achieve highly concentrated metal ions, metal ions and ligand-functionalized polymers were assembled at the molecular level at the water/oil interface. High interfacial metal ion concentrations ($\sim 5/nm^2$) can be achieved, as demonstrated by the grazing-incidence X-ray diffraction pattern. This can be used in various fields that require both conductivity and flexibility, with potential application as a soft electronic material.

P이동목-20

Training constitutive neural network via Smoothed Particle Hydrodynamics of a viscoelastic fluid

이수형, 진호원, 안경현*
서울대
(ahnnet@snu.ac.kr*)

Data-driven modeling is a modern technique applied across various fields to analyze and predict data relationships. Recently, data-driven modeling has gained traction in rheology, particularly in the field of complex fluid constitutive modeling. In rheology, the flow behavior of complex fluid is governed by constitutive equation. However, physics-based models struggle to predict flow behaviors in materials like colloidal suspensions. This has led to a demand for data-driven constitutive models. When developing models, training data selection should be considered, since it is important for the model to predict diverse flow scenarios.This study introduces a 3-dimensional constitutive model trained by flow simulation data. Simulation applies the Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) method, solving the Giesekus model in a 4:1 contraction geometry. The performance of the model is evaluated by predicting shear and extensional viscosity. The result shows improved accuracy of extensional viscosity, yet deviations persist in the untrained region of deformation rates. This study aims to curate diverse training datasets, enhancing the accuracy of the constitutive model.

P 이동목-21

Effects of poly(vinyl alcohol) on rheological and drying properties of aqueous ceria-based suspensions under different pH conditions

김성환, 김동욱, 정현욱*
고려대
(hwjung89@korea.ac.kr*)

Ceria(CeO_2) has been utilized as a coating material for eco-friendly after-treatment devices, such as automotive catalyst or catalytic support, owing to good oxygen storage capacity and redox properties. To optimize its target-oriented properties, the addition of poly(vinyl alcohol) (PVA), as a polymeric binder, is needed for better colloidal stability and uniform drying patterns. The microstructure in a ceria-PVA suspension is affected by pH and PVA concentration. Therefore, it is indispensable to rheologically analyze pH-/PVA- dependent ceria suspensions. In this study, ceria-PVA suspensions under various pH and PVA concentration conditions were prepared. Their microstructures were investigated using UV-Visible spectroscopy and particle size/zeta-potential analyzer, and correlated with rheological properties measured by a rotational rheometer. Drying behaviors of ceria-PVA suspension droplets, which are characterized by particle mobility, were interpreted using multi-speckle diffusing wave spectroscopy (MSDWS) and linked with droplet patterns observed by scanning electron microscopy (SEM).

P 이동목-22

Development of Electrophoresis of charged droplet(ECD)-based digital microfluidic system with an automatic sample supply and collection system

허재욱, 배서준, 임도진*
부경대
(dj-im@pknu.ac.kr*)

디지털 미세유체 (digital microfluidics, DMF)는 물방울을 기반으로 하는 미세유체 시스템의 한 종류로 Lab-on-a-chip, organ-on-a-chip 등 생물 분야의 연구에 많이 활용되고 있다. DMF가 생물 분야의 연구에 많이 활용되고 있음에도 불구하고, 현재 DMF 시스템에 샘플을 공급 및 회수하기 위해서는 syringe pump와 같은 추가적인 장치를 필요로 하는 문제가 있다. 따라서, 본 연구에서는 전자석 기반의 dispensing & suction 시스템을 개발하였으며 디지털 미세유체 시스템 중 액적 접촉 충전 현상 (Electrophoresis of charged droplet, ECD) 시스템에 결합하여 자동화된 ECD 시스템을 개발하였다. 선행된 연구에서 개발한 이중 자석 기반의 솔레노이드 펌프를 이용해 flow-focusing을 시연함으로써 단순한 PID제어로도 정밀한 유속 제어가 가능함을 검증하였다. 또한, 액적의 접촉을 방지하며 전도성은 유지해야 하는 ECD 시스템에 적합한 소수성 코팅 방법을 제안하였다. 전자석 기반의 dispensing & suction 장치가 결합된 ECD 시스템을 제작, 성공적으로 자동화된 샘플의 조작을 시연하였다. 본 연구의 결과는 추후 ECD 시스템의 활용 가능성을 다양한 분야로 확장하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

P 이동목-23

Development of smaller continuous electroporation system with high-throughput via dual magnet solenoid pump

정구진, 배서준, 임도진*
부경대
(dj-im@pknu.ac.kr*)

유전자 치료제는 현재 치료가 어려운 유전 질환에 대한 치료가 가능할 것으로 기대되는 새로운 치료제이다. 유전자 치료제의 개발에서는 핵산을 세포 내부로 전달하는 과정이 필수적이며, 세포 내부로 핵산을 안전하고 효율적으로 도입하기 위한 전달 시스템의 연구가 활발하다. 전기천공은 핵산을 세포 내부로 전달하는 방법 중 하나로 핵산의 도입이 어려운 것으로 알려져 있는 lymphocyte에도 효율적으로 전달이 가능하다는 장점을 가지고 있지만 세포 생존율과 처리량이 낮다는 문제를 가지고 있다. 선행된 연구에서 액적 기반의 전기천공법과 연속흐름식 전기천공 시스템을 이용해 기존 전기천공법이 갖는 문제를 해결할 수 있었다. 하지만, syringe pump를 사용해 여전히 시스템의 구성이 복잡하고 큰 문제가 남아있다. 따라서 본 연구에서는 연속흐름식 전기천공 시스템의 구성을 단순화, 소형화 하고자 하였다. 앞서 개발한 이중 자석 기반의 솔레노이드 펌프로 syringe pump를 대체함으로써 기존 시스템 대비 약 50%의 크기 감소를 달성하였다. 또한, 다양한 세포의 형질전환을 수행하여 전달 및 발현 효율을 평가함으로써 개발된 연속흐름식 전기천공 시스템의 활용 가능성을 확장할 수 있었다. “이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-현장맞춤형 이공계 인재양성 지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2019H1D8A1105564).

P 이동목-24

슬롯 코팅 시 피드 슬롯에서 발생하는 와류 분석

오상호, 남재욱*
서울대
(jaewooknam@snu.ac.kr*)

The main objective of battery electrode coating is to produce a consistent and stable product while preventing defects, such as the formation of a vortex in the feed slot. The study quantified the vortex generated in the feed slot by analyzing its location and size under different process parameters. Two fluid types, Newtonian and non-Newtonian, were compared using computational simulations-finite element method(FEM)-and clustering techniques. The concept of characteristic viscosity was introduced and compared between the fluid types. The findings showed that the vortex size increases with greater feed slot height and reduced gap. Also, its size increases with decreased flow rates and increased substrate speeds. The study also explored the impact of shear thinning behavior in non-Newtonian fluids on the feed slot vortex, finding that increased shear thinning reduces vortex size and downstream displacement. Overall, this study provides valuable insights into the slot coating process and emphasizes the importance of preventing defects, particularly the feed slot vortex, for a consistent and stable product.

P 이동목-25

전기장을 이용한 Giant Unilamellar Vesicles의 합성과 변형

조은화, 한구희*
경북대
(han.koohee@knu.ac.kr*)

Vesicle is an organelle composed of a lipid bilayer membrane that can store and transport cell-derived substances. Giant unilamellar vesicle (GUV) are often used as a model system for vesicles because of their larger size and simplicity. This makes them easier to observe and control compared to typical vesicles. In this research, we synthesized GUVs through electroformation. First, make a lipid film on the indium tin oxide (ITO) glass coated surface, put spacer and another ITO glass on top of it, and then fill the inside of the spacer with sucrose solution. After that, various sizes of GUVs can be synthesized under an electric field by changing the field parameters such as voltage and frequency. Additionally, in response to an external electric field, synthesized GUVs can exhibit dynamic behaviors such as poration, stretching and fusion. Building on our results, we aim to delve into the dynamic behaviors of exosomes, which can be regarded as a scaled-down version of GUVs.

P 이동목-26

CeO_2, Metal Chalcogenide 에서의 질소환원반응에 대한 이중원자촉매의 metal-substrate 상호작용

한윤지, 이상헌*
이화여자대
(sang@ewha.ac.kr*)

Electrochemical N_2 fixation to form value-added chemical ammonia has been an important and challenging topic to mankind. By means of density functional theory (DFT) computations, binary transition-metal (TM) atoms embedded on Ceria and Metal Chalcogenide sheets have been explored as potential dual-atom nitrogen reduction reaction (NRR) catalysts in this work. With experimentally applicable substrates, CeO_2 and Metal Chalcogenide (MoS_2, $MoSe_2$, WS_2, WSe_2), we computationally explored the importance of metal-substrate interaction tailoring with dual atom catalytic effect. Our work confirms that surface interaction analysis via defect control suggests that it is deeply related by the changes of the surface electron structures and catalysis activity. These findings not only highlight that dual atom catalysts can be new doors to sustainable NH_3 production by tailoring defect structures, but also show the impact of the metal-substrate interface control for dual atom NRR.

P 이동목-27

분자동역학 시뮬레이션을 이용한 P(VDF-HFP) 폴리머의 구조적 특성 및 접착성 향상에 관한 이론적 연구

정승원, 이상헌*
이화여자대
(sang@ewha.ac.kr*)

Polyvinylidene fluoride (PVDF) binder is an representative organic binder that offers excellent electrochemical stability. To solve low adhesive force and weak mechanical strength of conventional PVDF binders, hexafluoropropylene (HFP) was added to improve properties. However, it still shows lower adhesive force than other polymeric binders, and further research is necessary. In this study, we employed molecular dynamics (MD) simulation to investigate the structural properties of the polyvinylidene fluoride-hexafluoropropylene (P(VDF-HFP)) copolymer. In particular, we build a solution model to mimic the actual experiments by varying the ratios of P(VDF-HFP) copolymer and N-methyl-2-pyrrolidone (NMP) solvent as 0/100, 5/95, 10/90, 15/85, and 20/80. To create a large-scale model, we utilized an MD simulator called the Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator (LAMMPS) and set parameters by using the OPLS force field. This study allowed us to discover molecular interactions between P(VDF-HFP) copolymer and NMP solvent. In further research, we will analyze about the underlying mechanism for the observed adhesive property, which is a key function of the binder.

P 이동목-28

MXene 막의 대류 조립

지민준, 이용희[1], 한구희*
경북대; [1]한국과학기술원
(han.koohee@knu.ac.kr*)

MXenes are gaining popularity as emerging materials due to their good conductivity, transparency, and hydrophilic properties. These properties allow films composed of MXenes to hold great promise for electronics applications such as flexible transparent electrodes. One of the simplest ways to form these films is interfacial assembly, driven by the interfacial flow due to the surface tension differences in the fluid. However, this requires an accurate solvent ratio, which complicates the control of coating parameters and limits film area. In this study, we report on a simple method of forming a uniform MXenes film using convective assembly by moving meniscus formed through surface tension of fluid. The formed film exhibits good transparency and conductivity, making it suitable for transparent electrodes. In addition, the substrate type, size, and film thickness can be customized depending on the needs of each field.

P이동목-29

얇은 오일 층을 포함하는 하이드로겔 마이크로캡슐 및 다양한 자극에 의해 유발되는 스마트 방출 제어 기술

정혜선, 박채희, 김지현[1], 최창형*
영남대; [1]대구한의대
(chchoi@yu.ac.kr*)

We introduce a novel hydrogel microcapsule design incorporating a thin oil layer, allowing us to achieve controlled release of cargo using various triggers. A microfluidic method is used to create triple emulsion droplets (W/O/W/O) incorporating a thin oil layer that separates the innermost aqueous phase from the hydrogel prepolymer phase, which transforms into a hydrogel shell via UV polymerization. The thin oil layer within the hydrogel microcapsule is an efficient diffusion barrier, enabling the encapsulation of diverse small cargoes within a porous hydrogel shell. This encapsulation is sustained until the application of an external stimulus, which triggers the destabilization of the oil layer. We demonstrate that the release of encapsulated cargoes can be controlled by employing various stimuli such as chemical dissolution, mechanical stress, and osmotic pressure. These stimuli can be used to achieve on-demand release of the cargoes from the hydrogel microcapsule. This adjustment allows us to finely tune the onset timing of cargo release and the release patterns of multiple cargoes within the hydrogel microcapsule.

P이동목-30

Development of a microfluidic-based toxicity assessment platform in C. elegans

김지혜, 강지연, 전윤정, 조용민*
명지대
(yongmincho@mju.ac.kr*)

The rapid progression of industries has led to an increase in the discharge of new forms of industrial waste into ecosystems. This trend is particularly significant in emerging sectors, such as the battery industry, driven by the high demand for electric vehicles. However, the lack of quantitative assessment approaches to measure the ecological and human health impacts of these waste materials makes it difficult to determine their toxicity and then establish effective waste disposal regulations. In this study, we developed a microfluidic-based platform with an integrated imaging module designed to quantitatively assess the toxicity of various materials using C. elegans. With this platform, we discern various phenotypic features distinguishing control worms from those exposed to toxins. By analyzing a range of biologically meaningful features, the toxicity of substances can be accurately quantified. This platform and analysis pipeline are expected to serve as a valuable criterion for quantitative evaluation methods pertaining to the environmental and human health impacts of toxic substances.

P이동목-31

제1원리 모델링을 통한 전기화학적 암모니아 합성을 위한 루테늄 촉매 표면에서의 질소환원반응의 매커니즘 분석

조미현, 이상헌*
이화여자대
(sang@ewha.ac.kr*)

기존의 Haber-Bosch법을 대체할 전기화학적 암모니아 생산 공정이 탄소중립사회에서 친환경 공정으로 주목받음에 따라 전기화학적 암모니아 생산을 위한 고성능 촉매에 대한 관심 또한 높아지고 있다. 루테늄은 Haber-Bosch법에서 좋은 촉매일 뿐 아니라 전기화학적 질소환원반응에서 적절한 질소 흡착에너지를 가지는 것으로 알려져 있고, 다른 귀금속 보다 낮은 과전위를 가지기 때문에 유망한 전극촉매로 주목 받고 있다. 여러 단계의 복잡한 질소환원반응 매커니즘 연구는 고효율을 위한 촉매 설계에 필수적이지만 실험적 연구에 비해 반응경로와 매커니즘에 대한 정보는 여전히 불분명하다. 본 연구에서는 루테늄 (001), (100), (111) 표면에서 일어나는 질소환원반응 경로를 밀도범함수이론(Density Functional Theory, DFT)을 이용하여 구조 최적화를 진행함으로써 조사하였다. 각 반응경로에서의 N_2의 결합형태와 활성, 에너지 장벽을 고려하여 가장 지배적일 것이라고 예측되는 반응경로를 도출함으로써 루테늄 전극촉매에서의 질소환원반응 매커니즘을 규명하고자 한다.

P이동목-32

Density-Functional Theory Modeling for Thermal Atomic Layer Etching of Cobalt with Hexafluoroacetylacetone Chelation

채소민, 이상헌*
이화여자대
(sang@ewha.ac.kr*)

본 연구에서는 코발트의 열 원자층 식각 메커니즘과 특성을 이해하기 위해 실험 및 이론 계산을 수행하였다. 열 원자층 식각 과정은 표면 물질을 제거하기 위해 화학반응으로 표면 처리를 한 뒤, 반응 물질을 처리된 표면과 반응시켜 기화 물질을 만들어 표면을 원자 단위로 제거하는 공정이다. 본 연구의 열 원자층 식각 과정은 크게, 플라즈마 염소화를 통한 표면 처리 단계와 헥사플로로아세틸아세톤(Hhfac)에 의한 chelation 단계로 이루어져 있다. 표면처리 과정에서 코발트는 염소화 반응으로 인해 염화코발트($CoCl_2$) 표면을 형성한다. 이후 Hhfac 기체를 노출해 염화코발트 표면을 제거한다. Hhfac은 코발트와는 반응하지 않고, 염화코발트만과 반응하여 휘발성 화합물을 형성한다. 이러한 반응은 자기제한적 반응이다. 그러나 염화코발트 표면 제거 시 150°C 이하에서는 반응이 일어나지 않으며, 200°C 이상에서는 Hhfac 기체가 분해되는 결과를 보였다. 이러한 실험 결과를 바탕으로 표면 반응에 관여하는 열역학적 특성과 휘발성 화합물을 조사하기 위해 밀도 범함수 이론을 기반으로 한 양자 화학 계산 시뮬레이션을 수행했다. 비결정질 염화코발트 표면을 모사하기 위하여, 염화코발트 결정을 원형으로 잘라낸 구조에 반응 코발트의 배위수를 달리하여 모델을 만들었다. Chelation반응를 다시 Hhfac의 흡착 단계 및 휘발성 화합물 제

진공 RF 플라즈마를 이용한 고분자 다공막의 기공표면 기능화

전준혁, 류원선*
홍익대
(wsryoo@hongik.ac.kr*)

고분자 표면을 플라즈마로 개질하는 기술은 주로 필름 형태의 소재를 연속적으로 가공하는 공정에 적용되어 범용 소재를 고부가가치화할 수 있는 매우 유용한 방법이다. 평탄 소재가 아닌 다공성 분리막을 플라즈마로 처리하는 경우 기공 표면의 개질을 통해 분리막의 특수한 기능화와 다양한 용도 확장이 가능하게 되며, 미세구조의 관점에서 분리막 내부 기공 표면의 개질을 위한 처리 조건 및 특성화에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 진공 챔버 내부 반응 가스의 도입 및 진공 배출 경로를 이용하여 RF 전력으로 생성된 라디칼 입자가 고분자 다공막 내부로 침투하도록 하고, 반응 가스의 공급량과 RF 전력 및 처리 시간을 변인으로 표면 접촉각 측정 및 X선 광전자분광(XPS) 분석을 통해 소수성 막의 친수화 정도와 분리막의 투과 특성을 평가하였다. 약 50 나노미터 수준의 기공을 갖는 소수성 폴리에틸렌 다공막을 이산화황/산소 혼합 가스의 플라즈마로 처리하여 이온성 작용기가 기공 표면에 공유결합으로 도입되는 것을 확인하고, 접촉각 측정으로 친수성의 정도를 정량화하였다. 적층된 분리막을 처리하는 실험으로부터 RF 전력 100W에서 720초 동안 처리하였을 때, 10~20 마이크로미터 깊이까지 기공 표면이 개질되는 것으로 확인하였다.

P입자목-1

DEM 시뮬레이션을 활용한 마이크로 분쇄장치 효율의 향상

최석영, 한현각*, 이제현[1], 박도현[1], 이홍운[1]
순천향대; [1]대가파우더시스템
(chemhan@sch.ac.kr*)

현재 산업에서 분쇄, 건조, 이송, 과립, 분급 등 분체를 활용하는 기술은 전자통신, 재료, 화학공학, 환경에너지 및 항공우주 등 산업 전반에 걸쳐 각광받고 있는 나노 및 마이크로 기술의 응용 분야이다. 이 중 원하는 사이즈의 입도만 분쇄, 분급해 내는 설비인 Micro-Sizer를 사용하여 효율적으로 재료를 분쇄, 분급하였으며 DEM 시뮬레이션을 통하여 Micro-Sizer 의 시각화 및 시뮬레이션을 하였다. 내부의 분쇄 및 분급과정의 현상 파악 및 설계 변수와의 상관관계를 정의하였으며, 설계 변수의 기여도 파악을 통해 분쇄 및 분급의 최적 운전 조건 파악 및 성능 개선을 하였다. 본 연구팀은 실험의 결과를 바탕으로 입자 해석을 통한 높은 분쇄 및 분급 성능을 나타낼 수 있는 운전 조건 및 설계 변수를 도출하였으며 이를 바탕으로 향후 연구를 진행한다면 제품 설계 능력의 정량화 및 개발비 절감은 물론 에너지 효율 및 내구성 높은 장비 제작에 도움이 될 것으로 기대한다.

P입자목-2

분쇄 방법과 입자 특성이 비타민 C 화장품의 안정성에 미치는 영향: 산화 및 분리 방지에 관한 연구

장일선*, 장동일[1], 최석영, 한현각
순천향대; [1](주)콧데
(jis3681@naver.com*)

본 연구에서는 에어제트밀 분쇄기술을 활용해 비타민C의 산화특성 안정화에 초점을 두어 연구를 진행하였습니다. 현재 스킨케어 제품에서 널리 사용되고 있는 비타민 C는 쉽게 산화 및 분해되는 특성이 있다는 것이 알려져 있습니다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 연구에서는 흄드 실리카와 오일 성분을 혼합하여 비타민 C의 입자 크기를 줄이고 분산 안정성을 높임으로써 산화 안정성을 개선하는 방법을 제시하였습니다. 이로써 에어제트밀 방법을 통한 비타민 C 분산 공정은 화장품의 변색과 함량 감소 문제를 예방함과 동시에 제품의 안정성과 효능을 유지하기 위한 역할을 수행할 수 있음이 밝혀졌습니다. 본 연구 결과는 비타민 C의 산화특성과 안정성 향상에 대한 새로운 접근으로, 다양한 화장품 제조업체들에게 유용한 정보로 작용할 것으로 기대됩니다. 이를 통해 실용적인 산업 분야에서의 적용 가능성을 검토함과 동시에, 공정 효율성 향상의 여부도 함께 확인하였습니다. 이처럼 에어제트밀 기술을 활용한 비타민 C 안정화 과정은 코스메틱 및 스킨케어 제품의 품질 개선에 큰 도움이 될 것이며, 향후 관련 분야의 연구 및 개발에도 지속적으로 기여할 것으로 전망되고 있습니다.

P입자목-3

Random pore model을 적용한 CaO 입자의 탄산화 반응 수치해석

정효재*
한국생산기술연구원
(hyojae.jeong@kitech.re.kr*)

SER(Sorption Enhanced Reforming)은 고순도 수소 생산과 온실가스 배출 감소를 위한 개념으로, 이중유동층 가스화 공정에 적용될 수 있는 개념이다. SER 기술은 가스화기 내에서 CO_2를 효과적으로 제거하고 수성가스화 반응에서 반응 평형을 조절하여 합성가스 내 수소 함량을 최대 75%까지 높일 수 있는 기술이다. SER 개념이 적용된 이중유동층 가스화기에서는 CaO가 가스화기 내에서 CO_2 흡착체로 작용하여 CO_2를 지속적으로 제거하고 연소기에서 $CaCO_3$로 재생되면서 배가스의 형태로 CO_2를 배출한다. 본 연구에서는 이중유동층 가스화기에서 CaO 입자의 탄산화 반응을 모델링하기 위해 RPM(random pore model)을 이용한 수치해석 모델을 개발하였다. 수치해석 모델에는 입자의 외부 및 기공확산이 고려되었고, 탄산화 반응중 생성되는 $CaCO_3$의 product layer에 의한 확산효과가 적용되었으며, 가스화기 내 CO_2 농도에 따른 반응차수 변화가 고려되었다. 수치해석 결과와 INCAR-CSIC에서 제공한 실험결과와의 비교를 통해 본 연구에서 제시하는 수치해석 모델을 검증하였다.

P입자목-4

A study of improving the performance of PEO-based solid polymer electrolytes through fluorination with AlF3

박민지, 양유현, 송슬기*
충남대
(sksong@cnu.ac.kr*)

Many currently commercialized lithium ion batteries use an organic electrolyte having a liquid phase. However, there are problems in that the liquid leaks and the thermal stability deteriorates as the temperature increases due to heat generation. However, solid electrolytes have low ionic conductivity or stability compared to liquid electrolytes, so many solid electrolytes have been studied to overcome this problem, but polymer electrolytes among them are hindered by problems of low ionic conductivity and interfacial stability. Therefore, we present a strategy for introducing additives with fluorine functional groups into PEO-based solid polymer electrolytes. The additive AlF3 acts as a Lewis acid to dissociate anions from PEO and broaden the path of lithium ion transport. In addition, finally, it enables an ionic conductivity corresponding to 3.162 mScm-1 and has stability without side reactions at the interface.

P입자목-5

A Study on Antisolvent-free Perovskite Crystal Growth Using Boiling point of Solvent

임정인, 박서현, 송슬기*
충남대
(sksong@cnu.ac.kr*)

Conventionally, the perovskite crystal growth process involves the use of antisolvents to control the nucleation and growth of perovskite crystals. However, the presence of antisolvents introduces additional complexity and low reproducibility.In this study, we explore an alternative approach for perovskite crystal growth that utilizes the boiling point of the solvent. Solvents were selected with a boiling point close to the desired crystal growth.The results demonstrated that the boiling point of the solvent significantly affects the crystal growth kinetics and morphology. Moreover, the absence of antisolvents simplifies the fabrication process and enhances the reproducibility of perovskite crystal growth.The findings from this study provide insights into the antisolvent-free perovskite crystal growth methodology based on solvent boiling point, offering an alternative approach for the fabrication of high-quality perovskite materials. This research contributes to the development of efficient and reliable perovskite-based optoelectronic devices, paving the way for their widespread applications in solar cells, light-emitting diodes, and other emerging technologies.

P입자목-6

리튬 이온 배터리 음극의 신속한 합성을 위한 MXene 필름의 손전등 유도 부피 팽창 및 TiO_2 형성

팽창웅, 임창용*
경북대
(cy.yim@knu.ac.kr*)

Lithium-ion batteries (LIBs) have revolutionized the energy storage industry, enabling advances in portable electronics, electric vehicles, and a wide range of storage applications. To meet the evolving demand for device flexibility and high performance, MXenes, two-dimensional (2D) transition metal carbides and nitrides, are emerging as the next-generation electrode materials. However, their inclination to aggregate spontaneously presents a significant challenge, limiting their optimal ion storage capability. In this study, we present an innovative method using the Intense Pulsed Light (IPL) process. Utilizing short-pulse white light from a xenon lamp, this technique swiftly enhances MXene porosity while ensuring precise TiO2 formation. Consequently, it offers a notable improvement in the electrochemical performance of MXene anodes, and its potential applications to other 2D materials are boundless.

P입자목-7

Engineering Nitrogen-Induced Defect States in Silica Nanoparticles fo Temperature Phosphorescence

한채원, 권우성*
숙명여자대
(wkwon@sookmyung.ac.kr*)

Electron-light interactions trigger transition from ground state (S0) to excited singlet states, propelling electrons via internal conversion to lowest excited state (S1) and emitting fluorescence upon radiative relaxation. Alternatively, photoexcited electrons undergo intersystem crossing (ISC) to triplet state (T1), inducing phosphorescence. Room-temperature phosphorescence (RTP) gains significance due to its ambient occurrence. We introdue RTP silica nanoparticles (SNPs) via nitrogen defects created by high-temperature calcination with (3-aminopropyl)triethoxysilane (APTES). These defects form emissive trap states, inducing RTP around 500 nm, tunable by TEOS to APTES ratio. The relationship between trap creation and RTP intensity is explored using x-ray diffraction and phosphorescence spectroscopic techniques. Finally, we demonstrate the integration of RTP SNPs into a hyaluronic acid hydrogel, denoted as HA-SNP, designed specifically for the delivery of lidocaine. The HA-SNP composite offers a dual advantage: it not only enables the precise and controlled release of the drug but also exhibits strong RTP emission, serving as a visual indicator of successful delivery.

P입자목-8

물리적 변형을 통한 이방성 입자 제조

차찬욱, 한구희*
경북대
(han.koohee@knu.ac.kr*)

Anisotropically shaped particles, such as ellipsoidal ones elongated in one direction, often display unique properties not seen in spherical particles. For example, when conductive ellipsoidal particles assemble, they can effectively facilitate pathways for electron transfer that can enhance the conductivity within electronic devices. In this research, we fabricated ellipsoidal particles by physically deforming a polyvinyl alcohol (PVA) polymer film containing polystyrene (PS) particles. Specifically, this film was stretched using a device with a fixed and mobile part while heating it around the glass transition temperature of PS. Using a linear rail, the mobile part is unidirectionally shifted to stretch the film, thereby deforming the PS particles into an ellipsoidal shape. The film was later dissolved in water to selectively recover the ellipsoidal PS particles. This method of producing ellipsoidal particles can be engineered to fabricate various shapes of ellipsoidal particles.

P입자목-9

Formation of Nitrogen-Induced Emission States in Carbon Dots by Selective Oxidation and Carbonization of Naphthylamine

박세현, 김유진, 권우성*
숙명여자대
(wkwon@sookmyung.ac.kr*)

Carbon dots (CNDs), fluorescent carbon nanoparticles, possess —light absorption and photoluminescence— are governed by a 2-3 eV optical band-gap stemming from sp2 molecular structures. Modifying surface gap. Naphthylamine with naphthyl (sp2) and amine groups impr CNDs). NA-
CNDs display dual emission states with different energies: "grap NA-
CND1). Acid concentration doubling to 2 M causes blue emissio NACND2). Findings suggest nitric acid's role in altering NA-CND surface states by removing unstable defects through protor induced effects. This acid-based band-gap modulation holds promise for optical applications and encou

P입자목-10

Comparison between particle size and morphology changes of iron and copper powder using a planetary ball mill with DEM simulation

오란치멕 쿨란, 최희규*, 바트체첵, 보르 암갈란[1]
창원대; [1]몽골국립대
(hkchoi99@changwon.ac.kr*)

The particle morphology and size changes in copper and iron powder were investigated using high-energy ball milling under the same milling experimental conditions. A particle size analyzer (PSA) and scanning electron microscopy (SEM) were used to control the particle size and morphology of powders. Therefore, we analyzed on the impaction of energy in the milling process using the discrete element method (DEM). The results show that the particle size of copper increased with increasing rotation speed and milling time. The particle morphology of copper powder changed to a spherical type. In contrast, iron powder showed size reduction instead of agglomeration. The morphologies of iron and copper particles were extremely different when compared under the same experimental conditions with the same energy. It was found that the experimental results varied depending on the characteristics of copper and iron powder.

P입자목-11

겔-졸 합성법을 이용한 이방성 적철석 입자 합성

정순문, 한구희*
경북대
(han.koohee@knu.ac.kr*)

Anisotropic particles are important for the design of advanced materials due to their unique behavior in different directions, unlike conventional spherical particles. Their assembled structures reveal enhancement of mechanical properties, conductivity, and directional magnetic properties. In this study, anisotropic particles with magnetic properties were synthesized using the gel-sol method. Initially, Fe(OH)3 gel was formed using FeCl3. Fe(OH)3 precipitated into β-FeOOH and dissolved into Fe3+ ions that eventually recrystallized and grew into Fe2O3 particles. As the ripening time (2-8 days) increased, an increase in size (1 to 5 μm) was observed. In addition, by controlling the concentration of Na2SO4 additives, hematite particles of cube, ellipse, and peanut shapes were synthesized. They were also assembled and manipulated by using external magnetic fields. Based on those properties, we are planning to use them for removing microplastics in environmental applications.

P입자목-12

Formation of Calcium Carbonate Crystals Utilizing Different Functionalized Polymers as Additives, and Real-Time Monitoring via Microfluidics Coupled with Optical Microscopy

장은혜, 김보람[1], 정유정, 김일, 오유관, 정성욱*
부산대; [1]고려대
(sungwook.chung@pusan.ac.kr*)

Understanding the nucleation and growth mechanisms of calcium carbonate ($CaCO_3$) is crucial for controlling crystal structure, size, and shape, with applications in various fields. However, nucleation observation is challenging due to impurities and surfaces. Our research focuses on using polymer additives with varied functional groups, density, and hydrophobicity to control these processes. We employ microfluidics and microreactors for efficient nucleation and crystal growth observations within confined volumes. Our study also analyzes nucleation kinetics using the cumulative probability function P(t). Carboxyl-functionalized additives exhibit prolonged amorphous $CaCO_3$ (ACC) maintenance and low nucleation rates in confined volumes. The introduction of additives prolongs heterogeneous nucleation, inhibits secondary nucleation, and stabilizes ACC. In summary, this research explores the influence of polymer additives on nucleation and growth, emphasizing their steric role on particle surfaces, offering valuable insights into crystal formation and control

P입자목-13

비수용성 퀘세틴의 높은 담지율과 빠른 방출량을 지닌 다기공 실리카 캐리어 연구 개발

장예찬, 이기라*
포항공과대학
(yigira@postech.ac.kr*)

Quercetin is flavonoids that are widely recognized as anti-aging agent for skin. However, its insolubility in water had limited its use with other health beneficial substances such as citrates. Mesoporous silica nanoparticles (MSN) can be a good candidate to solve this problem because hydrophilic or hydrophobic chemicals can be loaded into their amphiphilic internal mesopores. We demonstrate the quercetin in dimethyl sulfoxide (DMSO) or 1,3-butylene glycol (BG) can be efficiently loaded into the amphiphilic mesopores of MSN and released in hydrogel. For the 2:3 mixing ratio of quercetin and MSN in DMSO or BG, maximum weight fractions of loaded quercetin in MSN were 19.34 and 20. 58 wt%, respectively. Then, at the presence of small amount of BG and DMSO in mesopores, 87.4 and 91.8 % of loaded quercetin in MSN were released, respectively

P입자목-14

Fabrication of various morphology Self-assembled Perylene Diimide using solvent composition change for optimization of chirality

이상욱, 이도영, 오준학*
서울대
(joonhoh@snu.ac.kr*)

Supramolecular chirality has the remarkable ability to induce chirality in achiral backbones through chiral pendant groups and amplify this chirality. Consequently, extensive research has been conducted to explore its application in optoelectronic devices. In this study, we introduced chiral side chains to Perylene diimide (PDI) and controlled self-assembly to synthesize various structures of supramolecular assemblies, measuring their chiral properties. Notably, a distinct helical structure formed under specific solvent conditions exhibited higher chirality compared to other 1D and 2D structures. We utilized these supramolecular assemblies as the active layer in transistors to measure charge carrier mobility. These results provide valuable insight into the modulation of optical and electrical properties through changes in the morphology of supramolecular assemblies driven by the self-assembly process.

P입자목-15

징크 음극의 활성탄 코팅을 활용한 징크 이온 배터리

양유현, 박민지, 송슬기*
충남대
(sksong@cnu.ac.kr*)

Zinc (Zn) metal anodes are promising anodes for aqueous Zn-ion batteries (AZIBs) due to its low redox potential (-0.76 V vs. standard hydrogen electrode) and high theoretical capacity (5855 mAh cm^{-3}). However, during plating/stripping processes, various challenges, such as growth of dendrite and side reaction (HER), lead degrade the electrochemical performance. To solve the problems, We introduced an activated carbon coating on the zinc anode. Activated carbon has the advantages of excellent conductivity, developed surface part, and large micropores to uniformize the surface of the zinc anode to suppress dendrite growth generated in the zinc ion battery and further improve electrochemical performance.

P재료금-1

질소와 황의 도핑되는 수준에 따른 탄소양자점의 광학적 특성과 메커니즘

김태욱*, 박찬호, 양현승[1], 정과정[1], 반예준[1]
가천대; [1]한국전자기술연구원
(kty1163@naver.com*)

Carbon dots are nanoscale carbon-based materials that exhibit unique optical properties, making them useful in various fields such as biosensors, photocatalysts. The introduction of nitrogen into carbon dots has been shown to enhance their light-emitting properties, increasing their quantum yields. Sulfur doping acts as an assistant to nitrogen doping. To investigate the optical properties, we synthesized carbon dots with varying amounts of nitrogen and sulfur precursors. TEM and DLS can be used to determine the size and morphology. Additionally, UV-vis spectroscopy and photoluminescence measurements provide valuable information about the absorption and emission. The presence of nitrogen and sulfur dopants, along with the adjusted doping ratios, can lead to variations in the optical properties of the carbon dots when dissolved in different organic solvents. These variations manifest as changes in color, which can be visually observed and potentially utilized for organic solvent detection purposes. This work demonstrates their potential for practical applications beyond their intrinsic optical properties.

P재료금-2

Enhanced Electrochemical Performance of Novel Mesoporous TiO_2 Anode material for Lithium-ion Batteries

배소연, 한도영, 정태욱, 김다은, 오세도, 박지완, 원용선*
부경대
(yswon@pknu.ac.kr*)

Among various components of lithium-ion batteries (LIBs), the anode plays a critical role in ensuring the safety and longevity of EVs. Although graphite has been commercially employed as the anode material, remaining concerns regarding its longevity have spurred on-going researches of alternative materials, particularly titania (TiO_2) as a potential candidate. Titania in anatase is highly stable, offering a theoretical capacity of 335 mAh/g. We successfully synthesized a novel mesoporous TiO_2 material utilizing double mesoporous hard templates. Physical analyses confirmed that it has a notably high surface area of 144 m^2/g in its nanoparticulate nature. Coin cell tests were then conducted to assess the performance, comparing it with other anode materials such as TiO_2 in lotus-root-shaped nanoparticles (LR-700), commercially available nanoparticles TiO_2 (P25), and lithium-titanate (LTO). It exhibited a superior electrochemical performance, delivering a capacity of 193 mAh/g, surpassing that of LTO, and significantly outperforming both LR-700 and P25.

P재료금-3

가시광 영역에서의 고효율 수질정화를 위한 친환경 광촉매 소재 개발

안하림, 임채훈[1], 이영식[1], 이현욱*
한국기초과학지원연구원; [1]충남대
(leeho@kbsi.re.kr*)

In this study, a novel one-step process for producing a carbon-titanium dioxide photocatalysts (C-TiO_2) without additional heat treatment was reported. The C-TiO_2 photocatalysts were obtained by treating the mixed solutions of titanium and carbon sources in various ratio using underwater plasma at room temperature and atmospheric pressure for 15 minutes. The resultant C-TiO_2 showed anatase/brookite polycrystalline phases with turbostratic carbon and large surfae areas. In addition, bandgap energy was narrowed by generation of active oxygen species and carbon bonds in the lattice of TiO_2, extending the light absorption into the visible range. C60-TiO_2 with an optimal carbon to TiO_2 ratio exhibited excellent photocatalytic acitivity ($[k]=4.61h^{-1}$) for methylene blue under artificial sunlight irradiation due to its enhanced optical properties and numerous adsorption sites, about 10 times higher than commercial TiO_2 ($[k]=0.41h^{-1}$). This research will mark a milestone of a fast and convenient method to produce C-TiO_2 with high photocatalytic performance for environmental application.

P재료금-4

상호작용 매개체의 적용을 통한 메조다공성 몰리브덴 탄화물 합성법: 수소생성반응 최적화를 위한 Mo-Valence의 조절

변재호, 김성빈, 이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

To overcome inherent limitations of molybdenum carbide (Mo_xC) for hydrogen evolution reaction (HER), i.e., low density of active site and nonideal hydrogen binding strength, we report synthesis of valence-controlled porous Mo_xC as a highly efficient HER electrocatalyst. The synthesis procedure uses an molecular linker(ML), which significantly increases the density of active site by linking PEO-b-PS template and Mo source by proper affinity. The valence state of Mo is tuned by systematic control of the environment around Mo, by controlled heat treatment under air before thermal treatment at 1100 ^oC. Theoretical calculations reveal that the hydrogen binding is strongly influenced by Mo valence. Consequently, Mo_xC achieves a significant increase in HER activity (exceeding that of Pt/C at high current density ~ 35 mA/cm^2 in alkaline solution). In addition, a volcano-type correlation between HER activity and Mo valence is identified for the first time. The present strategies can be applied to various carbide and Mo-based catalysts, and the established Mo valence and HER relations can guide development of highly active HER electrocatalysts.

P재료금-5

나노 코팅된 이중 기능 분리막을 통한 리튬-황 배터리 성능 강화: 셔틀 효과와 리튬 덴드라이트 생성의 완화

이정윤, 이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

The occurrence of the shuttle effect within the cathode and the uncontrolled expansion of lithium dendrites within the anode are restricting the practical use of lithium-sulfur batteries(LSB). To tackle these issues simultaneously in both electrodes, the development of effective separators has gained significant importance. Herein, a remarkably thin and lightweight nanolayer of polyvinylimidazole(pVIDZ) has been successfully applied to the separator using the initiated chemical vapor deposition(iCVD) technique, marking the first approach in LSB. The investigation revealed that the inclusion of the pVIDZ layer on the separator plays a crucial role in stabilizing the anode and enhancing the cycling stability by mitigating the formation of lithium dendrites and the shuttle effect within the cathode. The cell that utilizes the iCVD-derived bifunctional separator demonstrates initial discharge capacity of 881 mA h g^{-1} at 1.0 C rate. Impressively, this cell maintains 84.5% of its original capacity after undergoing 300 cycles, which corresponds to a mere 0.051% capacity decay per cycle, even when accommodating a high sulfur loading of 4 mg cm^{-2}.

P재료금-6

초박형 2차원 다공성 무기 나노코인을 향한 고분자 계면 의존적 형태 전이와 리튬-황 배터리의 안정성을 보장하는 다기능 기판으로서의 구동

반민경, 김성섭[1], 이진우*
한국과학기술원; [1]전북대
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Two-dimensional (2D) porous inorganic nanomaterials possess captivating attributes due to their dimensional characteristics and notable porosity. Nevertheless, achieving precise fabrication of circular 2D configurations remains a formidable pursuit. In this study, we have devised an uncomplicated strategy for the generation of 2D porous inorganic nanocoins (NCs) through the amalgamation of block copolymer (BCP) self-assembly and precise orientation control of microdomains at interfaces between polymer components. Multicomponent blends comprising BCP and homopoly(methyl methacrylate) (hPMMA) have been meticulously formulated to undergo sequential macrophase separation succeeded by microphase separation. The judiciously managed interfacial compatibility of the BCP facilitates the establishment of perpendicular lamellar assemblies at the intersections of the BCP-rich phase and the hPMMA matrix. Subsequent disintegration of the lamellar structures followed by calcination engenders the creation of ultrathin 2D inorganic NCs characterized by the presence of microporous perforations. This approach endows the capability to modulate the dimensions, thickness, and chemical composition of the NCs. A 2D porous and

P재료금-7

MXene framework composites with isocyanate cross-linking agents for outstanding mechanical properties and EMI shielding

이성은, 김선준*
한국과학기술연구원
(seonjkim@kist.re.kr*)

MXenes are a family of two-dimensional transition metal carbides and/or nitrides with exhibit high metallic conductivity, large specific surface area and optical transparency which have been utilized for gas sensors, energy storage and electromagnetic interference (EMI) applications. Also, the existence of many functional groups like hydroxyl, oxygen, fluorine on MXene surface allows for the active sites of surface modifications. Despite these merits, the electrical and mechanical properties of MXenes are limited by voids in the structure. The weak mechanical properties of MXene films restrict further practical applications. In this study, to compensate for this point, adjacent MXene sheets were cross-linked by the strong covalent bonding between the MXene hydroxyl group and isocyanates to create MXene frameworks. Cross-linked MXenes show increased mechanical properties while largely retaining the high electrical conductivity. Additionally, we demonstrate the outstanding EMI shielding performance of our MXene frameworks.

P재료금-8

강화학습을 활용한 TADF 분자 탐색

이용규, 김현승, 이원보*
서울대
(wblee@snu.ac.kr*)

Recent attention has focused on Organic Light-Emitting Diodes (OLEDs) for their efficiency, low power use, and thin design. Third-generation OLEDs with Thermally Activated Delayed Fluorescence (TADF) have drawn interest due to potential 100% IQE, achieved by converting triplets to singlet states. Despite advantages like efficiency and low voltage, practical use requires addressing challenges, notably the short lifespan of blue OLEDs due to their high energy. To tackle this, Reinforcement Learning guided the selection of optimal TADF molecules for OLEDs. Regression Machine Learning models were developed for large TADF molecules, exhibiting promising performance despite varied datasets. Computational analysis identified candidate molecules with potential for optimal TADF properties.

P재료금-9

Programmable Self-assembly of ssDNA-functionalized Liquid Crystal Droplets

신지수, 김원식, 최진강, 최예나, 최대섭, 김영기*
포항공과대
(ykkim@postech.ac.kr*)

Self-assembly is a promising method to spontaneously form highly ordered structures or patterns from simple building elements. To control the interactions between these building elements, single-stranded DNA (ssDNA) has been widely used to direct the self-assembly of building elements such as hard or soft colloids. Liquid crystals (LCs) exhibit director configuration transitions in response to external stimuli. In this work, we propose a design of programmable self-assembly of LC droplets through ssDNA-functionalization. LC droplets act as a stimuli-responsive building block, and ssDNA serves as a connecting element to facilitate specific interactions among LC droplets. We demonstrate that the interaction between ssDNA-functionalized LC droplets is controlled in a desired direction and the structure of self-assembly is altered by the reconfiguration of stimuli-responsive LC droplets. Moreover, because ssDNA selectively binds to a specific target molecule (e.g., heavy metal ion) with high affinity, ssDNA-functionalized LC droplets allow us to design a highly selective detection system. This work was supported by the NRF (RS-2023-00212739, 2022M3C1A3081312).

P재료금 -10

생분해성 고분자를 이용한 캡슐화를 통한 항산화제의 장기안정성

한수경*, 신재만[1], 최지혜[1], 박찬호
가천대; [1]숭실대
(okgkstnrud1004@gachon.ac.kr*)

Antioxidants such as various vitamins play a crucial rules for combating aging and preventing cellular damage within the body.However, these antioxidants are susceptible to oxidation from the surroungind environmet due to their low stability. To overcome this issue, antioxidants are successfully encapsulated by biodegradable polymers as a form of nano/microparticle, increasing their bioavailability as well as long-term stability in the body. Biodegradable polymers were employed as carriers and oxygen barriers for antioxidant delivery systems, as they are innocuous substances that can degrade. Antioxidant-embedded particles were prepared by nanoprecipitation, and by optimizing the antioxidant-to-polymer ratio, a high antioxidant loading ratio was achieved over 15 wt%. The antioxidant effect is evaluated through antioxidant activity and UV Vis spectra. The formulated product with water-insoluble drugs ensures that the drug is absorbed into the body through this encapsulated form.This technology can help overcome overdosing in antioxidants and pharmaceutics due to indefficient biovalilability by providing the drug's stable solubilization and long-term antioxidizing capability.

P재료금-11

Design of Liquid Crystal-Based Sensor for Arsenic (III)

김혜인, 김원식, 오광석 , 최영선, 김영기*
포항공과대
(ykkim@postech.ac.kr*)

Arsenic (As^{3+}) is one of the most carcinogenic and toxic elements present in the earth's crust and groundwater. Thus, WHO recommends a maximum contamination limit of less than 10 ppb in drinking water. Existing methods can detect trace amounts of arsenic, but are time consuming, expensive equipment, and must be analyzed in well-equipped laboratories. This study proposes an inexpensive detection method that anyone can use for fast and stable detection of As^{3+}. Sensitivity was given using liquid crystals (LCs), and carbon dots (BCDs) obtained from biomass were used to give selectivity. Specifically, the sensor consists of LC film and L-cysteine(Cys)-coated BCDs that self-assemble at the LC-Aqueous interface. The selective adsorption of As^{3+} by Cys in the BCDs results in molecular reorientation of LCs, which produces a noticeable macroscopic optical signal. Thus, the limitations of conventional As^{3+} sensors can be overcome by combining an inexpensive BCDs and LCs with optical reporting. This work was supported by the Korea National Research Foundation (NRF-2021R1A2C2095010 & 2021R1A4A1030944)

P재료금-12

Nanostructuring CoMoPx with Many Defects for Effective Water Splitting

전현우, 이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

This research introduces a pioneering structural design approach for synthesizing amorphous bimetallic phosphides, specifically focusing on the water-splitting catalytic capabilities of a-CoMoPx/CF. Utilizing porous and defective templates, the fabrication process generates a substantial quantity of defects and voids. DFT provides compelling evidence of a synergistic catalytic mechanism emerging from the cooperative interactions between the bimetallic constituents. The resulting hierarchical nanosheet arrays exhibits more exposed atoms, leading to a remarkable expansion of the ECSA. a-CoMoPx/CF catalyst demonstrates a significantly reduced overpotential of 59 mV for the HER, achieving a current density of 10 mA cm-2 in a 1M KOH electrolyte. Furthermore, the a-CoMoPx/CF catalyst excels as both cathode and anode, achieving an impressive overpotential of 1.581 V at 10 mA cm-2 and maintaining stable operation at 100 mA cm-2 for over 100 hours. These outcomes Pt/C-CF||RuO2-CF, underscoring the potential of the a-CoMoPx/CF catalyst for advanced electrochemical applications like water electrolysis.

P재료금-13

Ammonia free 공침 합성 조건 최적화

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

Among methods of synthesizing cathode materials, coprecipitation has the advantages of mass production and a homogeneous distribution of transition metals. It is common to used coprecipitation synthesis of metal hydroxides includes the use of ammonia solution as a chelating agent. Ammonia solution evaporate to gaseous phase and produces derivatives of nitrogen that cause pollution of water and air. Therefore, there is a need for research on a candidate group capable of forming a transition metal complex by replacing ammonia. This research synthesized a precursor using a chelating agent that can replace ammonia in coprecipitation synthesis and observed a change of precursor accordingly. The characteristics (size and uniformity) of the precursor are greatly affected by coprecipitation conditions such as molar concentration, temperature. Therefore, while controlling the corresponding variables, how the size or uniformity of the precursor changes was observed through Scanning Electron Microscope and Particle size analysis.

P재료금-14

건식 전사 인쇄를 통한 초고해상도 풀컬러 페로브스카이트 나노 결정 패터닝

안언형, 권종익[1], 최문기[1], 양지웅*
대구경북과학기술원; [1]울산과학기술원
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

High-definition red/green/blue (RGB) subpixels are essential for the next-generation wearable displays. We successfully develop high-resolution RGB patterns based on metal halide perovskite nanocrystal (PeNC) using a double-layer dry transfer printing. This process prevents internal cracks of PeNC film during the transfer printing process, achieving almost 100% transfer yield for desired pattern sizes. As a result, an RGB PeNC pixel array is achieved up to 2,550 pixels per inch. The perovskite light-emitting diodes (PeLEDs) fabricated using this transfer printing technique shows a remarkable high external quantum efficiency of ~14.8%. These findings suggest the potential for applying PeLEDs for high-definition full-color display in the future.

P재료금-15

조성 제어에 의해 유도되는 2차원 CdSe 양자 나노 결정 상전이의 원자 단위의 메커니즘 규명

마현종, 김동준[1], 박정원[1], 양지웅*
DGIST; [1]서울대
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

The potential applications of semiconductor crystal phase transformations can extend to various systems due to the dominant effect of crystal structures on the material properties. However, understanding the mechanisms of phase transformations in quantum-sized semiconductors at the atomic-scale is challenging. This is particularly prominent in crystals of nanoscale dimensions, where structural changes are more probable. This presentation aims to elucidate the phase transformation process occurring in two-dimensional (2D) CdSe quantum nanosheets triggered by off-stoichiometry. The wurtzite-phase CdSe nanosheets at the initial state, displaying an atomically smooth morphology, undergo a transformation into zincblende-CdSe nanosheets. The phase transformation is induced by the reconstruction of $(11\bar{2}0)$ basal planes in wurtzite-CdSe nanocrystals, which have similar structure with the (001) basal planes in zincblende-CdSe as Se atoms are lost. Intriguingly, our study directly captures unconventional phenomena, including the dynamic changes in atomic arrangements such as domain coalescence and separation during the structural evolution. We anticipate that our research substantially advances the fundamental comprehension of

P재료금-16

망간(II)이 도핑된 ZnSe 나노결정의 형상 제어 합성

차준우, 양지웅*
대구경북과학기술원
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

Doping in semiconductor nanomaterials is considered as an important strategy for controlling their optical and electrical properties. However, the synthesis of the doped semiconductor nanomaterials with precise control of their shape remains challenging. Herein, we present a simple approach to acquire shape-controlled manganese (II) doped ZnSe nanocrystals. The synthesis of quantum-sized ZnSe:Mn^{2+} nanocrystals with various shapes involves a robust Lewis acid-base reaction. The combination of primary and secondary amines as surface ligands allows to control the shape of the doped nanocrystals. The concentration of dopants in the nanocrystals can be finely adjustable, which affect carrier relaxation dynamics. Moreover, this method can be extended to synthesize diverse II-VI semiconductor nanocrystals with manganese doping. This research provides effective ways to synthesize doped semiconductor nanocrystals with controlled shapes, facilitating their diverse applications including photocatalysis and bio-imaging.

P재료금-17

Ultrasound-assisted extraction of lithium from spent lithium-ion batteries using deep eutectic solvents

임은민, 최성욱, 정수환, 유재범*
경북대
(jb.you@knu.ac.kr*)

Finding reliable sources of metals such as lithium and cobalt has become more important as the use of lithium ion batteries has increased recently. Extraction of these metals from spent batteries has been suggested as a viable option. Herein, we demonstrate the extraction of lithium from spent lithium nickel-manganese-cobalt oxide (NMC) cathode by applying ultrasonication with the help of deep eutectic solvents. Deep eutectic solvents (DESs) are environmentally benign organic solvents composed of a hydrogen bond donor and a hydrogen bond acceptor. To recover lithium, a solution of NMC cathode in DES was treated with ultrasonication using a 750 W tip sonicator. The efficiency increased from 10 to 63 % with treatment time from 0.5 to 3 hrs. However, the extraction was selective to lithium as the extraction efficiency remained less than 1% for Ni, Co, and Mn even at treatment time of 3 hrs. Compared to pyrolysis and hydrometallurgy methods, the ultrasonication method requires fewer steps, is much safer and cost effective. With further adjustments of parameters such as sonication power or DES composition, we believe the extraction can be performed faster and at higher efficiency.

P재료금-18

Carrier Dynamics in Heavy Metal-Free Quantum Dots in the SWIR Region

조현진, 이도창*
KAIST
(dclee@kaist.edu*)

The short-wave infrared (SWIR) region, which covers wavelengths from 1.4 to 3 μm, plays a pivotal role in applications such as bio-imaging, face recognition, surveillance, and light detection and ranging (LiDAR) technology. Even with its importance, there's a limited scope of studies focused on light emission characteristics in the SWIR range using non-toxic colloidal quantum dots (QDs). Using these QDs as SWIR light emitters could lead to cost savings and improved detection abilities due to the wider wavelengths in this region. In our research, we synthesized InAs/In(Zn)P/ZnSe QDs in a one-pot synthesis method, which effectively tackled the oxidation issues common with III-V QDs. By finely adjusting certain conditions, including volume, injection rate, ligands, and temperature, we were able to produce QDs that emit light at 1500 nm in the SWIR region. Notably, the QDs had a PLQY of 2.18% at 1462 nm, a record-breaking achievement. Ultrafast transient absorption (TA) spectroscopy was employed to delve deeper into carrier dynamics. Moreover, the application of HF etching before depositing the external shell of the InAs QDs demonstrated successful trap passivation. To sum up, our research marks a crucial step forward in the innovation of non-toxic colloidal QDs, especially for SWIR applications, and emphasizes successful trap

P재료금-19

열 충격을 이용한 맥신 기반 나노구조 합성

윤지수, 김찬솔[1], 정희태*
한국과학기술원; [1]한국과학기술연구원
(heetae@kaist.ac.kr*)

Various MXene-based hybrid structures received wide attention for high mechanical property with structural engineering and notable performance from engineered catalytic active sites. Yet, conventional synthetic methods for these materials have been mostly limited to solution-based processing, severely oxidizing MXenes. In this study, rapid Joule heating is employed for the first time to synthesize various metal nanoparticles (NPs) on MXene. This method allows minimization of MXene oxidation, not to mention the broadened compositional space with multi-metallic NPs synthesis. The synthesized platinum metal-MXene hybrid nanostructure exhibits excellent electrocatalytic activity, showing a hydrogen evolution reduction overpotential of 43.6 mV and high stability up to 15 hours. Rapid heating method enables successful synthesis of MXene hybrid structures with minimum MXene damage for application in diverse fields where synergistic effect of metal-MXenes significantly enhance the performance

P재료금-21

Synthesis of transition metal nanoparticles with low surface poisoning using precipitation reaction

유소애, 장지웅*
금오공과대
(jwchang@kumoh.ac.kr*)

A transition metal nanoparticle without surface poisoning is synthesized with assistance of a precipitation reaction. Rapid crystallization through precipitation reaction encapsulated the transition metal precursor in the crystal. The precursor formed nanoparticles through thermal reduction were re-dispersed as colloidal particles by removing the encapsulating crystals. Due to removal of the encapsulating crystals synthesized without capping agent, less surface-poisoned nanoparticles were obtained. We investigated the influence of crystal size depending on the crystallization materials, their concentration, and the concentration of the precursor.

P 재료금-22

역전기투석용 다공성 미세 구조 전극의 전기화학적 제조 및 첨가제 영향 연구

권은지, 이동현, 송혜정, 최인수*
강원대
(ischoi@kangwon.ac.kr*)

역전기투석(Reverse electrodialysis, RED) 기술은 해수와 담수의 염분 차를 이용하는 염분 차 발전의 일종으로, 화학에너지를 전기에너지로 변환하는 신재생 에너지 기술이다. 역전기투석 장치 중 전극은 장치의 규모가 커질수록 저항도 증가하기 때문에 고성능 전극을 개발하기 위한 연구가 필요하다. 기존에 수행되었던 전극 제조 공정은 산성 분위기에서 백금 전구체를 이용해 Ti mesh와 같은 전도성 기판 위에 전해도금을 이용하여 증착시키는 방법을 주로 사용한다. 그러나 기존 제조 방법은 다공성인 Ti mesh 기판 위에 백금 나노 입자를 평탄하고 균일하게 증착시키는 데 한계가 있다. 이를 보완하고자 본 연구에서는 전해액 내에 Trisodium Citrate (TSC)를 첨가하여 전극을 개선하는 방법을 제안한다. TSC는 유기첨가제로서 Pt 나노 입자의 균일한 증착과 표면 고정을 도와주는 역할을 하며 첨가제 함량에 따라 백금 나노 입자의 박리, 용출을 제한한다. TSC 함량에 따라 제작한 전극의 전기화학적 특성을 파악하고 이를 역전기투석 단위전지에 적용하여 성능을 평가함으로써 TSC의 첨가제 영향을 고찰해 보았다.

P 재료금-23

Therapeutic ion releasing zinc ferrite nanoparticles for enhancing mesenchymal stem cell-mediated wound healing

유태경*, 방석호[1], 이재영, 송지우, 장진훈, 김유진[1], 이은철[1]
경희대; [1]성균관대
(tkyu@khu.ac.kr*)

This study introduces dual therapeutic metal ion-releasing nanoparticles (NPs) tailored to enhance the wound healing efficacy of stem cells. To augment the wound healing potential of human mesenchymal stem cells (hMSCs), zinc (Zn) and iron (Fe) were co-synthesized into zinc ferrite NPs (ZFNs) featuring pH-sensitive degradation. In vitro studies demonstrated that ZFNs within hMSCs facilitate the intracellular release of Zn and Fe ions via endocytosis. Consequently, key zinc transporter genes were modulated, accentuating angiogenesis and migration genes in hMSCs. Elevated MAPK and AKT signaling pathways, strongly associated with tissue regeneration, were attributed to ZFNs. Furthermore, hMSCs integrated with ZFNs exhibited significantly amplified migration alongside heightened FGF2 expression. Notably, transplanted hMSCs containing ZFNs induced accelerated wound healing and augmented skin barrier proteins in mice. Collectively, our finding proposes ZFNs as a compelling avenue for tissue regeneration, holding potential for diverse clinical stem cell therapies.

P 재료금-24

나노 복합체 내 폴리도파민이 코팅된 중공 나노 파티클 함유에 따른 강 유전체 및 자기전기 특성 향상에 관한 연구

송만성, 장상목, 양수철*
동아대
(scyang@dau.ac.kr*)

According to soaring international demands for flexible magnetic sensors, studies focused on polymer-based magnetoelectric (ME) composites consisting of piezoelectric (PE) polymeric matrix and magnetostrictive (MS) particulates have been intensively progressed. Multiferroic ME composites gain significant attention from research groups because of their high applicability in industrial fields. However, the maximum polarization of the ME composites is hindered due to conductive MS particulates, restricting the achievement of high sensitivity. In this regard, P(VDF-TrFE)-based ME composites with polydopamine-coated hollow-type magnetic nanospheres were contrived to draw optimal ferroelectric and ME properties with reduced electrical leakage current during poling procedure. A comparison with composites containing conventional nanoparticles was conducted to demonstrate the enhancement in ME properties. As a result, the ME composites prepared with surface-modified hollow nanosphere showed not only alleviated leakage current with high polarization, but also improved ME response compared to that of conventional ME composites with nanoparticles.

P 재료금-26

양자점 표면 특성이 음각 전사 인쇄 공정의 전사 수율에 미치는 영향

송현화, 권종익[1], 최문기[1], 양지웅*
대구경북과학기술원; [1]울산과학기술원
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

Dry transfer printing is widely used because it effectively preserves QD properties, but the influence of QD surface properties on this technique has not been well studied. In this study, we examine how the ligands attached to CdSe@ZnS/ZnS QDs both organic ligands ranging from C8 to C18 and inorganic ligands (I-) affect the process of intaglio transfer printing. Experiments involving the printing of diverse patterns demonstrate 100% patterning yield for QDs passivated with lengthy-chain ligands. Nonetheless, the short length of the organic ligand chain passivated to QDs leads to diminished patterning yield. Finite element method and surface energy characterization simulation are employed to propose two explanations for printing failure mechanisms: (a) QDs passivated with inorganic ligands are not properly picked up on the stamp due to inadequate adhesion, and (b) QDs passivated with short-chain ligands have a high probability of crack formation due to weak interparticle interactions. By revealing previously unknown problems in the intaglio printing process, our findings will aid in overcoming the limitation of QDs applications for high-resolution displays in the next generation.

P재료금-27

삼원 Cu-In-Se 양자점의 결함 엔지니어링을 통한 광전기화학 수소 생성 향상

지승현, 쉬리, 인수일, 김재엽[1], 양지웅*
대구경북과학기술원; [1]단국대
(jiwoongyang@dgist.ac.kr*)

Cu-In-Se quantum dots (CISe QDs) exhibit low toxicity and a high absorption coefficient, making them favorable for solar fuel production. However, the influence of defects in this process remains inadequately studied. In this presentation, we present an effective method for photoelectrochemical (PEC) hydrogen production by controlling defects through manipulation of the In/Cu ratio. We discover that changing the In/Cu ratio leads to the manifestation of Cu vacancies defects, rather than In occupying interstitial positions, and identify an optimized In/Cu ratio for enhanced PEC hydrogen production. Notably, at the optimal ratio, the highest electron mobility towards TiO_2 is observed, along with high carrier mobility and low trap density, indicating the most suitable ratio for PEC hydrogen generation. As a result, we achieve a hydrogen production rate of 10.7 mA cm^{-2} (at 0.6 V_{RHE}). This study provides deeper insights into defects and offers a practical strategy for enhancing photoelectrochemical hydrogen production.

P재료금-28

Synthesis of environmentally Benning InP red quantum dot(QD) using in-situ etching method

김소정*
(주)오디텍
(ksj97512@naver.com*)

Recently, the QDs based applications focusing on less hazardous materials. The cadmium-based QDs causes unfavorable impact on all level of habitants in the environments, therefore, InP QDs are alternative candidate for display, medical, sensors, test kids, and communication applications. As synthesized InP QD shows photoluminescence quantum yield (PLQY) of > 90% with full width at half maximum (FWHM) of <40 nm and emission wavelength of 620±10 nm. Shelling on bare InP core gives rise PLQY of < 80 % with FWHM of > 45 nm which can be improved via in-situ etching methods. The metal halide (MX_2) weak acid complex is an excellent mild, safest, cheapest etchant which significantly improve PLQY and FWHM. This method is reproducible under the optimized condition, and can be industrialized for various application domains.

P재료금-29

Improve the optical properties of InP green quantum dot via one pod synthetic route

김소정*
(주)오디텍
(ksj97512@naver.com*)

InP quantum dots are emerging ecofriendly material has less impact on human and other living things compare to cadmium QDs. The oxophilic nature of InP leads some limitation which can be overcome via etching methods. Eventhough, one pod synthesis with higher photoluminescence quantum yield (PLQY) and lower full width and half maximum (FWHM) is a preferable method over two step synthetic route. For synthesis, indium halide, zinc stearate, phosphorous precursors (TMS_3P/DMA_3P), and solvent are used, however, degassing and proper ratio of composition influences the optical properties of QD. The developed QD shows FWHM of ~36 nm with >85% of PLQY and emission wavelength of 525±5 nm. This is the easiest way to synthesis InP green QD with good property at large scale and can be utilized in various application areas such as display, biological, sensors, and test-kid applications. *본 논문은 연구개발특구진흥재단 2022년 전북특구 기술사업화 역량강화 사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (2022-JB-RD-0035)

P재료금-30

요소 및 하이드라진 산화 반응과의 연결을 통한 질산염 환원 암모니아 생산의 에너지 효율 개선

노효균, 임채은, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

암모니아는 농업, 산업 분야에서 많은 양을 필요로 하는 기본 물질로서 활용성이 높고, 최근 수소 에너지의 전달체로서 각광받고 있다. 하지만 현재 생산되는 대부분의 암모니아는 하버-보슈법을 통해 생산되기 때문에 고온, 고압 환경에서 많은 에너지를 소모하며, 환경 오염 물질 또한 배출하고 있다. 전기화학적 질산염 환원 반응(NO3RR)은 폐수에서 자주 발견되는 질산염을 전기화학적으로 분해하여 정화함과 동시에 에너지원인 암모니아를 생성할 수 있다. 하지만 전기화학적 반응이 진행될 때 음극에서 NO3RR이 일어나는 동안 양극에서는 산소발생 반응이 일어나는데, 이는 1.23 V의 기준 전위를 가지기 때문에 높은 전기 에너지를 필요로 한다. 본 연구에서는 양극에서 다른 산화 반응을 일으킴으로써 반응에 필요한 에너지를 획기적으로 줄일 수 있었다. 또한 양극에서 무의미한 산소가 생성되는 것이 아닌 또 다른 환경 오염 물질인 요소 및 하이드라진을 분해하는 시스템을 새로 제시하였다.

P재료금-31

청색 발광 양자점 특성 향상

조성우, 임성남, 송신애, 김기영, 정소희[1], 우주영*
한국생산기술연구원; [1]성균관대
(jywoo@kitech.re.kr*)

Quantum dots (QDs) are nanoscale semiconductor crystals with unique properties that offer several advantages in various fields of science and technology. In the field of display materials, in particular, some of the key advantages of QDs include size-tunable emission, exceptional brightness, narrow emission spectra, and efficient energy transfer. Despite these advantages, it is important to note that QDs also have challenges and limitations in blue quantum dot light-emitting diodes (QLDEs), such as poor stability. Specifically, enhancing the stability of ZnSeTe QDs, considered promising candidates for blue-emitting QDs, remains a significant obstacle in QLED study. This study aims to investigate how the composition and the size of the ZnSeTe QDs influence their optical properties and stability as well as the efficiency and stability of devices fabricated using those QDs.

P재료금-32

다중 바이오마커 검출을 위한 양자점-단백질 복합체 제조

김예린, 나현빈*, 황수경, 최유성, 박채이
명지대
(hyonbin@mju.ac.kr*)

Detecting biomarkers, including biomolecules and proteins, is vital in disease diagnosis. Certain biomarkers correlate with multiple diseases, making multiplex biomarker detection, identifying over two, efficient for specific diagnoses. In biomedicine, inorganic nanoparticles draw attention due to distinct physical, chemical properties from nanometer dimensions, especially optical and electronic properties. Semiconductor quantum dots (QDs) serve as potent optical labels, facilitating multiplexed biomarker detection. Multiple QDs of different sizes allow generating signals using various fluorescence wavelengths after responding to designated targets. We have fabricated target-specific QD-protein complex labels with bioactive proteins like antibodies and functionalized QDs. Differently emitting QDs were initially modified with multifunctional ligands, and QD-antibody complexes were synthesized through a highly efficient biorthogonal reaction process. Analyses assessed optical properties, sensitivity, reactivity. The process produced stable QD-antibody complexes for promising multiplex immunoassays, contributing to research and disease diagnosis.

P재료금-33

다차원 은나노 입자 Template으로 합성된 I-VI, II-VI, Transition-metal dichalcogenide 반도체 나노입자 합성

김주혜, 장지웅*
금오공과대
(jwchang@kumoh.ac.kr*)

Ag precursor를 사용해 sphere, wire, plate와 같이 균일한 형상의 다차원 은나노 입자를 합성하고 chalcogenide와 반응시켜 다차원 형태를 유지하는 I-VI 반도체를 합성하였다. I-VI 반도체 물질을 이용하여 2가 양이온과 양이온 교환 반응을 통해 II-VI 반도체로 전환하였고 전환된 I-VI, II-VI 반도체를 이용하여 4가 양이온과 양이온 교환 반응을 통해 Transition-metal dichalcogenide(TMD) 반도체를 합성하였다. 이 반도체 입자는 template로 사용된 은나노 입자의 형태를 유지하여 일반적인 TMD 반도체 입자가 가지지 않는 형상을 합성할 수 있다. 크기 및 형상이 제어된 TMD 반도체 나노입자의 합성을 통해 새로운 특성을 가지는 반도체 합성이 가능하다.

P재료금-34

고온에서 수열안정성이 높은 메조기공의 니켈필로실리케이트 소재

박용수, 조은범*
서울과학기술대
(echo@seoultech.ac.kr*)

Porous particles have been developed as heterogeneous catalysts and its support materials. Particularly one of them, zeolites, with their micropore, find extensive uses in high temperature FCC processes and various catalytic applications. However, the limitation of zeolites' pore size can impede the diffusion of substances or pose challenges in applications involving larger targets. Therefore, there is active research aimed at finding mesoporous alternatives. Mesoporous silica has garnered interest due to pore control ability by templates. However, amorphous silica framework has low stability. In this study, nickel salts were used as metal precursors with the basic conditions and the sol-gel process were carefully controlled to facilitate the formation of mesoporous Ni-phyllosilicate structure (Ni-PS). Two different Ni compositions of these samples exhibited high surface area and maintain it 67% even within the furnace at 800 ℃ under water supply conditions for 7 days. Surface area and pore information were determined through nitrogen adsorption-desorption measurements, while material property and elemental binding energies were analyzed using XRD and XPS techniques.

P 재료금-35

전기화학적 수소 추출기용 고내구성 고활성 Ir계 전극의 전기화학적 제조

정혜민, 최정민, 신미혜, 최인수*
강원대
(ischoi@kangwon.ac.kr*)

ECHP(Electrochemical Hydrogen Pump)는 전기화학적 방식으로 혼합 기체에서 수소를 분리하는 기술로서. 음극에서 혼합가스 속에 존재하는 수소가 산화되어 형성된 H^+이 막을 통과한 뒤 양극에서 다시 기체 상태의 수소 로 변환된다. 수소 분리 공정에서 가장 많이 사용되는 PSA(Pressure Swing Absorption) 기술은 소음 발생과 분리된 수소의 오염 문제가 발생하는 단점이 있지만, ECHP는 전기화학적 변환을 통해 소음이 적고 고순도의 수소 분리 공정을 진행할 수 있다. ECHP의 성능은 전극 특성에 따라 달라지며 가장 큰 영향을 주는 요소는 촉매이다. 하지만 전극 제조 시 주로 사용되는 Pt 촉매는 CO_2 피독이 발생해 장기적으로 구동 시 성능 저하가 일어나는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 본 연구는 CO_2 피독에 강한 IrO_X촉매와 이를 포함하는 전극을 전기화학적 증착 법을 이용하여 제조하는 방법을 채택했다. 양극 산화 방식은 인가 전위와 시간의 정밀한 제어를 통하여, 전극 표면에서의 촉매의 전착량과 표면의 미세구조 및 형태를 조절할 수 있다. 얇고 균일한 IrO_X 촉매층을 가진 전극을 ECHP에 적용함으로써 기존 Pt 촉매 전극과 비교하였을 때보다 우수한 장기 성능 향상을 기대할 수 있다.

P 재료금-36

Synthesis of salt-encapsulated metal nanoparticles in porous zeolite

김은아, 장지웅 *
금오공과대
(jwchang@kumoh.ac.kr*)

Transition metal nanoparticles encapsulated by crystallized salts can be form in the pore of mesoporous zeolites as a template. Mixing of transition metal precursors and salt solutions was followed by cooling crystallization in order for the precursor to encapsulate by crystallized salts. Then, the precursors were reduced through thermal reduction to form nanoscale transition metal particles. By dispersing and recovering crystallized salt and nanoparticles in water, colloidal nanoparticles with less surface poisoning can be synthesized.

P 재료금-37

Facile TiN_X Coating of TiFe-based Alloy through Instantaneous Thermal Shock for Selective Hydrogen Storage

조현, 조은선*
한국과학기술원
(escho@kaist.ac.kr*)

Amidst dire warnings of an imminent climate crisis, the transition to renewable energy is imperative. However, current energy storage systems struggle with addressing renewable energy's intermittency and spatial restrictions. To address this, hydrogen can serve as an efficient and eco-friendly energy carrier, especially with metal hydrides. Notably, intermetallics such as TiFe enable rapid dis/charging under mild conditions. Nonetheless, vulnerability to oxidative species easily makes them inactive for hydrogen sorption, thereby demanding a completely inert environment for the entire system and impeding practical applications. Here, we coated the surface of TiFe-based alloy with hydrogen selective permeable TiN_X layer through thermal shock to prevent deterioration of hydrogen storage performance due to impurities. TiN_X-coated alloy exhibits improved tolerance to oxidative gas molecules, minimizing storage performance loss. Instantaneous joule heating induces a reaction limited to the surface, enabling the coating without complicated procedures and property changes. Consequently, this ensures the stable operation of hydrogen storage alloys in various environments.

P 재료금-38

무음극 리튬 금속 배터리를 위한 제올라이트 이미다졸레이트 프레임워크와 섬유 복합재에서 기인한 프리 스탠딩 탄소 호스트

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

As demand for high energy density batteries increases, attention towards lithium metal anode materials with high specific theoretical capacity (3860 mAh g^{-1}) and low redox potential (-3.04 Vs. standard hydrogen electrode) is increasing. However, the unstable interface and the growth of lithium dendrites are pointed out as the main failure mechanism of lithium metal batteries. To address this, providing a Carbon base three-dimensional (3D) structured host for lithium deposition can effectively reduce local current density, induce uniform lithium plating, and suppress dendrite formation. Still, the lithiophobic nature of carbon have limitation that it can lead to high lithium nucleation overpotential, promoting uneven initial lithium nucleation and growth. In this study, zeolitic imidazolate framework (ZIF) was grown on textile and subsequently carbonized to prepare a scalable and flexible free-standing carbon host in which porous carbon cubes and lipophilic cobalt seeds were uniformly distributed on a 3D carbon framework (c-ZIF@textile). c-ZIF@textile induces more uniform lithium metal plating, enabling long-life and high energy density anode-free lithium metal batteries.

P재료금-39

Molecular Doping of Nucleic Acids into Organic Crystals Driven by Multisite-Intermolecular Interaction

정우혁, 박진혁, 김석호, 안동준*
고려대
(ahn@korea.ac.kr*)

A nucleic acid molecule is generally complexed with organic semiconductors and can serve as (i) a molecular gadget for tuning organic semiconductor crystals bio-active when properly hybridized, and (ii) a biological moiety of organic hybrid crystals for remote sensing via optical waveguide effects. To date, studies have focused on the application of these assemblies; however, little attention has been paid to how these nucleic acids interact with organic components at the molecular level. Herein, we reveal the fundamental understanding of molecular doping of DNAs into organic semiconducting crystals. Longer DNAs induce a higher degree of doping due to larger electrostatic interactions. Among four bases, single thymine units induce the multisite interactions of pi-pi stacking and hydrogen bonding with single Alq_3. Single adenine bases form multisite interactions with two neighboring Alq_3. These multisite interactions facilitate the molecular doping into particles compared to cytosines and guanines only forming pi-pi stacking with Alq_3. Thus, photoluminescence and optical waveguide phenomena of crystals were successfully tailored.

P재료금-40

하향식 나노패터닝을 통한 금속산화물 센서 제작 및 민감화를 통한 황화수소 감지 성능 향상 연구

강호형, 주희은, 조수연[1], 정희태*
한국과학기술원; [1]성균관대
(heetae@kaist.ac.kr*)

Metal oxide semiconductors (MOS) are highly effective for hydrogen sulfide (H_2S) detection, achieving sensitivity and selectivity at levels as low as parts per billion (ppb). However, extending this approach to top-down fabrication for commercialization in large-scale production remains a challenge for MOS H_2S sensors. Herein, we developed a top-down lithographic method to create ten nanometer-scale SnO_2 nanochannels for H_2S sensors. The nanochannels, with high-resolution (<20 nm) and substantial aspect ratio (>20), exhibited sensitive H_2S detection ($R_a/R_g \approx 110$, $\tau_{res} \approx 30$ seconds at 0.5 ppm) with selectivity (S > 20 against 5 ppm volatile organic compounds). We demonstrated efficient sensitization of nanochannels with a p-n heterojunction in a one-step lithography process without extra process. For instance, we enhanced H_2S sensor performance using a NiO nano-heterojunction ($R_a/R_g \approx 165$, $\tau_{res} \approx 20$ seconds at 0.5 ppm), marking state of the art sensitivity for H_2S sensors. These results establish a high-throughput fabrication platform for commercial H_2S sensors,

P재료금-41

삼성분계 납 칼코제나이드 양자점 기반의 고성능 광전소자

전용우, 임성남, 송신애, 김기영, 정소희[1], 우주영*
한국생산기술연구원; [1]성균관대
(jywoo@kitech.re.kr*)

Infrared (IR) quantum dots (QDs) are nano-sized semiconductor materials that emit or absorb infrared light. They have become a significant area of research due to their potential applications in various fields, such as communication, sensing, imaging, and optoelectronics. Particularly, lead chalcogenide quantum dots (PbS, PbSe, PbTe) have been widely investigated owing to their numerous advantages. In this study, a strategy based on lead chalcogenide QDs to maximize their benefits is presented. Furthermore we demonstrate high-performance devices based on the QDs through appropriate material and device engineering.

P재료금-42

금속이 추가된 메조포러스 실리카 물질의 구조적 특징

박윤태, 조은범*
서울과학기술대
(echo@seoultech.ac.kr*)

Mesoporous silica materials are known for their expansive surface area and adjustable pore sizes thus gained prominence across diverse applications. This study explores the doping effects of various metal (magnesium and nickel) inside mesoporous silica frameworks by examining their resulting nanostructures. The structural properties of the synthesized composites were confirmed through transmission electron microscopy (TEM) and scanning electron microscopy (SEM) analyses. Additionally, X-ray diffraction (XRD) was employed to evaluate alterations in crystalline structure due to doping, while Brunauer-Emmett-Teller (BET) analysis was conducted to assess variations in pore size and surface area.

P 재료금-43

Pt/CdS nanosheet as the photocatalyst for efficient C-C coupling reaction of benzyl alcohol

로반, 이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

Photocatalytic C—C bond formation with simultaneous utilization of photogenerated holes achieves solar energy storage and coproduces value-added chemicals, thanks to the advance in photocatalysis. Nevertheless, these methodologies typically are usually time- prohibitive. Here we show efficient visible-light C-C coupling of the benzyl alcohol (BzOH) with Pt-CdS nanosheets as the photocatalyst. Under the irradiation of solar light, the key of fast conversion is to efficient C-H cleavage and proton reduction by a semiconductor-metal heterostructure to induce efficient electron-hole separation. We showed that the key to fast C-C coupling reaction of alcohol is the efficient C-H cleavage but the suppression of subsequent O-H cleavage is vital to increase the selectivity to C-C coupling reaction. We further demonstrate the reaction direction is controlled by the photogenerated charges (electrons and holes) behavior, which can be tuned by the photocatalyst structure. This work has not only demonstrated a photocatalyst model of great potential for alcohol C—C coupling reaction but also provided novel insights for the guidelines in photocatalytic organic transformation.

P 재료금-44

Elaborate Design of Scaffold-Free Porous Mg with Additives for Robust and Efficient Hydrogen Storage System

김현지, 강태혁, 최벽파, 조은선*
한국과학기술원
(escho@kaist.ac.kr*)

Hydrogen plays a vital role in transition to net-zero energy system as a suitable energy carrier. The development of efficient hydrogen storage system is critical to secure its utilization. Mg has advantages of high storage capacity with reversibility, while facing challenges in kinetics, thermodynamics, and oxidative instability. Various strategies have been explored to overcome such hurdles, representatively nanoconfinement; however, scaffold-based nanostructuring inevitably leads to dead mass and restricted reaction sites between Mg and hydrogen. Thus, it is crucial to structure nanosized Mg without scaffold. The porous structure facilitates hydrogen access and reduces diffusion distance, enhancing storage performance. We optimize these advantages of scaffold-free porous Mg structures through sophisticated design with additives. CNT embedding is utilized to enhance structural stability and heat transfer, and simultaneously Ti and Ni, which readily bind with hydrogen and create an unstable phase for fast hydrogen sorption, are introduced to mitigate kinetic and thermodynamic obstacles.

P 재료금-45

Synthesis of green-emitting quantum dots with enhanced photoluminescence and narrow emission band through gradient ZnTeSe core

허호석, 이강택*, 조준희, 백승호
연세대
(ktlee@yonsei.ac.kr*)

Quantum dots (QDs) with broad absorption and sharp emission bands have garnered significant attention as display materials. While Cd-based QDs boast high photoluminescence quantum yield (PLQY) and a narrow full-width at half-maximum (FWHM), the pursuit of non-toxic alternatives has driven active research on InP-based QDs. Nonetheless, toxicity remains an issue for indium, and extensive research is imperative for green emission. To address these challenges, we have focused on green-emitting ZnTeSe QDs. Here, we successfully synthesized green-emitting ZnTeSe QDs with a ZnTeSe core-ZnSe inner shell gradient structure, achieved by precisely controlling the reaction rate of the Se precursor. This approach resulted in a gradient ZnTeSe core, leading to PLQY exceeding 80% and a sub-40nm FWHM in the synthesized QDs. These newly developed green-emitting ZnTeSe quantum dots present a promising alternative to In-based green-emitting quantum dots, offering enhanced PLQY and spectral properties. The successful synthesis and unique characteristics open avenues for applications in displays and related technologies.

P 재료금-46

Utilizing Green Techniques for Crafting an Eco-Friendly Quantum Dots/Polyimide Color-Conversion Layer

백승호, 이강택*
연세대
(ktlee@yonsei.ac.kr*)

In modern industries, highly heat-resistant, chemically inert, and mechanically robust polyimide (PI) is being utilized in various fields such as semiconductors, displays, aerospace, and more. However, due to the requirement of significant amounts of toxic organic solvents during their synthesis, environmental concerns have arisen. As a solution to this, water was utilized to synthesize hydrothermal polyimide (HPI), soluble fluorinated polyimides, which were then applied to display materials. To address environmental regulations and concerns, indium-based quantum dots (QDs) were used in place of cadmium-based QDs. A novel approach involving surface modification and the incorporation of reactive acrylate groups was employed. The InP/HPI nanocomposites were manufactured by combining surface modified InP QDs and HPI with reactive acrylates, followed by UV curing for crosslinking. Comparative analysis was performed on their heat resistance and thermal properties against commonly used polymers. In this study, a quantum dot polymer nanocomposite with excellent heat resistance and thermomechanical properties and excellent quantum dot dispersibility was produced.

P재료금-47

Bacterial nanocellulose-derived carbon materials from biodiesel industry residue for energy storage applications

이세희, 아미스 아브라함, 김형철[1], 상병인*
한양대; [1]한국과학기술연구원
(biosang@hanyang.ac.kr*)

Bacterial nanocellulose (BNC) stands out as an excellent precursor for crafting nanostructured carbon materials, boasting compelling attributes such as elevated purity, crystallinity, and mechanical robustness. Nonetheless, the practical utilization of BNC faces hurdles attributed to its limited yield and production expenses. This study presents a pioneering approach involving the production of BNC by Komagataeibacter sp., sourced from economical carbon reservoirs: the crude glycerol derived from the biodiesel production. Impressively, the BNC yield with crude glycerol exhibited an approximate 25% increase compared with using pure glycerol or glucose. Evaluation of the characteristics of BNC-derived nanostructured carbon materials was conducted, intended for deployment in supercapacitors and batteries following carbonization under high temperature. This research impeccably underscores the potential of functional carbon materials, concurrently advocating for the reclamation of waste resources from the biodiesel industry to engineer bio-nanomaterials that hold promise for diverse energy storage systems while retaining biodegradability.

P재료금-48

다양한 색상을 지닌 전기유변 유체의 색상의 선명도 및 전기감응 특성 향상 연구

제갈석, 윤창민*
한밭대
(cmyoon4321@hanbat.ac.kr*)

Herein, dye-coated TiO_2 platelets are introduced as vivid-colored electro-responsive (ER) fluids with high ER performance. Initially, four different light-colored platelets (Light-P/TiO_2) are prepared by adding TiO_2 onto mica platelet, showing yellow, red, violet, and blue colors with varying the thickness of TiO_2 layer. Subsequently, appropriate dyes with corresponding colors are coated on each Light-P/TiO_2 to synthesize vivid-colored platelets (Vivid-P/TiO_2). The enhancement of color intensity for each Vivid-P/TiO_2 is verified using the Commission Internationale de clairage (CIE) L*a*b* color space values. In practical ER applications, Vivid-P/TiO_2-based ER fluids manifested up to 2.6-fold higher shear stress compared to their corresponding Light-P/TiO_2-based ER fluids. Such enhancement is attributed to the generation of small pores and the addition of heteroatoms, increasing the surface area and polarizability. Thus, new set of vivid-colored ER fluids are confirmed as the indicator for ER response.- This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (MSIT) (No. 2022R1F1A1061032).

P재료금-49

공석 패시베이션을 통해 높은 안정성의 페로브스카이트

김영철, 임성남, 송신애, 김기영, 이승현[1], 우주영*
한국생산기술연구원; [1]한양대
(jywoo@kitech.re.kr*)

Cesium lead halide perovskite nanocrystals ($CsPbX_3$ NCs (X=Cl, Br, I)) are currently promising in the field of photovoltaic and light emitting diode (LED), and also are currently being actively studied even in industry. One of the strong point of perovskite NCs is defect tolerance. However, due to the wide band gap of $CsPbCl_3$, the defect tolerance characteristics are mitigated, and Cl-vacancies play as deep trap sites. As a result, $CsPbCl_3$ perovskite NCs exhibit lower photoluminescence quantum yield (PL QY) of 1-10% compared to PL QY of other perovskite NCs with different halide compositions (~70%). In our study, CsPbCl3 perovskite NCs are passivated by additives. It turns out that appropriate additive significantly improves the PL QY of CsPbCl3 perovskite NCs possibly due to halide vacancy passivation.

P재료금-50

Exploring Quantum Dot-Mechanoluminescence Composites by Enhancing Luminescence and Material Performance

송지윤, 이강택*
연세대
(ktlee@yonsei.ac.kr*)

Mechanoluminescence (ML) is a phenomenon where luminescence is emitted upon mechanical stimuli by piezoelectric effect. This intriguing phenomenon arises from the generation and recombination of charge carriers under mechanical stress, resulting in the emission of light. ML materials, such as certain crystals and polymers, exhibit the capability to convert mechanical stimuli into detectable optical signals. Quantum dots (QDs) are a nanoscale semiconductor particle ranging from 1 to 10 nanometers that possess unique electronic and optical properties. A new composite is formed, referred to as a ML-QDs composite by incorporating QDs into such materials. These composite offer enhanced ML due to the QDs' unique ability to influence charge carrier dynamics and energy transfer processes within the material's matrix. However, there are some shortcomings such as low illuminance or difficulty of producing high-concentration and highly elastic composite. This study not only delves into the fabrication techniques, characterization methods, and potential applications of this composite in various fields, but also represents research of improving aforementioned shortcomings.

P재료금-51

환경개선을 위한 Cu-TiO_2 이종접합 나노구조의 결정 구조 및 광활성에 관한 연구

DEBABRATA Chakraborty, 조은범*
서울과학기술대
(echo@seoultech.ac.kr*)

Researching porous heterojunction nanomaterials as photocatalysts for water depollution solutions in sustainable chemistry is extremely challenging. A pentablock copolymer (PLGA-PEO-PPO-PEO-PLGA) is used as a template in an EISA process to create a porous Cu-TiO 2 (TC40) heterojunction. To better understand how the polymer template affects surface and morphology of photocatalysts, two types of photocatalysts are created, one with (TC40) and one without (TC) a template. A feature of the TC40 heterojunction nanomaterial is that it has higher BET surface area compared with the othernanomaterials, and its gap value is also lower (2.98 eV), making it an effective wastewater treatment photocatalyst. In order to improve water quality, we have studied the photodegradation of methyl orange (MO), a health hazard that bioaccumulates in the environment.

P재료금-52

Effect of Salts on Reverse Self-Assembled Structures in Mixtures of Lecithin and Organic Solvents

김나현, 이희영*
금오공과대
(lhysshr@kumoh.ac.kr*)

It is well-known that lecithin, a two-tailed surfactant, forms reverse vesicles through self-assembly in organic solvents. When salts are added to lecithin solutions, the spherical micelles grow into containers, inducing the formation of vesicles. The interactions between lecithin and salts play crucial roles in vesicle formation. In this study, we investigated the influence of salts on the reverse self-assembled structures in lecithin and organic solvent mixtures. Bulky salts such as TMACl, TEACl, and TPACl were used, and these bulky salts induced more efficient formation of vesicles. We analyzed vesicle particle sizes using Dynamic Light Scattering (DLS) and confirmed the self-assembled structures within the reverse vesicles using Small-Angle X-ray Scattering (SAXS).

P재료금-53

Derivation of thermodynamic coefficients between amphiphilic gold nanoparticles and vesicles reaction using ITC

이영민, 이희영*
금오공과대
(lhysshr@kumoh.ac.kr*)

Isothermal Titration Calorimetry (ITC) can be used to obtain the thermodynamic coefficients such as equilibrium constant, enthalpy, binding coefficient through experiments. We used amphiphilic gold nanoparticles and vesicles in the ITC experiments. Here, 11-Mercaptoundecanoic acid (MUA) is used as hydrophilic ligand, 1-octadecanethiol (ODT) is used as hydrophobic ligand, Hexadecyltrimethylammoniump-toluenesulfonate (CTAT) is used as cationic surfactant, and Sodiumdodecylbenzenesulfonate (SDBS) is used as anionic surfactant. Experiments were conducted with vesicles and gold nanoparticles to measure heat generated and confirm thermodynamic coefficients through modelling.

P재료금-54

Adsorption Behavior of Amphiphilic Gold nanoparticles (AuNPs) on Liquid-Liquid Interface as a Function of Ionic Strength

강민석, 이희영*
금오공과대
(lhysshr@kumoh.ac.kr*)

Amphiphilic gold nanoparticles (AuNPs) functionalized with hydrophobic and hydrophilic ligands on their surface can be adsorbed at the hexane-water interface, forming hexane droplets in water. We investigate the effect of ionic strength on the adsorption behaviors of amphiphilic AuNPs at the interface. In this study, Hydrophobic ligands with 12 hydrocarbon which is 1-dodecanethiol (DDT) was used. We found that all experimental data follow the Langmuir and Redlich-Peterson (RP) isotherm model, indicating the monolayer of AuNPs at the interface. From the modeling, the equilibrium constant (K), maximum uptake concentration (C_{max}), and the interparticle distance between adsorbed AuNPs (d) at the interface were obtained.

P재료금-55

Autonomous Self-Healable Piezo-Ionic Sensor for Touch Modulation in Soft Electronics

엘비스, 판보해[1], 권혁민, 김주성, 최한빈, 공진연, 김동준, 영우빈, 이경진[1], 김도환*
한양대; [1]충남대
(dhkim76@hanyang.ac.kr*)

The self-healing properties and mechanosensing capabilities of the human skin have inspired the designs of stretchable iontronic sensors. However, existing mechanasensitive designs can hardly achieve autonomously superior self-healing properties, superior elasticity, and effective control of ion dynamics in a homogeneous system simultaneously. Herein, we report a Cl-functionalized iontronic pressure sensitive material (CLiPS) via the introduction of Cl-functionalized groups into a polyurethane matrix, which realizes an ultrafast, autonomous self-healing speed (4.3μm/min), high self-healing efficiency (91% within 60min), and mechanosensitive piezo-ionic dynamics. This strategy promotes both an excellent elastic recovery (100%) and effective control of ion dynamics because the Cl groups trap the ions in the system via ion-dipole interactions, resulting in excellent pressure sensitivity (7.36kPa−1) for tactile sensors. The skin-like sensor responds to pressure variations, demonstrating its potential for touch modulation in future wearable soft electronics and human-machine interfaces.

P재료금-56

전기화학적 리튬 매개 질소 환원 기반 그린 암모니아 합성의 안정성 및 에너지 효율 향상

임채은, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

암모니아는 최근 기존의 쓰임에 더해 수소 저장 및 운반체로 주목받고 있다. 하지만 기존 Harbor-Bosch 공정은 고온 및 고압 조건과 많은 양의 이산화탄소를 배출하여 에너지,환경적 측면 모두에서 문제를 가지고있다. 따라서 다양한 상온상압 조건에서 암모니아 합성이 가능한 전기화학적 Li 매개 질소 환원(Li-NRR)이 많은 관심을 받고 있다. Li-NRR을 촉진하기 위해 리튬 메탈 증착과 함께 형성되는 Solid Electrolyte Interphase (SEI)의 제어가 중요하다 보고되고 있다. 본 연구에서는 SEI의 특성을 제어하기 위한 황 첨가제를 도입 했다. 첨가제의 유무에 화학적 및 물리적 구조 분석을 통해 보다 균일한 SEI가 형성되었음과, 황 계열 화합물이 도입 됨을 확인 했다. 이러한 제어된 SEI는 패러데이 효율 및 반응의 안정성을 향상시켰다.

P재료금-57

NiFe 이중층수산화물로 패시베이션된 유기반도체 기반 광전극을 사용한 고효율 광전기화학 물분해 전지

김윤서, 조승호*
울산과학기술원
(scho@unist.ac.kr*)

Generation of hydrogen fuel through photoelectrochemical (PEC) water-splitting stands out as an environment-friendly and promising technique. Organic semiconductor is one of the most suitable for PEC attributed to their remarkable charge-transfer properties, easy tunability of energy levels, and low cost. Nevertheless, their application in PEC water-splitting has been relatively limited due to their susceptibility to degradation in aqueous environments. In this work, we use in-situ grown NiFe layered double hydroxides (LDHs) on nickel foil to encapsulate the organic photoactive layer for protecting from water intrusion. Through this strategy, we demonstrate the high-performance and stable organic-semiconductors photoanodes comprised of p-type polymers and n-type non-fullerene materials. We achieve a photocurrent density of 15.1mAcm^{-2} at 1.23V vs. reversible hydrogen electrode (RHE) with an onset potential of 0.55V vs. RHE and a record high half-cell solar-to-hydrogen conversion efficiency of 4.33% under AM 1.5G solar simulated light. After conducting the stability test at 1.3V vs. RHE for 10h, 90% of the initial photocurrent density are retained. We also revealed that water permeation and photocorrosion by accumulated surface charges can be effectually prevented by passivation using in-situ growth NiFe-LDHs on the

P재료금-58

전체 소자 자가치유 다기능 센서 패치 개발

박미현, 김서진, 하정숙*
고려대
(jeongsha@korea.ac.kr*)

피부에 부착 가능한 센서를 이용하여 맥박, 피부 온도 등을 감지하고 이를 통해 자가 진단을 할 수 있는 헬스 모니터링 시스템 개발의 중요성이 높아지고 있다. 그러나, 패치 형태의 센서는 반복된 변형에 의해 파손되어 기계적, 전기적 특성을 잃어버릴 가능성이 높으며, 이를 해결하기 위해 자가회복 특성을 가지는 새로운 재료 및 소자 개발이 필요하다. 본 연구에서는 그래핀 폼에 자가치유 폴리우레탄과 폴리아닐린의 복합체를 코팅하고, 그 위에 자가치유 폴리우레탄 코팅하여 폼 형태의 센서를 제작하였다. 또한 전극으로 자가치유 고분자 poly(ether-thioureas) with triethylene glycol (TUEG3)를 코팅한 금 나노시트를 고분자 위에 패터닝하여 사용하였다. 제작된 압력 센서와 온도 센서는 각각 저항의 변화와 열전효과를 이용하여 간섭 없이 신호를 감지하였다. 또한 상용 심전도 전극과 유사한 성능을 보였다. 제작된 센서 패치는 절단 후 65 ℃에서 6시간의 열처리에 의해 성능을 회복하였다. 본 연구에서 개발한 자가치유 센서는 다양한 생체 신호를 측정하고, 손상 시 자가치유를 통해 소자의 수명이 연장되는 미래형 소자로 활용 가능성을 보여주었다.

P재료금-59

고강도의 선택적 자가치유 고분자를 기반으로 한 자가치유 듀얼모드 센서

김소민, 구예원, 하정숙*
고려대
(jeongsha@korea.ac.kr*)

자가치유 특성을 갖는 다양한 재료와 소자 연구는 수명을 연장하여 환경 친화적인 성능을 확보하기 위해 활발히 진행되어왔다. 그러나, 원치 않는 접촉에 의한 자가치유 특성의 발현을 막기 위해 특정 자극에 의해서 자가치유가 개시되는 고분자 및 소자 응용에 대한 연구는 아직 초기 단계이다.본 연구에서는 에폭시 레진 기반의 열에 의한 선택적 자가치유 고분자를 합성하고, 이를 이용하여 저항타입의 인장 센서와 열전효과를 이용한 온도센서를 제작하였다. 특정 온도 이상에서 합성된 고분자 사슬에 포함된 옥심-카바메이트 결합은 가역적인 공유결합이 활성화되고, 디설파이드 결합은 교환 반응을 하여 자가치유 특성이 발현되도록 하였다. 합성한 고분자는 에폭시 기의 고리 열림 반응 및 폴리테트라메틸렌글리콜의 패킹에 의해 높은 인성과 인장율을 나타낸다. 또한, 합성한 자가치유 고분자와 전도성 물질을 혼합하여, 각각 저항 변화와 전압 변화를 통해 상호 간섭 없이 인장율과 온도 변화를 감지할 수 있는 듀얼 모드 센서를 제작하였다. 센서는 기판으로 사용된 고분자와 같은 물질을 기반으로 제작되었기 때문에 열에 의해 자가치유 되는 특성을 나타냈다. 제작된 자가치유 듀얼 모드 센서는 웨어러블 전자소자의 수명을 개선하여 다양한 헬스케어 분야에 활용될 것으로 기대된다.

P재료금-60

질화탄소(C3N4)의 밴드구조 모듈레이션을 통한 광화학적 암모니아 생산 증대 연구

홍인주, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

암모니아는 농업/공업 등 다양한 분야에서 중요한 비료와 연료, 그리고 수소 에너지의 저장매개체로서 많은 각광을 받고 있습니다. 암모니아 생산에 사용되는 전통적인 하버-보쉬 방법은 많은 에너지 소모와 이산화탄소를 발생시킨다는 점에서 이슈가 되고 있고, 상온-상압 환경 하에서 질산염(NO_3^-)을 암모니아(NH_3)로 환원시키는 광화학적 NO_3RR에 대한 연구가 이러한 문제의 해결책이 될 수 있습니다. 본 연구는 가시광 흡광에 유리한 질화탄소(g-C_3N_4)를 간단한 온도 변화로 밴드 구조를 모듈레이션하여, 광화학적 흡광을 향상시키고, 전하 재결합을 억제시키며 암모니아 생산에 대한 경쟁적인 반응인 수소 생산을 억제시킴으로써 암모니아에 대한 높은 생산성과 선택도를 달성하였습니다.

P재료금-61

자가 치유 eutectogel 기반 다기능 센서

이진영, 하정숙*
고려대
(jeongsha@korea.ac.kr*)

최근 플렉서블 웨어러블 소자에 대한 수요의 증가로, 하이드로겔 기반의 소자가 주목받고 있다. 하이드로겔은 뛰어난 유연성, 생체적합성, 이온전도성과 자가 치유 특성 때문에 웨어러블 소자의 핵심 소재로 각광받고 있다. 하지만, 하이드로겔은 고분자 네트워크 내의 물이 얼거나 증발해 웨어러블 소자의 성능을 크게 저하시킨다. Deep eutectic solvent(DES)는 각각의 요소들보다 공융점에서 낮은 어는점과 낮은 증기압을 가지는 혼합물이며, 저렴한 가격, 무독성, 생체적합성의 추가적인 장점을 가지고 있다. 따라서, DES를 함유하고 있는 고분자인 eutectogel이 최근 활발히 연구되고 있다. 본 연구에서는 염화콜린과 글리세롤을 혼합한 DES와 함께 acrylamide를 단량체로 사용하고, 트레할로스와 피트산을 가교제로 첨가하여 자가 치유 특성을 가지는 eutectogel을 제작하였다. 개발한 eutectogel은 저온에서도 안정하고 고분자 네트워크와 가교제 사이의 유동적인 수소결합을 통해 높은 자가 치유 효율을 보였으며, 이를 기반으로 인장 센서, 압력 센서, 온도 센서, 심전도 전극을 제작하였다. 제작된 다기능 센서는 자가 치유 이후에도 비슷한 성능을 유지하며 안정적으로 구동되는 것을 확인하였다. 연구 결과로 제작된 자가 치유 eutectogel 기반의 다기능 센서는 긴 수명을 갖는 차세대 플렉서블 웨어러블 소자로써 다양하게 활용 가능할 것으로 기대된다.

P재료금-62

Synthesis of Hollow $SrTiO_3$ Photocatalyst for Photocatalytic Overall Water Splitting

오다바시이셀다, Sandeep Kumar Lakhera, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

TiO_2 is one of the most widely used photocatalyst for hydrogen production from water splitting. However, sacrificial agents such as methanol or triethanolamine are used for splitting of water due to TiO_2's inability of producing H_2 and O_2 from pure water. Some perovskite materials are known to produce H_2 and O_2 from pure water. $SrTiO_3$ (STO) is a perovskite material which can be synthesized using TiO_2 as templates. STO is able to split water into H_2 and O_2 owing to its proper electronic band structure and good stability. Synthesis method of hollow STO nanospheres by using hollow TiO_2 nanospheres as a template was discussed and overall water splitting abilities of TiO_2 and STO were compared in this study by using Pt nanoparticles hydrogen evolution co-catalyst.

P재료금-63

Flash Joule Heating of MgNi Alloy Encapsulated with Reduced Graphene Oxide for Enhanced Hydrogen Storage Performance

김수아, 조현, 조은선*
한국과학기술원
(escho@kaist.ac.kr*)

As a promising energy carrier, hydrogen can play a critical role in achieving net-zero emission, yet its safe and efficient storage for on-demand use remains to be resolved. Mg is a notable candidate for solid-state hydrogen storage material due to its high gravimetric capacity, abundant source and low cost. However, its sluggish sorption kinetics and thermodynamic stability for MgH_2 remain large obstacles for practical application, along with an extreme vulnerability to moisture and oxygen. In this study, we prepared nanosized MgNi alloy encapsulated with reduced graphene oxide (rGO) via flash Joule heating method for enhanced hydrogen storage performance. During the instantaneous heating and cooling process, the MgNi bulk metal alloy recrystallizes to nanoparticles, and the resulting particles distribute uniformly over the rGO layers. Moreover, the hydrogen sorption kinetics is analyzed to verify the encapsulation and nanosizing effect as well as evaluate the environmental stability of the rGO-coated MgNi alloy. The synthetic approach used in this study provides a fast and facile way for nanosizing with ease of scale-up production

P재료금-64

Exploring Hierarchically Porous Titanium Nitride Synthesized by Multiscale Phase Separation as a Route to Ultrastable High-Rate Li-S Batteries

이주현, 임원광, 이진우*
한국과학기술원
(jwlee1@kaist.ac.kr*)

Porous designs are necessary for lithium-sulfur batteries to function properly. One of them is multiscale porous designs, which are required to include the benefits of several pore scales while overcoming the drawbacks of single-sized porous structures. The few multiscale porosity carbonaceous materials used in LSBs efficiently dissolve lithium polysulfides due to their nonpolar surface characteristics. High-rate and long-life LSBs are made possible by hierarchically porous titanium nitride (h-TiN), which combines the benefits of multiscale porous structures with TiN's inherent surface capabilities as a multifunctional sulfur host. Mesopores successfully prevent LiPS from dissolving whereas macropores can withstand the high sulfur content, promote electrolyte penetration, and transport Li^+ ions.

P재료금-65

산화 그래핀 나노 리본 나노쉬트의 지프 성장 템프릿으로써의 이용과 지프 나노 입자 침투 성장 및 성장 시간별 모형의 변화 그리고 그에 따른 가스 분리

김지훈, 김대우*
연세대
(audw1105@yonsei.ac.kr*)

Metal-organic frameworks (MOFs) are promising material for gas separation due to their high surface area, porosity and surface functionality. In the growth of ZIF-8, there are several factors such as solvent, temperature and precursor ratio can effect on shape, size and structure. Herein, we use 1D graphene oxide nanoribbon (GONR) for ZIF-8 nuclei site template by assembling to 2D porous material simply with shear force assembly. For the solvothermal synthesis of ZIF-8 with methanol, 40 nm of nano-sized ZIF-8 particles were grown densely and the morphology changes as ZIF-L/ZIF-8 hybrid structure to ZIF-8 domain structure by increasing synthetic time. ZIF-8 nanoparticle 5h synthesis for final product formed ZIF-8/GONR nanoplate, nano-size of ultra small particle was effective to compatibility for nanosheet. The ZIF-8/GONR nanoplate showed 150 μm of lateral-size with 500 nm thickness conforming 300 aspect-ratio and it's gas adsorption capacity was over 1000 cm3/g with N2 molecules.

P재료금-66

높은 안정성을 위한 헤테로 구조 InP/ZnSe/ZnS 양자점

김혜선, 임성남, 송신애 , 김기영, 좌용호 [1], 우주영*
한국생산기술연구원; [1]한양대
(jywoo@kitech.re.kr*)

Quantum Dots (QDs) are crystalline semiconductor nanoparticle under quantum confinement effect. The QDs based on InP, among various types of QDs, hold a distinct advantage due to their remarkable photoluminescence efficiency and narrow full width at half maximum. Therefore InP-based QDs are very suited for display applications. In this study, we present very stable InP/ZnSe/ZnS QDs with appropriate heterostructuring. Various spectroscopic analyses revealed the high quality of our QDs.

P재료금-67

균일하게 Zr 원소가 도핑된 고성능 Co-free Ni-rich 리튬이온배터리 양극 소재

오지웅, 조창신*
포항공대
(jochangshin@postech.ac.kr*)

A Co-free, high-Ni layered cathode has garnered substantial attention as a potential next-generation cathode material, attributed to its remarkable energy density and cost-effectiveness. Nonetheless, it faces significant challenges. The high Ni-layered cathode exhibits poor cyclic stability due to its significant volume expansion, and the absence of cobalt results in an insufficient rate capability. These issues collectively impose challenges in enhancing Ni content and eliminating Co, all while upholding specific energy and stability. Zr doping, substantially enhances structural stability, thereby mitigating intergranular cracking and surface fractures suppressing from rapid lattice expansion during cycling. Furthermore, uniform dispersion of Zr within cathode materials facilitates the transfer of lithium Li ions, consequently improving rate capability. Experimental results demonstrate a noteworthy capacity retention of Zr-doped $LiNi_{0.9}Mn_{0.1}O_2$, recording 95.2% retention after 100 cycles at 0.5C.

P재료금-68

질화갈륨/산화갈륨 p-n 접합 다이오드의 UV 포토디텍터 활용

장수환*, 백광현[1], 김만경
단국대; [1]홍익대
(jangmountain@dankook.ac.kr*)

Solar blind UV photodetectors have attracted many interests in the applications of space communication, ozone-layer monitoring, flame sensing and missile detection. β-Ga_2O_3 and GaN is a promising ultra wide band gap semiconductor material, of which energy band gaps are 4.9 and 3.2 eV, for solar blind UV photodetectors. Among several types of photodetector, p-n junction has advantages of lower dark current, faster response time and higher responsivity. The depletion region is formed at the heterojunction interface, which is favorable to the self-powered operation of the UV detector. GaN is adopted as a p-type semiconductor because it is difficult to generate shallow acceptor level state for the realization of p-type Ga_2O_3. In this study, the self-powered UV photodetector was fabricated by transferring of mechanical exfoliated n-type Ga_2O_3 flake on the p-type GaN substrate. It showed an excellent response to both 254 and 354 nm wavelength UV exposure. Also, the electroluminescence at 400 nm was observed.

P재료금-69

고굴절 입자를 적용한 구조색 기반 고색순도 응력 필름 제작 기술

박세민, 김영석*
한국전자기술연구원
(vis4freedom@keti.re.kr*)

광결정은 반가시성 광의 선택된 파장을 반사함으로써 색상을 나타내는 주기적 나노 구조이다. 본 연구에서는 대표적인 광결정 소재인 SiO_2를 stober method로 균일하게 합성하고, 고분자 매트릭스에 분산하여 입자 간 간격 조절이 가능한 mechanochromic 필름을 제작하였다. TEOS, NH_4OH의 몰 비로 SiO_2 입자 사이즈를 조절하였으며, 사이즈가 160, 190, 220nm 일 때 각각 임계 부피 분율 기준 청색, 녹색, 붉은색 필름이 제작되었다. SiO_2를 이용하여 제조된 필름은 빛의 다중 사란에 의해 낮은 색순도를 보였으며 이를 개선하기 위해 carbon black을 소량 첨가하여 고색순도의 필름을 구현하였다. 광경화를 통해 제작된 필름은 응력 변형에 따라 가시광 영역에서 민감한 색 변화를 나타내며, 정면에서 높은 색순도와 제조의 용이성을 가진다. 광결정 기반 색변환 기술은 응력 센서 외에 반사형 디스플레이나 데코 필름과 같은 다양한 분야에 응용이 가능할 것으로 기대된다.

P재료금-70

산화철 플레이크를 이용한 전자기 차폐 도료의 경량화 연구

전종윤, 이상훈, 김영석*
한국전자기술연구원
(vis4freedom@keti.re.kr*)

GHz 영역의 주파수를 갖는 전자기파의 간섭 현상은 고집적의 반도체 소자에 영향을 주기 때문에 전자 기기의 효율을 떨어뜨린다. 또한 군사용, 선박용 탐지 장치에도 전자기파를 이용하기 때문에 전자기파의 간섭 현상은 혼돈을 야기한다. 뿐만 아니라 소자/장치에서 발생한 전자기파는 인체에도 악영향을 끼칠 수 있다. 이러한 이유로 전자기 차폐에 대한 연구는 끊임없이 진행되어 왔다. 전자기 차폐에 이용하는 물질 중, Fe_3O_4는 그 특유의 자성에 의해서 전자기파 흡수 차폐 특성을 갖는다는 연구 결과가 있다. 그러나 Fe_3O_4는 무거운 물질로써 비행 물체나 선박에 적용하기에는 부적합하다는 단점이 존재한다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 본 연구에서는 가벼운 2D 구조의 무기 입자에 Fe_3O_4를 결합하여 경량화된 전자기 차폐용 안료를 합성하였다. TiO_2 flake 표면에 수열 합성법을 이용하여 Fe_3O_4 나노 결정을 형성 및 성장시켜서 박막을 형성하였다. 이때 TiO_2 flake에 붙은 Fe_3O_4의 크기는 20~50nm인 것을 확인하였으며 자성 특성이 있는 것 또한 확인하였다. 본 연구는 가벼운 기재와 자성 나노 입자의 복합화를 통해서 가볍고 효율적인 전자기 차폐 안료 및 도료를 제작할 수 있는 가능성을 제시한다.

P재료금-71

Doped graphene quantum dots/TiO_2 heterostructure for efficient visible-light photocatalytic activity toward hydrogen production

Tran Van Tam, 김민재, 최원묵*
울산대
(wmchoi98@ulsan.ac.kr*)

Herein, we demonstrate that heterojunction system of commercial TiO2 nanopartiles coupled with doped graphene quantum dots (P-GQDs) was prepared by on-step and low temperature method. The P-GQDs with average diameter of 4.5 nm exhibits an excellent visible light absorption and effectively anchors onto TiO2 surface. Thus, P-GQDs can be served as co-catalytic site which enhances not only light absorption but also photo-induced charge separation. Interestingly, the P-GQD@TiO2 shows high hydrogen evolution rate of 1.5 mmol/g.h. On the other hand, the catalyst shows superior photo degradation toward different waste water including ethylene blue (MB), acetaminophen, and NO3-. This greatly enhanced performance can be attributed to the strong visible absorption of P-GQDs as well as effective charge separation and transfer via Z-scheme mechanism which was further studied by DFT calculation. This work offers a potential find for designing and developing noble-metal-free hybrid materials for boosting photocatalytic activity.

P재료금-72

선형적이고 민감한 e-skin을 위한 마랑고니 흐름 기반 3D 계층돔 구조 압력센서 어레이 프린팅 기술

전승환, 방창현*, 민형호[1], 황귀원, 손지훈, 김민석[2]
성균관대; [1]막스플랑크 연구소; [2]한국표준과학연구원
(chpang@skku.edu*)

Polymeric nanocomposite-based multiscale structures have emerged as an attractive option in soft electronics, soft robotics, and bioelectronics due to their improved performance, form factor, and surface area. However, traditional manufacturing methods like photolithography and 3D printing are time-consuming and expensive. To overcome these challenges, we propose a new process using inkjet printing to create a polymeric nanocomposite-based three-dimensional hierarchical dome structure. By controlling the conductive ink's viscosity and electrical conductivity, as well as the Marangoni effect through substrate temperature, we successfully fabricate 64-pixel hierarchical dome array pressure sensors on flexible substrates. These sensors detect small pressures with high repeatability and improved linearity up to 17000 Pa. The pressure sensors are applied to a robot's finger, enabling precise control of liquid drops and stable grasping of objects. Additionally, we create a stretchable pressure sensor array by printing on a stretchable substrate, which shows promising applications as artificial skin, expanding the versatility of our manufacturing process.

P재료금-73

Black colored (Zn,Cu)O nanoparticles with improved NIR reflectance

장우식, 정경열*
공주대
(kyjung@kongju.ac.kr*)

Near-infrared rays (NIR, 700-1300 nm), which account for about 52% of natural light, are absorbed by various buildings and eventually converted into heat, which is a major cause of the urban heat island phenomenon. Additionally, light detection and ranging (LiDAR) sensors in autonomous vehicles (AVs) using pulsed infrared (IR) light at either 905 nm or 1550 nm wavelengths have the problem of not recognizing black objects. Therefore, improving the NIR reflectance of black pigment is a critical task for future AVs as well as mitigating the urban heat island. This study tried to prepare a black pigment with improved NIR reflectance using a small amount of Cu. To do this, ZnO/CuO composite oxides were prepared by spray pyrolysis, and the change in optical properties according to Cu content and post-heat treatment temperature was investigated. As a result, the chromaticity and near-infrared reflectance of the ZnO/CuO composite pigment showed a large difference depending on the Cu content as well as the heat treatment temperature.Keywords: CuO, ZnO, Pigments, Spray pyrolysis, NIR reflectance

P재료금-74

Selectively oxidizing the graphene adge enables exfoliation of graphite into graphene with high dispersibility and properties

김규리, 이용현, 최창호*
경상국립대
(ch_choi@gnu.ac.kr*)

Graphene, a two-dimensional carbon nanostructure composed of a single atomic layer, can be produced from graphite through exfoliation processes. Despite its outstanding mechanical, electrical, and thermal properties, the industrial applications of graphene are limited. Although liquid-phase exfoliation is considered a widely used approach for graphene production, prolonged exfoliation time and low production yield constrain the scalable graphene production. The poor dispersibility of graphene in various solvents is also a significant challenge for the industrial applications of graphene. Herein, we suggest a novel exfoliation to produce graphene with high dispersibility and properties. It was found that selectively-edge-oxidize graphene results in the increase of interspacing distance of graphene, facilitating the exfoliation through mild sonication treatments. Additionally, oxygen-containing functional groups at the graphene edge improves the dispersibility of graphene to various solvents. This approach offers streamlined processes for graphene production with high solvent affinities, significantly contributing to the advancement of graphene-related technologies.

P재료금-75

광흡수형 입자를 이용한 고색순도 응력 필름 제작 기술

이상훈, 김영석*, 박세민
한국전자기술연구원
(vis4freedom@keti.re.kr*)

선택적 파장의 반사로부터 자체적으로 구조색을 띠는 광결정은 다양한 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 광결정을 통한 응력변형 및 피로파괴 감지형 광가시화 필름형 센서 제작을 목적으로 산화철 코어쉘 입자에 실리카를 코팅한 코어쉘 나노입자가 내장된 탄성 고분자를 이용하여 필름 제작을 진행하였다. 산화철과 같은 광흡수형 나노입자를 도입하여 내부 산란을 억제하면 보다 선명한 구조색을 띠는 광결정 필름을 획득할 수 있다. 광흡수형 나노입자를 PEGPEA, PDMS, Silicon Silica rubber 등과 같은 탄성 고분자에 분산시켜 제작된 필름은 입자간의 간격 변화에 의한 반사색 변화로 나타나기 때문에 민감하고 시각적으로 쉽게 확인 가능한 정밀한 응력변형센서의 제작이 가능함을 확인하였다

P재료금-76

Praseodymium(Pr) Doping Effect on Ni-substituted $BaZrO_3$ Catalyst for Hydrogen Production by Partial Oxidation of Methane

이수빈, 구본재*
성신여자대
(bkoo@sungshin.ac.kr*)

The demand for hydrogen(H_2) is increasing worldwide as hydrogen energy is being considered to solve global warming caused by fossil fuels. Partial oxidation of methane(POM) reaction that can produce hydrogen by methane(CH_4) combustion, is an exothermic reaction (ΔH=-36 kJ/mol). Nickel(Ni) is widely used as a catalyst for POM due to its economic advantages over noble metals (Pt, Pd and Ru etc.). However, catalyst degradation due to Ni aggregation and carbon coking occurs at high temperatures for POM. Therefore, it is necessary to develop a catalyst with high activity and stability at high temperatures for POM. Recently, it has been reported that praseodymium(Pr), one of the rare earth elements of the lanthanides, enhanced the catalytic activity for hydrogen production of perovskite-based oxide catalysts($LaNiO_{3-\delta}$) and prevented carbon deposition on Ni catalyst, resulting in excellent durability of the POM catalyst. Likewise, this study investigates the influence of Pr doping in Ni-substituted $BaZrO_{3-\delta}$ catalyst for hydrogen production through POM.

P재료금 -77

Eye-Safe Short-Wave Infrared-Active Ternary Quantum Dots

박서희, 임성남, 송신애, 김기영, 좌용호[1], 우주영*
한국생산기술연구원; [1]한양대
(jywoo@kitech.re.kr*)

Lead chalcogenide (PbE, E = S, Se, Te) quantum dots (QDs) are huge interest to many researchers due to their unique optoelectronic properties, which can be tuned by adjusting their size. Particularly, PbSe and PbS QDs are notable for their bandgaps which can be controlled over infrared range. Therefore applications of such QDs in infrared detectors, solar cells, and biological imaging are very promising. Also, the QDs can be used to LiDAR (light detection and ranging) sensors which require an eye-safe wavelength SWIR (short-wavelength infrared).In this study, we demonstrate monodisperse ternary QDs which are active in eye-safe SWIR region. The resulting QDs show high stability that are very suitable in various practical applications.

P재료금-78

저비용 전구체 및 친환경 처리방법 이용한 탄소재료 이미드 관능화 및 이의 바나듐 레독스 흐름전지 촉매로의 활용

안희연, 노찬호[1], 전시은, 권용재[1], 정용진A*
한국교통대; [1]서울과학기술대
(ychung@ut.ac.kr*)

바나듐 레독스 흐름전지(Vanadium redox flow battery, VRFB)용 양쪽 전극의 성능을 향상시키기 위해 제안된 촉매는 저렴한 전구체인 시트르산(Citric acid, CA) 과 우레아(Urea, UR)를 사용하여, 물을 용매로 80℃에서 2시간 동안 합성하였다. 이러한 방법은 저비용 및 친환경 처리 방법을 기반으로 CNT-COOH (carboxylic acid functionalized multiwalled carbon nanotube) 표면에 관능기를 합성하였고, VRFB 성능을 향상시켰다. 제조된 촉매인 CNT-COOH/[CA+UR]는 바나듐 이온 레독스 반응에 대한 촉매 활성이 CNT-COOH에 비해 약 6배 증가하였으며, 낮은 저하 전달 저항을 보여주었다. 이는 바나듐 레독스 커플과 강한 상호작용을 생성하는 킬레이트 리간드 역할을 하는 이미드 본드(Imide bond) 기반의 관능기가 CNT 표면에 합성된 결과에 기인하며, π-공액 결합에 의한 손쉬운 전자 이동을 유도하여 높은 촉매 활성을 나타냈다. 제안된 촉매(CNT-COOH/[CA+UR])를 VRFB 양쪽 전극에 적용하여 구동하였다. 고전류밀도인 200 mA cm^{-2}에서 에너지 효율 및 방전용량이 CNT-COOH와 비교하여 향상됨을 보여주었고, 1000사이클 후 초기 에너지 효율 값을 거의 유지하여 장기안정성이 우수함을 확인하였다. 본 연구는 2023년도 한국교통대학교 지원으로 수행되었음

P 재료금-79

인 도핑 및 다량의 산소가 함유된 흑연탄소의 합성 및 바나듐 레독스 흐름전지 전극 촉매로의 적용

전시은, 안희연, 정용진A*
한국교통대
(ychung@ut.ac.kr*)

환경 친화적이고 경제적인 마이크로파 합성 및 인산화물 전구체를 사용하여 인 도핑 및 다량의 산소가 함유된 흑연탄소(P-doped and O-rich graphitic carbon, POGC)를 합성하고, 이를 상용 흑연 펠트 (GF)에 적용하여 바나듐 레독스 흐름전지 (vanadium redox flow battery, VRFB) 촉매로의 가능성을 평가하였다. 이 처리는 다공성의 흑연 구조 형성을 용이하게 하였으며, P-도핑된 흑연 구조와 P–C 결합은 조사 시간 증가에 따라 증가하였다. 또한, 조사시간에 따라 P-도핑된 구조의 흑연화 정도가 증가되었고, 순환 전압전류법을 통해 바나듐 이온 산화환원 반응을 평가하여, 60초의 조사시간으로 합성된 촉매(POGC-60)의 성능이 대조군인 탄소나노튜브 및 합성시간을 다르게 한 POGC 대비 가장 높은 촉매 반응성과 가역성을 확인하였다. 또한, 가장 우수한 촉매 활성을 갖는 POGC-60를 GF와 결합하였을 때 (GF/POGC), 피크 전류 밀도 증가, 전위 차이 감소, 전하 이동 저항 감소 등의 우수한 성능이 관찰되었다. 이러한 GF/POGC 전극을 VRFB에 적용하였을 때, 고전류 밀도(200 mA cm^{-2})에서 향상된 효율과 방전 용량을 나타냈고, 1000사이클 동안 우수한 장기안정성을 보여주었다. 이러한 결과는 제안된 마이크로파 합성으로 저렴하고 우수한 VRFB용 촉매인 POGC를 친환경적이고 손쉬운 방식으로 제조함을 확인하였다. 본 연구는 2023년 한국교통대학교 지원으로 수행되었음

P 재료금-80

Hydrogenation of Carbon Black by Ultra-High Pressure Hydrogen Treatment: In-situ FT-IR Analysis

김민아, 이창훈*
조선대
(chemart@chosun.ac.kr*)

Exploring Carbon Black Property Changes Following High-Pressure Hydrogen Treatment: We selected N330, N550, N770, and N990 fillers and performed in-situ Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) during hydrogen decompression. Among the various functional groups, including ketones, hydroxyls, and carboxyls, only the hydroxyl O–H group and the C=C and C–H bonds of the aromatic ring exhibited modifications in intensity and wavenumbers. The O–H group signal intensity decreased by approximately tenfold in N770, while the signal intensity of the C=C bond in the aromatic ring decreased by around 80 times in N330. Additionally, the intensity of the C–H bond in the aromatic ring decreased by about twofold. When observing changes over time, N330, characterized by a smaller particle size, showed the most significant alterations, followed by N550 and N770 with decreasing degrees of change. Moreover, consistent shifts towards lower wavenumbers, indicating changes in bond strength, were observed throughout the duration of the study.

P 재료금-81

마이크로파 보조 공정을 통한 2차원 폴리머 코발트 프탈로시아닌 합성 및 연속적인 글루코스 모니터링에서의 적용

유호빈, 전시은, 안희연, 정용진A*
한국교통대
(ychung@ut.ac.kr*)

마이크로파 보조 공정을 활용하여 2차원 폴리머 코발트프탈로시아닌(polymeric cobalt phthalocyanine, poly-CoPc)을 합성하고, 연속 혈당 모니터링에 활용 가능성을 조사했다. 새로운 poly-CoPc 복합체는 폴리머 구조로 인해 기존의 상업용 CoPc (commercial CoPc, c-CoPc) 및 직접 합성한 CoPc (synthesis CoPc, s-CoPc) 복합체보다 18% 더 높은 Co 함량을 나타냈다. 복합체와 탄소나노튜브(CNT)를 부착하고, 폴리에틸렌이민(PEI) 및 글루코스 산화효소(GOx)를 테레프탈알데하이드(TPA)와 가교한 용액을 각각 적층하여 생체전극을 제작하였다. 반전지 실험에서, [poly-CoPc/CNT]/PEI/[GOx-TPA] 전극은 단량체의 [CoPc/CNT]/PEI/[GOx-TPA] 전극에 비해 1.51배 높은 전류밀도를 보였으며, 55.4 μA mM^{-1} cm^{-2}의 감도와 2.4초의 응답 시간을 나타냈다. 제안된 [poly-CoPc/CNT]/PEI/[GOx-TPA] 전극은 24시간 동안 95.6%의 성능을 유지하며, 20일 동안 81.4%의 장기 안정성을 보였다. 이러한 전극은 생체 내 삽입 가능하고, 높은 감도와 내구성을 가지며, 생리학적 포도당 농도 범위(0.1-20.0 mM)에서 선형적 반응과 연속적인 글루코스 모니터링에 적용할 수 있다. 본 연구는 2023년 한국교통대학교의 지원을 받아 수행되었음.

P 재료금-82

Enhanced the Kinetics and Stability of Bi_2Te_3 through In-Situ Growth on Reduced Graphene Oxide for Sodium-Ion Storage

이송렬, 이지은*
전남대
(jelee@jnu.ac.kr*)

Bismuth telluride, Bi_2Te_3, have been developed as anodes for sodium-ion batteries due to their high theoretical capacity, low working voltage. Also, Bi_2Te_3 exhibits higher electrical conductivity and possesses the characteristics of topological insulators (TIs) which behaves like an insulator on its interior but as a conductor on its surface. The smaller and thinner the materials are synthesized, the more effectively these unique properties can be utilized. Herein, we synthesize nanosized Bi_2Te_3 and Bi_2Te_3@reduced graphene oxide (rGO) through in-situ solvothermal reaction. This approach allows for a uniform growth of Bi_2Te_3 on the rGO surface, which not only enhances electrical conductivity, but also provides an excellent barrier against potential aggregation during charge-discharge processes. Bi_2Te_3@rGO exhibit improved electrochemical performance. The results of electrochemical kinetic analysis and in-situ optical microscopy reveal that this enhancement is attributed to the relatively rapid kinetics of the surface capacitive contribution facilitated by rGO and the suppression of the dissolution of Na-Te compounds into the electrolyte during charge-discharge processes.

P 재료금-83

One-Pot Synthesis of $AgIn_xGa_{1-x}S_2/AgGaS_2$ Quantum Dots

박성경, 김병재, 임재훈*
성균관대
(j.lim@skku.edu*)

Demands on high color purity emitters with enhanced blue absorptivity have led to develop new class of nanocrystal (NCs) emitters based on $AgIn_xGa_{1-x}S_2$, quoting controllable band gap from 1.8 eV (x = 1) to 2.4 eV (x = 0) and narrow emission bandwidth around 30 nm or less. Due to complicated reaction mechanism, their core/shell construction requires multiple fabrication steps at least including core preparation, purification, and shell growth, which possibly damage the core NCs during the fabrication processes. In this study, we designed a convenient synthesis scheme for one-pot synthesis of green-emitting type-I $AgIn_xGa_{1-x}S_2/AgGaS_2$ core/shell NCs. Growth of crystalline $AgGaS_2$ shell contributed to improved photoluminescence quantum yield by passivating surface states. Enhancement uniformity in terms of size and composition allowed for realizing narrow band-edge emission comparable to InP QDs.

P 재료금-84

Oxygen Permeability and Structural Stability of $BaCo_{0.7}Fe_{0.25}Zr_{0.05}O_{3-\delta}$ Oxygen Transport Membrane

조예진, 구본재*
성신여자대
(bkoo@sungshin.ac.kr*)

Among hydrogen-related technologies, research on methane(CH_4) oxidation using an oxygen permeable membrane is in the spotlight for hydrogen(H_2) production. Ceramic membranes capable of transporting pure oxygen are used for high-temperature combustion reactions. A suitable membrane for oxygen permeation should possess not only high oxygen permeability but also hight structural stability in various oxygen partial pressure(pO_2) at high temperatures (>700°C). Perovskite oxides such as $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$ show high oxygen permeability, but it has frequently been reported on the degradation of material is evaluated for use in methane oxidation. Pellet-type of $BaCo_{0.7}Fe_{0.25}Zr_{0.05}O_{3-\delta}$ membrane is produced to measure the oxygen permeability. To ensure the structural stability of membrane material in high-temperature reduction. Zr is introduced in to B-site in Ba-based perovskite oxide. The oxygen permeability and structural stability of the BCFZ membrane are analyzed under operating conditions, and the possibility of used as an oxygen permeable membrane for methane oxidation reaction is confirmed.

P 재료금-85

망간계 MOF 전구체로부터의 다종 전이금속 황화물 합성 및 수전해 성능 평가

한다경, 임하나[1], 김지윤[2], 고원건[2], 김현종[1]*
인하대; [1]한국생산기술연구원; [2]연세대
(hjkim0023@gmail.com*)

금속 황화물은 금속 산화물에 비해 높은 전기 전도도, 향상된 기계적 안정성, 풍부한 산화 환원 반응과 같은 우수한 특성을 갖고 있다. 특히, 금속 황화물에 황 원자가 존재하면 빠른 산화 환원 과정을 통해 가역적인 S-S 결합을 형성할 수 있어 효율적인 전자 전달과 화학적 활성화를 촉진하는 유연한 상 구조를 형성할 수 있다. 특히, 이종 금속 이온을 결정 격자에 도입하면 헤테로 금속 원자가 결정 구조 내의 특정 지점을 점유하는 경향이 있기 때문에 황화물의 전기적 상태에 변화가 생겨 전기화학적 촉매 활성이 크게 향상될 수 있다. 이에 본 연구에서는 MIL-100(Mn)에 이종 금속들을 도입하고, 이를 수열조건에서 황화하여 다중 전이금속 황화물을 합성하였다. 이종 금속의 도입으로 구조가 보다 안정화되는 것을 확인하였으며, 전이금속 종류와 조성의 변화에 따른 수소발생반응(HER)과 산소발생반응(OER) 활성의 변화를 고찰하였다. 최적의 성능을 나타내는 금속 종류와 조성을 확인하였으며, FT-IR, XRD, XPS, SEM 등의 분석을 통해 황화물 촉매에서의 활성 메커니즘을 제안하였다.

P 재료금-86

세라믹 전구체를 이용한 전기방사법과 CNT 구조체 성장을 통한 나노하이브리드 섬유 제조 및 이를 이용한 필터 미디어 특성 평가

김선민*, 이재혁, 최지윤
한국전자기술연구원
(ksunmin@keti.re.kr*)

High-Efficiency Particulate Air and Ultra Low Penetration Air filters are renowned for their superior particulate removal capabilities. Nonetheless, their significant pressure drop renders them unsuitable for multi-use facilities, necessitating an extensive volume of air circulation for purification. Recent studies in this application have focused on composite materials, specifically based in ceramic precursors and polymers, to alleviate these limitations in filter media. In this study, we fabricated hierachical composites to decrease the pressure drop of the filter media by the formation of CNT/nanofiber hybrids on the surface of the glass fiber mats using an electrospinning procedure. Feeding solution for the electrospinning method was prepared by adding nitrate precursor to titanium isopropoxide/polyvinylpyrrolidone. After the ejection of electrospinning solution, CNTs were grown by CVD technique to prepare nanohybrid filter media. The air permeability values of prepared samples were compared with those of the original glass fiber mats, The length and shape of the grown CNTs were confirmed by SEM images.

P재료금-87

친환경 유기산 첨가를 위한 스테인리스강 부동태화제 개발과 내식성 평가

박세림, 임하나, 오세권, 정낙훈[1], 김현종*
한국생산기술연구원; [1]삼성중공업
(hjkim0023@gmail.com*)

스테인리스강의 부동태화처리는 표면 오염물을 제거하고, 부동태 피막을 생성하여 추가적인 화학반응을 막아주는 중요한 표면 처리 공정이다. 이때, 부동태피막은 산화철, 산화크롬 및 강철에 몰리브덴이 함유된 혼합물로 형성된다. 현재, 질산은 부동태피막의 크롬 농도를 높이는데 사용되고 있지만, 환경오염과 인체 독성으로 인해 대체 소재의 개발이 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 친환경 유기산에 환원제 등의 첨가제를 조합하여 질산을 대체하는 친환경 부동태화제를 개발하고자 한다. 유기산과 첨가제의 산성도, 산화전위, 환원전위, 흡착에너지 등을 고려하여 질산의 대체가 가능한 조성을 발굴하였다. 분극실험, 염수분무실험으로 내부식 특성 평가를 진행하여 스테인리스강의 내식성이 향상되는 것을 확인하였으며, TEM, XPS 등을 통해 부동태 피막을 정밀 분석하였다. 유기산 기반의 친환경 부동태화제 개발을 통해 스테인리스강의 부동태화처리 공정이 보다 안전해지고, 작업자들의 부담도 낮아질 것으로 기대된다.

P재료금-88

생분해성 PC 복합소재 적용 자동차 도어트림 신뢰성 연구

이재용*, 이보라, 곽성복, 정훈섭
덕양산업
(jylee3@dyauto.kr*)

전 세계적으로 더욱 강해지는 환경 규제에 대응하기 위한 자동차 업계의 노력은 국내/외적으로 활발히 이뤄지고 있다. 배출가스 규제, 연비규제 등 자동차 산업 환경규제 강화로 자동차용 친환경 바이오 부품소재 산업 확장/생분해성 & 바이오매스 플라스틱의 상용화 및 시장성장 가능성 확장 되고 있다. 이에 완성차 및 자동차 부품 업계에서도 쉽게 재활용이 가능한 바이오 생분해성 플라스틱을 연구하고 이를 이용한 부품 개발에 적극적으로 연구 및 투자하고 있다. 하지만 기존 바이오 소재의 낮은 기계적 물성과 성형성 문제로 자동차 등의 중/대형 부품 적용 시 발생되는 문제들이 있으며 이를 해결하기 위한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 생분해성 바이오 PC 복합소재를 적용하여 자동차 도어트림을 제작하였으며 그 내구성을 평가하였다. 생분해성 바이오 소재 적용 도어트림의 내열노화 및 내열 사이클 평가 등 부품 신뢰성를 평가하였으며, 이를 통해 기존 단점을 극복한 친환경 바이오 복합소재의 자동차용 부품 적용 가능성을 검증하였다.사의 : 본 연구는 산업통상자원부에서 공고한 소재부품패키지형기술개발사업 (과제번호: 20015768)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다

P재료금-89

자동차 내장부품 적용을 위한 재활용 소재 성형성 향상 연구

이재용*, 정승재, 신유빈, 이동주
덕양산업
(jylee3@dyauto.kr*)

환경과 지속가능성에 대한 관심이 높아지면서, 기업은 ESG(환경, 사회, 지배구조) 경영을 강조하고 있다. 이에 따라 소비자들은 제품의 환경적 영향을 고려하여 구매 결정을 내리는 경향이 있다. 자동차 산업에서도 이러한 추세가 반영되며, 제품 디자인은 단순한 기능성을 넘어서 재활용 소재와 같은 친환경 요소를 고려한 디자인이 요구되고 있다. 본 연구는 자동차 콘솔 제품 제조에 있어 재활용 소재의 특성을 반영한 제조 방법을 연구한다. 재활용 소재의 특성인 휨, 뒤틀림, 성형 조건 등을 고려하여 자동차 콘솔 제품을 최적으로 설계하는 방법을 모색하고, 콘솔 완제품 부품 구성을 위한 상관 부품과의 조립 성능을 확보한다. 또한, 재활용 소재의 사출성형 과정에서 발생할 수 있는 문제점을 해결하며 이를 통해 제품의 친환경성과 기능성을 동시에 충족시키는 방안을 제시한다.사의 : 본 연구는 산업통상자원부에서 지원하는 디자인산업기술개발사업(과제번호: 20018397)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

P재료금-90

광감응 질소 고정을 위한 생합성 반도체 나노입자-질소고정 박테리아 바이오하이브리드

김귀민, 이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

The convergence of biotic and abiotic realms, colloquially referred to as the 'biohybrid', involves a fusion of inorganic nanoparticles and biological entities. Within this intricate system, inorganic nanoparticles, typically semiconductors, undertake the role of photosensitizers, while biological components function as catalysts. When exposed to light, inorganic nanoparticles undergo light absorption, triggering the generation of electron-hole pairs. These charge carriers are subsequently relayed to neighboring biological catalytic elements, either directly or indirectly, culminating in a cascade of photocatalytic reactions.In this study, we harnessed nitrogen-fixing bacteria, or diazotrophs, as our chosen biological component for catalyzing the nitrogen fixation reaction toward ammonia synthesis. Notably, our system's biological component is not confined to purified nitrogenase enzymes, but embraces the entirety of diazotroph whole cells. The amalgamation of CdS synthesized in vivo and whole cell diazotrophs yields a remarkable upsurge in photocatalytic nitrogen fixation. Further characterization unveiled optical, material properties and electron dynamics of biohybrid system.

P재료금-91

배면돌기 구조적용 고감성 사출스킨 내구성 연구

이동주*, 이보라, 김수영, 정훈섭, 김승호
덕양산업
(djlee2@dyauto.kr*)

최근 자동차의 구매기준이 제품의 기능위주에서 감성적 측면으로 옮겨가고 있는 추세로 완성차 업체는 내외장 부품의 고급화 기술을 요구하고 있다. 자동차 인테리어의 감성은 소비자들의 차량 구매 시 차량의 외부 디자인 다음으로 중요하게 생각하는 요소이며 크래쉬패드는 내부디자인에서 가장 중요한 역할을 하고 있다. 현재까지 국내 자동차의 실내는 시각적인 감성적인 부분에만 치중하고 있었으나 이미 선진 경쟁사들의 경우는 소비자의 오감을 자극하는 디자인 구현을 위한 연구 중으로 국내도 신규 소재 개발을 통하여 선진국과 동등 이상의 감성품질 구현이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 고촉감 구현을 위한 배면돌기 구조를 적용한 자동차 크래쉬패드용 사출 스킨의 노화시간에 따른 촉감 변화를 분석하고자 한다. 고탄성 올레핀계의 나노복합소재 적용 기존대비 쿠션감이 향상된 고감성 크래쉬패드 시제품을 구현하였으며, 장기내구성에 따른 기계적 특성 변화 및 노화시간에 따른 촉감 Compression 분석을 통한 신뢰성 검증을 수행하였다. 본 연구는 산업통상자원부에서 공고한 나노융합혁신제품 기술개발사업 (과제번호: 20015618)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

P재료금-92

초박형 베이퍼 챔버적용 배터리 모듈의 열관리 성능 연구

이동주*, 조동익, 곽성복, 이재용
덕양산업
(djlee2@dyauto.kr*)

전 세계적으로 친환경 트렌드가 지속되면서, 배기가스 규제, 연비 규제 강화 등 내연기관 감축 정책이 이어지고 있다. 이에 따라 대표적인 친환경 자동차인 전기차의 시장 규모가 지속적으로 확대되고 있지만, 배터리 열폭주 관리 기술 부족으로 전기차 화재사고가 늘고 있는 실정이다. 본 연구는 전기차 배터리 열 안정성을 향상시키기 위해, 열 전달 성능을 극대화한 초박형 베이퍼 챔버를 적용한 배터리 방열솔루션 기술을 연구하고자 한다. 냉각성능과 배터리 냉각 최적화를 위해 선행 연구를 참고하여 히트파이프 및 베이퍼 챔버의 재질과 작동 유체를 선정하였다. 또한 베이퍼 챔버 내부 열유동 현상을 확인하기 위한 해석 기초 모델을 확립하고, 초박형을 위한 공법을 연구하여 전기차 배터리 내 부품 적용 가능성을 검증하였다. 향상된 열관리 기술이 적용된 초박형 베이퍼 챔버 연구는 전기차 배터리의 열폭주에 의한 화재 안정성 향상에 기여할 것으로 기대된다.사의 : 본 연구는 산업통상자원부에서 공고한 지역혁신클러스터육성(R&D)(과제번호: P0025392)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

P재료금-93

전기방사법을 이용한 Metal-C-N 복합 나노섬유의 제조

김지민, 조은범*
서울과학기술대
(echo@seoultech.ac.kr*)

Lignin-PAN composite nanofibers with a ratio of 4:6 (w/w) were prepared through electrospinning. To insert metal nanoparticles(Mt) inside the fibers, sacrificial polymers with different molecular weights were used followed by a heat treatment process including carbonization. The porous nanofiber was coated by putting it in various types of metal salt solutions and stirring it, and finally the Mt-Lignin-PAN composite fibers were obtained through the heat treatment. The SEM and TEM images were analyzed to observe the overall structure and internal pore of the fiber, and FT-IR and SEM-EDS were used to confirm the change of the element composition of the fiber and before and after metal attachment. XRD also performed to understand the metal crystal structure on the fibers. It is expected the Mt-C-N composite fiber can be used as electrode and supercapacitor materials as well as various catalysts through the optimized selection of metal species and the overall process.*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).

P재료금-94

Upconversion Optimization of $CaTiO_3$:Ho/Yb Green Phosphor Prepared by Spray Pyrolysis for Anti-Counterfeiting Application

손진영, 정경열*
공주대
(kyjung@kongju.ac.kr*)

Counterfeiting of goods and documents is recognized as a serious problem for individuals and national property, and advanced security technologies such as Radio Frequency Identification (RFID) tags, barcodes, digital encryption and secure ink printing to prevent counterfeiting are continuously being developed. Luminescent materials that be used as a security ink is to make certain information visible only when exposed to ultraviolet or infrared rays. Up conversion phosphors are mostly fluorine compounds or oxides doped with lanthanide ions. In the case of oxides, excellent UC characteristics can be obtained by using rare earth materials as a host matrix, but they is expensive. Therefore, it is necessary to develop an oxide phosphor that emits high UC with a relatively inexpensive host material. In this study, a green UC phosphor was prepared by doping CaTiO3 host with Ho^{3+}/Yb^{3+} using the spray pyrolysis method. The UC property was optimized by changing the concentration of dopants and the temperature of post-heat treatment and improved by introducing a flux material into the spray solution.Keyword: Anti-counterfeiting, Up conversion, Phosphor, CaTiO3, Spray Pyrolysis

P재료금-95

Enhancing photocatalytic properties of light-driven micromotors for effective microplastic removal

강은비, 이완희, 이효선*
서울시립대
(hyosunlee@uos.ac.kr*)

As the use of plastics continues to rise, there has been a growing concern about the accumulation of microplastics in ocean environments, even in bottled water. This challenge of microplastic pollution has gained global attention as it poses both an emerging environmental crisis and a health risk. To address this issue, the utilization of light-driven micromotors for the capture and removal of microplastics from water has been suggested as an effective and eco-friendly strategy. Previous research efforts, however, have faced limitations in its attempts to control the photocatalytic properties of micromotors, resulting in low effectiveness in capturing and removing microplastics. In this study, we present the movement of Pt/Fe_2O_3 micromotors across the visible to UV spectrum. We also propose an approach to enhance their photocatalytic activity by introducing doping to adjust the light absorption band of Fe_2O_3. Through systematical manipulation of light intensity and wavelength, we provide clear evidence of the correlation between micromotor mobility and these factors. Furthermore, we identify the optimal doping concentration that leads to heightened light absorption efficiency.

P재료금-96

염 기반 전구체를 사용한 2차원 WSe_2의 CVD 성장 메커니즘 규명

이예빈, 송혁진, 신내철*
인하대
(nshin@inha.ac.kr*)

Two-dimensional transition metal dichalcogenides (TMDs) have attracted significant attention for their potential in electronic and optoelectronic devices. While chemical vapor deposition (CVD) is a principal technique for producing large-area monolayer TMDs, the use of metal oxide precursors with high melting points poses various synthetic challenges. As an alternative, metal salt-based precursors, especially Na-based oxides, have emerged because of their water-solubility and low melting points. However, producing a consistent monolayer (ML) with large-area coverage using these precursors still necessitate optimized strategies. In this study, we provide a systematic investigation of the influence of various process variables on the CVD growth of monolayer (ML) WSe_2 using Na_2WO_4 and Na_2SeO_3. We investigated parameters such as precursor concentration, substrate distribution, and CVD growth variables like temperature and carrier gas flow rate to discern their relationship with the resultant quality of ML WSe_2. Our findings offer valuable insights into the fabrication of large area TMD MLs, which hold promise for electronic and optoelectronic applications.

P재료금-97

Amplifying circular dichroism in chiral perovskites via combination of chiral and achiral organic molecules

송해니, 곽민준, 최원빈, 유동원, 오준학*
서울대
(joonhoh@snu.ac.kr*)

Organic-inorganic hybrid perovskites (OIHPs) have attracted considerable research attention due to their remarkable electrical performance, combined with the controllable optical and electrical properties conferred by organic molecules. By incorporating chiral organic molecules, OIHPs can exhibit chiroptical activity, and substantial efforts have been devoted to enhancing this activity. This study introduces a novel approach to amplify the chiroptical activity of OIHPs, achieved through meticulous design and synthesis of OIHPs using a combination of chiral and achiral organic molecules. Our findings illustrate that this approach significantly enhances the circular dichroism of OIHPs, compared to a reference OIHP composed solely of chiral organic molecules. Furthermore, we investigate the influence of the chemical structure of chiral organic molecules on the crystal structure and the enhancement of circular dichroism in OIHPs. Lastly, high-performance circularly polarized light detectors were demonstrated using circular dichroism-amplified OIHPs.

P재료금-98

Aerosol Synthesis of LiDAR-detectable (Zn,Co)(Al,Fe)$_2$O$_4$ Black Pigments for Autonomous Vehi

윤진희, 정경열*
공주대
(kyjung@kongju.ac.kr*)

자율주행 자동차는 CAMERA, RADAR 및 LIDAR 센서를 통해 상호 보완적으로 주변 상황을 파악한다. LiDAR 센서는 근적외선 영역 905nm 대역의 레이저 광원을 통해서 주변을 탐지하는데, 검은색 자동차의 경우 905nm에 대한 반사 특성이 낮기 때문에 LiDAR 센서에 감지가 되지 못하는 문제가 있다. 따라서 LiDAR 인지 성능이 개선된 블랙안료 개발이 필요하다. 본 연구에서는 905 nm에서 높은 반사율을 갖는 블랙 안료를 제조하기 위해 Zn(Al,Fe)2O4 스피넬 구조의 Zn를 Co로 치환시켰고, 함량에 따른 결정학적, 광학적 특성을 조사하였다. XRD결과 Co 함량 30% 까지는 스피넬 구조의 ZnAlFeO4 결정을 형성하였고, 그 이상에서 Co3O4가 불순물 상으로 형성되었다. 노란색 안료 특성을 갖는 ZnAlFeO4는 Zn 자리에 Co를 도입시킴으로써 500 ~700 nm 파장의 가시광을 흡수하고 그 결과 블랙 안료는 구현이 가능했다. 30% Zn를 Co로 치환된 (Zn,Co)AlFeO4는 가시광 전체를 흡수해 L* < 30인 흑색 분말이며, 905 nm 반사율은 약 33%로 LiDAR 센서가 충분히 인지 가능한 흑색 안료이다.

P재료금-99

원편광 발광 전계소자 소재를 위한 리간드 유도 카이랄 양자점의 개발

김유진, 이도창 *
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

Electroluminescence device as a representative display model for next generation, thinner and brighter display has been continuously requested as industrial demand. However, the polarizing layer (POL) which hinders the former demand, is still inevitable in display structure for outdoor visibility improvement. For the problem-shooting, implementation of circularly polarized light emitting layer with high luminescence and stability can supply theoretically 100% transmittance through POL. Here in, we propose ligand-induced chiral colloidal semiconductor nanocrystals (QDs) with 2D dimension as a candidate for CPEL device. Through synthesizing one-pot core-crown structure CdSe/CdSeS nanoplatelet with high quantum yield, induced chirality was analyzed through circular dichroism (CD). We carefully suggest the movement of charge carrier through transient absorption spectroscopy (TAS) through comparison between before and after ligand exchange. Ultimately aiming the observation and analysis of difference in CD on film structure, our research will forecast the key points for in-depth understanding of circularly polarized light emitting inorganic materials

P재료금-100

혼합 용매 사용을 통한 리튬 중계 질소 환원 반응에서의 SEI 개질

김민균, 용기중*
포항공과대
(kyong@postech.ac.kr*)

리튬 중계 질소 환원 반응(Lithium-mediated Nitrogen Reduction, Li-NRR)은 지속가능한 암모니아 생산법으로 주목받고 있다. Li-NRR 과정에서 전해질 구성 물질의 분해로 인해 전극-전해질 계면상 (Solid-Electrolyte Interphase, SEI)이 형성되게 되며, 기존 연구들에서 이 SEI가 암모니아 합성에 있어 결정적인 요인으로 작용함이 알려져 있다. 이러한 SEI의 형성을 전해질 개질을 통하여 최적화할 수 있으며, 이를 통하여 더 나은 효율(Faradaic Efficiency, FE)과 안정성 향상을 얻을 수 있다. 본 연구에서는 Li-NRR의 효율과 안정성에 대한 ether, ketone, ester 등의 다양한 용매의 영향을 조사하였다.

P재료금-101

Facile synthesis of $Cu_3Mo_2O_9$ Nanoparticles Decorated with Sulfur-doped Graphene Quantum Dots on Ni foam for Electrocatalytic Water Splitting

김민재, 최원묵*
울산대
(wmchoi98@ulsan.ac.kr*)

This Study successfully synthesized a two-dimensional $Cu_3Mo_2O_9$ nanostructure electrocatalyst decorated with sulfur-doped graphene quantum dots(SGQDs) on Ni foam for binder-free electrode. This SGQD/$Cu_3Mo_2O_9$ nanocomposites on Ni foam is characterized by XRD, XPS and FE-SEM to confirm their porous 2D nanosheet structure and chemical composition. This composite has a larger surface area than existing $Cu_3Mo_2O_9$ which promotes not only electrolyte accessibility but also hydrogen bubble release. In 1M KOH, the SGQD/$Cu_3Mo_2O_9$ nanocomposite can perform high electrocatalytic activities and stability toward HER and OER. The obtained catalyst can possess low potential of -0.37 vs RHE to achieve current density of 50 mA/cm^{-2} for HER and potential of 1.68 vs RHE for OER. The reason of excellent electrocatalyst can be distributed to SGQDs which can modulate electronic configuration between Cu and Mo, resulting in the electron delocalization and polarization, and optimizing adsorption/desorption energy.

P재료금-102

향상된 광 흡수를 통해 광촉매 활성을 향상시키기 위한 효율적인 다공성 유기 재료

김봉석, 이효선*, 전유원, 변지혜[1]
서울시립대; [1]한국과학기술연구원
(hyosunlee@uos.ac.kr*)

Porous organic materials possessing light-absorption properties have emerged as valuable support materials for enhancing the performance of metal catalysts and providing stable anchoring site for metal nanoparticles (NPs). Here, we introduce covalent triazine framework -phenyl ring (CTF-Ph) as a porous support exhibiting visible-light absorption characteristics to achieve improved catalytic activity in the Suzuki-Miyaura cross-coupling reaction. Through the integration of Pd catalysts, wherein the Pd metal is firmly supported on the CTF-Ph substrate, an intriguing Schottky barrier is established at the interface between CTF-Ph and Pd NPs. This distinctive interface structure effectively separates electron-hole pairs (EHP), thereby facilitating the Pd NPs in reducing activation energy. The effective separation of EHP and management of electron-hole dynamics are crucial strategies for catalyst design, with profound implications for augmenting the overall photocatalytic performance.

P재료금-103

Investigation of structural and surface defects in $Ti_2C_3T_x$ MXene: Raman Spectroscopy

Sharma Tata Sanjay Kanna, Beena Mol Babu, 최원묵*
울산대
(wmchoi98@ulsan.ac.kr*)

Here, we report on a systematic study of the most widely used and most important MXene to date: $Ti_3C_2T_x$. By synthesizing material using different solvents (DDW, ethanol, IPA, DMF, DMSO) we show that Raman spectra of $Ti_3C_2T_x$ are affected not only by the composition and surface groups but also by intercalated species and stacking. Due to a plasmonic peak of $Ti_3C_2T_x$ around 762 nm, resonant conditions are achieved, enabling us to observe an extra peak at ~131 cm^{-1}, when excited with a red diode laser. We report differences in Raman spectra collected from single flakes of $Ti_3C_2T_x$, colloidal solutions, and multilayer films. Also, we have analyzed how crystal defects occur when surface passivation happens by adding hydrofluoric acid to prepare a non-hazardous biocompatible material. Further, we also analyzed the C-O, O-F, C=O, O-O-OH, and O-H-H variations through Lorentzian fitting at the T_x region. This study can establish a new route to achieve functional group variations in 2D-MXene.

P재료금-104

Influence of steam activation temperature on the structural properties of carbon material obtained from steelmaking process

정희주, 정일준, 남기돈[1], 박재경[1], 성동민[1], 신윤경[1], 최사라[1], 김태욱[1], 윤재원[1], 윤용주*
포항공과대; [1]포스코퓨처엠
(yjyun@postech.ac.kr*)

Activated carbon has been served as an absorbent for air purification and water treatment in environmental applications due to its large surface area and high porosity, accommodating a large amount of contaminates. These structural properties can be tuned by varying the activation conditions that influences on the formation mechanism of pore structure. In this study, we prepared activated carbon using physical activation by varying the activation temperature under constant steam flow. The N_2-physisorption was performed to obtain the surface area, total pore volume, and micropore volume. Comparing the structural properties at the same carbon yield revealed that the total pore volume and fraction of mesopore were increased with increase of activation temperature, indicating that the formation of pore structure and expansion to mesopore were more favorable at higher activation temperature. This study provides an insight into the preparation of steam-activated carbon with desired physical properties by controlling activation temperature.

P재료금-105

Exploration of the physicochemical properties of Pd-doped graphitic carbon nitride: Colorimetric sensing of Amoxicillin

Beena Mol Babu, 최원묵*
울산대
(wmchoi98@ulsan.ac.kr*)

In this study, we intend to prepare a novel porous structured graphitic carbon (g-C_3N_4) nitride under different temperatures (400, 500, 600 ℃) to evaluate the crystal structural phenomena followed by doping of palladium chloride (PdCl) making Pd-g-C_3N_4 heterostructure through simple hydrothermal method followed by calcination and exfoliation techniques. Entrapping of Pd into g-C_3N_4 has enhanced its optical and catalytic properties and thereby increased the colorimetric sensing performance. The structural and morphological analysis of the sample were characterized by using X-ray diffraction (XRD), Raman spectroscopy, Fourier transform spectroscopy (FT-IR), Field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM), UV-vis spectroscopy and BET. The Pd-g-C_3N_4 heterostructure demonstrated utmost significance in analyzing amoxicillin (AMX). The senor resulted with a linear response over a range of 5 μM to 100 μM with a limit of detection (LOD) of 9.12nm. Moreover, Pd/g-C_3N_4 exhibited excellent stability, reproducibility and selectivity towards amoxicillin making it a promising candidate for practical applications.

P재료금-106

Synthesis of Neodymium Vanadate decorated with GQDs for effective Electrolysis of water

스루스티샨자이보살레, 최원묵*
울산대
(wmchoi98@ulsan.ac.kr*)

In this work $NdVO_4$ nanoparticles were synthesized using ammonium metavanadate and neodymium nitrate hexahydrate as precursors with simple hydrothermal. The prepared $NdVO_4$ was probe sonicated with GQD to prepare the $NdVO_4$@GQD composite. Prior to water splitting measurements, morphological and optical parameters of the GQD and $NdVO_4$ were examined through Scanning electron microscopy, energy dispersive X-ray analysis, Fourier transform infrared spectroscopy, Raman spectroscopy. The $NdVO_4$ was recognized to have tetragonal crystal structure which has been analyzed by powder X-Ray diffraction and FT-IR. $NdVO_4$/GQD excels material in catalytic activity with an overpotential of 319 mV for HER and 445 mV for OER at 100 mA/cm^2 and higher exchange current density. Hence the results showing low overpotential for HER and OER for the prepared composite $NdVO_4$/GQD is an efficient electrocatalyst for overall watersplitting.

P재료금-107

3D 구형 MXene의 합성과 그 구조적 효과

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

2D transition metal carbides, known as MXenes, have garnered significant attention due to their exceptional electrical properties. MXene can be fabricated by selective etching of A element (where A represents Al or Ga) from MAX phases (where M is transition metals like Ti, V, Nb, and Mo, and X is C or N). Upon delamination of stacked MXene layers, the resulting 2D MXene exhibits metallic conductivity, a hydrophilic surface, and good mechanical stability. Owing to these great properties, MXenes are considered as promising candidates in a variety of fields including energy storage, catalyst, sensors, and more. In this study, we have developed 3D-structured MXene spheres using polystyrene (PS) as a template. This 3D configuration facilitates enhanced electrolyte impregnation. Additionally, the incorporation of a carbon layer, formed during the annealing of the PS template, induced robust interconnectivity among MXene spheres. Taking advantages of the 3D structure and excellent electrical property, the hollow MXene can be applied to Li metal plating expected to give more stable plating without dendrites formation.

P재료금-108

Versatile Layered Hydroxide Precursors for Generic Synthesis of Cu-Based Materials

장원식, 조승호*
울산과학기술원
(scho@unist.ac.kr*)

Cu-based materials have been widely used in various fields such as energy, catalysis, and environmental science, owing to their earth abundance and excellent chemical reactivity. Various strategies have been used to improve the physicochemical properties of Cu-based materials. In particular, homogeneously mixing secondary metal elements with Cu can modify its electronic and geometric structures. However, due to the low miscibility of Cu with other metal elements, it is difficult to homogeneously mix two different metal elements in a single structure, and maximize synergistic effect. Although layered double hydroxides (LDHs) have been widely used as precursors for mixing various metal elements, its limited compositional capacity allows only metal elements with relatively small ionic radii. Herein, we report new versatile precursors, copper hydroxy double salts (HDSs), for homogeneously mixing up to 25 different metal elements with Cu. Since, divalent copper cations (Cu^{2+}) are subjected to a strong Jahn-Teller effect, the energy level of Cu^{2+} in d-orbital can be easily split along z-axis in $Cu(OH)_2$ structure. Thus, the OH^- coordinated with Cu^{2+} cations in z-direction can be replaced with various other anions, such as

P재료금-109

열분해를 통한 팽창 흑연(Expanded graphite) 표면에 Ag layer 층의 형성 공정 및 특성 분석

이오름, 이원규*
강원대
(wglee@kangwon.ac.kr*)

Silver nitrate를 Expanded graphite에 흡착시키고 열분해를 통하여 Expanded graphite 표면에 Ag layer를 생성시키고 특성을 비교한다. expanded graphite의 wettability를 향상하기 위해서 pretreatment를 진행한다. 이 과정에서 IPA(Isopropyl alccohol)와 Hydrogen Peroxide를 이용한다. 상세 과정은 Isopropyl alccohol 1시간, Hydrogen Peroxide 1시간, 마지막으로 Isopropyl alccohol 1시간을 담지한다. pretreatment를 마친 Expanded graphite는 Silver nitrate 수용액에 1시간 교반한다. Silver nitrate 수용액에 교반을 마친 Expanded graphite는 도가니에 담아 700℃의 온도로 Furnace에서 가열한다. 이후 흡착의 균일성과 효율성을 비교하기 위해서 온도를 고정하고 Silver nitrate의 양과 expanded graphite의 양을 조절하여 실험을 진행한 후 비교 분석을 진행하였다

P재료금-110

Enhancing Electrochemical CO_2 Reduction using 2D structured $Ca_2Nb_3O_{10}$ nanosheet-supported catalyst

천승현, 김정연[1], 김현식[1], 이효선[1]*
서울시립대 대학원; [1]서울시립대
(hyosunlee@uos.ac.kr*)

The rapid rise in CO_2 emissions led to global warming and potential environmental disasters. Despite global efforts to mitigate CO_2 emissions, already emitted gases remain the problem. One practical approach to address this issue involves an electrochemical CO_2 reduction reaction (CO_2 RR) which converts CO_2 into valuable energy fuel. Therefore, extensive studies of catalyst and support materials have been carried out to improve catalytic performances for CO_2 RR. However, a critical need remains for further research due to the insufficient activity and selectivity. Among the potential support materials, 2D materials have gained attention due to their exceptional electrical and thermal conductivity, substantial surface area, and advantageous physicochemical properties. In this work, we propose the utilization of an inorganic 2D structured oxide-material nanosheet, specifically $Ca_2Nb_3O_{10}$ (CNO) composed of various elements as a novel supporting material for CO_2 RR. As a results, we reveal the impact of the aforementioned 2D material nanosheets on CO_2 RR.

P재료금-111

수열합성으로 합성된 이산화바나듐을 이용한 고성능 스마트 윈도우

최윤주, 김다감, 유미연, 백태종*, 김종배
중앙대
(paiktae@cau.ac.kr*)

Vanadium precursors are added to pressurized reactors for the hydrothermal synthesis of VO_2(M). However, no studies have systematically researched the structures and compositions of vanadium precursors used for hydrothermal syntheses. In this study, we demonstrated the single-step hydrothermal synthesis of VO_2(M) nanocrystals (NCs) using phase-pure vanadium precursors obtained by size-selective purification. We observed that the structures and compositions of the vanadium precursors significantly influenced the hydrothermal synthesis products. Specifically, ammonium metavanadate and hydrazine monohydrate were reacted to yield metastable vanadium precursors that were purified via size-selective precipitation and then selectively transformed into phase-pure VO_2(M), VO_2(B), and $(NH_4)_2V_4O_9$ by hydrothermal synthesis. The obtained phase-pure VO_2(M) NCs exhibited enhanced luminous transmittance (55%) and solar modulation ability (18%), the value of the latter being one of the highest reported for hydrothermally synthesized VO_2(M).

P재료금-112

Radiative Cooling With Thermal Energy Storage Using Phase Change n-Octadecane/SiO_2 Nanobeads

우호영, 채동우[1], 손수민[1], 황혜선, 윤태열, 임한규[1], 우상혁, 이헌[1], 백태종*
중앙대; [1]고려대
(paiktae@cau.ac.kr*)

In this study, a simple, facile, and high-performance passive daytime radiative cooling (PDRC) coating was developed by employing phase change n-octadecane/SiO_2 (P-SiO_2) nanobeads (NBs) for dual thermal management of both daytime radiative cooling and thermal heat energy storage. Monodisperse P-SiO_2 NBs were synthesized via emulsion polymerization and were reversibly melted and crystalized at the phase change temperature of n-octadecane, which was used as a core phase change material (PCM). PDRC coating was fabricated by simple spray coating of P-SiO_2 NBs/polymer solution on a glass substrate. Owing to the presence of the light-scattering air voids in the porous core-shell structure and the vibronic absorption of Si-O bonding in SiO_2 NBs, the PDRC coating exhibited high reflectivity of 91.8% in the solar spectrum and high emissivity of 95.5% in the atmospheric window. We systematically investigated the influence of PCMs on thermal behavior by monitoring the PDRC coating under heating and cooling processes

P재료금-113

Small contact etch prediction with 3D Feature profile simulation

문형준, 유혜성, 박재형, 채정수, 윤국현[1], 유동훈[1], 신성식[1], 임연호*
전북대; [1](주)경원테크
(yeonhoim@jbnu.ac.kr*)

The semiconductor device has been developed up to a few nanometer design rules. The small contact etch becomes increasingly important due to tight margins such as Not opening, bowing, and necking. The etching behavior relies on the plasma parameters: incidence ion/neutral fluxes, incidence ion energy, and surface reactions. However, it is difficult for the process engineers to understand and predict the plasma etching process due to the inherent complexities. In this work, we have investigated the physicochemical surface reaction behaviors in the few tens nanometer contact hole with the 3D feature profile simulation. The detailed phenomenological etch characteristics will be discussed under various plasma conditions.

P재료금-114

3D feature profile simulation of amorphous carbon hard mask etching characteristics under fluorocarbon gas mixture

채정수, 유혜성, 박재형, 문형준, 윤국현[1], 신성식[1], 유동훈[1], 임연호*
전북대; [1](주)경원테크
(yeonhoim@jbnu.ac.kr*)

Recently, amorphous carbon layer (ACL) hard masks have been used in high aspect-ratio (HAR) etching processes for manufacturing memory devices such as vertical NAND, and DRAM. As the aspect ratio of the HAR etching process increases significantly, the need for ACL hard masks increases. However, the process uses trial and error method in the absence of any prior optimized simulation tools. Yet there are still large knowledge gaps between real industry and simulation due to the lack of appropriate surface reaction models to predict the ACL plasma etching process precisely. To address this issue, herein we demonstrate a realistic simulation model of the ACL plasma etching process. This model considers the sensitivity of ACL to oxygen in the etching process. Overall, we discuss 3D feature simulation results and confirm the tendency of the etching process according to oxygen concentration. Interestingly, our simulation model can be useful to memory industrial applications.

P재료금-115

“Surface-amine” and “Electrical Double Layer” monitoring in FET devices via green fluorescent labeling dye and thereof sensing

황정환, 김진태, 탄와르아빈세인, 무함마드 메탑, 이건헌, 임연호*
전북대
(yeonhoim@jbnu.ac.kr*)

The development of FET (field effect transistor)-based devices in sensing applications with superior sensing parameters such as high sensitivity and selectivity in real-time is quite challenging. The functional groups and receptors attached to the active channel in between the source and drain of a typical FET device govern its sensing performance. Herein we focus on the modification of the active surface of the channel via APTES functionalization and monitor its coverage through a green fluorescent labeling dye namely FITC (Fluorescein Isothiocyanate). We demonstrate the relation between APTES thickness and Electrical double layer (EDL) in metal ion sensing. “Surface-amine” functionalized channel has a key role in linking organic materials to FET devices. Particularly amine groups on the surface with high reactivity ease the functionalization of organic materials and labeling dyes. We demonstrate step-by-step fabrication and functionalization of the FET devices and monitor surface amines via fluorescent confocal microscopy and further explore its usability in metal ion sensing.

P재료금-116

Detection of copper(Ⅱ) ion in solution using FET device with dipicolylamine functionalized conducting channel

이건헌, Arvin Sain Tanwar, 황정환, 김진태, Mehtab Muhammad, 임연호*
전북대
(yeonhoim@jbnu.ac.kr*)

Accumulation of Cu(Ⅱ) ion in human’s body can cause severe neurodegenerative disorders like Alzheimer‘s disease, demanding its detection and monitoring. Field effect transistor (FET) based sensors for the detection of toxic metal have been investigated because of its high sensitivity. In this study, we focus on field effect transistor (FET) sensing platform for Cu(Ⅱ) detection which conducting channel is functionalized with dipicolylamine (DPA) moiety. For this purpose, we fabricated ZnO FET device, and the device was first functionalized with 3-aminopropyltriethoxysilane (APTES) to activate the amino group on the surface and then covalently linked with DPA by EDC/NHS coupling reaction. Each step of functionalization was confirmed with contact angle measurement and confocal analysis. Fabricated FET sensor showed low detection limit of 1fM in wide range of 1fM to 1nM.

P재료금-117

반도체 패키징에서 발생하는 실리콘 슬러지의 재활용을 통한 다양한 실리카 나노입자 제조법 비교 연구

추연룡, 윤창민*
한밭대
(cmyoon4321@hanbat.ac.kr*)

In this study, atmospheric pressure heating method is introduced to synthesize high-value silica nanoparticles (SiO_2 NPs) from silicon sludge. Also, the preparation method is compared with conventional methods like hydrothermal and sol-gel process. Using the hydrothermal method, SiO_2 NPs can be fabricated in a one-step process with high yield. In addition, the SiO_2 NPs synthesized by sol-gel method has advantages of high uniformity and purity. Compared with hydrothermal and sol-gel methods, atmospheric pressure heating method can prepare highly uniform and pure SiO_2 NPs with high yield in a one-step process. This is attributed to the promotion of hydrolysis and condensation reaction under atmospheric pressure and low heating condition without the extraction of silanol precursor. Consequently, the novel method for synthesizing SiO_2 NPs may provide a possibility to widely recycle silicon sludge in semiconductor packaging process.- 본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임 (RS-2023-00224896)

P재료금-118

라이다 센서에 인지되는 다층 구조의 검은색 실리카/티타니아 나노입자의 제조

김지원, 윤창민*
한밭대
(cmyoon4321@hanbat.ac.kr*)

In this study, a set of dark-tone materials, including core/dark shell (ST-CDS), single-dark shell (ST-SDS), and double-dark shell (ST-DBS) nanoparticles, are synthesized as high near-infrared (NIR) reflective materials. In detail, dark-tone materials are fabricated by a combination of the Stöber, TTIP sol-gel reaction, $NaBH_4$ reduction, and sonication-mediated etching methods. As-prepared ST-CDS, ST-SDS, and ST-DBS materials are mixed with water-based paint and applied to glass substrates to measure the blackness and NIR reflectance at 905 nm wavelength. As a result, ST-DBS-based paints show the highest NIR reflectance (35.3%) with true blackness (L* of 12.4 in CIE L*a*b* color space). Such high NIR reflectance is attributed to the formation of hierarchical structures as well as the difference in refractive indices of TiO_2 (2.5) and air (1.0), which maximizes reflection of light by Fresnel’s law. In a practical application, the LiDAR sensor has clearly recognized ST-DBS-based paint. Therefore, this study may provide the possibility for future LiDAR-reflective materials for autonomous driving.- 본 과제(결과물)은 2023년도 정부재원(과학기술정보통신부 여대학원생 공학연구팀제 지원사업)으로 과학기술정보통신부와 한국여성과학기술인육성재단의 지원을 받아 연구되었습니다. (No. 00231520001)

P재료금-119

이중 가교를 통해 강화된 고강도 대나무-알지네이트 복합재

이혜원, 송민재, 전상민*
POSTECH
(jeons@postech.ac.kr*)

Considering the environmental challenges posed by the energy crisis, there is a growing focus on sustainable materials, particularly wood-based composites. Given the mechanical property challenges encountered by these materials, we introduce an innovative method for enhancing the mechanical properties and formability of bamboo composites. Our process involves delignifying the bamboo to create voids, filling them with alginate solution under reduced pressure, and then dual cross-linking of alginate: an ionic cross-linking with $CaCl_2$, and then a chemical cross-linking with glutaraldehyde. The dually cross-linked bamboo (DCB) shows enhanced mechanical strength. By using a hot-press method, we achieved the highest reported tensile (1.12 GPa) and flexural (678 MPa) strengths among wood composites. This strength improvement comes from strong adhesion and efficient load transfer due to dual cross-linking of alginate between bamboo fibers. The flexibility and adhesive property of alginate enable the reshaping of DCB through rehydration and molding. This adaptability highlights its potential in green, strong, and lightweight materials for various applications.

P재료금-120

Formulation to Improve Cryogenic Mechanical properties of Epoxy Adhesive for Membrane-type LNG Carrier

이소정*, 현승균[1], 김준기
한국생산기술연구원; [1]인하대
(flthwha27@kitech.re.kr*)

The demand for natural gas and its associated logistics has been increasing, leading to a sharp rise in orders for the construction of liquefied natural gas (LNG) carriers. This has brought attention to the localization issues regarding the manufacturing technology and raw materials for LNG cargo containment systems. LNG cargo containment systems are insulation barriers designed to minimize evaporation loss of LNG, which is a super cooled liquid at -162℃, while withstanding extreme temperature variations and stress caused by weight. The primary materials comprising the membrane-type LNG cargo containment system, including the primary barrier, secondary barrier, and insulation materials, are assembled using adhesive bonding techniques. The use of cryogenic temperature adhesives that maintain flexibility and adhesive strength even under severe temperature variations is crucially required. In this study, the curing behavior and adhesive properties of a cryogenic epoxy adhesive for bonding the secondary barrier in LNG cargo containment systems were evaluated with respect to different curing systems. The epoxy adhesive for top bridge panel(TBP) was formulated by blending five types of epoxy resins with different molecular weights. The curing

P재료금-121

은도금 전기 마스크 필터를 사용한 꽃가루 알레르기 예방 및 바이러스 비활성화를 통한 환경 보호

정은수, 유진욱, 김진석, 안다원, 최진현, 최태민, 박정미, 표성규*
중앙대
(sgpyo@cau.ac.kr*)

The rapid increase in mask use following COVID-19 pandemic has resulted in global mask supply shortage. Accordingly, the US Centers for Disease Control and Prevention(CDC) has raised the need to develop reusable masks rather than disposable masks. Many of viruses, bacteria, and pollen that cause various diseases are inhaled in form of aerosols in the air, resulting in diseases such as infectious diseases. Consequently, wearing a mask to block aerosols containing pathogens is a key factor in disease prevention. However, existing masks have a risk that residual bacteria can survive and become aerosolized again to cause infection. As a result, interest in masks with antibacterial and electrical properties that inactivate germs when contact with the surface is growing. In this study, pollen allergens and viruses were developed on a filter in real time. To develop reusable masks, antibacterial properties of silver particles were utilized to suppress the immune response to aerosolized pathogens and pollen that contact the surface of the mask. The feasibility of implementing an electric mask that completely blocks pathogenicity of such pollens was validated in this study.

P재료금-122

Investigating of PCA-MXene-Integrated Colloidal Quantum Dot through Transient Absorption Analysis

함가영, 유형렬[1], 최종민[1], 차효정*
경북대; [1]대구경북과학기술원
(hcha@knu.ac.kr*)

Lead sulfide colloidal quantum dot (PbS-CQD) have attracted significant interest due to their tunable bandgap, multi-exciton generation effect and ambient solution processing, which makes them photovoltaic materials for low-cost, large-area and flexible solar cells. Despite there are several challenges, the Fermi level mismatch between the PbS-CQD layer and hole transport layer results in the formation of energy bands that are not conducive to efficient hole collection, and the presence of numerous surface cracks in the thiol-treated CQD layer diminished device performance. To address these issues, we develop a polycatechol functionalized MXene (PCA-MXene) as an interlayer to enhance hole extraction. The effectiveness of PCA-MXene was validated through measurements utilizing time-resolved photoluminescence (TRPL) and transient absorption (TA) spectroscopy. By analyzing the charge carrier dynamics, we obtain hole transfer in the positive impact of PCA-MXene-based CQD solar cells.

P재료금-123

Optimization of electrolyte composition for WO_3-based electrochromic devices

이현국, 김재엽*
단국대
(jykim@dankook.ac.kr*)

Electrochromic devices (ECDs) possess reversible optical characteristics, such as absorbance and transmittance, in response to applied voltage, making them versatile tools for applications like smart windows, anti-glare mirrors and aircraft portholes.Tungsten oxide is used in this study because it has high coloring efficiency, color switching response speed, and stability in the process of electrochromism.We selected spin-coating technique for the coating of WO_3 films that allows for easy and cost-effective coating method compared to other methods such as sputtering and chemical vapor deposition. In this study, we checked and optimized the influence of ion concentration and solvent composition in the electrolyte of ECDs. In particular, the optimum concentration of lithium perchlorate in the electrolyte was determined via cyclic voltammetry and optical contrast of electrochromic devices.

P재료금-124

리튬-황 배터리에서 향상된 메탈설파이드의 전기화학적 촉매 성능을 위한 표면 개질된 탄소나노튜브

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

With the gradual rise in energy demand within modern society, there is a growing requirement for a novel rechargeable battery to replace current lithium-ion battery. Among the potential contenders for the next generation of rechargeable batteries, the lithium-sulfur battery stands out due to its impressive theoretical energy density of 2600 Wh kg^{-1} along with its environmentally friendly nature. Despite its potential, the practical application of the lithium-sulfur battery is hindered by certain challenges. These setbacks can be attributed to several factors such as the poor conductivity of sulfur, significant volume expansion, sluggish redox kinetics, and the lithium polysulfide (LiPS) shuttle effect. Here, we investigated the effects of sulfonation of CNTs on the electrocatalytic performance of metal sulfides in lithium-sulfur batteries. First, we regulated the extent of sulfonation in CNTs through variations in temperature and duration during the sulfonation process. The electrochemical effectiveness of the lithium-sulfur battery and the distribution of metal sulfide on the CNT surface exhibited variability based on the degree of sulfonation achieved.

P재료금-125

Binding ability of Zn on Cu Based Alloy Electrode Materials for Zinc Metal Battery: A DFT Study

이성재, 김경학*
한양대
(chemekim@hanyang.ac.kr*)

Aqueous zinc metal battery (AZMB) has attracted attention as a promising next-generation energy storage device due to its high ionic conductivity, high volumetric energy, and environmentally friendly properties. However, AZMB faces challenges such as dendrite growth on the cathode, leading to separator damage and short circuit issues. Therefore, enhancing the Zn binding ability of electrode material is crucial to prevent dendrite growth. To address this, we performed density functional theory (DFT) calculation to investigate the Zn binding ability of Cu, Sn, Zn, and their alloys. We calculated adsorption energy and diffusion barrier to quantitively compare the Zn binding ability of those electrode materials. Our calculations revealed that the alloys exhibit higher Zn binding ability compared to pure Cu, Sn, and Zn electrode materials, thereby effectively suppressing dendrite growth.

P재료금-126

Flexible Transparent Conducting Films from Sin Walled Carbon Nanotube Using Polymeric Disp

김봉수*, 허광선
경남정보대
(kimbs@eagle.kit.ac.kr*)

Many candidates have been proposed to replace Indium tin oxide in transparent conductive film. Carbon nanotubes (CNTs) have been considered promising materials due to their unique electrical properties. In particular, single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) have excellent electrical mobility and conductivity. However, dispersion of CNT remains challenge for fabrication of transparent conductive film because CNT is bundled by strong π-π interaction between intertubes. To overcome these challenge, we synthesized poly((2-dimethylamino)ethyl methacrylate-co-furfuryl methacrylate) as a polymer dispersant for CNT dispersion. Dispersed CNTs were coated on the flexible substrate, polyethylene terephthalate. To enhance electrical conductivity TCFs were chemically treated to remove impurity and p-type doping with HNO_3 and $SOCl_2$. The chemically treated TCF shows the sheet resistance and transmittance (at 550 nm), 85.75 Ω/sq at 85% even after 50 bending cycles.

P재료금-127

Circularly Polarized Light-induced Neuromorphic Transistor with Supramolecular Chirality

김보람, 안재용, 오준학*
서울대
(joonhoh@snu.ac.kr*)

The neuromorphic transistor is an electronic device that can be driven with a low power structure and can overcome the bottleneck of Von Neumann architecture caused by sequentially fetched data. Among them, organic electrochemical transistors (OECTs), an organic semiconductor mainly using ion gels, have low power consumption, and are widely studied as an artificial synapses due to the biocompatible properties of organic materials. However, neuromorphic devices using circularly polarized light (CPL) have not yet been actively studied due to low awareness and low photoresponsivity. In this study, We adopted n-type semiconductor called Chiral Perylene Diimide (CPDI) to increase the memory effect through ion trapping along with the improvement of chirality from self-assembly characteristics.We derived enhanced Circular Dichroism (CD) values than thin film by using Chiral Perylene Dimide (CPDI) nanowires and self-assembly methods. Circulary polarized light(CPL) detection and memory effects are also characterized.These chiral neuromorphic transistors are thought to be useful in optical communication and analyzing proteins with chiral properties,including hormones.

P재료금-128

Stretchable stretch-Unresponsive wireless electronics With Permittivity Change Of Dielectro-elastic Composite

최건오, 김선홍, 정예환*
한양대
(yjung@hanyang.ac.kr*)

For remote control and data transfer, wireless technology has become an essential component of biomedical devices. The human body's curved and soft surfaces are prone to strain, which results in resonance frequency shift and unstable wireless performance. Recent, work has built wireless systems with certain geometric patterns to boost wireless performance, but the system was not inherently stretchable. We demonstrate a wireless sensor network that is inherently stretchy and strain-insensitive together with a completely wireless, battery-free wearable device that transmits data and power at each frequency. Controlling the dispersion of high-k nanoparticles in substrates led to a permittivity drop upon applied strain on the system, which demonstrated an exceptional wireless communication performance of the inherently stretchy wireless system.

P재료금-129

Amorphous Two-dimensional $Mo_{1-x}W_xTe_2$ alloy

임은지, 조수연*, 이하흔, 이승연, 조우현[1], 양희준[1], Chiang Yu Ching[2]
이화여자대; [1]한국과학기술원; [2]National Synchrotron Radiation Research Center, Taiwan
(s.cho@ewha.ac.kr*)

Amorphous two-dimensional $Mo_{1-x}W_xTe_2$ alloy have been achieved by intense local heating on layered transition metal dichalcogenide (TMD) alloys of $Mo_{1-x}W_xTe_2$ via laser irradiation. $Mo_{1-x}W_xTe_2$ flakes were exfoliated on the holey SiN substrate with partially suspended and supported sample area of $Mo_{1-x}W_xTe_2$ flakes and laser irradiation was conducted on the $Mo_{1-x}W_xTe_2$ flakes with focused laser beam. Since the suspended $Mo_{1-x}W_xTe_2$ flakes have been effectively heated comparing to the supported $Mo_{1-x}W_xTe_2$ flakes, laser-heated $Mo_{1-x}W_xTe_2$ flakes in the suspended area turned to being optically transparent even with thick thickness of 20 – 30 nm. Raman spectroscopy combined with X-ray nano-diffraction and nano X-ray florescence spectra revealed that the crystal structure disappeared and the amorphous phase appeared. The laser-induced amorphous phase of $Mo_{1-x}W_xTe_2$ has certain conductivity with optical transparency, which can be a potential candidate for future nanoelectronics, photonics, energy storage/conversion and sensors.

P재료금-130

전장용 고해상도 카메라 모듈용 dual cure 접착제의 필러변화에 따른 수축률 과 흡습율 상관관계관찰

백지원*
(주)원케미컬
(100zzi@naver.com*)

자동차 산업이 전장화 및 자율주행, 친환경 전기차로 빠르게 전환되면서 이에 따른 전장용 센싱 카메라 모듈시장도 급격히 성장하고 있다. 센싱(Sensing) 용 카메라의 경우 뷰잉(Viewing)용 카메라에 비해 극한의 신뢰성기준의 다양하게 요구되며, 신뢰성 전후의 특성 변화가 최소화 되어야 하는 특징을 갖는다. 전장용 센싱 카메라 모듈에 사용되는 dual cure 접착제는 초기 UV경화 조건에서 모바일 카메라모듈에서의 가고정 역할보다는, 전체 강도의 70% 이상의 높은 접착력을 나타내야 한다. 이를 위해서는 UV경화 반응을 통해 높은 접착강도를 확보할 수 있는 아크릴 수지의 함량이 높아진다. 하지만, 에폭시 수지에 비해 아크릴 수지는 흡습과 수축및 팽창에 약한 특성을 갖는다. 이 두 가지 특성을 보완 하기 위하여 2가지 이상의 필러를 혼합하여 dual cure 접착제를 제조하였다. 또한 사용 중 필러첨가로 인한 침강현상을 방지하기 위하여, 물성과 작업성을 고려한 필러의 종류와 함량 최적화를 수행하였다. 또한 필러변화에 따른 수축률과 흡습율을 ASTM 및 수요기업바탕의 MS규격을근거하여 관찰하였다. 이 연구는 2023년 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT)연구비 지원에 의한 연구임 (20016230)

P재료금-131

Wearable Haptic System based on Ultra-lightweight Textiles

황진희, 정예환*, 김선홍
한양대
(yjung@hanyang.ac.kr*)

Advancements in haptic technologies, such as electric tactile stimulators, have opened the door not only to the reproduction of natural sounds in our ears but also to the potential for conveying lifelike tactile sensations to our skin. In contrast to the strides made in visual technologies displays, which have enabled the realistic display of images and videos, the field of tactile feedback devices has been hindered by issues such as bulkiness, rigidity, and discomfort during wear. Addressing this issue, electric haptic stimulators offer a solution as they are lightweight, flexible, and capable of providing higher resolution and faster response times. Particularly, drawing inspiration from everyday attire, a new electric haptic rendering system is proposed, utilizing stretchable fabrics to simulate various tactile sensations like vibration, and texture coarseness. Clothing, covering a significant portion of the body, holds potential for delivering elevated levels of service and data collection. This paper introduces a wearable haptic system that boasts improved comfort, higher resolution, and lower voltage usage compared to its predecessors.

P재료금-132

Efficient Removal of Organic Pollutants from Water Using a Core-Shell Structure of Fe_2O_3 Nanorods and Flower-liked TiO_2

이규범, 정유정, 정성욱*
부산대
(sungwook.chung@pusan.ac.kr*)

Efficient removal of organic pollutants from aquatic environments is essential to safeguard both the environment and human health. This study presents a novel nanomaterial composed of Fe_2O_3 nanorods coated with flower-shaped TiO_2, which offers a practical solution to these challenges.The specific surface area of the nanomaterial was expanded to increase reactivity, resulting in improved efficiency of the photocatalyst.Our investigation explores optimal conditions for enhancing the photocatalytic activity of Fe_2O_3-TiO_2 nanostructures, demonstrating an effective strategy for eliminating organic pollutants in aquatic environments.In addition, the magnetic recovery feature of the nanomaterial offers a cost-effective and environmentally-friendly alternative, as it enables easy reuse. This research is expected to significantly improve the preservation of water quality and environmental sustainability.

P재료금-133

전도성 고분자가 코팅된 메조다공성 탄소층 제조 및 고성능 슈퍼커패시터용 전극으로의 응용

김찬교, 윤창민*
한밭대
(cmyoon4321@hanbat.ac.kr*)

In this study, polyaniline (PANI) is coated onto mesoporous carbon layers (mCLs) using the vapor deposition polymerization for employing as active materials for supercapacitor electrodes. Firstly, the carbon matrix is collected by calcining iron oleate in a sodium chloride matrix. Etching of Fe_2O_3 in the carbon matrix is then achieved using an aqua regia, resulting in the fabrication of mCLs. Aniline monomers are then slowly introduced on mCLs which is pretreated with $FeCl_3$. The deposition of PANI partially fills the carbon pores for maintaining the high porosity. As-synthesized PANI-coated mesoporous carbon layers (mCL/PANI) are employed as active materials for symmetric supercapacitor devices (SSD). Notably, as-assembled SSD shows outstanding capacitance of 105.3 F g^{-1} and 72.8% retention rate after 1000 cycles due to the fast charge transportation ability by porous and conductive surface. Thus, the novel synthesis method of mCL/PANI introduced in this study can be a favorable approach for future energy storage system.- 본 연구는 2022년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방과학연구소의 지원을 받아 수행된 미래도전 국방기술 연구개발사업임(No. 915066201)

P재료금-134

궐련형 담배 폐기물을 재활용한 고성능 전고체 비대칭형 플렉서블 슈퍼커패시터용 전극의 제조

김하영, 윤창민*
한밭대
(cmyoon4321@hanbat.ac.kr*)

This study presents the fabrication method of flexible electrodes by recycling electronic heated tobacco wastes (E-HTWs) for high-performance asymmetric supercapacitor device. The poly(lactic acid) filters are collected from E-HTWs and utilized as flexible substrates, while tobacco leaves and filter tubes in E-HTWs are carbonized and employed as active materials for carbon electrode (CE). Furthermore, metal oxides of MnO_2 and Fe_3O_4 are mixed to the CE-based substrates to attain pseudocapacitance (CE-MnO_2/PLA and CE-Fe_3O_4/PLA). The flexible all-solid-state asymmetric supercapacitor device (FASC) is assembled using CE-MnO_2/PLA as the positive, and CE-Fe_3O_4/PLA as the negative electrodes. As a result, the FASC device exhibited a remarkable capacitance of 5.7 mF cm^{-2} at 1 mA cm^{-2}, while displaying similar electrochemical performance under hash bending angels of 45, 90 and 180°. In this regard, this study is expected to contribute the development of future flexible electronic devices using environmental waste.- This work was supported by Korea Foundation for Women In Science, Engineering and Technology (WISET) grant funded by the Ministry of Science and ICT(MSIT) under the team research program for female

P재료금-135

적외선 플라즈모닉 ITO 나노크리스탈 나노큐브 모노레이어 자가조립 최적화

성동현, 조신흠*
계명대
(shinhum@kmu.kr*)

현재의 ITO 나노입자는 적외선 차단 스마트 윈도우, 디스플레이 투명전극 물질, 태양 전지 및 전자소재 물질로 활용하거나 적외선 흡광 조절에 사용이 된다. 이렇듯 다양한 분야에서 사용되지만 ITO를 균일한 단층 레이어로 증착하는 과정에서 ITO가 이중 레이어로 비균일하게 중첩 증착되어 사용성이 낮아지는 문제가 있다. 이를 해결하기 위해 ITO를 모노레이어로 (Monolayer) 일정하게 증착하는 과정을 다루었다. 모든 표면적에 ITO 나노크리스탈을 모노레이어로 자가 조립하기 위해서 적절한 나노크리스탈의 양을 구하는데 중점을 두었다. 나노크리스탈의 양을 다양하게 분할하여 여러 개의 ITO를 자가 조립하였다 Two Phase Liquid-Air Self-Assembly. ITO 나노크리스탈이 모노레이어로 자가 조립 상태를 SEM을 통해 확인했다. 이를 통해 모노레이러로 자가 조립하기 위한 최적의 나노크리스탈 양 실험 값을 구했다. ITO를 모노레어어로 자가 조립시키기 위해 필요한 이론값을 구한 뒤 실험 값과 비교해보며 값이 차이가 나는 이유를 추론해보았다. 또한, 자가 조립한 ITO 나노크리스탈이 적외선 플라즈몬 흡광을 FT-IR을 통해 보여준다. ITO를 자가 조립이 아닌 드랍캐스팅 (dropcasting) 방식으로 제조했을 국부적인 모노레이어 STEM-EELS 근접장 이미지를 확인하였다.

P재료금-136

플라즈마 공정 기반 백금 저감(< 5 wt%) 을 위한 FePt 퀀텀닷이 증착된 그래핀을 이용한 고성능 pemfc 공기극 촉매 개발

정소윤, 리오이룬*
부산대
(helenali@pusan.ac.kr*)

Up-to-date, increasing demand for renewable energy systems such as PEMFC and AEMFC, active development of advanced Platinum-based catalysts material is ongoing. Especially, Platinum-based alloy materials (PtCo, PtFe, PtNi) show greatly enhanced mass and specific activities compared to Pt alone. However, the high surface energy of transition metal of Pt alloy results in severe agglomeration of alloy particles which can greatly reduce the activity of the electrocatalysts, especially from the conventional wet deposition method. In this study, we applied plasma engineering to deposit FePt alloy nanoparticles on a 2D graphene substrate with – a step plasma deposition process. The metallic nanoparticles of the FePt/G catalyst were uniformly dispersed on graphene nanoplatelets at a scale of 2 ~ 3 nm. Consequently, the electrochemical analysis using FePt/G catalyst indicated ~3 times higher mass activities compare Pt/C. Further, developed FePt/G catalysts show superior PEMFC performance (peak power density = 308 mW/cm^2) compared to Pt/C even with low loading of 0.04 mg$_{pt}$/cm^2.

P재료금-137

Structural Analysis of Single Crystal $NiTe_2$ and Possibility as a two-dimensional catalyst

이승연, 조우현[1], 조수연*
이화여자대; [1]한국과학기술원
(s.cho@ewha.ac.kr*)

Two-dimensional layered structural materials have attracted research interest in electronic and optical properties according to their thickness differences. Nickel ditelluride ($NiTe_2$) had a topological semimetal structure and showed efficient Hydrogen Evolution Reaction on the surface by thickness differences. We synthesized $NiTe_2$ single crystal through self-flux and confirmed that $NiTe_2$ single crystal was successfully synthesized by studies of optical microscopy (OM), scanning electron microscopy (SEM), atomic force microscopy (AFM), Raman spectroscopy (Raman), and X-ray diffraction spectroscopy (XRD). In addition, the performance of hydrogen generation reaction on the surface according to the thickness in single crystal $NiTe_2$ was observed using a microreactor. This study confirms the possibility of a catalyst through atomic scale analysis on a specific surface using a microreactor manufactured by exfoliated single crystal $NiTe_2$.

P재료금-138

DFT simulation을 이용한 C_2F_4O 가스의 SiO_2 표면 흡착 및 반응 예상

송한덕*
포항산업과학연구원
(songhd1@rist.re.kr*)

CF4와 SF6의 표면 반응을 이해하기 위해 범밀도함수 (density functional theory, DFT)를 이용하여 전산모사(Computational simulation)를 실시하였다. Generalized gradient approximation (GGA)를 포함한 projector augmented wavefunction(PAW)을 사용하여 원자 및 전자구조를 최적화 시켰다. 사용된 표면구조는 수산화기(-OH)로 처리된 SiO2 표면이며, CF4와 SF6를 각각 주입하여 표면 흡착 및 반응에 대해 비교하였다. CF4가 SiO2표면에 흡착되면 CF4의 F 원자와 SiO2 표면의 H 원자의 상호작용에 의해 물리적인 표면흡착(physisorption) 현상이 발생한다. 흡착된 CF4는 SiO2 표면의 -SiOH와 반응하여 CF3OH 부산물(by-product)과 -SiF를 생성시켜 SiO2 표면을 플루오르화 (F termination)시킨다. SF6의 경우, CF4와 유사한 메커니즘(mechanism)인 F 원자와 H 원자의 상호작용으로 물리적인 표면 흡착이 발생한다. 흡착된 SF6는 표면과 반응하여 SF6OH 부산물과 -SiF를 생성한다. 동일한 방법으로 C2F4O(CF3COF)의 표면흡착 및 반응을 전산모사하여 CF4와 SF6와 비교할 예정이다.

P 재료금-139

화학기상증착을 통한 전이금속 디칼코게나이드의 온도의존적 합성: 변수에 의한 차이 조사

이수빈, 조수연*
이화여자대
(s.cho@ewha.ac.kr*)

Two-dimensional transition metal dichalcogenides (2D TMDs) have garnered significant attention due to their exceptional electronic and optical properties, which enable various applications of nanoelectronics, optoelectronics as well as catalysts. In this study, we investigate the temperature-dependent synthesis of MoS2 using chemical vapor deposition (CVD). Our primary focus is to discern the influence of variables, such as growth temperature, flow rate, and growth duration, on the morphology, crystallinity, and growth kinetics of synthesized MoS2. The CVD process was carried out utilizing sodium molybdate (Na2MoO4) and sulfur (S) precursors, ensuring precise control over the growth conditions. By systematically varying the deposition variables, we examined its impact on MoS2 film formation. Our investigation highlights the importance of variables in CVD synthesis which determine the morphology and crystallinity of 2D TMDs and understanding growth kinetics of 2D TMDs provides the solid knowledge of 2D TMDs synthesis, which can extend the path to leveraging 2D TMDs in various technological advances.

P 재료금-140

Structural, Optical, Magnetic properties of Er doped Yttrium Iron garnets

남연우, 조수연*
이화여자대
(s.cho@ewha.ac.kr*)

$Y_{3-x}Er_xFe_5O_{12}$ garnet samples with 0.2 ≤ x ≤ 2.0 were fabricated using traditional solid-state reaction technique and 0.0 ≤ x ≤ 3.0 samples were synthesized pressurized into pellets. All the samples have a homogeneous cubic phase with the I a -3 d space group, and the lattice parameters of the samples slightly decreased with enhancement of x owing to smaller ionic radius of Er^{3+}. The reflection of Er doped $Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG) samples at the wavelength of 1450 ~ 1650 nm decreased with more amount of Er^{3+}.For magnetic properties, as the Er^{3+} content increased, the magnetism of the $Y_{3-x}Er_xFe_5O_{12}$ samples decreased and the temperature, in which the magnetism starts to decrease, increased. Therefore, the optimum optical and magnetic properties of the $Y_{3-x}Er_xFe_5O_{12}$ samples for the magnetic-optical devices can be obtained through the control of the Er^{3+} content, indicating that Er doped YIG samples are good potential candidates for the magneto-optical applications.

P 재료금-141

알칼리 열 화학반응을 이용한 음식물 폐기물로부터의 청정 수소 생산

박지은, 김우재*
이화여자대
(wjkim1974@ewha.ac.kr*)

This research focused on the potential of generating hydrogen from food waste sludge using the Alkaline Thermal Treatment (ATT) reaction. Unlike traditional gasification, this process operates at lower temperatures and establishes a new pathway resulting in exclusively hydrogen gas formation, alongside the capture of CO_2 as carbonates. The utilization of NaOH facilitates both hydrogen production and CO_2 capture, and Ni/ZrO_2 catalyst further promotes hydrogen synthesis through steam methane reforming and water gas shift reactions. Employing NaOH as an alkaline catalyst for ATT of food waste yields pure hydrogen and captures CO_2 as carbonate byproducts. The study achieved a hydrogen yield of 44.02 mmol H_2/daf-g food waste via ATT, devoid of CO_2. By combining ATT with a Steam Methane Reforming catalyst (Ni/ZrO_2), an additional enhancement in hydrogen purity is achieved, resulting in a maximum of 78% purity, equivalent to 118.24 mmol H_2/daf-g food waste from 1 gram of input. This innovative approach highlights the potential for transforming substantial amounts of discarded food waste sludge into valuable H2 energy using the ATT process in conjunction with a catalyst.

P 재료금-142

탄소가 코팅된 리튬이차전지용 양극 활물질 $LiFePO_4$/C 분말 제조

허광선*, 정은혁
경남정보대
(kwangsun@kit.ac.kr*)

리튬 이차전지는 최근 들어 폭발적인 시장 성장이 이루어졌으며, 향후 확장 속도 또한 빨라질 것으로 예상한다. 삼원계가 갖는 산화물 소재는 고온 노출시 자체적으로 산소가 분출되어 공급되므로, 전지의 발화 시 공기 차단 등의 소화 전략이 잘 통하지 않게 된다. 그러나, LiFePO4(LFP)가 갖는 polyanion인 PO43-는 산소 열적 안전성이 높아 발화성을 차단할 수 있는 주요한 전략으로 사용 가능하다. LiFePO4의 경우에는 지구상에서 가장 풍부한 원소인 Fe와 높은 열적 안정성으로 현재 가장 각광받는 물질로써 LiFePO4 는 구조적으로 안정한 올리빈(Olivine) 구조를 가지고 있다. 본 연구에서는 리튬이자천지용 양극 활물질인 LiFePO4 분말을 고상반응법으로 합성하였으며, 출발물질로 LiH2PO4, FeC2O4·2H2O를 사용하였다. 출발물질을 화학양론 조성비를 변화시켜 아세톤으로 분쇄조제한 후 1차 열처리공정을 거쳐 LiFePO4을 합성하였다. 합성한 LiFePO4 분말과 카본블랙으로 탄소코팅을 하여 LiFePO4/C을 제조하였다. LiFePO4 분말과 LiFePO4/C을 X-선 회절분석과 주사전자현미경으로 입도를 측정하였다. 제조한 LiFePO4 분말은 올리빈(Olivine) 구조 형상을 이루었으며, 탄소코팅 된 LiFePO4/C의 입도는 1μm ~ 3μm 크기로 관찰되었다.

P재료금-143

이중 탄소 코팅된 리튬 이온 배터리용 음극활물질 Si Porous-C 복합재 합성

허광선*, 정은혁
경남정보대
(kwangsun@kit.ac.kr*)

최근 리튬이온 배터리는 소형 전자기기의 휴대용 전원, 전기자동차용 전원, 에너지 저장장치 등으로 광범위하게 사용되고 있다. 인조흑연, 천연흑연, 하드카본 등 탄소계 소재를 음극 활물질로 적용하고 있으며, 탄소보다 5배 높은 Si(ca. 4200mAh/g) 등 고용량, 높은 이론용량 요구에 맞춰 최근에는 소재에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. Si의 이론적 용량 값의 장점에도 불구하고 극복해야 할 몇 가지 문제가 있습니다. 첫째, 전기 전도도가 낮고, 둘째, 충방전시 Li 이온 삽입/추출 시 Si 입자의 활물질 부피 변화가 크기 때문에 활물질 입자가 분쇄되는 현상이 발생한다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 고탄소 Si/탄소 복합체의 혼합물을 합성하였지만, Si 내부 부피의 충분한 변화가 부족하여 사이클 시험 횟수에 한계를 보였다.이 연구에서는 내부 공간을 형성하기 위한 나노입자 이중 탄소 코팅 Si 다공성-C 복합체의 합성을 연구하기 위해 수행되었습니다.

P재료금-144

Enhanced Conversion of CO_2 into CO via Cooperative Interplay of Rhenium Complexes and Amined-Functionalized Multiple Ligands in Metal-Organic Polyhedra

강민경, 최경민*
숙명여자대
(kmchoi@sm.ac.kr*)

In the domain of CO2-CO reduction, a central focus resides in the advancement of photocatalytic molecules. In this study, we strategically designed Zr-based metal-organic polyhedra (MOPs) by carefully balancing the proximity of rhenium complexes and multiple amine-functionalized ligands. The primary objective of this modification was to enhance the selectivity and activity of the photocatalytic compounds. Consequently, a thorough investigation was carried out to examine the properties of this modified material for the photocatalytic conversion of CO2 to CO. This process was done by using visible light ranging from 400 to 700nm as an energy source to activate the photocatalytic compounds and promote the chemical reaction. Our findings indicate that balancing the proximity of rhenium complexes and multiple amine-functionalized ligands to MOP resulted in an increase in the photocatalytic activity of the compounds for CO2-CO conversion.

P재료금-145

경질-연질 산-염기 원리 기반 다성분계 금속 칼코겐화합물 결정에서 삼성분계 고용체 금속 칼코겐화합물 나노와이어로의 화학적 변환

이형석*
서울대
(jabezlife@snu.ac.kr*)

The rationally synthesis of inorganic solids with desired structures and properties has been a highly challenging and sought goal in inorganic chemistry. In this presentation, we report the highly controllable and predictable, new chemical transformation reaction from three-dimensional $K_2Sb_8Q_{13}$ and two-dimensional KSb_5Q_8 (Q = S, Se, and their solid solutions) bulk crystals to Sb_2Q_3 nanofibers. The reaction mechanism can be understood by hard-soft acid-base (HSAB) principle. This unique process is delicately controllable by the reaction conditions such as hardness of reactants, temperature, and pressure. From bulk crystals of $K_2Sb_8Q_{13}$ and KSb_5Q_8, the hard acidic K^+ ion can be selectively taken apart by hard acid-hard base interaction, driven by hard basic hydrazine monohydrate solution. Subsequently, Q^{2-} ion is extracted from the anionic framework for relieving charge imbalance. Resultantly, technologically desirable $Sb_2Se_{3-x}S_x$ solid-solution nanofibers are stabilized. Their optical band gaps are tunable in a broad range of near-infrared spectral region from 1.14 to 1.59 eV. This structural transformation from bulk crystals to

P촉매금-1

Comparison of Catalysis by Palladium(II) Complexes vs Palladium(II) Species Generated in-situ in Vinyl Addition Polymerization of Cyclic Olefins

이효선*
경북대
(hyosunlee@knu.ac.kr*)

We have synthesized new series of $[L^nPd(OAc)_2]$ complexes supported by L^n [L^n = L^1 and L^2; L^1 is 2-(piperidin-1-ylmethyl)quinoline and L^2 is 1-(naphthalen-2-ylmethyl)piperidine]. All complexes were characterized by ^1H NMR, ^{13}C NMR, IR, elemental analyzer and single crystal X-ray diffraction. Moreover, we investigated vinyl addition (co)polymerization of norbornene (NB) with in-situ generated Pd(II) catalytic species by combination of $[Pd(OAc)_2]$ and ligands $[L^n]$ along with 2 equivalents molar ratio of cocatalyst N,N-dimethylanilinium tetrakis(pentafluorophenyl) borate. The catalytic activities of $[Pd(OAc)_2]$ and L^2 derived Pd(II) in-situ catalyst were more active resulting 98% with respect to monomer NB for homopolymerization of NB to polynorbornene (PNB). Compared to in situ system, $[L^nPd(OAc)_2]$ complexes with combination of same cocatalyst gave at least similar or slight less conversion in NB polymerization, demostrating that the same active species exist during the polymerzation in both catalytic

P촉매금-2

Contrasting Catalytic Features of Metal Oxide-Vanadium Oxide Composite and its Vanadate Analogue in Expediting Wet NO_X Reduction in the Presence of SO_2

이석현, 하헌필, 김종식[1]*
한국과학기술연구원; [1]경희대
(jkim40@khu.ac.kr*)

SO_2-containing wet flue gas에 포함된 NO_X(X=1-2)의 선택적 환원(selective catalytic NO_X reduction; SCR)을 촉진시키기 위하여 전이금속 산화물(M oxide)과 바나듐 산화물(V oxide)이 composite된 촉매가 전통적으로 사용되어 왔다. 반면, M oxide과 V oxide은 chemical fusion을 기반으로 metal vanadate(M vanadate)를 형성할 수 있는데, M vanadate에 내재된 M의 종류 및 M:V의 stoichiometry를 다변화하여 SCR 기작의 가속화 및 $(NH_4)_2SO_4$(AS)/NH_4HSO_4(ABS) 피독물들의 열분해(pyrolysis)에 적합한 촉매표면을 구현할 수 있다. 본 presentation에서는 지금까지 under-report된 M oxide-V oxide composite versus M vanadate를 SCR 및 AS/ABS pyrolysis의 catalytic consequence 관점에서 대조하는 연구를 highlight하였다. 이를 위하여 Cu oxide-V oxide composite 및 Cu vanadate를 model catalyst로 선정하되, chemical reaction engineering 및 spectroscopy technique를 사용하여 상기 촉매들의 surface characteristics 및 catalytic fate를 contrast하였다.

P촉매금-3

Uncovering the Significance of ***Mono***-Dentate SO_3^{2-}/SO_4^{2-} Modifiers in Prompting NO_X Reduction under Humid, SO_2

이석현, 박소현[1], 하헌필, 김종식[1]*
한국과학기술연구원; [1]경희대
(jkim40@khu.ac.kr*)

Selective catalytic NO_X reduction(SCR)용 촉매표면이 SO_2/O_2가 포함된 flue gas에 노출되면 표면의 oxygen vacancy 및 labile/mobile oxygen들 중 일부가 SO_Z^{2-}(Z= 3-4)들로 기능화(functionalization)되고, terminal S^{4+}-O^{2-}/S^{6+}-O^{2-}들은 surface-roaming H^+에 의하여 Brönsted acidic bond(BA^--H^+)로 전환된다. 중요하게도, BA^--H^+의 양은 SO_Z^{2-}의 종류 및 표면과의 결합형태(binding configuration)에 의존하는데, 예를 들어 동일한 SO_Z^{2-} 하에서 bi-dentate 대비 mono-dentate가 보다 많은 양의 BA^--H^+를 제공할 수 있다. 중요하게도, mono-dentate SO_Z^{2-}로만 기능화된 촉매표면은 SCR mechanism 구동 시 BA^--H^+과 반응물•중간생성물 사이의 충돌빈도를 상승시키므로, SCR activity(NO_X consumption rate)의 개선에 바람직하다. 본 presentation에서는 ionization energy/electro-negativity 등을 바탕으로 NiV_2O_6를 mono-dentate SO_Z^{2-}의 isolation을 위한 platform으로 선정하되, SCR의

P촉매금-4

Exploring Radical Evolution Pathways via H_2O_2 Dissection on FeOCl or its SiO_2-Modified Analogue

유홍주, 김민성[1], 이혜인, 유태경, 김종식*
경희대; [1]한국과학기술연구원
(jkim40@khu.ac.kr*)

Fe_2O_3는 H_2O_2을 활성화시키고, 수용성 오염물의 산화분해제로 사용되는 •OH, •OOH 및 $O_2^{\bullet-}$을 용이하게 발생시킨다. 최근 FeOCl가 H_2O_2의 활성화에 전도유망함이 검증되었는데, 이는 전통적인 산화분해제인 •OH, •OOH, $O_2^{\bullet-}$ 외 추가적인 산화분해제인 Fe^{4+}=O• 및 singlet O_2을 발생시켜, 수용성 오염물의 다양한 분해경로를 제공하기 때문이다. 그럼에도 불구하고, FeOCl에 의한 H_2O_2의 활성화 경로 및 상기 5가지 산화분해제들에 기반한 수용성 오염물의 fragmentation과 연관된 상대적인 기여도에 대한 탐구는 그 보고예가 전무하다. 당 팀에서는 FeOCl의 주요 활성종인 Fe^{2+}의 Lewis acidity를 제어하기 위한 방안으로 FeOCl 표면의 SiO_2 encapsulation을 제안하고, FeOCl-SiO_2를 합성하였다. 또한, FeOCl과 FeOCl-SiO_2를 이용하여 •OH, •OOH, $O_2^{\bullet-}$, Fe^{4+}=O• 및 singlet O_2을 발생시키고, 이들의 수용성 유기물 분해경로를 spectroscopy technique 및 control reaction들의 activity들의 대조를 통하여 체계화하였다.

P촉매금-6

Mechanistic and Kinetic Exploration of H_2O_2 Homolysis on ZrO_2 Nano-Particulates Adjacent to Lewis Basic N/S Dopants

김민성, 김상훈, 김종식[1]*
한국과학기술연구원; [1]경희대
(jkim40@khu.ac.kr*)

H_2O_2 scission에 의한 •OH, •OOH, $O_2^{•-}$ 생성은 water mineralization의 key reaction인데, 기작(mechanism)에 따라 두 종류로 구분된다. 구체적으로, H_2O_2 heterolysis($H_2O_2 \rightarrow {}^{•}OH+OH^-$)는 d orbital에 전자가 채워진 reducible metal cation($Mn^{2+/3+/4+}$, $Fe^{2+/3+}$, Ni^{2+}, etc.) 기반 표면에서 일어나고, H_2O_2 homolysis($H_2O_2 \rightarrow 2{}^{•}OH$) d orbital에 전자가 부재한 non-reducible metal cation(Zr^{4+}, Hf^{5+}, etc.) 기반 표면에서 일어난다. 중요하게도, H_2O_2 homolysis는 H_2O_2 heterolysis 대비 •OH 생산성이 뛰어나고, H_2O_2 homolysis의 recurrence를 위하여 non-reducible metal cation의 recovery가 필요하지 않으며, 가혹한 water mineralization에서 고안정성을 제공한다. 상술한 H_2O_2 homolysis의 장점들에도 불구하고, H_2O_2 homolytic scission mechanism에 대한 연구는 under-exploration 되었다. 본 presentation에서는 'porous carbon support에 embed된 ZrO_2의 합성, Lewis basic N/S dopant들의 ZrO_2 주위로의 location, N/S dopant의 종류•분포 제어에 의한 ZrO_2의 Brönsted

P촉매금-7

케미컬 루핑 물 분해를 통한 수소 생산을 위한 금속이 도핑된 $La_{0.6}Sr_{0.4}FeO_3$의 활용

류지민, 강도형*
서울과학기술대
(dkang@seoultech.ac.kr*)

Chemical looping is a technology that does not require a separation process between carbon dioxide and hydrogen by separating oxidation-reduction reactions using metal-metal oxide pairs in different reactors.In this study, Oxygen Carrier (OC) suitable for CLWS was comprehensively studied and developed. The selection of the OC was based on several crucial considerations, including its thermodynamic propensity to facilitate the redox reaction, the rate of oxidation/reduction to enhance the overall reaction kinetics, and the oxygen storage capacity (OSC) for minimizing OC's usage. Perovskite OC exhibits a unique structure that facilitates the flow of lattice oxygen anions and electrons. To induce a higher concentration of oxygen vacancy defects within the crystalline matrix, the doping precious metals into the $La_{0.6}Sr_{0.4}FeO_3$ perovskite structure was employed. The characteristics of the synthesized OCs were analyzed using various instruments (XRD, H_2-TPR, CH_4-TPR). These analytical investigations played a critical role in understnading the impact of the introduced precious metals on the chemical property of the Oxygen Carriers.

P촉매금-8

촉매 제조 및 반응 실험 조건에 따른 Pt-K/Al_2O_3 촉매의 촉매 특성에 관한 연구

유영인, 고형림*, 최이선
국립한경대
(hlkoh@hknu.ac.kr*)

본 연구는 Pt-K/Al_2O_3 촉매를 이용한 프로판 탈수소 반응에서 촉매 제조 및 반응조건이 촉매 성능에 미치는 영향을 조사하였다. 먼저 칼륨 전구체를 달리한 촉매와 촉매 제조 시 소성 조건 및 환원 온도, 환원 시간을 달리한 촉매를 제조하여 그에 따른 활성 평가 및 촉매의 특성을 알아보고자 하였다. 촉매 특성 분석을 통하여 촉매의 물리적, 화학적 상태 변화와 활성의 관계를 알아보기 위해 XRD, SEM-EDS, CO-Chemisorption, TGA 분석을 실시하였다. 전구체를 달리 하였을 시에 0.5Pt-1K가 가장 우수한 활성을 보였고, K 전구체의 함량이 증가할수록 각 전구체의 결정성이 커지는 것을 XRD로 확인하였다. 이에 따라 과량의 칼륨이 촉매의 활성을 낮춘 것으로 보인다. SEM-EDS 분석 시 K_2SO_4 전구체를 사용한 촉매에서 황이 검출된 것으로 보아 촉매에 남은 황 성분이 선택도를 향상시킨 것으로 보인다. 또한 각 촉매에서 백금 단일 원자 촉매보다 칼륨을 첨가한 촉매에 코크가 더 적게 생긴 것으로 보아 칼륨이 코크 억제에 기여한 것으로 보인다.

P촉매금-9

Investigation HER mechanism of Ni_2W_3N/NF electrocatalyst using in-situ Raman Spectroscopy

황지영, 윤덕현*
강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

Electrochemical water splitting presents an eco-friendly approach for hydrogen production. Nevertheless, the utilization of precious metal catalysts has posed cost-related challenges, impeding the widespread adoption of water electrolyzers. Bimetallic transition metal nitrides have emerged as promising candidates for HER catalysts, given their activity, stability, and cost-effectiveness. In this study, we synthesized the Ni_2W_3N/NF catalyst through a one-step annealing technique. Impressively, the Ni_2W_3N/NF catalyst exhibited remarkable HER activity, showcasing low overpotentials(η) of 75.55, 111.97, and 156 mV at current densities of 50, 100, and 200 $mAcm^{-2}$, respectively. The high HER activity of Ni_2W_3N/NF was due to the synergy between the highly active Ni2W3N phase and the conductive and porous NF support. During the durability test of Ni_2W_3N/NF, we observed dissolution of tungsten using in-situ Raman spectroscopy, leading to the formation of an amorphous layer of $Ni(OH)_2$ at the site where tungsten had dissolved. Due to these effects, the overpotential of the catalyst noticeably reduced (η_{50}=46.58 mV, η_{100}=78.77 mV, and

P촉매금-10

Synergy of Oxygen Vacancies and Ni ^{0} Species to Promote the Stability of a Ni/Ce $_{x}$ Zr $_{1-x}$ O $_{2}$ -Al $_{2}$ O $_{3}$ Catalyst for Dry Reforming of Methane

아잠 장사즈, Pham Ngoc Nhiem, 왕명연 , HOANG THI VAN ANH, Nguyen Phuong Anh, 신은우*
University of Ulsan
(ewshin@ulsan.ac.kr*)

Understanding the essence of oxygen species and the incorporation of an active metal with an oxygen vacancy during DRM reaction is both intriguing. This unresolved puzzle provides clues for more effective activation and utilization of CH_4 and CO_2, simultaneously mitigating the impact of greenhouse gases. Herein, the synergetic effect of Ni location and oxygen vacancy on the stability of Ni-based catalysts was studied. A series of macroporous Ni-$Ce_xZrO_{(1-x)}$-Al_2O_3 (MNi-CZA-O) catalysts with various Ni weight percentages (3, 7, 10, and 15 wt%) and a constant ratio of $Ce_{1-x}ZrO_x$-Al_2O_3 support (CeO_2: ZrO_2: Al_2O_3= 20:20:60 w/w/w) were synthesized via a facile one-pot method. For comparison, the $Ce_{1-x}ZrO_x$-Al_2O_3 (CeO_2: ZrO_2: Al_2O_3= 20:20:60 w/w/w) supported Ni catalyst has been prepared by impregnation method. The results showed that MNi-CZA-O (10%) exhibited the highly dispersed Ni species and abundant oxygen vacancy. These unique properties lead to enhancing the coke resistance and catalytic stability. The oxygen vacancy nearby Ni^0

P촉매금-11

이산화탄소 환원을 위한 손쉬운 확장 가능성을 갖는 고효율, 고내구성 쉘 구조의 구리 촉매

김건주, 이현주*
한국과학기술원
(azhyun@kaist.ac.kr*)

표면 활성 구조를 조절하는 데 강한 금속-지지체 상호작용(SMSI)를 유도하는 것은 굉장히 유용한 방법이다. SMSI를 통하여 종종 반응 자리인 금속 입자가 산화물 층으로 덮이게 만들어 많은 양의 금속-지지체 계면을 만들고 금속 입자가 움직이는 것을 방지하여 높은 내구성을 확보하는 연구들이 진행되었다. 본 연구에서는, 구리-세리아 고용체 기반의 촉매를 사용하여 무정형질의 세리아 쉘을 구리 입자 위에 형성하였다. 구리-세리아 고용체는 일반적인 세리아 촉매보다 굉장히 빠른 산소 이동능력을 보이며 훨씬 많은 양의 산소 결함자리를 보유하여 이를 통한 SMSI 유도가 가능하였고, 해당 과정은 이산화탄소와 수소가 같이 들어가는 환경에서 이루어졌다. 본 촉매는 이산화탄소 환원 과정을 통한 선택적 일산화탄소 생산 반응에 사용되었으며 저온에서부터 높은 이산화탄소 활성 및 수소 해리 능력을 보이며 높은 활성을 보였다. 쉘 구조는 구리 입자가 뭉치는 것을 막아주어 높은 내구성을 보장하였다. 해당 촉매는 매우 쉽게 합성할 수 있어서 일반적인 랩 규모를 넘어 벤치 스케일 반응기에도 적용이 되었으며, 저온에서 고온까지 모든 온도 범위에서 매우 높은 CO 생산성을 보고하였다.

P촉매금-12

Ammonia decomposition over Co/Al_2O_3 prepared by citric acid-assisted impregnation

김수진, 윤용주*
포항공과대
(yjyun@postech.ac.kr*)

Ammonia has appeared as a promising hydrogen carrier due to its high hydrogen content, facile handling, and ability to utilize existing infrastructure. The ammonia decomposition is an efficient way for producing carbon-free hydrogen, and there has been extensive research using Ruthenium, a costly noble metal. In this work, we prepared transition metal-based catalyst, Co/Al_2O_3. In order to improve the dispersion of Co particles on the Al_2O_3 support, we applied a citric acid-assisted impregnation method for preparation of catalyst (CA-Co/Al_2O_3). Sequential heat treatment of the CA-Co/Al_2O_3 under an inert gas atmosphere led to the formation of smaller Co particles, resulting in higher surface Co concentration compared to those of the counterpart without using citric acid. As a result of higher dispersion of Co particles, the CA-Co/Al_2O_3 catalyst exhibited superior performance to the Co/Al_2O_3 catalyst. Our results offer a promising strategy to enhance the performance of transition metal-based catalysts for ammonia decomposition.

P촉매금-13

비화학양론 페로브스카이트 촉매의 CO 산화반응에 대한 반응속도론적 연구

김민재, 조정현, 전상진, 박경태[1], 박해웅[2], 정지철*
명지대; [1]포스코; [2]포스코 홀딩스 미래기술연구원
(jcjung@mju.ac.kr*)

페로브스카이트 촉매의 산화 반응 메커니즘에 대한 이해는 금속산화물 촉매의 상대적으로 낮은 활성을 향상시키기 위한 기초 연구로서 중요한 과제다. 산소 빈자리는 기상의 산소를 흡착하여 금속산화물 촉매의 활성에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 따라서 금속산화물 촉매의 표면을 제어함으로써 산소 빈자리를 생성하고, 촉매 활성을 증진시키기 위한 시도가 많이 이루어지고 있다. 본 연구는 LaCoO3 페로브스카이트의 화학양론비를 조절하여 표면의 산소 빈자리가 풍부한 $LaCo_{0.9}O_{3-\delta}$ 비화학양론 촉매를 제조했으며, 촉매 활성을 측정하고 표면 특성을 분석했다. 또한 활성화 에너지와 반응차수를 계산하여 비화학양론 조성과 산소 빈자리가 촉매 산화 반응 메커니즘에 미치는 영향을 연구하였다.사사: 본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20214810100010)

P촉매금-14

Design of unused biomass reforming catalyst by using conditional generative model

한정현, 유은성, 함형철*
인하대
(ham.hyungchul@inha.ac.kr*)

The production of high-purity hydrogen from renewable sources is critical to the hydrogen economy and the reduction of greenhouse gas emissions. In this presentation, we developed the conditional adversarial generative network (GAN) model that can efficiently generate the promising alloy catalyst composition for H 2 production from a biomass-derived unused C5 organic compounds. The conditional GAN used the adversarial learning which is consisted of the discriminator and generator networks. Here, the generator directly produces the possible catalyst composition, while the discriminator attempts to distinguish between catalyst samples drawn from the training data and catalyst samples drawn from the generator. The density functional theory (DFT) calculation was used to generate the datasets for training the discriminator. Our GAN model has successfully generated the novel catalyst composition, which can increase the efficiency of catalyst to improve the H 2 productivity from the reforming reaction of C5 compound.

P촉매금-15

폐유지로부터 바이오디젤 합성을 위한 폐자원 활용 촉매 개발에 관한 연구

윤지민, 조정현, 전채윤, 김수민, 정지철*
명지대
(jcjung@mju.ac.kr*)

동·식물성 유지로부터 생산되는 바이오디젤은 친환경 대체에너지로 주목받고 있다. 바이오디젤은 염기 촉매를 이용한 원료유 내 중성지방의 전이에스테르화 반응을 통해 합성될 수 있다. 하지만 폐유지를 원료유로 활용할 경우 유리지방산을 다량 포함하여 산 촉매 하에서 전처리 과정인 에스테르화 반응을 필요로 한다. 해당 반응들에는 균일계 액체 촉매가 활용 가능하나, 균일계 액체 촉매는 독성 부산물 생성, 염 형성, 촉매 분리 및 재사용의 어려움 등의 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 폐유지로부터 바이오디젤을 합성하기 위해 폐플라스틱을 설폰화하여 만든 촉매를 에스테르화 반응용 고체 산 촉매로 사용하고, 폐굴껍질을 소성하여 만든 CaO 촉매를 전이에스테르화 반응용 고체 염기 촉매로 활용하였다. 이 때 촉매들의 특성화 결과와 활성 사이의 상관관계를 분석해 촉매의 활성점을 분석하고자 한다. 최종적으로 변수 제어를 통한 반응 공정 최적화로 바이오디젤의 함량을 높여 환경성과 경제성을 제고한다.

P촉매금-16

First-principles design of electrolyte-tolerant Ni-based multimetallic catalysts for methane steam reforming

윤석준, 함형철*
인하대
(ham.hyungchul@inha.ac.kr*)

Steam methane reforming (SMR) reaction, which uses natural gas (CH_4), produces large amounts of hydrogen. However, SMR reaction has the disadvantage of consuming a lot of energy, as it occurs at high temperatures (800-900 ℃). Therefore, MCEC (Molten Carbonate Electrolysis Cell) is applied after direct steam reforming, which enables the SMR reaction to occur at a relatively low temperature (620 ℃). Additionally, this technology allows for additional hydrogen production by electrolysis and high-purity (98%) hydrogen production. However, if the electrolyte (Li_2CO_3, K_2CO_3, Na_2CO_3) in the MCEC evaporates, it can poison the SMR catalyst, and sodium in particular can corrode the catalyst, leading to serious deactivation. In this presentation, we designed the electrolyte-resistance multimetallic Ni-based catalysts [Ni_2CoM and Ni_2ZnM (M=3d, 4d, 5d transition metals)] for the application to the steam reforming of CH4 by using Density Functional Theory (DFT) calculations.

P촉매금-17

Metal-support interactions over Ni/CeO_2-ZrO_2 catalysts for ethanol steam reforming and their influences on coke gasification in catalytic behavior

왕명연, 신은우*, Chao Song, Nguyen Phuong Anh, Hoang Thi Van Anh, Azam Jamsaz, Pham Ngoc Nhiem
University of Ulsan
(ewshin@ulsan.ac.kr*)

In this study, we investigated metal-support interactions over Ni/CeO_2-ZrO_2 (Ni/CZ) catalysts for ethanol steam reforming. Different Ni contents (5, 10, and 15 wt%) were loaded into the CZ support by two catalyst preparation methods: one pot and successive impregnation. The Ni in the one pot method strongly interacted with the CZ support, resulting in smaller Ni nanoparticles with abundant oxygen vacancy. In contrast, the successive impregnation method mainly generated an isolated Ni phase at the high Ni content, resulting in large Ni clusters with a limited concentration of oxygen vacancy. The poor Ni dispersion over the Ni/CZ catalysts prepared by the successive impregnation method induced low ethanol conversions and hydrogen production rates. In addition, the large Ni clusters over the Ni/CZ catalysts prepared by the successive impregnation method caused the fast coking behavior, resulting in a greater coke amount. Conversely, the coke gasification was dominant on the Ni surface over Ni/CZ catalysts prepared by the one pot method due to the high Ni dispersion and abundant oxygen vacancy.

P촉매금-18

Designing highly stabilized Pt^{2+} and Pt^0 atomic catalyst on oxidized g-C_3N_4 via robust metal-support interaction for improving photocatalytic H_2 evolution

왕명연, Nguyen Phuong Anh , 신은우*, Azam Jamsaz , Pham Ngoc Nhiem , Hoang Thi Van Anh , Chao Song
University of Ulsan
(ewshin@ulsan.ac.kr*)

Platinum (Pt) cocatalyst has so far contributed to the enhanced photoactivity of the graphitic carbon nitride (CN) photocatalyst for application in photocatalytic H_2 production from water splitting process. In this study, atomic Pt was loaded onto chemically oxidized g-C_3N_4 (OCN) via a hydrogen reduction process over time. In comparison with bulk g-C_3N_4, OCN photocatalyst containing Pt^{2+}/Pt^0 as cocatalyst showed an outstanding charge separation efficiency and photocatalytic H_2 evolution performance. It is also concluded that during the hydrogen reduction process, neighboring C=O groups played an important role to maintain the interaction between atomic Pt^{2+} and OCN, while metallic Pt^0 atom is stabilized along with the generation of OH groups. The coexistence of Pt^0 and Pt^{2+} superiorly promoted the photocatalytic H_2 evolution performance in which the photoinduced charge transfer was facilitated by Pt^0 and PtO acted as a key factor to

P촉매금-19

물 첨가 중질유분 분해 반응에서 철 촉매 활성상에 대한 연구

서필원, Duy Van Pham, 강기혁, 윤다님, 박선영*
한국화학연구원
(spark517@krict.re.kr*)

중질유는 아스팔텐 및 황, 질소, 니켈, 바나듐 등과 같은 불순물이 많이 함유되어 있으며, 밀도와 점도가 높아 일반적인 처리 공정으로는 다루기가 어려우므로, 중질유 고도화 공정에서는 고압의 수소가 사용되는 등의 제약이 존재한다. 대표적 중질유분 중 하나인 오일샌드 비튜멘은 파이프라인 수송을 위해 납사와 같은 희석제를 사용하여 점도를 낮추는 방법이 주로 활용되었으나, 최근 경제성 향상을 위해 부분개질 기술에 대한 검토가 진행되고 있다. 따라서 철 기반의 촉매를 활용하여 물 첨가 중질유 부분개질 반응 연구를 진행하고, 이를 통하여 물 첨가 중질유분 분해 반응에 효과적인 철 기반 촉매의 상변화 특성을 파악하였다. 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었다(과제번호 RS-2022-00143402).

P촉매금-20

Theoretical Explanation for the Origin of the Improved Photocatalytic Hydrogen Evolution Reaction Activity for the $Au_{12}Ag_{32}(SeCH_3)_{30}$ Nanocluster

김혜승*, Megalamane Siddaramappa Bootharaju[1], Chan Woo Lee[1], Guocheng Deng[2], 유종석, Nanfeng Zheng[2], 현택환[1]
서울시립대; [1]서울대; [2]Xiamen University
(tltl714510as@gmail.com*)

The research development for sustainable energy has been crucial for problem for resource depletion in future and global warming by CO_2 emmision gas. Especially, the use of solar energy that is limitless and eco-free can be utilized in both HER(Hydrogen Evolution Reaction)&OER(Oxygen Evolution Reaction). In these research, we use photocatalysts, nanocluster ($[Ag_{44}(SeCH_3)_{30}]^{-4}$) and TiO_2 (Anatase(101)), which through photon adosrtion induce excited electrons and holes for HER&OER. However, the nanocluster($[Ag_{44}(SeCH_3)_{30}]^{-4}$) has not enough activity for HER as well as poor stability for decomposition. By replacing gold atoms into core of the nanocluster, instead of silvers, $[Au_{12}Ag_{32}(SeCH_3)_{30}]^{-4}$, the activity and the stability have been enhanced. Throughout Density Functional Theory (DFT), we will explain why substitution of gold atoms causes the improvements of the HER activity and the decomposition stability in reaction

P촉매금-21

등온적정열량계를 이용한 고친화성 결합 상수 측정

육가은, 장지웅*
금오공과대
(jwchang@kumoh.ac.kr*)

Isothermal Titration Calorimetry (ITC) is a method of obtaining thermodynamic information through the heat generated during mixing and reaction. ITC can be used to determine binding interactions of between ligand-receptors or binding partners-molecular fragment interactions with high sensitivity. The typical range of measurement is 1nM <Kd < 10 mM with the single independent binding site model. Because Kd is a function of temperature, Kd value out of the range can be estimated from an equation as a function of temperature. We present a method to estimate high binding affinity constants using the single independent binding site model and the thermodynamic binding properties as a function of temperature.

P촉매금-22

표면 제어를 통한 페로브스카이트 촉매의 반응 맞춤형 설계에 관한 연구

조정현, 김민재, 김상원, 박경태[1], 박해웅[2], 정지철*
명지대; [1]포스코; [2]포스코홀딩스 미래기술연구원
(jcjung@mju.ac.kr*)

페로브스카이트 산화물(ABO_3)은 설계 유연성이 뛰어나므로 촉매 활성에 큰 영향을 미치는 표면 특성의 제어가 용이한 것으로 알려져 있다. 부분 치환, 산 처리 그리고 환원 열처리와 같은 다양한 방법들을 통하여 표면 특성을 제어하는 연구가 진행되어왔으며, 이러한 표면 제어 방법들을 통해 반응 맞춤형 페로브스카이트 촉매를 설계할 수 있다. 본 연구에서는 $SrTiO_3$ 페로브스카이트와 Ti 양이온 위치에 Co 양이온을 치환한 $SrTi_{0.9}Co_{0.1}O_{3-\delta}$ 촉매를 제조하였으며, 이후 부분 치환 촉매는 환원 열처리를 수행하여 표면을 개질하였다. 또한 물리·화학적 특성 분석들을 통해 부분 치환과 환원 열처리가 $SrTi_{0.9}Co_{0.1}O_{3-\delta}$ 촉매의 표면 특성에 미치는 영향을 관찰하였고, 제조한 촉매들을 일산화탄소 산화 반응용 촉매로 적용하여 활성을 평가하였다. 결과적으로, $SrTiO_3$ 촉매는 부분 치환 후에 활성이 증진되었으며, 환원 열처리 후에는 활성이 더욱 증진되었다. 이를 통해 부분 치환과 환원 열처리의 시너지 효과를 바탕으로 페로브스카이트의 표면 특성을 성공적으로 제어할 수 있음을 확인하였다.

P촉매금-23

Effect of additional processes on advanced oxidation processes for the degradation of the antibiotic tetracycline

유찬서, 정상철*
순천대
(jsc@sunchon.ac.kr*)

In this study, the antibiotic tetracycline (TC) was effectively degraded using the AOP (Advanced Oxidation Process) system fused with various element technologies. Microwave, TiO_2 photocatalyst powder, H_2O_2, and microwave discharge lamp (MDL) were single or fused to perform TC degradation experiments. In particular, the effect of H_2O_2 addition was traced in detail, but generation of OH radicals was not well achieved by simply adding H_2O_2 or irradiating microwaves to the degradation reaction solution. However, when MDL was used in addition to the addition of H_2O_2 during degradation, many OH radicals were generated and TC was degraded by more than 90%. In addition, the use of microwaves and MDL along with H_2O_2 also showed an even greater synergistic effect on TC degradation. TC was reduced in molecular weight by N-demethylation, hydroxylation, dehydration, and ring-opening reactions, and was finally mineralized into carbon dioxide, H_2O and N-minerals. It was thought that it could be used sufficiently to remove the recalcitrant organic compounds such as antibiotics in the aquatic environment

P촉매금-24

Ru 구조 및 지지체가 폴리에틸렌 플라스틱 폐기물의 수소 첨가 분해 반응에 미치는 영향

권태은, Huy Nguyen-Phu, 김태협, 노인수*
서울과학기술대
(insoo@seoultech.ac.kr*)

플라스틱으로 인한 환경문제가 중요해짐에 따라 화학적 재활용이 주목받고 있다. Ru/SBA-15에서 금속의 분산도를 Triethanolamine(TEA)/Ru 몰비를 조절함으로써 hydrogenolysis 반응에서의 영향을 조사하였다. 테스트된 다양한 Ru 금속 촉매 중 TEA/Ru 몰 비가 10(Ru/SBA-15 (10))이었을 때 가장 우수한 활성을 보였다. XRD, CO-chemisorption, CO-FTIR 및 HAADF-STEM과 같은 분석에서 최적의 양의 TEA(TEA/Ru=10)는 Ru의 분산도(92%)를 증가시켰고, LDPE의 hydrogenolysis 반응에서 촉매의 활성을 향상시켰다. 과량의 TEA는 [Ru(TEA)2]3+ 복합체의 형성으로 이어졌다. Ru/SBA-15(10)의 SBA-15 내에 고분산 Ru 종은 hydrogen coverage를 증가켰다. 이러한 결과로 인해 높은 액체 수율이 얻어졌으며, 상업용 LDPE 등 사용 후 폴리올레핀 폐기물의 hydrogenolysis에도 성공적으로 적용되었다.사사 : 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2022R1F1A1074392)

P촉매금-25

메탈담지된 제올라이트에서 발생하는 부탄 방향족화 반응에서 메탄 첨가 효과

황예슬, 임용현, 김도희*
서울대
(dohkim@snu.ac.kr*)

Aromatics can be widely converted to value-added materials in the industry. Owing to the increasing demand for BTX, methane and light alkane is attracting widespread interest as a feedstock to produce aromatics. This study investigated the aromatization of n-butane, the main component of C4 raffinate which is the main by-product of naphtha cracking. Also we introduce a scheme of the reaction in the case of adding methane which can be produced by thermal cracking of n-butane and recycled from final product of the aromatization process. To investigate the effect of methane on n-butane aromatization reaction, use fixed partial pressure of n-butane by increasing the amount of methane added. As deactivation occurred, the formation rate of intermediates such as olefin and paraffin increased. By increasing methane partial pressure, the formation of intermediates represented a different tendency. The result of the reaction over Mo/HZSM-5 indicates additional methane could affect the formation rate and forms of intermediate as well as final product distribution.

P촉매금-26

동시에 유기물 분해와 중금속 환원을 수행하며 자력 회수가 가능한 rGO/WO_3/Fe_3O_4 삼종접합 광촉매 개발

이재훈, 강미숙*
영남대
(mskang@ynu.ac.kr*)

산업혁명 이후 직물산업은 많은 발전을 이루었다. 직물의 다양한 색상과 패턴을 구현하기 위해 중금속이나 산화제가 널리 사용되고 있어, 염색 공정은 환경오염의 잠재적인 원인이 될 수 있다. 중금속은 염색 공정에서 산화제로 흔히 사용되며, 대표적인 중금속으로 크로뮴이 있는데 6가 크로뮴은 3가 크로뮴보다 높은 생체독성을 가지기 때문에 심각한 문제로 인식되고 있다. 또한, 정화과정 없이 버려지는 염료 폐기물은 수생생물에 대해 유전독성, 조직병리학적과 생화학적 변화를 유발할 수 있는 유해성분이다. 따라서, 무한한 에너지인 태양광을 이용해 유기물질과 중금속을 분해 및 환원 할 수 있는 광촉매가 주목받고 있다. 본 연구에서는 촉매로 사용될 물질로 넓은 밴드갭과 무독성인 WO3, 자연의 풍부함과 자성을 가져 회수가 가능하게 하는 Fe3O4와 우수한 전기전도성을 가지는 rGO를 접합해 효과적인 촉매를 합성하였다. 합성된 촉매의 물리화학적 특성은 XRD, TEM을 통해 분석하였고, 광학적 특성은 Photocurrent, XPS, TRPL을 통해 분석하였다. 또한, 촉매 광반응 중에 분해와 환원되는 유기물질과 중금속은 UV-Vis spectroscophy를 통해 분석하였다.

P촉매금-27

염화비닐 단량체 생산을 위한 1,2-다이클로로에탄의 탈염화수소화 반응에서 코발트 양이온 도입에 의한 Co/ZSM-5촉매의 활성 향상 효과

정형동, 서준호, 김승호, 손태오, 최재순[1], 김도희*
서울대; [1]LG화학
(dohkim@snu.ac.kr*)

In the catalytic dehydrochlorination of 1, 2-dichloroethane (DCE) for Vinyl chloride monomer (VCM) production, it is important to design catalysts with appropriate acid properties which can activate DCE, while inhibiting the further reaction of VCM. In this study, Co species were introduced into ZSM-5 through an ion-exchange method to change acid site distribution of ZSM-5. The introduction of Co cations significantly improved DCE conversion and VCM selectivity, achieving 6 and 2-fold greater than bare HZSM-5, respectively. Postmortem analyses allowed us to delineate the role of acid sites: Lewis acid sites are the major active sites, whereas Brønsted acid sites give rise to undesired secondary reactions. Thus, our results demonstrate that the introduction of Co cations increases the number of relevant active sites, and simultaneously eliminates undesirable sites. These findings help understand the effect of Brønsted and Lewis acid sites in zeolites on the DCE dehydrochlorination, providing useful information for designing rational catalysts.

P촉매금-28

다양한 크기의 Ag 나노입자를 첨가한 CuZnO의 향균 및 물분해 성능

신현섭, 강미숙*
영남대
(mskang@ynu.ac.kr*)

This study focused on synthesizing and characterizing CuZnO loaded with Ag nanoparticles for use in antibacterial and water splitting applications. the material showed significant antibacterial properties against both Gram-positive and Gram-negative bacteria, making it a promising candidate for use in healthcare applications. Additionally, the material demonstrated improved catalytic activity for water splitting, suggesting its potential use in renewable energy. Overall, CuZnO loaded with Ag nanoparticles shows promise for a range of applications, and future research could explore its optimization and potential in other fields.

P촉매금-29

Computational Screening of Layered Transition Metal Oxide Electrocatalysts for Hydrogen Peroxide Production

강주환, 조유미[1], 김형준[1], 곽상규*
고려대; [1]울산과학기술원
(skkwak@korea.ac.kr*)

Hydrogen peroxide (H_2O_2) is a chemical heavily used for wastewater purification. H_2O_2 is mainly produced via the anthraquinone process, which requires significant energy consumption with multistep process and makes unwanted organic by-products. In this regard, photoelectrochemical oxidation of water can be the alternative way to produce H_2O_2 with lower energy consumption and environment-friendly processes. However, to efficiently produce H_2O_2 via water oxidization, the selectivity of the water oxidation must be improved by suppressing competitive oxygen evolution reaction (OER). Thus, in this work, computational screening was conducted in a wide range of layered transitional metal oxides (LTMO) and some doped LTMO as candidates considering adsorption free energy to repress OER but promote H_2O_2 production. Further, the scaling relation results provide valuable insight into identifying selective and active candidate materials and trends among candidates for the water oxidization reaction.

P촉매금-30

Towards Sustainable Production of Adipic Acid

김현국, 김준환, 이형우, 홍채환[1]*
한국화학연구원; [1]현대자동차 주식회사
(chhongg@hanmail.net*)

Adipic acid, as one of the most-demanded drop-in chemicals from a bio-resource, is used primarily for the large-volume production of nylon-6,6 polyamide. Currently, the commercial adipic acid is mainly based cyclohexane route which involves a nitric acid oxidation research is the first reasonable adipic acid synthetic method in kilogram scale using regenerable heterogeneous catalyst.

P촉매금-32

Ce-induced promotion of Pt/Al_2O_3 for direct synthesis of NH_3 from NO and H_2

김영진*, 정민혜, 소중섭, 오진호, 박지훈, 허일정
한국화학연구원
(yjkim03@krict.re.kr*)

NH_3 is a crucial component for agriculture and chemical industries, and it has recently emerged as a green H_2 carrier and carbon-free fuel for a sustainable industry. However, the Haber-Bosch process, which is a mature and proven technology for the commercial production of NH_3, is one of the most energy-intensive and greenhouse gas-emitting industrial processes (300-500 ^{o}C and 200-300 atm). In response to the upcoming "net-zero era," many efforts have recently been put into developing alternative technologies. One of the innovative technologies may be the use of NO_x, traditionally regarded as an air pollutant, as N sources for producing NH_3 instead of N_2. This study introduces a novel catalytic system designed for the direct synthesis of NH_3 from NO and H_2 under atmospheric pressures. The catalyst, $Pt/CeO_xAl_2O_3$, synthesized using the solvent-deficient precipitation (SDP) method, exhibited significantly enhanced NH_3 yield in comparison to traditional Pt/Al_2O_3 catalysts and other Pt-Ce-based catalysts. A range of characterization methodologies underscored the critical importance of fine-tuning the electronic metal-support interaction

P촉매금-33

Effect of synthesis method on property change over Ni-based macroprosity support application for dry reforming of methane.

Nhiem Pham-Ngoc, Azam Jamsaz, 왕명연 , Nguyen Phuong Anh, Hoang Thi Van Anh, 신은우*
울산대
(ewshin@ulsan.ac.kr*)

In this research, two series of Ni-based catalysts with 5, 10, 20% nickel content, one of them is using the impregnation method to prepare the bimodal meso-macroporosity Ni-based catalysts (denoted as $xNi/M-Al_2O_3-IM$, with x wt% = Ni content). The remaining series uses the same Ni content as the previous series but uses one-pot method to synthesize catalysts (denoted as $xNi/M-Al_2O_3-OP$, with x wt% = Ni content). In order to characterize the calcined samples, N_2 sorption isotherms, XRD, SEM, H_2-TPR, H_2-TPD, CO_2-TPD, XPS were used. The catalysts prepared by the one-pot method showed the ability to form the $NiAl_2O_4$ spinel phase more easily than the impregnation method. This leads to a reduction in the size of the Ni active sites and a stronger interaction between Ni and Al_2O_3. The $20Ni/M-Al_2O_3-OP$ catalyst showed the best catalytic performance over which conversions of CH_4 = 91 and CO_2 = 95% with $H_2/CO \approx 1$ at 800^{o}C were obtained. TGA analyst proved that about 7% graphite carbon onto $20Ni/M-Al_2O_3-OP$, while this amount in $20Ni/M-Al_2O_3-IM$ is up to 14% after only

P촉매금-34

$g-C_3N_4$ nanosheet with non-metal (O, P) co-doping for hydrogen evolution photocatalysis: revealing the active site of Pt in the $g-C_3N_4$ supporting structure

Nhiem Pham-Ngoc, Hoang Thi Van Anh, Nguyen Phuong Anh, Azam Jamsaz, 왕명연 , 신은우*
울산대
(ewshin@ulsan.ac.kr*)

By using the one-pot method, we synthesized oxygen and phosphorus co-doped graphitic carbon nitride (OPCNx) materials and prepared photocatalysts containing Pt/OPCN for the photocatalytic hydrogen evolution reaction. There were several different oxygen and phosphorus compositions of Pt/OPCN catalysts, but Pt/OPCN2 exhibited the highest hydrogen evolution rate at 2198 $\mu molg^{-1}$, which was 1.652 times greater than Pt/CN (1330 μmolg-1). In addition to the high efficiency of charge separation of photoexcited electron-hole pairs observed by the EIS and PL measurements, Pt/OPCN2 exhibited excellent photocatalytic properties. The XPS, STEM, and DFT calculations on interactions between Pt species and OPCN2 demonstrated an optimally specific interaction between Pt species and OPCN2, resulting in an even distribution of Pt2+ oxidation states over Pt/OPCN2.

P촉매금-35

Au/ASZM/PAC 첨착활성탄 제조 및 HCl 가스 흡착성능에 관한 연구

박세연, 송완규, 임혜윤, 신현희, 안호근*
순천대
(hgahn@sunchon.ac.kr*)

최근 많은 산업현장에서 독성가스 누출 사고가 해마다 증가하고 있다. 그중 가장 많이 누출된 염화수소(HCl)는 누출 시 설비 및 배관 표면에 강한 부식을 일으켜 누출 원이 됨으로써 설비 내 인화성 물질, 독성물질 등이 누출되어 화재·폭발·누출에 따른 2차 피해가 발생할 수 있고, 대기 중으로 방출되면 심각한 환경오염을 일으킬 수 있다. 또한 인체에 노출되면 호흡곤란, 기절 및 경련 등을 일으키며, 심하면 사망에 이르는 피해를 주는 매우 위험한 독성가스이다. 이러한 사고사례가 증가할수록 보호장비에 사용되는 독성가스 제거용 첨착활성탄에 대한 인식이 증가하고 있다. 정제한 활성탄에 여러 가지 금속들(Cu, Zn, Mo 및 Ag)을 첨착하여 교반, 건조 및 소성과 같은 과정을 거쳐 ASZM 첨착활성탄을 제조한 후, 같은 방법으로 Au의 첨착량을 각각 다르게 하여 2차 금속을 첨착하여 Au/ASZM/PAC 첨착활성탄을 제조하였다. 제조한 금속첨착활성탄의 특성분석을 수행하여 표면상태 및 구조를 관찰하였다. 유통식 흡착실험 장치를 이용하여 모의 독성가스 HCl에 대한 흡착성능 시험을 수행하였다. 포집된 HCl 가스의 농도는 UV-Vis 분광광도계를 사용하여 측정하였다. Au/ASZM/PAC 첨착활성탄의 Au 첨착량에 따른 파과시간을 비교하였다. 제조한 첨착활성탄의 특성분석 결과 및 Au 첨착량 변화에 따른 흡착성능은 포스터를 통해 제시하고자 한다.

P촉매금-36

메탄 분해 반응을 위한 Ni/CeO_2 기반 촉매 비교 연구

김기철, 윤재랑[1], 정태성[1], 고강석[1], 유인수[1], 김민철[1], 김우현[1], 이규복*, 전상구[1]
충남대; [1]한국에너지기술연구원
(kkubok@gmail.com*)

청록수소는 메탄 분해 반응을 이용하여 수소와 고체 탄소를 생산을 하는 방식으로 수소 생산 과정에서 이산화탄소의 배출이 없으며, 고부가의 CNT를 생산이 가능하다는 장점이 있어 경제적이면서 친환경적인 수소로 주목을 받고 있다. 청록수소를 생산하기 위한 방법 중 하나인 Catalytic Decomposition of Methane (CDM)은 촉매를 이용해 메탄을 분해하는 방법이지만 공정의 효율을 최대화하기 위해 최적화된 촉매의 선정이 필요하다. 본 연구에서는 CDM 공정에서 주로 쓰이는 Ni과 산소 저장능력이 뛰어난 CeO2를 지지체로 사용하여 실험을 진행하였다. 추가적으로 Ni에 전이금속류를 첨가하여 Ni/CeO2의 CDM 반응성에 미치는 영향을 고찰하였다. 합성한 촉매에 대해 BET, TEM, TPD, TPR 분석 등으로 물성을 파악하였다. Thermogravimetric Analyzers (TGA)에서 촉매를 로딩하여 반응 실험을 진행하였고 500 ℃에서 환원한 뒤 600 ℃에서 메탄을 흘려주며 수행하였다.

P촉매금-37

Anchoring effect promoted $Ni/Ce_{0.8}Zr_{0.2}O_2$ catalysts by controlling the number of oxygen defect sites for dry reforming of methane reaction

류수진, 김범준, 김경진, 홍가람, 노현석*
연세대
(hsroh@yonsei.ac.kr*)

As the progress of climate change has accelerated in recent years, it is necessary to reduce greenhouse gas emissions. Dry reforming of methane (DRM: $CH_4 + CO_2 \rightarrow 2H_2 + 2CO$) is promising technology in that it uses CO_2 and CH_4 which are greenhouse gases. However, DRM has some drawbacks such as sintering and coke formation. We prepared $Ni/Ce_{0.8}Zr_{0.2}O_2$ catalysts with various calcination conditions of supports (20% H_2/N_2, N_2, Air) to overcome these issues. The oxygen defective condition promotes the oxygen defect sites on the support materials. Moreover, it influences the number of anchoring sites which is related to the Ni dispersion. Among the prepared catalysts, the 20% H_2/N_2 catalyst shows the highest activity and stability (GHSV=432,000 h^{-1}). This is mainly due to high oxygen storage capacity (OSC) and Ni^0 dispersion.

P촉매금-38

니켈-철 수산화물 표면 합성을 통한 니켈/몰리브덴 산화물 이종구조 알칼라인 수전해 촉매

김경수, 이도창*
한국과학기술원
(dclee@kaist.edu*)

The increasing challenges presented by climate change due to the release of greenhouse gases and pollutants from fossil fuels have intensified the need for sustainable and clean energy alternatives. Hydrogen, as an eco-friendly and economical energy source, can be produced via alkaline water electrolysis (AWE). A major factor influencing the efficiency of AWE catalysts is the oxygen evolution reaction (OER), which is inherently slow because of its complex electron-proton dynamics. Previous research emphasized that the lattice oxygen in metal oxides and metal (oxy)hydroxides can boost the OER by assisting in O-O bonding. In this study, we present an effective OER catalyst designed by coating Ni-MoO_2 with a NiFe hydroxide layer, using a straightforward chemical bath deposition method. This $Fe(OH)_2$ coating on Ni-MoO_2 results in a significant drop in overpotential to 223 mV and a Tafel slope of 37.0 mV/dec, a marked improvement from the original Ni-MoO_2 values of 262 mV and 84.2 mV/dec, respectively. Impressively, this $Fe(OH)_2$-coated catalyst displays stable performance, with only a minor 3 mV shift in overpotential after 24 hours of continuous operation.

P촉매금-39

계산과학을 활용한 메타크릴산 제조용 헤테로폴리산 2단계 촉매의 메커니즘 규명 및 반응 최적화

부종찬, 이상경, 유종석*
서울시립대
(jsyoo0927@gmail.com*)

메틸 메타크릴레이트(MMA)는 아크릴 수지 및 도료, 접착제 등의 주원료로 쓰이는 매우 중요한 화합물이다. 합성과정에서 메타크롤레인(MAC)과 메타크릴산(MAA)이 반응 중간체로 사용된다. MAC 부분 산화반응을 통한 MAA 생성반응은 MMA 합성공정에 전체적인 생산성을 저해한다. 따라서 반응성 향상을 위한 촉매 개발이 필수적이다. 일반적으로 PMo12O40(PMO) 기반의 헤테로폴리산 촉매는 MAC 부분 산화반응에 좋은 활성을 보인다. 헤테로폴리산 촉매는 shell metal, counterion 등의 여러 구성요소를 가지고 있으며, 각 구성요소의 변화에 의한 촉매 활성 변화 연구가 진행되고 있다. 하지만 PMO 기반 촉매 상에서 MAC 부분 산화를 통한 MAA 생성반응의 메커니즘은 알려진 바가 없다. 촉매 상에서의 반응은 복잡한 과정을 거치기 때문에 계산화학을 이용하여 정밀한 반응 메커니즘 규명이 필요하다. 전체 반응의 반응성 혹은 선택도를 저해하는 특정 단계를 파악하는 것은 촉매 설계에 도움을 줄 것이다. 따라서 본 연구를 통해 MAC 부분 산화반응 메커니즘을 이해하여 촉매의 기본적 특성과 활성 사이트를 제시하고자 한다.

P촉매금-40

Surface modification through liquid nitrogen exfoliation and plasma for improved WS_2 properties as environmental catalysts

최예진, 김동혁, 이명진, 정보라, 예보라, Li Oi Lun Helena[1], 김홍대*
한국생산기술연구원; [1]부산대
(hdkim@kitech.re.kr*)

Transition metal oxides (TMOs) for environmental catalysts have an important relationship with support for their stability and activity. High dispersion of TMOs is required to obtain excellent catalytic activity despite their low contents. Therefore, support should have a large specific surface area and many functional groups to deposit TMOs on the surface without agglomeration. In this study, tungsten disulfide (WS_2) was selected as support, and modified. Although WS_2 has good dispersibility and chemical stability such as sulfur resistance, dangling bonds were only distributed on the edge site of pristine WS_2. Therefore, the in-plane-of (002) is an inappropriate surface as support. After exfoliation through heating/liquid nitrogen immersion cycles, gas-liquid interface plasma (GLIP) treatment solved the mentioned problem by generating functional groups to surface. The surface treatments increased the specific surface area and the amounts of active sites, and the improved properties were characterized. In addition, TMOs were loaded on the modified WS_2. It was tried for NH_3-SCR catalyst in a field of

P촉매금-41

선택적 산화 방법으로 제조된 촉매를 이용한 고순도 FDCA를 위한 낮은 pH에서의 전기화학적 바이오매스 산화

윤상, 이동기[1]*
과학기술연합대학원대; [1]한국과학기술연구원
(dnklee@kist.re.kr*)

2,5-Furandicarboxylic acid (FDCA), an oxidation product of biomass-derived 5-Hydroxymethylfurfural (HMF), is attracting much attention as a precursor of polyethylene-2,5-furandicarboxylate (PEF), a biopolymer that can replace petroleum-derived polyethylene terephthalate (PET). However, due to low performance and stability at low pH, the electrochemical oxidation of HMF to produce FDCA usually proceeds in a high pH alkaline solution, resulting in low-purity FDCA due to polymerization of HMF. In this study, in order to improve performance of the transition metal compound at a lower pH, a catalyst was prepared by selectively oxidizing an element that can have a high oxidation state, and Linear Sweep Voltammetry (LSV) and High Performance Liquid Chromatography (HPLC) analysis were performed at different pH. As a result, it is possible to improve performance, which are problems in the electro-oxidation of transition metals at low pH for high purity FDCA.

P촉매금-42

암모니아 분해용 IrRu bimetallic 촉매 제조 및 특성 분석

신경수, 조성준*, 신경수
전남대
(sjcho@chonnam.ac.kr*)

수소 제조 방법 중 주목받고 있는 암모니아 분해 공정은 암모니아를 질소와 수소로 분해하는 반응으로 탄화수소를 이용한 수소 생산 공정과 비교하여 친환경적인 수소 생산 공으로 알려져 있다. 암모니아 분해 공정에서 Ru 금속은 우수한 활성금속으로 알려져 있지만, 고온내구성의 향상이 필요하다. 본 연구에서는 alumna에 Ir과 Ru 금속 이온을 담지하여 bimetallic 촉매를 제조하였다. 우선 Ir 금속 이온을 alumina에 함침법으로 담지하고 673K 에서 열처리 후, 673K에서 수소로 환원하여 Ir/alumina를 제조하였다. 이후 Ru 금속 이온을 담지하여 수소 환원함으로써 이원금속촉매를 제조하였다. 제조한 IrRu 촉매는 X-선 회절 분석, EDS 분석, 질소 흡착법, TPD 분석 등을 통해 촉매의 구조 및 특성 등을 관찰하였다. 이를 바탕으로 암모니아 분해 반응에서 IrRu 촉매의 성능을 평가하고자 하였다.

P촉매금-43

CO_2 수소화에서 FeK/$CuAl_2O_4$ 내 촉매 구성 요소 간 거리 조절에 의한 수소 스필오버의 조절 결과

김용석, 김유환, 염현지, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

We fabricate potassium-promoted iron-based catalysts supported on $CuAl_2O_4$ spinel oxides (denoted as FeK/CAO) to effectively control hydrocarbon selectivity from CO_2 hydrogenation. The controlled thermal treatment of FeK/CAO catalysts changed composition of individual catalytic components, their oxidation states, and their mutual distances, which played a pivotal role in modulating the selectivity between olefins and paraffins. The FeK/CAO catalyst thermally treated at 600℃ accelerated the secondary hydrogenation of olefins on the catalyst surface, resulting in high paraffin selectivity. On the other hand, the FeK/CAO catalyst thermally treated at 1000℃ exhibited reduced hydrogenation tendencies due to insufficient hydrogen supply from neighboring Cu species, resulting in low paraffin selectivity. The comprehensive characterization relating with the interpretation of reaction results proposed that the hydrogen spillover can be influenced by distancing the hydrogenation catalytic sites and C–C bond formation catalytic sites, and their degree of oxidation states. This study successfully demonstrates the ability to finely control the ratio of olefins to paraffins in the hydrocarbon products derived from CO_2 hydrogenation.

P촉매금-44

온화한 조건에서 암모니아 합성을 위한 루테늄계 촉매의 이중 지지체 효과

우라윤, 이경호, 김선형, 김재형, 심준목, 윤형철*
한국에너지기술연구원
(hyoon@kier.re.kr*)

그린 수소의 장시간 저장과 운송이 가능한 암모니아의 수요가 증가하면서 그린 수소를 암모니아로 값싸게 전환하거나 기존 상용 촉매보다 고효율의 촉매 개발 기술이 요구되고 있다. KBR 암모니아 공정(KAAP)에서 상용으로 사용되는 Ru계 촉매는 저온에서 특유의 높은 활성으로 인하여 2세대 암모니아 합성 촉매로서 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 Ru 촉매에 지지체로서 $support^a$, $support^b$ 그리고 $support^{a+b}$를 합성한 촉매에 대해 소개한다. 촉매의 반응 실험(400 ℃, 50 bar) 및 촉매 특성화 분석 결과, $support^a$ 그리고 $support^b$의 단일 조성보다 $support^{a+b}$의 이중 지지체는 촉매의 활성에 긍정적인 영향을 끼치며 지지체의 수소이온지수(pH)는 촉매의 성능을 좌우하는 주된 요소임을 확인하였다. 따라서 Ru 촉매에 수소이온지수(pH)를 조절한 이중 원소 지지체의 첨가는 Ru 촉매의 성능을 크게 향상시킬 수 있으며, 이는 고효율의 Ru계 암모니아 촉매 발전에 상당한 가능성을 가진다.

P촉매금-45

방향족 화합물을 환원제로 이용한 NO 저감 기술 연구

정천우*, 이동철, 김준우, 김지원, 김성중
포항산업과학연구원
(cjeong@rist.re.kr*)

연소과정의 고온 분위기로 인해 질소산화물이 생성되며, 일반적으로 암모니아 또는 요소수를 이용하여 선택적 촉매 환원 반응에 의해 질소산화물을 저감할 수 있다. 질소산화물은 환원제인 암모니아 또는 요소수와 반응을 통해 저감되는데 일반적으로 저장 탱크 및 주입 장치가 필요하다. 규모가 작은 사업장인 도장시설의 경우, 도포한 염료를 건조하는 과정을 위해 고온의 열이 필요하고 연소시설이 포함되어 있는 경우도 있다. 이런 경우 공정의 배가스에는 염료에 포함되어 있던 용매인 휘발성 유기화합물과 질소산화물이 모두 포함되어 있다. 발생한 휘발성 유기화합물은 질소산화물을 제거하는 환원제로 사용할 수 있으며, 촉매의 성능에 따라 활성이 달라질 수 있다. 이에 본 연구에서는 함침법으로 촉매를 제조하여, 촉매 물성 분석을 하였고, 연속식 반응장치를 이용하여 활성 평가를 수행하였다.

P촉매금-46

CuCo 나노합금 촉매의 γ-부티로락톤에서 1,4-부탄디올 화학적 선택 변환에 대한 연구

김범수, 윤광남*, 서정길[1]
한국화학연구원; [1]한양대
(gnyun@krict.re.kr*)

A series of supported CuCo alloy catalysts was studied for the catalytic hydrogenation of the γ-Butyrolactone to 1,4-Butanediol at 200 °C under a hydrogen pressure of 30 bar. The total metal loading of the CuCo catalysts was fixed at 10wt% with varying copper-to-cobalt ratios (8:2, 6:4, 4:6, and 2:8). The mono metal Cu catalyst exhibited minimal conversion. In contrast, the formation of Cu-Co alloy catalysts led to increase GBL conversion and BDO selectivity. Furthermore, the increase of Co loading slightly enhanced GBL conversion while showing the over-hydrogenation with formation of 1-propanol. Those results are resulted from the changes in chemical and electronic properties of copper-cobalt alloy. CuCo(6:4)/SiO_2 was identified as the optimal ratio for GBL to BDO conversion of 70% and selectivity of 95%. A contact time study on CuCo(6:4)/SiO_2 demonstrated the reaction pathway and kinetic parameters for chemoselective transformation of GBL hydrogenation. Furthermore, the CuCo(6:4)/SiO_2 catalyst showed robust stability in a continuous flow reactor with maintaining BDO selectivity of 95% and GBL conversion of 60%.

P촉매금-47

세륨 이온 교환된 몰리브데넘 제올라이트 촉매의 안정적인 천연가스 탈수소방향족화반응

김상윤, 이관영*
고려대
(kylee@korea.ac.kr*)

천연가스 탈수소방향족화 반응은 천연가스를 사용하여 고부가가치 화합물을 만들 수 있는 적절한 방법이다. 그 중에서도, MDA라고 불리는 메테인 탈수소방향족화반응은 널리 연구되어 왔지만, 이 반응은 초기 높은 활성을 고온 코크 축적 때문에 유지할 수 없다. 촉매를 재생하고 코크를 제거하기 위해, 산화를 통한 코크 전환이 널리 사용되어 왔다. 하지만, 이런 고온 산화조건에서는, HZSM-5 제올라이트 촉매는 탈수소방향족화 반응의 활성점인 알루미늄 site를 잃게 된다. 따라서, 저온에서의 코크 산화는 장기간 안정적인 활성 유지를 위해서 필수적인 요소이다. 이를 위해, Ce 금속을 코크 저온 산화를 위한 promoter로 사용하여 촉매를 제조하였다. Ce 금속을 Solie state ion exchange method를 이용하여 도입하였으며, physical mixing, ion exchange, incipient wetness impregnation method 또한 이용하였다. 그 이후 몰리브데넘을 활성 금속으로 도입하였다. 그 결과, Ce 도입을 통해 20 ℃가량의 코크 산화 온도 감소가 나타났으며, 이는, Ce 산화물의 높은 활성 산소 생산 능력 때문으로 판단하였다. 천연가스 탈수소방향족화반응과 촉매 특성화 분석을 통하여 촉매의 활성과 안정성에 대한 이유를 탐구하였다.

P촉매금-48

Introducing Pt and varying synthesis method for Pd-Rh/Al_2O_3 Three-way catalyst to improve catalytic activity and thermal stability

우효성, 이관영*
고려대
(kylee@korea.ac.kr*)

세계적으로 자동차 배기가스에 대한 규제 강화로 가솔린 자동차의 삼원촉매(TWC)에 대한 연구가 필요하다. 삼원촉매는 CO, NOx 및 HC와 같은 가솔린 차량의 유해한 배출 가스를 저감 시키는 역할을 한다. 기존 삼원촉매에 관련한 연구들에서는 귀금속 Pd와 Rh이 Pt보다 저렴했기 때문에 삼원촉매에 주로 사용되었다. 그러나 최근에는 Pt의 가격이 Pd 및 Rh에 비해 저렴하여 삼원촉매에 Pt를 도입하는 연구가 필요하다. 또한 삼원촉매는 가솔린 엔진의 높은 온도 때문에 높은 열적 안정성도 확보되어야 한다. 삼원촉매의 형태는 합성 방법에 따라 달라지며 이는 촉매의 활성 및 열 안정성을 변화시킨다. 따라서 최적의 삼원촉매 합성법과 적절한 귀금속 비율을 통해 고활성 고내열성 삼원촉매를 제조해야 한다. 본 연구에서는 최적의 합성 방법을 규명하여 두 가지 bimetal촉매(PdPt 및 PtRh)의 물리적 혼합을 통해 제조한 촉매가 가장 높은 열 안정성을 보임을 확인하였고 또한, 높은 Pt 비율의 촉매가 고온 열처리 후에 가장 높은 활성을 나타내는 것을 확인하였다. 이 최적의 촉매의 활성과 내열성이 향상되는 이유를 알아보기 위해 제조된 촉매에 대하여 여러 가지 특성화 분석을 진행하였다.

P촉매금-49

전이금속 담지 알루미나 촉매에 의한 암모니아로부터 수소제조에 관한 연구

김동규, 최유진, 오유진, 박세연, 안호근*
순천대
(hgahn@sunchon.ac.kr*)

탄소중립은 지구온난화와 환경문제를 해결하기 위해 꼭 달성 해야 할 목표이다. 탄소중립 실현을 위해서는 탄소를 발생시키지 않는 재생에너지가 필요한데 이에 국내에서는 재생에너지로써 수소에너지의 비중을 늘리고 있다. 수소를 제조하는 방법은 여러 가지 방법이 있지만, NH3 분해반응은 H2와 N2만이 생성되므로 유해가스 배출이나 탄소배출 없이 H2를 생산하는 방법이다. 따라서 환경문제를 해결함과 동시에 수소경제 시장을 선점하기 위해서는 NH3 분해반응을 이용하여 수소를 제조하는 데에 있어서 우수한 제조효율을 나타내는 촉매가 요구된다. 본 연구에서는 지지체로 Al2O3를 사용하고, 활성금속으로는 전이금속인 Co와 Ni 등을 사용하여 제조한 촉매들에 대한 NH3 분해 활성과 선택성을 알아보고자 한다. 촉매는 지지체로 분말 형태의 Al2O3를 사용해 함침법으로 Co와 Ni 등을 각각 담지하여 제조하였다. 담지량은 0, 2, 5, 10 및 15wt%로 변화시켰다. 제조된 촉매의 활성은 U자형 고정층 반응기를 이용하여 수행하였고, GC-TCD로부터 얻은 데이터를 통해 암모니아 전화율과 수소, 질소에 대한 선택도를 얻었다. 촉매의 물성은 BET, XRD 등을 이용하여 조사하였다. 촉매의 전화율은 Co의 담지율이 증가함에 따라 증가하다가 감소하는 경향을 보였다. 촉매의 물성 및 촉매 활성에 대한 자세한 결과는 포스터를 통하여 제시하고자 한다.

P촉매금-50

귀금속 담지 알루미나 촉매에 의한 암모니아로부터 수소제조에 관한 연구

신현희, 안호근*, 최정민
순천대
(hgahn@sunchon.ac.kr*)

세계적으로 천연자원이나 화석연료의 무분별한 사용이 계속됨에 따라 탄소중립을 위한 경제적·사회적 정책이 강화되고 있다. 이를 위해 무탄소 재생에너지로의 전환 수단으로 수소를 사용하는 방법을 채택했다. 수소를 제조하는 방법은 여러 가지 방법이 있지만, NH3 분해반응은 H2와 N2만이 생성되므로 유해가스 배출이나 탄소배출 없이 H2를 생산하는 방법이다. 따라서 환경문제를 해결함과 동시에 수소경제 시장을 선점하기 위해서는 NH3 분해반응을 이용하여 수소를 제조하는 데에 있어서 우수한 제조효율을 나타내는 촉매가 요구된다. 본 연구에서는 지지체로 Al2O3를 사용하고, 활성금속으로는 귀금속인 Pd과 Pt 등을 사용하여 제조한 촉매들에 대한 NH3 분해 활성과 선택성을 알아보고자 한다. 촉매는 지지체로 분말 형태의 Al2O3를 사용해 함침법으로 Pd과 Pt 등을 각각 담지하여 제조하였다. 담지량은 0, 0.5, 1, 2 및 5wt%로 변화시켰다. 제조된 촉매의 활성은 U자형 고정층 반응기를 이용하여 수행하였고, GC-TCD로부터 얻은 데이터를 통해 암모니아 전화율과 수소, 질소에 대한 선택도를 얻었다. 촉매의 물성은 BET, XRD 등을 이용하여 조사하였다. 촉매의 전화율은 Pt의 담지율이 증가함에 따라 증가하고, 반응온도의 증가에 따라 증가하는 경향을 보였다. 촉매의 물성 및 촉매 활성에 대한 자세한 결과는 포스터를 통하여 제시하고자 한다.

P촉매금-51

수증기/이산화탄소 복합 개질 반응에서 열적 내구성 향상을 위한 Al이 도입된 $LaMnO_3$ 기반 Ni 촉매 개발

강호인, 지서린, 우효성, 이관영*
고려대
(kylee@korea.ac.kr*)

주된 온실가스인 CO_2와 CH_4의 배출을 억제하기 위한 방안 중 하나로써 CO_2와 CH_4를 산업적으로 가치 있는 합성 가스인 H_2와 CO로 전환시킬 수 있는 CH_4의 수증기/이산화탄소 복합 개질 반응이 연구되고 있다. 이 반응을 통해 생성된 H_2/CO 비율은 2로써 산업적으로 유용한 탄화수소나 메탄올로 전환되기에 적합하다. 기존의 Ni 촉매의 경우, 촉매 표면의 coke 형성에 따른 deactivation, 높은 반응 온도(800℃)에 따른 촉매의 열적 분해 문제를 해결해야 한다. Exsolution이 일어난 $LaMnO_3$ perovskite 기반 Ni 촉매의 경우, 표면에 Ni 입자가 고르게 분포됨과 동시에 강한 metal support interaction을 형성하여 coke 저항성을 갖는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 $LaMnO_3$ 기반 Ni 촉매에 Al을 도입함으로써 열적 안정성과 coke 저항성을 갖는 촉매를 개발하고자 하였다. XRD, TEM 분석 결과, Al 도입한 촉매의 경우, 900℃ 이상의 고온에서도 perovskite 구조를 유지함을 확인하였으며, 기존 촉매 대비 높은 활성을 보임을 확인하였다.

P촉매금-52

메탄 건식 개질 반응을 위한 나노 Ni 결정 담지 마그네슘실리케이트 MWW 촉매 개발 연구

권성준, 박민범*
인천대
(mbpark@inu.ac.kr*)

본 연구에서는 다양한 구조의 마그네슘실리케이트 (Mg-DML-x (x = 100-180 ℃))를 보로실리케이트 MWW 전구체와 질산 마그네슘 수용액의 혼합모액의 단일단계 수열 전환을 통해 합성하였다. 100 ℃ 에서 180 ℃까지 수열 온도가 상승하며 Mg-DML의 결정구조는 3차원의 tectosilicate로부터 층간 박리된 2차원 MWW 구조 및 2차원의 무결정 phyllosilicate로 변화하였고, 동시에 구조 내 붕소 원소(B)가 Mg으로 치환되며 촉매 내 Mg 원소의 양은 연속적으로 증가하였다. Mg 원소의 화학적 상태를 XPS를 통해 분석했을 때 Mg-DML-80-160은 골격구조 내 Mg가 주를 이룬 반면, Mg-DML-180은 MgO가 주요한 촉매 내 Mg 원소임을 확인할 수 있었다. 이러한 물리화학적 특성 차이로 인해 Mg-DML-160이 가장 염기성이 컸으며, 담지한 Ni 종과 Mg-DML-160 간 가장 강한 support-metal interaction으로 인해 Ni/Mg-DML-160은 가장 높은 Ni 종의 분산도를 보였다. 이러한 뛰어난 물리화학적 특성으로 인해 Ni/Mg-DML-160은 메탄 건식 개질 반응(DRM)에서 본 연구에 적용한 촉매들 중 가장 뛰어난 촉매 활성 및 안정성을 보였다. 본 연구는 향후 구조 내 Mg원소로 인해 생성되는 Lewis 염기성과 2 차원 MWW 구조의 시너지 효과를 가진 촉매 지지체가 DRM 반응을 위한 뛰어난 지지체로 이용될 수 있음을 제시한다.

P촉매금-53

In situ fabrication of Ag decorated porous ZnO photocatalyst via inorganic-organic hybrid transformation for degradation of organic pollutant and bacterial inactivation

송민석, Ruturaj P. Patil, 황인선, Mahadeo A. Mahdik, 장태후, 오병택, 채원식[1], 이현휘[2], 최선희[2], 장점석*
전북대; [1]KBSI 대구센터; [2]포항가속기연구소
(jangjs75@jbnu.ac.kr*)

In this study, firstly in situ silver (Ag) decorated inorganic-organic ZnS(en)0.5 hybrids were synthesized via a solvothermal route using different Ag concentrations. Furthermore, a porous Ag-ZnO nanostructure was successfully fabricated via a post-heat treatment. The formation of the porous ZnO structure resulted from the removal of organic moieties from the inorganic-organic ZnS(en)0.5-Ag hybrids photocatalysts during the annealing process. Photoluminescence (PL) spectra showed that the Porous Ag-ZnO interface could efficiently separate the photoexcited charge carriers. The optimal porous Ag-ZnO photocatalyst exhibited excellent photocatalytic degradation activity, with 95.5% orange II dye and 97.2% bisphenol A (BPA) degradation under visible light conditions. Additionally, the photocatalytic inactivation of Escherichia coli (E. coli) and Staphylococcus aureus (S. aureus) led to a 97% inactivation rate after 2 h under dark conditions. Trapping experiments were based on the understanding that superoxide anion (O2−) radicals and holes (h+) are the major reactive oxygen species (ROS). The improved photocatalytic dye

P촉매금-54

Advancing the HER performance using Ni_3S_2-MoN composite on Ni foam (Ni_3S_2-MoN/NF) catalyst

최예지, 윤덕현*
강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

Hydrogen energy is considered as a promising substitute for fossil fuels due to its high energy density and environmentally benign characteristics. Among the various approaches, green hydrogen production through electrolysis emerges as the most viable way for achieving carbon neutrality. To establish widespread application of water electrolysis system, the development of non-precious metal catalysts for hydrogen evolution reaction (HER) is imperative. The Ni_3S_2 catalysts are proposed as a possible replacement to Pt-based catalysts, leveraging their earth-abundance and low electrical resistivity. Nevertheless, the activity and stability of Ni_3S_2 are not satisfactory to compete with Pt-based catalysts. In this study, we prepared Ni_3S_2-MoN composite on nickel foam (Ni_3S_2-MoN/NF) by one-step annealing of metal precursor, nickel foam, and thiourea under N_2 flow. The resultant Ni_3S_2-MoN/NF catalyst recorded high HER activity with overpotentials of 79, 154, and 186 mV at 10, 50, and 100 $mAcm^{-2}$, respectively. In addition, the catalyst exhibited excellent stability for 24 h at 10, 50, and 100 $mAcm^{-2}$.

P촉매금-55

Rapid synthesis of Ni_xFe_y oxyhydroxide catalysts via dip-coating method for oxygen evolution reaction

박병규, 윤덕현*
강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

In order to relieve the energy crisis and reduce the human impact on the environment, research and development of alternative energy sources are necessary. Among these, hydrogen has emerged as a promising sustainable energy candidate. Its production via water electrolysis, an eco-friendly approach, has gained substantial attraction. However, the oxygen evolution reaction suffers from slow reaction kinetics due to its four-electron transfer process. Thus, development of active, stable, and cost-effective OER catalysts is essential for large-scale application of water electrolysis system. In this study, nickel-iron oxyhydroxide nanosheets are synthesized using a simple dip-coating method. By immersing a nickel foam into a precursor solution for less than a minute, nickel-iron oxyhydroxide catalyst is generated on the substrate. The resultant nickel-iron oxyhydroxide exhibits high OER performance with a low overpotential of 250 mV at a current density of 50 mA cm^{-2} and long-term stability for 12 h.

P촉매금-56

Enhanced Electrochemical Nitrate Reduction to Ammonia Using Homogeneously Dispersed Mo_2C Nanoparticles on Carbon Nanotube-Reduced Graphene Oxide Support

장소은, 윤덕현*
강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

Ammonia is a versatile chemical employed in various areas such as fertilizers, explosives, and pharmaceuticals. The conventional method of ammonia production relies on the energy-intensive Haber-Bosch process, necessitating elevated temperatures and pressures. A promising alternative is the electrochemical nitrate reduction reaction (NITRR), which not only produces ammonia but also eliminates nitrate pollutant under ambient conditions. However, efficient electrocatalysts having high activity and stability are required for NITRR, particularly when dealing with low nitrate concentrations. In this study, we report the utilization of Mo_2C/CNT-RGO as a novel catalyst for NITRR. The Mo_2C/CNT RGO showed significantly improved performance for NITRR compared to Mo_2C/CNT and bare Mo_2C, with NH_3 production rate of 1.50 $mgh^{-1}cm^{-2}$ and Faradaic efficiency of 92.9 % when operating at −0.3V (vs RHE) under 20mM NO_3^-. The enhanced activity of Mo_2C/CNT-RGO originates from the CNT-RGO support, which provides high conductivity and large surface area to Mo_2C.

P촉매금-57

Upscaling productivity of liquid hydrocarbons over multifunctional K-promoted $Fe/CuAl_2O_4$ catalyst through direct conversion of CO_2

염현지, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

The direct hydrogenative conversion of CO_2 to value-added liquid hydrocarbons is a promising technology, which mitigates CO_2 emissions and dwindles dependency on petrochemicals. However, the high inertness of CO_2 and the high activation barrier associated with C-C coupling are still challenging. Here, we report a highly active, selective, productive, and stable multifunctional K-promoted $Fe/CuAl_2O_4$ catalyst, which achieved outstanding performance for the production of C_{5+} hydrocarbons with a record productivity of 429.4 mL g_{cat}^{-1} h^{-1} with a low CO selectivity. Using spectroscopic characterization of the catalysts and controlled reaction studies, we show that the synergistic effect resulting from the interfacial contact between the different active phases in the catalysts and the amphoteric properties of the catalysts. It is pivotal in facilitating the consecutive activation of the reverse water-gas shift (RWGS) and Fischer-Tropsch synthesis (FTS) reactions. A cooperative interplay between catalytic components in proximity results in highly sustainable performance without catalyst

P촉매금-58

Development of molybdenum carbide imbedded nitrogen doped carbon nanofibers as an electrocatalyst for hydrogen evolution reaction

박세진, 윤덕현*
강원대
(youndh@kangwon.ac.kr*)

Hydrogen energy has emerged as an alternative to fossil fuels owing to its eco-friendly characteristics and high energy density. Electrochemical water splitting is a promising method for hydrogen production, where Pt-based materials have been employed as the most efficient catalysts for hydrogen evolution reaction. However, the high cost and limited reserve of Pt necessitate the exploration of catalysts based on non-noble metals. Lignin is a substantial byproduct of the pulp industry and requires innovative methods for valorization as a biopolymer due to its considerable CO_2 emissions during combustion. In this study, we have prepared kraft lignin-based molybdenum carbide in nitrogen doped carbon nanofibers (Mo_2C/NCNF) via a facile and economical electrospinning process. The resultant Mo_2C/NCNF exhibits distinctive one-dimensional morphology, with finely dispersed Mo_2C nanoparticles imbedded within NCNF. Due to the abundant active sites and facile charge transfer compared to the conventional Mo_2C on nitrogen doped carbon prepared by pyrolysis, the Mo_2C/NCNF showed improved HER performance with small overpotential for hydrogen evolution reaction in acidic media

P촉매금-59

촉진제가 철 촉매를 이용한 암모니아 합성에 미치는 영향

우희창, 윤형철*, 이경호, 배윤상[1]
한국에너지기술연구원; [1]연세대
(hyoon@kier.re.kr*)

1900년대 초반, Haber-Bosch 공정이 개발된 이래로, 암모니아 합성은 화학산업의 핵심산업 중 하나로 존재해왔다. 비료 생산에 사용되며 급격한 인구증가로 인한 식량부족문제를 해결하였으며, 최근 들어 암모니아가 수소 캐리어로써의 역할이 대두되면서 그 중요성은 증가하고 있다. 암모니아 합성은 전세계 에너지 소모량의 2%를 소모하는 공정이며, 이는 Haber-Bosch process의 높은 압력과 온도의 영향이 지배적이다. 이를 해결하기 위해 다양한 촉매의 개발이 이루어지고 있다. Fe는 Haber-Bosch 공정 개발 초기부터 사용되어 왔으며, Ru 촉매에 비해 저렴한 가격을 형성하고 있다. 본 연구에서는 철 촉매를 기반으로, 기반이 되는 철의 전구체에 따른 촉진제의 종류와 비율을 달리하여 그에 따른 반응속도, 암모니아 수율 및 안정성 측면의 연구를 진행하였다. 다양한 촉진제의 조합에서 발생하는 시너지 효과를 조사하여 촉매의 비활성화와 소결 등의 문제를 해결하기 위한 개선된 촉진제 – 촉매 간 상호작용에 대해 연구하고, 결과적으로 암모니아 합성 효율의 증가를 목표로 한다. 위 연구를 통해 암모니아 합성을 위한 철 촉매에서의 촉진제 – 촉매 간 상호작용의 기본 원칙을 연구함으로써, 암모니아 합성 공정의 에너지 소모 개선을 통해 전반적인 암모니아 산업에 지속가능성, Habor-Bosch 공정을 통한 블루 암모니아 합성에 기여할 수 있을 것이다.

P촉매금-60

Effect of copper-based oxide catalysts prepared by electrodeposition-based synthesis technique on the reaction chemistry and performance: from electrocatalytic glycerol oxidation reaction technology

오이슬, 박종혁, 김형주[1]*
연세대; [1]한국화학연구원
(hjkim@krict.re.kr*)

Electrocatalytic glycerol oxidation reaction (EGOR) technology is a promising technology capable of producing valuable chemical from glycerol, has been mainly studied with noble metal-based catalysts such as gold (Au), platinum (Pt), and palladium (Pd), known for their exceptional electrocatalytic performance. However, due to the high cost and low abundance of noble metals, there is a need for the design and development of non-noble metal catalysts such as nickel (Ni), cobalt (Co), molybdenum (Mo), copper (Cu), manganese (Mn), and others.In this work, Cu-based oxide catalysts (CuCo-oxide, Cu-oxide, and Co-oxide) nanostructure electrodes were prepared via a simple electrodeposition-based synthesis technique for use in the EGOR. we conducted a study on how non-noble metal-based oxide catalysts affect the reaction chemistry and performance for electrochemical glycerol oxidation compared to Au and Pt by using experimental and computational methods. The electrochemical oxidation performances of CuCo-oxide were better than that of Cu-oxide and Co-oxide, exhibiting lower onset potential and Tafel slope values, and higher specific

P촉매금-62

Catalytic Conversion of CH_3Cl to Light Olefins using SSZ-13 Zeolite

장한빛, 권승돈, 김영민[1], 김태완[1], 채호정[1], 나경수*
전남대; [1]한국화학연구원
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

C_2-C_4 based light olefins, such as ethylene and propylene, are crucial chemical industry feedstocks. Chloromethane to Olefin (CMTO) process resembles Methanol to Olefin (MTO) process, both being utilized for C_2-C_4 olefin synthesis. Unlike MTO, the CMTO process is an eco-friendly process that avoids the syngas pathway, known for emitting excessive CO_2. Despite this benefit, the CMTO research faces challenges in enhancing activity, olefin selectivity, and catalyst lifetime compared to the MTO process. This study focused on CH_3Cl conversion to light olefins using zeolite-based catalysts with controlled physicochemical properties via metal oxide impregnation. Manipulation of metal oxide type and quantity systematically adjusts zeolite acidity. It influences activity, olefin selectivity, and catalyst lifetime. Through several analyses like XPS, GC-MS confirmed that SnO_2 introduction in H-SSZ-13 zeolite triggers the preferred aromatics-based hydrocarbon pool pathway. This finding led to an increase in the production of C_2-C_4 olefins. Furthermore, our study identified key links between catalyst structure and performance, offering valuable insights for enhanced CMTO catalyst design.

P촉매금-63

Pd-Supported Nanosheet MFI Zeolites for Enhanced Dehydrogenative H_2 Release from 2-[(n-Methylcyclohexyl)methyl]piperidine as LOHC

허준혁, 나경수 *
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC) technology is attracting a lot of attention for its storage safety and transportation ability of hydrogen to organic substances, which can re-extract hydrogen through a dehydrogenation. In general, the LOHC compounds are divided into homocyclic and heterocyclic compounds, and the heterocyclic compounds exhibit high hydrogen release efficiency due to their low enthalpy of dehydrogenation. In this study, a catalytic dehydrogenation is conducted on 2-[(n-methylcyclohexyl)methyl]piperidine (H12-MBP). Pd-supported nanosheet MFI zeolite catalysts were synthesized, and it was confirmed that H2 yields and rate constants were correlated with acidity, mesoporosity, and adsorption behaviors of H12-MBP through catalyst analysis and reaction study. The Pd-supported nanosheet zeolites can be useful as highly active dehydrogenation catalysts not only for H12-MBP, which is investigated in this work, but also an effective for other basic N-containing heterocyclic or amphicyclic LOHC compounds.

P촉매금-64

Promotion of electrocatalytic oxygen evolution by mixed-ligands formation composite electrocatalyst based on Iron sources with heterostructure identification

Dac-Ngan Thi Thai , Huynh Ngoc-Diem , Duc-Viet Nguyen, 허승현*
University of Ulsan
(shhur@ulsan.ac.kr*)

Because of intense expectations about ensuring a sustainable future, energy conversion and storage processes, where electrocatalysis plays a key role, need to be highly efficient. In this report, we recommend a pathway to prepare composite electrocatalyst based on Iron sources with heterostructure identification defined as Fe-blm, Fe-(blm)@iCOH, Fe-(blm)@mIm, Fe-(blm)@Caf. This is a result of a mixed-ligands process with the main linker benzimidazole (blm) and the second linker substitution 2-imidazolecarboxaldehyde (iCOH), 2-methylimidazole (mIm), Caffeine (Caf). All samples illustrate the same crystalline identical to Fe_2O_3 crystalline however Fe-(blm)@Caf presents the lowest overpotential 250 mV at 10 mA cm^{-2} and smallest Tafel slope 47 mV dec^{-1} in the electrolyte of 1M KOH. Electrochemical measurement results convinced mixed-ligands can boost oxygen evolution reaction (OER) by formatting composite electrocatalysts. Besides, with nanoparticle morphology, Fe-(blm)@Caf also gives durability with no obvious

P촉매금-65

Ethanol activation of bead-type Pd/C alcogel for furfural hydrogenation

김강민, 김예은, 제정호[1], 이만식*
한국생산기술연구원; [1]부산대
(lms5440@kitech.re.kr*)

In the green heterogeneous catalytic systems, alginate has emerged as a potential materials for shaping powder catalysts into solid catalysts due to its biocompatibility, non-toxic, and ionic crosslinking characteristics. Herein, we prepared bead-type Pd/C alcogel catalysts and the prepared catalysts were activated in ethanol with N_2 and H_2 gas to study the effect of activation conditions on the furfural (FF) hydrogenation. Bead-type hydrogel was synthesized by gelation of alginate and the the prepared beads immersed into ethanol to form alcogel support. Then the catalysts were prepared by chemical reduction method. The result showed that bead-type Pd/C alcogel retained its porous structure by the insolubility of alginate in ethanol and increased stability. Optimal catalytic performance revealed at activation 100 ℃ under nitrogen gas, yielding a 92% FF conversion and 70% THFAL selectivity. Activation under nitrogen gas exhibited strong interaction between metal and support resulting the highest catalytic activity. We suggested that the ethanol activation condition affected the physical properties and chemical interaction of the alcogel catalysts.

P촉매금-66

Synthesis of high-silica LTA under varied synthesis parameters

이동규, 정동재, 강종헌*
서울대
(jonghunkang@snu.ac.kr*)

Small-pore zeolites have pore openings constructed from 8 tetrahedral atoms interconnected through oxygen atoms. These narrow pores (3.0-4.5 Å) allow the intracrystalline transport of small molecules and exhibit strong shape selectivity. Leveraging these characters, small-pore zeolites find applications in several important catalytic processes such as the methanol-to-olefins (MTO) reaction and the reduction of NO_x emissions. To ensure optimal catalytic activity, zeolites must have an appropriate elemental composition, typically characterized by a mid to high value of Si/Al molar ratio. It is now widely recognized that the Linde Type A (LTA) structure with a high-silica composition can be crystallized utilizing 1,2-dimethyl-3-(4-methylbenzyl)imidazolium (12DM34MBI) organic structure-directing agent (OSDA). However, achieving a diverse range of Si/Al ratios remains as a challenge. This study undertakes an exploration of various hydrothermal synthesis conditions for high-silica LTA zeolites (Si/Al = 8-∞) using 12DM34MBI OSDA. The influences of incorporating Al heteroatoms within the LTA framework, variation in temperature, the utilization of seeding, and the use of fluoride mineralizer on the crystallization kinetics were examined.

P촉매금-67

Hybrid kinetic Modeling of Methane Dehydroaromatization over Mo/ZSM-5 Catalysts.

김현아, 이진원*
C1가스 리파이너리 사업단
(jinwonlee@sogang.ac.kr*)

We propose a novel hybrid kinetic model for the methane dehydroaromatization (MDA) reaction over Mo/ZSM-5 catalyst. Unlike existing models, we incorporate carbon deposit formation as a deactivation model to predict practical behavior MDA reaction. Our approach merges the "apparent kinetic model" and "micro-kinetic model" to employ both observable components and catalytic properties. Validated through diverse fixed bed experiments, the reaction rate constant was estimated. By linking deactivation trends to carbon deposits, it accurately predict CH_4 conversion rates, component yields, and coke generation. This model not only enhances understanding of MDA under various operating conditions but also aids reactor performance estimation. Our study provides a robust tool by combining Mo/ZSM-5 properties and apparent gas concentrations, enabling reliable performance estimates.

P촉매금-68

Effects of controlling transition metals in zeolites for promoting electrophilic CH_4 chlorination

최유열, 권승돈, 고경철, 나경수*
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

One of the energy-effective methods for producing methyl chloride from abundant methane is methane chlorination. The optimal technique to make methyl chloride is through an equimolar reaction between methane and chlorine. However, selective production of methyl chloride is difficult due to the simultaneous occurrence of two different reactions: an electrophilic pathway and an uncontrollable radical pathway. In this study, we used a variety of transition metal ions to regulate the catalytic pathway to suppress radical reactions and increase electrophilic reactions. Our findings demonstrated that variable catalytic activity and selectivity were controlled depending on the type of metal ion used. We also performed DFT calculations to support our findings theoretically. The strong correlation between metal ions' LUMO energy and methyl chloride's selectivity supports the hypothesis of equimolar reactions. We also studied how the oxidation states of the metal ions affected the process.

P촉매금-69

Nanostructured Nickel-Copper alloy nanoparticles on Nickel foam for Efficient electro-oxidation of Ammonia

Pragyan Sharma, 정진석*
울산대
(jschung@ulsan.ac.kr*)

In the recent years, the ammonia electrooxidation (AOR) gained much attention owing to the anode reaction in direct ammonia fuel cell (DAFC) as well as for green hydrogen production. The electrolysis of ammonia requires 96% less energy (0.06V) than water electrolysis (1.23V) to produce hydrogen. However, its electrooxidation is a slow reaction that needs a large overpotential. In this study, we propose NiCu bimetallic alloy nanoparticles synthesised via facile hydrothermal route, using three different organic linkers. NiCu alloy obtained using benzene tricarboxylic acid linker, showed a high current density of 85mA/cm^2 at an onset potential of 0.5V (Vs Hg/HgO) and long term stability for 36 hours which shows its superior electrocatalytic activity and highly stable performance for electrocatalytic ammonia oxidation.

P촉매금-70

Improvement of Hollow Sphere MCM-22 for Aromatization of Acetylene by using Alumina-coated Carbon Spheres

원하림, 김희환, 전종현, 하경수*
서강대
(philoseus@sogang.ac.kr*)

Zeolite is a highly effective solid acid catalyst on the conversion of hydrocarbons, and its micropores offer shape selectivity and appropriate acid sites. Due to its small pore size, it could be rapidly deactivated during reaction by carbon deposit which could blocks their pores. In MWW-type zeolite, plate-like stacking structures can be easily modified during synthesis by using pillaring and exfoliation methods. In this study, MCM-22 zeolite with hollow spherical morphology (HS-MCM-22) was synthesized to improve the elimination of coke and reusability of spent catalyst. Hollow spherical MCM-22 was synthesized using carbon sphere (CS) as a hard template, and CS was coated with inorganic alumina to increase contact with zeolite precursor. The catalytic activity of HS-MCM-22 catalyst was evaluated for aromatization of acetylene. The catalyst was characterized through XRD, ICP-OES, NH_3-TPD-TPD, N_2 physisorption, SEM, and TEM analysis.

P촉매금-71

과잉 에틸렌 조건에서 아세틸렌 선택적 수소화 촉매의 표면 개질을 통한 안정성 및 성능 향상

김미르, 노인수*
서울과학기술대
(insoo@seoultech.ac.kr*)

A series of TiO_2-supported Pd single-atom catalysts for selective acetylene hydrogenation in an excess of ethylene using a strong electrostatic adsorption (SEA) method. High-angle annular dark-field scanning transmission electron microscopy (HAADF-STEM), CO Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) confirmed the presence of Pd in the monatomic state. Furthermore, functionalization with ionic liquids (ILs), octylphosphonic acid (OPA), and fluorinated OPA ligands (FOPA) enhanced catalyst stability by heightening resistance to coke formation. FTIR and XPS analysis validated electronic structural changes in Pd atoms induced by functionalization. This study unveils a promising avenue to enhance the stability and performance of single-atom catalysts susceptible to deactivation from coke, achieved through surface modification of the catalyst.Acknowledgements:This research was supported by the H2KOREA funded by the Ministry of Education(2022Hydrogen fuel cell-004, Innovative Human Resources Development Project for Hydrogen Fuel Cells)

P촉매금-72

Recovery of MMA from waste PMMA pellets using a nonthermal plasma and zeolites

김동현, 김희환, 김주찬, 응우엔 황 프엉, 변영창[1], 하경수*
서강대; [1]LX MMA
(philoseus@sogang.ac.kr*)

Processing waste plastic has been one of major global concerns. Generally, the thermolysis process for retrieving monomer, MMA (methyl methacrylate), from the waste PMMA (poly methyl methacrylate) requires considerably high reaction temperature over than 400 ^{o}C [1]. Despite an excellent performance of the thermolysis process in terms of MMA yield, inevitably by-produced methyl pyruvate and 2,3-butanedione from the waste PMMA are known to deteriorate the quality of the retrieved MMA and can cause a serious problem in re-polymerization process. In this study, a dielectric barrier discharge (DBD) plasma-assisted catalytic method to retrieve MMA from waste PMMA was successfully developed at a relatively low temperature. MCM-22 zeolite with high fraction of strong Brønsted acid sites (BAS) exhibited high MMA selectivity compared with a zeolite with less amount of the acid sites. Moreover, the representative byproducts, methyl pyruvate and 2,3-butanedione, were not observed in the products.

P촉매금-73

Kinetic modeling of oxidative dehydrogenation of propane with CO_2 over CrO_x/SiO_2 catalyst and assessment of CO_2 utilization

정일준, 김진수, 오현민, 박지수, 윤용주*
포항공과대
(yjyun@postech.ac.kr*)

As demand for propylene continues to grow as a raw material to produce value-added chemicals, oxidative dehydrogenation of propane with carbon dioxide (ODPC) is gaining attention as a sustainable process that can simultaneously achieve propylene production and carbon dioxide (CO_2) reduction. In this study, we constructed a kinetic model for ODPC over a CrO_x/SiO_2 catalyst and evaluated the net utilization of CO_2. This kinetic model is formulated based on the Mars-van Krevelen (MvK) mechanism to describe ODPC, encompassing a total 7 of multiple reactions within the ODPC network. Kinetic parameters of each reaction, apparent activation energy (E_a) and pre-exponential factor (k_0), are estimated using data from kinetic experiments performed at different reaction temperatures, reactant ratios, and space velocities. In assessing the net CO_2 utilization within the ODPC, we took into account not only the amount of CO_2 consumed within the reaction network but also the amount of CO_2 emitted during the reaction. This study elucidates the ODPC reaction network based on the MvK mechanism and provides an insight into utilizing CO_2

P촉매금-74

Effect of Erbium on Transition Metal Oxides for Enhanced Bifunctional Water Splitting

Ngoc-Diem Huynh , Dac-Ngan Thi Thai, Duc-Viet Nguyen, 허승현*
University of Ulsan
(shhur@ulsan.ac.kr*)

The need for an efficient electrocatalyst for bifunctional applications in water splitting is critical today. In this study, we explored the influence of Erbium (Er) on the electrochemical reactivity of transition metal oxides (M_xO_y) (where M= Fe, Co, Ni) for both hydrogen evolution reaction (HER) and oxygen evolution reaction (OER). Rare earth elements possess distinctive physicochemical attributes due to their occupancy of 4f electrons, making them a highly promising prospect for electrocatalysis. Furthermore, the interaction between the d orbitals of transition metals and the f orbitals of rare elements can establish electronic ladders, which facilitate charge transfer and sustain equilibrium in the adsorption energy of intermediates during water splitting processes. The HER overpotential at 10 mA/cm² was 160 mV, while it was 249 mV for the OER. The catalyst's performance remained at 99.4% and 99.6% of its initial activity after operating HER and OER for 30 h, respectively. As a result, this material has the potential to be an effective electrocatalyst in the future.

P촉매금-75

Functionalized-Metal-organic framework-derived Carbon Electrocatalyst for Nitrogen Reduction Reaction

Duc-Viet Nguyen, Ngoc-Diem Huynh, Dac-Ngan Thi Thai, 허승현*
University of Ulsan
(shhur@ulsan.ac.kr*)

The Haber-Bosch process for artificial N2 fixation at ambient temperatures has been replaced by electrochemical reduction, a method that is environmentally friendly and sustainable. The difficulty of N2 activation, however, highlights the need for effective electrocatalysts for the N2 reduction reaction (NRR). In this study, C-Atz-Cu is created as an NRR electrocatalyst with excellent activity and selectivity to convert N2 to NH3. Additionally, during the electrolysis and recycling tests, it exhibits remarkable stability.

P촉매금-76

Chemical Recycling of PET Waste for Sustainable PET-CO_2 Polyol Production

김하린, 채지영, 백준현*
숙명여자대
(joonhyun@sookmyung.ac.kr*)

Annually, over 300 million tons of plastics are produced globally, and the accumulation of non-biodegradable plastics reaches about 12.2 million tons per year. Poly(ethylene terephthalate) (PET) accounts for 18% of the total plastic waste and has a substantial impact on marine ecosystems. In this study, an eco-friendly solution is proposed which uses glycolyzed PET-derived bis(2-hydroxyethyl) terephthalate (BHET) as an initiator for polyol synthesis as well as the incorporation of CO_2 in the polyol structure. Double metal cyanide (DMC) catalyst has been recognized as the best catalyst for CO_2 insertion into polyol. However, because of the limitation of the DMC catalyst, the initiator must have a high molecular weight, which is expensive leading to an increase in the production cost. Therefore, we synthesized PET-CO_2 polyols using BHET glycolyzed from waste PET as an initiator, as well as PO and CO_2 as monomers. PET-CO_2 polyols exhibited the unique properties of polyurethane foams by having both ether bonds and ester bonds. Synthesizing novel PET-CO_2 polyols can reduce CO_2 and recycle PET to produce sustainable polyols that can replace petrochemical-based polyols.

P촉매금-77

Production of acetic acid through sustainable reaction cycle of CO_2 and CH_4 using nCo_3O_4@$mSiO_2$

양효근, 권승돈, 유영재, 최유열, 김나경, 고경철, 나경수*, 김계홍
전남대
(kyungsu_na@chonnam.ac.kr*)

Carbon dioxide (CO_2) is a significant contributor to global warming. One promising approach involves utilizing CO_2 adsorbents to capture and store CO_2 efficiently. However, the direct conversion of CO_2 poses challenges due to its high thermodynamic stability, demanding considerable energy input. To address this limitation, metal carbonate enables CO_2 to react at a lower energy level in a pre-activated state. An eco-friendly method to produce acetic acid involves the direct C-C coupling of pre-activated CO_2 with methane (CH_4), overcoming thermodynamic barriers. This study proposes a continuous acetic acid production process based on a sustainable carbon-consuming cycle. This cycle involves four essential steps: (i) CO_2 Activation, (ii) CH_4 Activation, (iii) C-C Coupling, and (iv) CH_3COOH Desorption, which can be repeated in a cycle. To enhance catalyst stability and increase surface area during continuous cycle reaction, we have synthesized the nCo_3O_4@$mSiO_2$ catalyst that has a silica core-shell structure.

P촉매금-78

철폐기물과 탄소계 소재를 이용한 메탄분해를 통한 수소 생산 메커니즘

손남규, 강미숙*
영남대
(mskang@ynu.ac.kr*)

In this study the production of green-blue hydrogen through methane pyrolysis, which can be a sustainable alternative to conventional fuel. The process involves decomposing methane to produce hydrogen and carbon, which can be utilized as an electrode material or additive. Various methods, including plasma, molten salt, and catalytic and non-catalytic cracking, have been studied for methane pyrolysis. Iron catalysts have high potential for this process, but their activity is low and requires further modification. This study uses iron scrap powder obtained from the steelmaking process as a catalyst and investigates the methane pyrolysis reaction process in the temperature range of 800-900 °C. The yield of hydrogen and the structure and composition of the catalyst were determined, and the catalyst deterioration mechanism was identified. The use of iron scrap powder can strengthen the sustainability of methane decomposition and provides useful information for the process without support.

P촉매금-79

산성 및 알칼리성 매체에서 자체 조립된 CoS/S-rGO 이중 기능성 복합재 및 안정적인 수소 생성 효율

강미숙*, 고명석
영남대
(mskang@ynu.ac.kr*)

최근 HER(수소 발생 반응) 촉매로서 전이 금속 황화물의 효능이 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 고성능 HER 촉매를 개발하기 위해 CoS/S-rGO(황화코발트/황환원산화그래핀) 복합 기능성 구조체를 제조하였다. 전자 전도도를 향상시키기 위해 황으로 개질된 rGO와 CoS 나노입자를 결합하였고, S와 Co가 결합된 CoS를 주 촉매로 사용하였다. 반응 중 공통 이온 효과에 의해 CoS로부터 S 이온의 용출을 억제하였으며, 산성 및 알칼리 조건에서 안정적인 HER 반응을 유도하였다. 다양한 분석기법을 통해 복합재의 물리적, 화학적 특성을 평가한 결과, 복합재의 HER 성능은 산성 및 알칼리성 환경 모두에서 우수한 것으로 나타났다. 특히, 산성 환경에서 우수한 HER 성능이 나타나는 것은 CoS와 $SO4^{2-}$의 공통 이온 효과에 의한 것임을 확인하였다.

P촉매금-80

폴리프로필렌 촉매 열분해 공정용 Ca-Mn계 촉매 연구

박예찬, 성창현, 백승훈, 박상준, 이루세, 손정민*
전북대
(jmsohn@chonbuk.ac.kr*)

플라스틱 소비 증가에 따라 폐플라스틱 발생량은 점차 증가하고 있다. 폐플라스틱의 난분해성, 소각 중 온실가스 배출 등으로 인해 처리 과정에서 환경오염이 발생한다. 이에 온실가스를 거의 배출하지 않으면서 오일 생성이 가능한 폐플라스틱 열분해 기술이 주목받고 있다. 폐플라스틱 열분해는 높은 온도가 요구되며 원하는 성분의 오일을 생산하기 어렵다는 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 촉매 도입을 통해 열분해 공정 운용 온도를 낮추고 열분해 오일 경질화 등 특정 성분 선택도를 높이는 연구가 수행 중이다.본 연구는 Ca-Mn 촉매를 이용하여 폴리프로필렌 열분해 후 생성된 오일 경질화가 목적이다. 특정 온도에서 무촉매 열분해와 비교하여, 촉매 열분해 후 생성된 오일 및 가스 성분의 탄소수가 낮아졌다. 향후 다양한 조성의 촉매를 이용하여 열분해 오일 내 경질 성분 함량 및 수율 향상 여부 확인을 위해 추가적인 연구를 진행할 예정이다.

P촉매금-81

강한 금속-지지체 상호작용 제어를 통한 효과적인 데칼린 탈수소화 촉매 개발

박종현, 노인수*
서울과학기술대
(insoo@seoultech.ac.kr*)

수소 이용에 대해 관심이 높아짐에 따라 수소의 저장 운반하는 기술의 효율성을 높이려는 시도가 있다.다양한 결정상을 가진 TiO_2를 이용하여 Pt담지 촉매를 합성하였고, 데칼린 탈수소화에 사용하였다. 화학흡착, STEM, TPR, CO-FTIR 등의 분석 방식을 통해 TiO_2 상에서 촉매의 전처리 조건의 변화, 하소의 여부등에 따라 강한 금속-지지체 상호작용(SMSI)의 정도에 변화를 분석하였으며, 데칼린 탈수소화가 이러한 변화에 영향을 받는다는 것을 시사하였다.이러한 결과는 데칼린 탈수소화를 위한 활성 촉매의 설계 및 합성 과정에서 SMSI를 활용할 수 있는 효율성을 높일 수 있는 가능성을 보여준다본 연구는 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 수소융합얼라이언스의 지원을 받아 수행된 연구임(2022수소연료전지-002, 수소연료전지 혁신인재양성사업)

P촉매금-82

Catalytic performance of Pd/C catalysts for phenol hydrogenation

박하윤, 김예은[1], 김판성[1], 제정호[2], 이만식[1]*
한국생산기술연구원/부산대; [1]한국생산기술연구원; [2]부산대
(lms5440@kitech.re.kr*)

Due to the depletion of fossil fuel, it is important to replace fossil fuels with the renewable energy. Lignocellulosic biomass is a renewable carbon source that can be converted into chemicals and fuels. Phenol is a material that can be produced from lignocellulose. Cyclohexanone and cyclohexanol, produced through hydrogenation of phenol, are used as additives, chemical intermediates, nylon synthesis. Various noble metal catalysts are used for the hydrogenation of phenol. The Pd/C catalysts are most widely used for phenol hydrogenation because of their high activity. In this study, 5 wt% Pd/C catalyst was prepared and compared with a commercial 5 wt% Pd/C catalyst. The catalysts were characterized through FE-SEM, TGA, N_2-physisorption, XRD, FT-IR, and CO chemisorption. Catalytic activity was evaluated through phenol hydrogenation under various reaction conditions. As a result, it was confirmed that the catalyst characteristics and reaction conditions affect the catalytic activity.

P촉매금-83

Enhancement of Liquid-Phase Olefin Metathesis via Batch Reactor Design and Catalyst Support Modifications

류승하, 강종헌*
서울대
(jonghunkang@snu.ac.kr*)

Polyethylene (PE) constitutes a significant proportion of plastic waste, which is difficult to recycle owing to its inert structure and the absence of functional groups for depolymerization. Alkane cross-metathesis, involving tandem dehydrogenation and olefin metathesis reaction, has been reported as a promising method for PE deconstruction, due to its moderate operating temperature and the exclusion of hydrogen use. While the transition metal active sites are present as reduced state, the olefin metathesis is highly sensitive to oxygenates and moisture. To address this issue, we devised a batch system capable of preventing oxygen or moisture contact throughout the entire cycle, encompassing pretreatment, feed introduction, and reaction. Utilizing this system, we explored various catalysts and optimized conditions for performing liquid-phase olefin metathesis. Additionally, an investigation was conducted to examine the influences of supports on olefin metathesis and side reaction activity. Catalysts based on metal oxides (Re, Mo, W) were supported on diverse materials, including fumed silica, alumina, MCM-41, and BEA zeolites.

P촉매금-84

Porous Aromatic Framework 41 as sulfur Support for High Performance Lithium Sulfur Batteries

Wang Qian, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

In recent years, lithium-sulfur (Li-S) battery has attracted tremendous attention due to the low cost, environmental benignity, high energy density[1].Despite of the high energy density, the intrinsic features of poor conductivity, high capacity decay, self-discharge inhibit the application of Li-S battery[2].A key problem is the shuttle effect that induced by the dissolved lithium polysulfides.Hunting suitable sulfur support is presently well-known an effect route to mitigate shuttle effect.Porous organic frameworks (POFs) feature in designable structure and composition, large surface area, tunable pore size, high thermal and chemical stability, and ready functionality[3].These characteristics render POFs promising sulfur support in Li-S battery. Here, N-containing porous aromatic framework of PAF-41 is synthesized and directly used as the sulfur support without any post treatment. SPAF-41 composites were prepared by melt-diffusion strategy.The SPAF-41 electrode with high sulfur loading of 72 wt.% delivers a specific capacity of 725.8 mAh g^{-1} at 0.5 C at the first cycle.The sustained capacity of 491.4 mAh g^{-1} after 500 charge-discharge cycles at 0.5

P촉매금-85

Preperation of flexible rGO paper with high contents of surface functional group for the supercapacitor applications

김수진, 김동건, 주은혜, 정찬일, 최유나, 김필*
전북대
(kimpil1@jbnu.ac.kr*)

모빌리티, 에너지 분야에서 폭넓게 적용될 수 있는 슈퍼커패시터는 수 초 안에 충방전이 가능한 에너지 저장 장치로 높은 출력과 우수한 기계적 특성을 가지고 있다. 슈퍼커패시터의 전극 물질로 많이 사용되는 rGO(Reduced Graphene Oxide) paper 기반 물질은 전기전도도가 높아 에너지 밀도를 높일 수 있다. 특히 rGO paper의 흑연 시트의 크기가 작을 경우, 충방전 시 자발적으로 적층된 rGO 시트 사이로의 전하 확산 저항이 감소하고, 시트에 모서리면(edge plane)이 형성되면서 전해질의 이온이 전극 표면에 흡착하도록 촉진해 축전 용량을 증가시킬 수 있다. 따라서 흑연 시트의 크기를 줄이는 것이 높은 축전 용량을 갖는 데 효과적이다. 본 연구에서는 볼밀링을 통해 흑연 시트의 크기를 제어한 유연성 rGO paper를 제조하였다. 이렇게 제조한 rGO paper는 XRD, TEM, Raman, CV, GCD 등 다양한 물리적 특성 및 전기화학적 특성 분석을 통해 rGO paper 제조 시 볼밀링을 적용할 경우 축전용량이 증가함을 확인하였다.

P촉매금-86

Preparation of durable hollow Pt-based alloy catalysts through etching processes for oxygen reduction reaction

김동건, 주은혜, 김필*, 정찬일, 최유나, 김수진
전북대
(kimpil1@jbnu.ac.kr*)

전이금속 코어-백금 쉘 구조를 갖는 촉매는 표면을 구성하는 백금 원자의 산소 흡착 세기를 효과적으로 낮춰 높은 산소환원반응 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 코어-쉘 나노입자는 불활성 분위기에서 전이금속(Ni, Co 등)과 백금의 갈바닉 치환반응을 통해 제조될 수 있다. 코어-쉘 촉매의 높은 활성에도 불구하고, 산성 전해질에서 코어의 전이금속이 용출되는 현상은 촉매의 내구성을 낮추는 원인이 된다. 중공형 구조의 입자는 내부의 활성 물질 용출에 의한 내구성 저하 우려가 없어 높은 활성과 안정성을 기대할 수 있다. 본 연구에서는 갈바닉 치환반응에 이은 선택적 에칭 공정을 통하여 중공형 구조의 단일 백금 촉매와 백금 합금 촉매 제조하였다. 전기화학적 분석과 물성 분석을 통해 제조된 촉매의 구조에 따른 특성을 평가하였다.

P촉매금-87

Ce-Mn 이중금속 촉매 합성을 위한 MOFs 유래 탄소 매개 계면반응

송양호, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

CeO_2-based catalysts are widely studied in the catalysis fields. Developing one novel synthetic approach to increase the close contact between CeO_2 and secondary species is of particular importance for enhancing the catalytic activities. Herein, we design an interfacial reaction between C and $KMnO_4$ to synthesize CeO_2-MnO_2, where the C is derived from the pyrolysis of Ce-MOFs under inert atmosphere. The C is found to restrain the growth of CeO_2 crystalline at high calcination temperature, and the close contact within CeO_2/C is conveyed to CeO_2/MnO_2 after interfacial reaction, which are responsible for high catalytic activity of CeO_2-MnO_2 towards CO oxidation.

P촉매금-88

리튬이온전지의 양극으로서 단순 열처리된 몰리브덴 실리사이드의 적용

정지용, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Considerable researches have been devoted to the study of lithium-ion batteries (LiBs) in the past decades due to their high theoretical capacity and other properties, which like high charge retention, high volumetric and gravimetric specific energy, to be a high-performance LiB option. Metal silicides have advantageous features compared to other silicon-based anode materials, which are maintaining nano-structure during electrochemical reaction because of their high stability. In this study, we treated metal silicides under various temperatures and atmospheres. We characterized all samples by XRD, N2 adsorption & desorption, scanning electron microscope and electrochemical tests. Among them, molybdenum silicide (MoSi2) shows a remarkable transition. There were substantial structural and chemical transition throughout the calcination in air. And these transitions provoked compelling electrochemical improvements in reversible capacity and cycle retention.

P촉매금-89

금속 담지된 촉매를 사용한 폐플라스틱의 열분해

김주영, 하정명*
한국과학기술연구원
(jmha@kist.re.kr*)

플라스틱 사용량이 해를 거듭할수록 증가함에 따라 폐플라스틱을 친환경적으로 처리할 수 있는 방안 모색이 필수적이다. 이를 위해 시중에서 가장 흔하게 쓰이는 반응물로는 대표적인 상업용 플라스틱인 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리염화비닐(PVC)을 사용하였다. 본 연구에서는 촉매층를 통해 열분해 가스를 업그레이드하였고, 금속을 첨가하여 금속의 종류와 첨가량에 따른 생성물의 차이를 비교하고 촉매 최적화를 수행하였다. 반응 후 GC-FID를 이용하여 가스 생성물을 정량하였다. 액체 생성물은 GC/MS, GC-SIMDIST, GC-FID를 이용하여 탄소수 분포와 포화도에 따라 측정하였다. 액체 생성물 내 염소 함량은 CIC를 이용하여 측정하였다. 또한, 촉매는 TPD, XRD, BET를 이용하여 분석하였다. 그리고 플라스틱 열분해유의 전환을 위한 촉매의 역할을 확인하였다.

P촉매금-90

메조포러스 Pt-Pd 촉매의 합성 및 글리세롤 전기적 산화반응

박광해, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Biodiesel has gained popularity due to its lower cost and reduced environmental impact compared to conventional fossil fuels. The production of biodiesel also results in an excess of glycerol, leading to the exploration of converting glycerol into more valuable compounds. Different processes including acetalization, steam reforming, dehydration, and electrocatalytic oxidation are used to transform glycerol. In the field of electrocatalytic glycerol oxidation, catalysts play a crucial role. Pt-based catalysts have garnered significant attention due to their remarkable catalytic activity. The maximal turnover frequency value for the glycerol oxidation process can be achieved at approximately 4 nm, although the production procedure for these catalysts is complex. The catalytic activity of Pt-based catalysts is highly dependent on their particle size. However, constructing a glycerol oxidation catalyst with high catalytic activity, specific product selectivity, and a simplified manufacturing process still poses challenges.

P촉매금-91

Trickle bed reactor에서 Pt/Silica material 촉매를 이용한 다환식 방향족 탄화수소 수소화 반응

황서연, 전종기*, 심민석, 이승희, 박영서, 한기보[1], 정병훈[2]
공주대; [1]고등기술연구원; [2]국방과학연구소
(jkjeon@kongju.ac.kr*)

나프타(Naphtha) 분해공정에서는 필수적으로 pyrolysis fuel oil(PFO)를 부산물로 발생하게 되는데,그 양이 해마다 국내에서 약 90만 톤 정도이다. 가격 또한 유가 변동에 따라 차이가 있으나, 벙커C유와 유사해 대부분이 자체 연료로 소모되고 있다. PFO에는 다환식 방향족 탄화수소(Polycy-clic Aromatic Hydrocarbon, PAHs)등이 포함되어 있는데 나프탈렌/메틸나프탈렌 성분은 염료 중간체, 살충제, 안료 및 계면 활성제, 의약, 고무화학, 농약 등 정밀화학 중간 원료로 사용된다. 그러나 PAHs는 환경호르몬성 물질로 간주되고 있으며 인체 내에서 미량으로도 암을 유발시킬 수 있는 발암성과 돌연변이성 물질이다. 광분해, 화학적 산화, 열처리 등과 같은 방법들이 PAHs의 제거를 위해 제안되었지만, 이러한 공정은 시간이 걸리고 에너지 소비량이 큰 기술이다. 금속담지 촉매는 불균일 수소화 반응과 같은 촉매 분야에 널리 사용되는 것으로 잘 알려져 있다. 지지체 종류의 영향을 알아보기 위해 Silica 성분으로 이루어진 4가지 다른 지지체들에 Pt를 1wt% 담지하여 PFO 수소화 반응실험에 미치는 영향을 확인해봤다. 또한 BET, NH_3-TPD, H_2-TPR 등을 통해 촉매 특성을 분석하였다. 본 연구에서는 trickle-bed reactor 반응기를 통해 촉매의 방향족 화합물의 수소화 능력을 평가하였다.

P촉매금-92

A study on the effect of feed composition on methanol production of Cu-Zn/Zn-Al Oxide-catalyst

송현태, 김현동, 서정민, 최예나, 문동주*
한국과학기술연구원
(djmoon@kist.re.kr*)

The methanol synthesis reaction is getting attention as CCUS (Carbon Capture, Utilization, and Storage) research. A MeOH synthesis catalyst has been developed for the application in MeOH-FPSO (Floating Production Storage and Offloading) process. In this study, the MeOH synthesis reaction was performed according to the various feed composition. The Cu-Zn/Zn-Al oxide catalysts were prepared by a two-step co-precipitation, and Cu/Zn/Al_2O_3 catalyst was prepared by a one-step co-precipitation method. The prepared catalyst was analyzed by N_2 physisorption, XRD, H_2-TPR, NH_3-TPD, and CO_2-TPD. The methanol synthesis reaction was performed in the fixed bed reactor with various compositions of H_2/CO/CO_2/N_2, temperatures of 250 ^oC, a pressure of 40 bar, and GHSV of 4,444 h^{-1}. It was confirmed that the addition of a small amount of CO_2 increases the carbon conversion in the reaction and MeOH yield. It was also found that the MeOH productivity and Cu dispersion tendency were changed according to the Zn-Al oxide phase.

P촉매금-93

인공지능 기반 하이브리드 모델을 통한 피셔-트롭시 합성 반응의 탄화수소 분포 예측

정우창, 최희현, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

피셔-트롭시 공정은 합성가스 기반 원료를 가솔린 (C_5-C_{12}), 디젤 (C_{13}-C_{20}) 등의 탄화수소로 전환하는 기술이며, 기존의 화석연료를 대체할 수 있는 친환경적인 기술로써 주목받고 있다. 피셔-트롭시 공정의 생성물인 탄화수소는 원료로부터 반응 메커니즘이 다양하여 온도, 압력 등의 운전 조건에 따른 정확한 분포 예측에 어려움이 있다. 본 연구에서는 탄화수소 분포를 예측하는 인공신경망 모델에 피셔-트롭시 합성 반응을 통해 생성된 탄화수소 분포 해석에 사용되는 ASF (Anderson-Schulz-Flory) 분포를 적용한 하이브리드 모델을 개발하였다. 공정의 운전 조건 및 탄화수소 분포에 대한 인공신경망 모델의 학습을 통해 실험값이 존재하지 않는 운전 조건에서 탄화수소 분포를 예측한다. 개발된 하이브리드 모델을 기반으로 특정 탄화수소 분포에 적합한 피셔-트롭시 합성 공정의 운전 조건을 도출할 수 있어 정확성 검증을 통해 경제적인 공정 설계를 위한 피셔-트롭시 합성 운전 조건을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

P촉매금-94

Studies on Cobalt based bi-functional FTS hybrid catalyst for Application in GTL-FPSO process

김현동, 송현태, 서정민, 최예나, 이관영[1], 문동주*
한국과학기술연구원; [1]고려대
(djmoon@kist.re.kr*)

In the GTL process, Fischer-Tropsch synthesis (FTS) reaction is known as a core process that changes synthesis gas ($CO + H_2$) to high-value hydrocarbon products. In this study, the CHA shape zeolite was synthesized by a conventional hydrothermal method, and Co/γ-Al_2O_3 catalyst was prepared by a conventional impregnation method. The hybrid FTS catalyst was prepared by physically mixing Co based catalyst supported on synthesized zeolite and commercial zeolite. The effect of hybrid catalyst in syngas was investigated on conversion and selectivity. The physiochemical properties of the prepared catalysts were characterized by various characterization techniques. The catalytic performance of the bi-functional hybrid catalyst was investigated under a fixed bed reactor. The FTS products were analyzed by on-line and off-line GCs. The catalytic performance over the multi-functional hybrid FTS catalysts was compared with Co/γ-Al_2O_3 catalyst. It was found that the hybrid catalyst showed relatively lower alpha value and higher methane selectivity than the Co/γ-Al_2O_3 catalyst because synthesized zeolite has high acidity.

P촉매금-95

Studies on the complete decomposition of the HFC-134a for the treatment of Green House Gases

서정민, 송현태, 김현동, 최예나, 이관영[1], 문동주*
한국과학기술연구원; [1]고려대
(djmoon@kist.re.kr*)

CFC (chlorofluorocarbon) and HCFC (hydrochloroflourocarbon) materials were once used as refrigerants but their uses were prohibited in the Montreal Protocol because of their high ODP in 1987. Afterthat, HFC (hydrofluorocarbon) materials began to be used as alternative. HFC materials do not contain chlorine elements, so they do not contribute to ozone depletion.The use of HFC materials is being restricted by the Kigali Amendment as they have 1430 times the global warming potential of CO_2. HFC-134a (CF_3CH_2F) is the most abundant refrigerant in the atmosphere, but it have to be decomposed as it significantly contribute to global warming. The decomposition of HFC-134a was performed in the fixed bed reactor under various reaction temperature, 1 bar and the atmosphere of N_2 , HFC-134a. It was observed that various fluorine materials were produced and it was found that carbon deposition is a critical issue.

P촉매금-96

Hydrogen production by the decomposition of ammonia over Ru/Metal phosphate oxide catalyst

최예나, 송현태[1], 김현동, 서정민, 이관영, 문동주[1]*
고려대; [1]한국과학기술연구원
(djmoon@kist.re.kr*)

Ammonia (NH_3) is economical in hydrogen supply because the energy density per unit volume is high at 17.3 wt%. It is one of the candidates for hydrogen carriers. Ru, Ni, Co, and Cu-based catalysts have been studied in ammonia decomposition as active metals. Ru-based catalyst was mainly developed for commercial processes because of highly activity of Ru. In this study, Ru-based metal phosphate and oxide catalysts were investigated for the production of hydrogen by the decomposition of ammonia. Catalysts were prepared by precipitation and incipient impregnation method. The prepared catalysts were characterized by N_2-physisorption, NH_3-TPD, H_2-TPR, and XRD analysis. The ammonia decomposition reaction was performed in a fixed bed reactor under 400 ~ 600 ^oC, 1 bar, and GHSV = 10,000 h^{-1}. It was found that the MgO-based metal-oxide catalyst exhibited a higher ammonia conversion than the metal-phosphate-oxide catalyst.

P촉매금-97

Production of aviation-fuel grade aromatics through liquid-phase alkylation of phenolics and alcohols over zeolite catalysts

김한별, 제정호*
부산대
(jh.jae@pusan.ac.kr*)

As the carbon emissions of aviation industry significantly contribute to overall greenhouse gas emissions, numerous research for the switch from fossil fuels to renewable bio-fuels have been proceeded. The eco-friendly bio-fuels can be obtained by converting the bio-oil obtained by obtained pyrolysis of biomass to aromatic/naphthenic substances commonly found in existing fossil fuels. During the conversion process, converting low carbon substances in bio-oil into high carbon substances is considered to be of paramount importance. In this study, as a model reaction, the liquid-phase alkylation reaction of 2-methoxyphenol and several low carbon alcohols was performed over zeolite catalysts. Various types of zeolites such as, Y, ZSM-5, Beta, MWW zeolite, etc., with distinctive pore structures, have been studied. The results reveal that mesoporous Y zeolite has shown remarkable catalytic activity and stability, making it as an ideal catalyst. Furthermore, this study also discusses the development of kinetic modeling for the alkylation reaction. The modeling provides insights into the reaction kinetics pathways, allowing for a deeper understanding of the catalytic alkylation process.

P촉매금-98

촉매 결정면 분석을 위한 CNN 기반 촉매 주사전자현미경 이미지 인식 및 분류 모델 개발

오종환, 이용상, 김지용*
성균관대
(jiyongkim@skku.edu*)

촉매 결정면의 상이한 원자 분포는 활성도 차이 등의 이유로 촉매 성능에 영향을 주며, 결정면에 따른 촉매 성능을 분석하는 연구가 진행되고 있다. 결정면을 확인하는 방법에는 X-선 회절 분석, 투과 및 주사전자현미경 이미지 분석 등이 있다. 주사전자현미경 이미지 분석은 다른 방법에 비해 표면 형태 및 구조를 시각화하기 용이하여 자주 사용되지만, 촉매의 결정면 분류 시 시간과 비용이 소요된다는 어려움이 있다. 본 연구에서는 촉매의 주사전자현미경 이미지를 인식하는 인공지능 모델을 개발하여 촉매 결정면을 확인 후 분류하는 모델을 개발하였다. 사용한 기법은 CNN으로 지역적 특징 추출을 통해 이미지 데이터를 효율적으로 처리하여 이미지 분석에 특화된 기계학습이다. 촉매 주사전자현미경 이미지 데이터 셋을 수집하고 생성하여 학습시킨 후 분류하였다. 제한된 데이터의 크기에 따른 학습 부족을 해결하기 위해 결정면 정보에 영향을 끼치지 않는 회전, 이동 등의 데이터 증강 기술을 활용하였다. 평가를 위해 수성가스 전환에 사용되는 구리 촉매 이미지를 이용하였고, 이미지에 따른 정밀도와 재현율을 활용해 모델의 성능을 평가하였다. 제안한 모델은 노동력 대신 인공지능을 활용함으로써 촉매의 결정면 정보에 신속하고 낮은 비용으로 접근할 수 있게 하여 촉매 성능 평가 연구에 기여할 것으로 기대된다.

P촉매금-99

Boosting the catalytic reduction performance over a wide temperature window by the addition of niobium and porous hexagonal boron nitride

정보라, 이명진, 김동혁, 김수진, 이희수[1], 김홍대*
한국생산기술연구원; [1]부산대
(hdkim@kitech.re.kr*)

A green technology for NOx abatement has been used, which are selective catalytic reduction using compositions of V-W/Ti. However up to present, its narrow operating temperatures, only 300-380 ℃, appeals to V-based catalyst capable of operation in wider temperatures to cope with further tighten regulation. In this study, we tried to widen the working temperature of V-based catalyst to relative lower. The point that V4+ exhibits better NOx removal efficiency than V5+ at low temperature, makes the ratio of V4+ an important factor to widen the working temperature. V-W-Nb/Ti catalyst exhibited the improved catalytic performances under the atmosphere of SO2, because the addition of niobium which increased the ratio of V4+. Addition of porous h-BN with remarkable thermal and chemical stability further increased de-NOx efficiency. The powdered and monolith catalysts were characterized and tested for SCR performances to optimize the contents of Nb, which decreased by the addition of porous h-BN. The deactivation tests exhibited de-NOx efficiency of 92% for V-W-Nb/BN/Ti while 73% for V-W/Ti of thermal regeneration for V-W-Nb/BN/Ti were obtained after poisoning tests for 720 h

P촉매금-100

Catalytic Lactide Production from Renewable Alkyl Lactates over Ti MWW-type Zeolite Catalysts.

이해린, 서정길[1], 차승혁*
한국화학연구원; [1]한양대
(shcha@krict.re.kr*)

The state-of-the-art for producing lactide has reached direct gas phase conversion of methyl lactate over the different Ti-Si catalysts. Here, the catalytic properties of TiO2-supported MWW-type zeolites and Ti-incorporated MWW were compared with those obtained from TiO2/MCM-41 and TS-1 regarding activity and selectivity for the conversion of methyl lactate to lactide. We report that Ti-MWW shows superior lactide productivity with the highest turnover frequency. Our findings reveal that the accessible tetrahedral TiO4 active sites located in 12-ring cup-shaped features on external surfaces contribute to the overall catalytic action of Ti-MWW, especially to lactide productivity.

P촉매금-101

Cr-based Catalyst Engineering for Ethylene Trimerization: Immobilization and Cooperativity of Silanol Defect Chemistry

이주아, 이관영[1], 차승혁*
한국화학연구원; [1]고려대
(shcha@krict.re.kr*)

Highly selective ethylene trimerization has been performed with a wide range of chromium-based homogeneous catalysts to produce 1-hexene as a precursor to LDPE. When considering the limitation of homogeneous catalysts related to dissolving issues, the alternative way is the immobilized complex like a heterogenous catalyst. In this study, the catalytic properties of the various chromium/ligands (PNP, PNS, and PNPOMe)-immobilized on four different zeolites (MCM-22, ZSM-5, beta, and Y), together with the mesoporous analogs (MCM-41, SBA-15, and silica) were compared for ethylene trimerization to 1-hexene. Notably, Cr-PNS immobilized SBA-15 (Cr-PNS/SBA-15) exhibits exceptional 1-hexene selectivity comparable to those of Cr-PNP ones, the most widely studied catalyst for this reaction. in situ IR spectroscopy is used to investigate the nature of hydrogen-bonded silanols anchored to Cr-ligand complex. Our findings reveal that structural features in framework topology of ligands and supports complex lead to marked differences in their catalytic performance as well as the configuration and types of hydrogen-bonded silanol group.

P촉매금-102

이산화탄소를 활용한 에틸렌 생산 매체순환 산화탈수소화 공정용 신규 산소전달입자 연구

박상준, 이루세, 백승훈, 손정민*
전북대
(jmsohn@chonbuk.ac.kr*)

석유화학산업에서 에틸렌은 핵심적인 원료로 수요가 증가하고 있다. 에틸렌 생산을 위한 여러가지 공정이 있지만 산화탈수소화 반응은 에틸렌의 높은 선택도와 수율을 보여주는 유망한 반응이다. 하지만 산화탈수소화 반응을 위해서는 고비용의 산소 분리 공정이 필요하다. 이러한 비용적 문제를 해결하기 위한 방안으로 고안해 낸 방법이 매체 순환 공정이다. 매체 순환 공정은 산환, 환원 두 반응기 사이를 산소전달 입자가 순환하며 산화탈수소화 공정에 필요한 산소를 전달하는 공정이다. 여기서 산소전달 입자는 산소전달 뿐만 아니라 산화탈수소화 반응에 촉매 역할을 동시에 수행하며 매체순환-산화탈수소화 공정의 성능을 결정한다. 이번 연구는 온실가스의 주범인 이산화탄소를 산화제로 사용하여 친환경적이고 고효율의 매체순환-산화탈수소화용 신규 산소전달입자 개발 연구이다. 기존에 산화탈수소화에 우수하다고 알려진 V과 Mo을 이산화탄소 산화에 적합한 Fe과 Ce를 합성한 신규 산소전달입자들을 XRD, XPS, TEM 및 TPR/O 분석으로 입자 특성을 분석하였으며, GC, GC/MS를 통해 생성된 에틸렌의 선택도 및 수율을 계산하였다.

P촉매금-103

A Theoretical Study of Electrochemical Reduction of CO_2 on Carbon-derived Bismuth Oxide Catalyst

이수인, 김경학*
한양대
(chemekim@hanyang.ac.kr*)

With the emergence of global warming caused by fossil fuel emissions, the importance of electrochemical CO_2 reduction (eCO_2R) has been emphasized. However, limited selectivity and activity still remain challenging for large-scale industrial applications. In this regard, bismuth oxide catalysts (Bi_2O_{3-x}) have been attracting attention due to their promising efficiency and cost-effectiveness for eCO_2R. In this study, we introduced a carbon species to further improve the catalytic activity of the Bi_2O_{3-x} catalyst (C-Bi_2O_{3-x}) and performed density functional theory (DFT) calculations to investigate the catalytic activity and selectivity for CO_2 reduction. Based on our mechanistic study, we found that the thermodynamic preference for formic acid production is more favorable on C-Bi_2O_{3-x} catalyst compared with conventional Ag catalyst. We also confirmed that our results are in good agreement with experimental results that the C-Bi_2O_{3-x} catalyst has notable selectivity for the production of formic acid rather than CO production.

P촉매금-104

The effect of Palladium contents on the 4-Nitrophenol reduction of 3D printed Pd/TiO_2 catalyst

천동환, 김예은, 제정호[1], 이만식*
한국생산기술연구원; [1]부산대
(lms5440@kitech.re.kr*)

TiO_2 has a great potential to functionalize as a catalyst carrier due to its chemical stability, non-toxicity, and low cost. Pd has been demonstrated as catalysts for chemical reduction of 4-Nitrophenol (4-NP) to 4-Aminophenol (4-AP) that toxic water pollutants caused by the chemical industry. Whereas, the powdered composite catalyst is easily aggregated in the catalytic reaction process and difficult to separate from the treated wastewater. In this study, the effect of Pd contents on the 4-NP reduction of 3D printed Pd/TiO_2 was investigated. 3D printed TiO_2 was extruded by direct ink writing, then Pd was deposited onto 3D printed TiO_2 by incipient wetness impregnation. The prepared catalysts were characterized by FT-IR, XRD, FE-SEM, BET, UV-Vis, HPLC, EDS, and ICP-MS. The reduction performance of the catalysts was evaluated for the catalytic reduction of 4-Nitrophenol using $NaBH_4$ as the reducing agent. The results showed that conversion of 4-NP using 3d printed Pd/TiO_2 was increased as the Pd contents increased and excellent reusability toward the treatment of 4-NP wastewater.

P촉매금-105

SBA-15의 표면 구조에 따른 MEA 내 CO_2 재생 효율 비교 연구

민관홍, 박형진[1], 남성찬[2], 백일현[2]*
한국에너지기술연구원/과학기술연합대학원대; [1]한국에너지기술연구원/고려대; [2]한국에너지기술연구원
(ihbaek@kier.re.kr*)

산업이 고도로 발전함에 따라 에너지 소비량이 증가하며 이와 함께 이산화탄소 발생량도 꾸준히 증가하여 심각한 기후변화 문제를 야기하고 있다. 현재까지 CO_2 포집 기술은 증가하는 CO_2 발생량을 줄일 수 있는 유일한 해결책으로 여겨지고 있다. 아민 수용액을 이용한 화학적 흡수 기술은 대표적인 CO_2 포집 기술 중 하나로써 높은 기술 완성도를 보여 많은 산업 공정에서 상용화하고 있다. 하지만 흡수제의 높은 재생열은 기술의 경제성을 낮춰 산업 현장에서의 비용 부담을 가중시키는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 연구진들은 신규 흡수제 개발, 공정 기술 개선, 촉매 사용을 통한 재생 효율성 증대에 관한 연구를 진행하고 있다. 그중, 촉매를 사용한 연구는 기존 100-120 ℃에서 수행하던 재생 과정을 100 ℃ 이하의 낮은 온도에서 진행할 수 있어 필요한 에너지를 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 넓은 비표면적과 높은 공극 부피를 가지는 메조포러스 물질을 촉매로 주로 사용하며, 금속 산화물을 함침하여 활성점을 증가시켜 효율을 높일 수 있다. 본 연구에서는, 서로 다른 표면을 가진 대표적인 메조포러스 물질인 SBA-15에 금속산화물인 NiO를 함침하여 MEA 수용액에서의 CO_2 재생 성능을 비교하는 연구를 수행하였다.

P촉매금-106

리튬이온 음극재로써의 Si/SiO_x-graphite 복합체 합성

김태엽, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Graphite has been used as an anode material in lithium-ion batteries for about 30 years because of its high coulombic efficiency and minimal volume change. But more recently, the lithium-ion battery's primary flaw has been revealed to be the poor theoretical capacity of graphite. Adding Si to the graphite anode is one approach to overcome this. Si alone cannot replace graphite despite having a high theoretical capacity of 4200 mAh/g because to its weak cycling properties. This issue can be resolved by using graphite that contains a small quantity of silicon. It is anticipated that this anode's capacity would increase while the volume change of the graphite in the anode remains unaffected. In this study, the composite of Si/SiOx and the graphite was synthesized. Meso-Si/SiOx synthesized from HSQ was ball-milled with sucrose before being applied to the graphite's surface. After the carbonization at 900 degrees Celcius, the nano Si/SiO_x-graphite composite was obtained.

P촉매금-107

PET 유래 BHET 수첨탈산소화 반응

이예린, 이강택[1], 최재욱, 하정명*
한국과학기술연구원; [1]연세대
(jmha@kist.re.kr*)

폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)의 폐기물은 해중합을 통해 단량체로 전환되어 새로운 PET 생산의 원료로 활용될 수 있다. PET의 단량체 중 BHET는 새로운 PET 제품 생산의 단량체 원료로 활용할 수 있으나 수첨탈산소 반응을 통해 벤젠, 톨루엔, 자일렌 등의 방향족 화합문 또는 나프텐 등의 포화탄화수소로 전환할 수 있다. 본 연구에서는 다양한 촉매를 활용하여 수첨탈산소 반응 특성을 확인하고, 다양한 반응 조건에서 반응 결과물을 확인하여 최적 반응 조건을 확인하였다. 반응 생성물은 GC로 분석하였고, 촉매는 H_2 TPR, XRD, TEM 등을 이용하여 특성을 확인하고 반응 특성과 연계하여 반응 경로를 분석하였다.

P촉매금-108

Silver coating을 통한 Li Plating의 억제

한승엽, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

Currently, graphite is the most widely used anode material for Li-ion batteries. Graphite has advantages such as stability due to small volume change and high accessibility. But is difficult to meet the required capacity of many electronic devices. In order to solve this problem, research on lithium metal batteries using Li metal as an anode material has been recently conducted. The biggest problem is that Li ions form dendrites during charging and discharging, which causes a short circuit. In this study, to prevent this, mesoporous silver is coated on Li metal.

P촉매금-109

TiO_2 표면의 폴리도파민 층에 의한 유/무기 하이브리드형 광촉매의 과산화수소 생성 연구

이수진, 구민수*
동아대
(sbgms@dau.ac.kr*)

Hydrogen peroxide(H_2O_2) is gaining prominence in future industries as an environmentally friendly oxidant and liquid fuel. A photocatalytic method for H_2O_2 generation involves the two-electron oxygen reduction reaction(ORR) driven by solar energy. In this paper, we propose an advanced titanium dioxide(TiO_2) photocatalyst containing catechol groups based polydopamine(PDA) for high-performance H_2O_2 production. PDA layer on the surface of TiO2 exhibited a superior performance(1835 μmol/g), surpassing the individual capabilities of pure TiO2(311 μmol/g) or PDA(1545 μmol/g) by reducing the rate of H_2O_2 decomposition of TiO2. Notably, TiO2@PDA demonstrates enhanced efficiency without an external electron donor, indicating efficient charge carrier separation which more advanced from previous researches. Furthermore, the inability to produce H_2O_2 in the absence of light or oxygen validates the reliance on solar energy-driven ORR reactions. The proposed TiO2@PDA catalyst is anticipated to provide new opportunities for future-oriented H_2O_2 production, boasting high production capacity, low decomposition efficiency, and long-term stability.

P촉매금-110

Mesoporous MCC catalysts for Preferential Oxidation of CO in H_2-Rich Stream

이정양, 이정호, 박진서, 김지만*
성균관대
(jimankim@skku.edu*)

The Mesoporous Mn-Co-Ce mixed oxide catalysts were investigated for CO preferential oxidation (CO PROX) reaction, which was synthesized via nano-replication method using a hard template of KIT-6. The catalysts were characterized by X-ray diffraction, N_2 adsorption-desorption, H_2-temperature programmed reduction, CO-temperature programmed desorption and X-ray photoelectron spectroscopy. All of the catalysts had uniform mesopores and high surface areas. The distinct catalytic properties of these well-characterized mesoporous materials were demonstrated for preferential CO oxidation. Among them, the MCC-2 system presented the best CO conversion at low temperatures and the best selectivity toward CO_2. The received mesoporous Mn-Co-Ce mixed oxide possessed excellent textural properties. The structural stability was mainly attributed to the strong and stable interactions between cobalt oxides and manganese oxides.

P촉매금-111

NO_X-assisted Hg Oxidation over V_2O_5/TiO_2-based Catalysts

김강훈, 김문현*
대구대
(moonkim@daegu.ac.kr*)

This study has unveiled mercury nitrates as a key intermediate in gaseous mercury (Hg^0) oxidation over a V_2O_5-WO_3/TiO_2 catalyst in the presence of NO. Catalytic activity for the Hg^0 oxidation at 350°C could be notably enhanced when coexisting 10 ppm NO in Hg^0-bearing gas streams, although it decreased over time. Both NO concentrations and reaction temperatures had no noticeable effects on Hg^0 oxidation. Heating the spent catalyst led to a Hg^0 peak near 500°C due to the thermal decomposition of mercury species trapped on the catalyst surface during NO-assisted Hg^0 oxidation. Temperature-programmed decomposition of HgO and $Hg(NO_3)_2$ mixed with fresh catalyst samples proposed the presence of the captured mercury as HgO. NO was, to some extent, oxidized to NO_2 by reacting with mobile surface O atoms in the vanadia. The NO_X-assisted mercury oxidation could occur via the formation of thermally-unstable mercury nitrates. These could decompose into HgO and NO_X at 350°C thereby remaining the mercury oxide as surface residues.

P촉매금-112

H_2-Induced Low-temperature NOx Adsorption on Ag/Al_2O_3 for Expanding the Operating Temperature Range of Ethanol-SCR system

소중섭, 곽진수, 유영우, 이진희, 허일정, 김영진*
한국화학연구원
(yjkim03@krict.re.kr*)

NOx reduction using hydrocarbons is cost-effective, but traditional Ag/Al_2O_3 performs poorly during low-temperature phases like cold starts. Our study shows that adding H_2 enhances NOx adsorption on Ag/Al_2O_3 below 200 ℃, releasing it at higher temperatures. H_2+O_2 leads to the formation of silver oxide on metallic Ag, which becomes the main site for H2-boosted NOx adsorption, while single-atom Ag species remain largely unchanged. Ag/Al_2O_3 catalysts with lower Ag (1-2 wt.%) showed reduced NOx adsorption compared to those with higher Ag (4 wt.%). DRIFTS analysis identified key surface molecules for H_2-boosted NOx adsorption, with some contributing to the low-temperature release and others at high temperatures. By combining this NOx capture with catalytic reduction by hydrocarbons, we achieved outstanding NOx reduction across a temperature range of 100-350 ℃ under transient conditions.

P촉매금-113

Modulating the Structure and Reactivity of Ag/Al2O3 with Multi-functional WOx for Enhanced NOx Reduction by Ethanol

소중섭, 이성준[1], 김민규[1], 신현우[2], 강성봉[2], 김영진*
한국화학연구원; [1]영남대; [2]광주과학기술원
(yjkim03@krict.re.kr*)

Ag/Al_2O_3 demonstrates potential in deNOx activity for (O)HC-SCR but has not reached commercial status due to its limited operating temperature range. In this study, we introduced AgW/Al_2O_3, which shows better reactivity in ethanol-SCR across all reaction temperatures compared to Ag/Al_2O_3. STEM-EDS analysis revealed a distinct hierarchical structure in AgW/Al_2O_3, with W uniformly dispersed on Al_2O_3 and Ag particles closely associated with W, maintaining a consistent size. Techniques such as UV-vis, H_2-TPR, and DRIFT indicated that the prevalent metallic Ag in AgW/Al_2O_3 enhances the conversion of ethanol to acetaldehyde. This boosts NOx conversion at lower to intermediate temperatures. Meanwhile, ethylene generation via W-induced Brønsted acid sites seems vital for sustaining deNOx efficiency at high temperatures. DFT assessments further underscore that AgW/Al_2O_3 possesses a higher propensity for acetaldehyde formation compared to Ag/Al_2O_3. The predominant active components in AgW/Al_2O_3 are believed to be metallic Ag in tandem with Ag ions bonded to WO_3.

P촉매금-114

Effect of the Ni-to-CaO ratio on Integrated CO_2 Capture and Methanation

우진혁, 김재창*
경북대
(kjchang@knu.ac.kr*)

Integrated CO_2 capture and methanation system has recently received considerable attention as a promising approach owing to its simplified process and lower requirement of total thermal energy as compared to conventional CO_2 capture and methanation techniques. This study manufactured macroporous structured Ni/CaO catal-sorbents by controlling the Ni-to-CaO ratio. The influence of this ratio on the CO_2 capture and direct methanation performances was evaluated at 500 ℃. CO_2 capture combined with direct methanation experiments revealed that 10Ni/CaO exhibited the best CO_2 capture capacity, kinetics, and CH_4 productivity with the thermal stability of Ni and CaO species. Acknowledgment: This research was supported by National R&D Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by Ministry of Science and ICT (No.2022M3J2A1085551).

P촉매금-115

Boosting photocatalytic hydrogen production with Ni co-catalyst in g-C_3N_4/$ZnIn_2S_4$ heterostructure

Kishore Ashwin, 유종석*
서울시립대
(jsyoo0927@gmail.com*)

Developing efficient and practical catalysts for the hydrogen evolution process (HER) to facilitate high-efficiency hydrogen production is of utmost importance. In this work, the HER activity of Ni co-catalyzed g-C_3N_4/$ZnIn_2S_4$ is studied by using density functional theory calculations. The staggered band alignment of g-C_3N_4 and $ZnIn_2S_4$ facilitates efficient charge separation, where charge carriers are transferred from $ZnIn_2S_4$ to g-C_3N_4 upon the formation of the g-C_3N_4/$ZnIn_2S_4$ heterostructure. Although g-C_3N_4 is supported on $ZnIn_2S_4$, it generally overbinds H* even at high H coverage. The addition of Ni to the g-C_3N_4/$ZnIn_2S_4$ surface generates a unique catalytic site at high H coverage, resulting in the optimum hydrogen adsorption energy for HER. This finding offers insights into the pivotal role of metal deposition in enhancing 2D/2D heterostructure photocatalysts, paving the way for the development of simple, robust, and highly efficient photocatalysts for hydrogen production.

P촉매금-116

Ag_2Te/VTe_2 hybrid catalysts for electrocatalytic water splitting

김효경, 임은지, 이하흔, 조수연*
이화여자대
(s.cho@ewha.ac.kr*)

Silver telluride (Ag_2Te) has been synthesized on two-dimensional VTe_2 semimetal by hydrothermal synthesis. Raman spectroscopy and differential scanning calorimetry (DSC) showed that Ag_2Te nanoparticles and Ag_2Te-VTe_2 hydride composites were successfully synthesized and a characteristic phase transition of Ag_2Te between a and b phase was clearly observed with endothermic and exothermic reaction around 420 K. The Ag_2Te-VTe_2 hybrid composites showed a unique 2D morphology, rod-shaped nanostructure, which has confirmed by Scanning Electron Microscope (SEM) and electron dispersive X-ray spectroscopy (EDX). We speculate that the VTe_2 surface seems to be reconstructed during hydrothermal synthesis and Ag and Te ions were chemically reacted at the VTe_2 surface, leading to nanorod-shaped Ag_2Te-VTe_2 hydride composites. Since the VTe_2 semimetal has been decorated by Ag_2Te, the Ag_2Te-VTe_2 hydride composites can have a large electrochemical active area for electrochemical catalysis. Comparing to hydrothermally synthesized Ag_2Te nanoparticles, Ag_2Te/VTe_2 hybrid composites

P촉매금-117

Pt 기반 촉매에서 황의 시너지 효과를 통한 LOHC 탈수소화 반응의 내구성 향상

권순일, 이주성, 김영진, 정관용, 김수민, 이정재, 김상준, 박지훈*
한국화학연구원
(jihpark@krict.re.kr*)

Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHCs) are increasingly being considered as a solution to address safety concerns related to hydrogen storage and transportation. Recent research has indicated that by-products generated during the LOHC dehydrogenation reaction can diminish the durability and effectiveness of the catalyst. Consequently, there is a requirement for exploring catalysts that can efficiently release hydrogen with minimal side reactions. To address this issue, sulfur was introduced to the Pt catalyst to assess by-product generation and dehydrogenation efficiency. As a result of employing the catalyst we developed in the dehydrogenation reaction, hydrogen was released with high activity (95%), and the production of by-products was minimized (less than 1%). Furthermore, it was confirmed through repeated tests that the durability of the catalyst was excellent. Overall, this study underscores the potential of LOHCs for hydrogen storage and transportation, emphasizing the significance of optimizing catalysts to improve their efficiency and endurance.

P촉매금-118

Methanol production by CO_2 hydrogenation usi based catalysts and 3A zeolite

Rafaelle Gomes Santiago, 이창하[1], Moises Bastos-Neto*
Federal University of Ceara; [1]연세대
(mbn@ufc.br*)

The production of methanol by hydrogenation of CO_2 typically applies copper-based catalysts for their superior performance. Key factors affecting the efficiency of the process include pressure, space velocity, and notably, temperature. This reaction generates water as a byproduct, which might impact catalyst deactivation and reaction equilibrium, subsequently affecting the overall performance.Furthermore, while higher operating temperatures favor the reaction kinetics, the equilibrium becomes unfavorable as temperature increases. Furthermore, copper catalysts tend to lose their activity rapidly at elevated temperatures.Based on these considerations, this study aimed to assess the performance of a Cu-based catalyst blended with zeolite 3A to remove water byproduct at 200 ℃. The results revealed that the presence of zeolite 3A, in a mass ratio of 1:1 with the catalyst, primarily affected the catalyst's activity duration. In the absence of the adsorbent, CO_2 conversion reached approximately 18%. However, after 42 hours of reaction, this conversion began to decline. In contrast, when zeolite 3A was present, a conversion of 19% was maintained for 65 hours.

P촉매금-119

Eco-friendly Extraction and Recycling of Aqueous Binders in Secondary Batteries Using Water and Supercritical CO_2

서원욱, 임준혁, 이재원[1], 임종성*
서강대; [1]단국대
(limjs@sogang.ac.kr*)

Binders such as Carboxymethyl cellulose (CMC), Polyacrylic Acid (PAA), and Polyvinyl alcohol (PVA) play a pivotal role in secondary battery production, binding active materials to current collectors. As environmental concerns escalate, it's imperative to find eco-friendly solutions for recycling these binders. In this study, we utilized water, nature's benign solvent, in tandem with supercritical CO2, as a solvent system for binder recycling. We conducted solubility tests for CMC, PAA, and PVA and executed extraction experiments to understand their recyclability. Our findings suggest that this solvent combination offers a promising avenue for the efficient extraction and recycling of these binders. This environmentally-conscious approach not only advocates for resource conservation but also hints at potential cost reductions in secondary battery production.

P안전목-1

Acetylene black의 분진폭발 특성에 관한 연구

최재준, 하동명*
세명대
(hadm@semyung.ac.kr*)

최근 전기차 시장의 규모가 성장함에 따라 2차전지에 양극 전도체로 Acetylene black 널리 사용되고 있다. 사용량의 증가에도 불구하고 Acetylene black 분진의 폭발 범위의 자료를 정확하게 파악하지 못해 화재 및 폭발 사고의 위험성이 존재한다. 분해폭발, 응상폭발, 가스폭발 등에 비해 Acetylene black 분진의 재해 발생은 드물지만 원료와 제품을 분체로 다루는 사업장에서는 위험성이 크므로 적절한 취급, 저장 및 운송의 안전관리가 필요하다. 본 연구에서는 Hartmann 방식의 분진폭발 시험 장치를 이용하여 Acetylene black의 폭발 하한 농도 및 전극 간극에 따른 폭발 유무를 확인하고자 한다. Acetylene black 분진폭발의 특성을 파악하여, 화재·폭발 예방 대책의 기초 자료를 제공하여, 사업장에서의 사고 예방에 기여하고자 한다.

P안전목-2

유기용제 혼합물의 연소특성치의 측정 및 예측

최재준, 장유선, 장유리, 박준우, 하동명*
세명대
(hadm@semyung.ac.kr*)

반도체 관련 산업이 지속적으로 발전함에 따라 제조 공정 이후 발생되는 유기성 폐액이 배관 내에 막혀 생산공정에 역류하는 사고의 위험이 있다. 이로 인해 생산설비로 역류한 폐액이 반도체 웨이퍼의 품질 불량을 발생하게 한다. 본 연구에서는 배관 내의 폐액을 용해하는데 가장 널리 쓰이는 용제(NBA(n-butyl acetate), ArF Thinner, KrF Thinner) 3종을 실험물질로 선정하였다. 그 중 ArF Thinner, KrF Thinner는 여러 용제의 혼합물이므로 정확한 MSDS의 정보를 파악하지 못하고 있다. 따라서 각 용제의 연소특성치와 3성분계의 인화점 측정을 통해 사업장의 안전에 기여하고자 한다. 배관 내 혼합 시 발생할 수 있는 위험을 예방하고자 회귀분석을 통한 예측식으로 혼합 시에 발생할 수 있는 폭발의 위험을 예방하는데에 목적이 있다.

P안전목-3

제3석유류 Cut-off 물질의 인화점에 대한 연구

장유선, 하동명*
세명대
(hadm@semyung.ac.kr*)

국제적으로 통일된 기준인 GHS(Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)를 사용하여 화학 물질을 파악하고 화학물질의 위험성 정보를 효과적으로 전달해야 한다. 그동안 많은 연구에서 여러 MSDS(Material Safety Data Sheet)마다 연소특성치(화재 및 폭발 특성치)가 다른 것을 확인할 수 있으며 정확한 물질 정보를 제공하기 위해서는 관련 정보를 최신화해야 한다. 위험 물질에 대한 특성치인 MSDS 정보 전달 항목을 개선하고 신뢰성 검증 및 등록을 지속적으로 추진해야 한다. 본 연구는 제4류 위험물인 제 2석유류와 3석유류의 MSDS의 인화점 문헌값과 측정을 통해 비교 분석하여 사업장의 안전을 마련하고자 한다. 위험물에 대한 위험성을 파악하고 안전하게 다룰 수 있도록 화학물질 관리의 MSDS 신뢰성을 실현하는데 기여할 것으로 기대된다.

P안전목-4

CFD를 활용한 수증기 메탄 개질(SMR) 공정에서의 수소 누출 분석 및 환기 방안 최적화

김은총, 유엽, 이재원, 조형태*, 김정환[1]
한국생산기술연구원; [1]연세대
(htcho@kitech.re.kr*)

최근 수소의 수요가 증가함에 따라 효과적인 수소 생산 방법인 수증기 메탄 개질(SMR) 공정이 주목받고 있다. 그러나, 본 공정에서 다루는 수소는 넓은 폭발한계 범위와 낮은 점화에너지 등의 특징 때문에 누출과 같은 예상치 못한 위험에 취약한 물질이다. 이에 적절한 안전 대책 수립과 위험 평가 계획을 세우는 것은 공정의 지속가능성 면에서 필수적이다. 따라서, 본 연구는 전산유체역학(CFD) 시뮬레이션을 통해 실제 배치된 SMR 공정내 다양한 누출 시나리오에서 수소 농도의 분산과정을 모델링하고 분석함으로써, 수소 누출 사고에 대응하는 효과적인 접근 전략을 제시한다. 또한, 환기구의 위치와 크기에 따른 다양한 환기 구성의 내부 수소 농도를 비교하고 분석하여 최적의 환기 방안을 도출하는 것을 목표로 한다. 그 결과, 환기구가 위치한 높이의 영향이 가장 크게 나타났으며, 높이와 크기가 증가할수록 가스의 농도가 최저 폭발 한계(Lower Explosive Limit, LEL)에 도달하는 시간이 줄어들었다. 본 연구에서 제시된 최적 환기 구성의 가이드라인을 통해 SMR 공정의 안정성 개선에 기대가 된다.

P안전목-5

CFD를 활용한 버스 정류장 내 SOx 저감 장치 설치 최적화

김주환, 유엽, 이재원, 김정환[1], 조형태*
한국생산기술연구원; [1]연세대
(htcho@kitech.re.kr*)

버스정류장을 지나는 버스에서 배출되는 배출가스로 인하여 대중교통을 이용하는 시민들은 장시간 대기 오염물질에 노출된다. 특히, 자동차 조립생산 공장과 석유 정제시설 등이 위치한 국내 최대 공업도시인 울산에서 2021년도 기준 최대 0.134ppm의 SO_2가 측정되었으며, 높은 농도의 SO_2는 악취를 일으키며 천식 질환자에게 호흡 장애를 유발할 수 있다. 버스 정류장 내에 끊임없이 유입되는 SO_2의 농도를 개방된 공간에서 낮게 유지하는 것은 필수적이며, 공기 정화장치를 최적의 위치에 설치하여 사람의 호흡 영역안에서 SO_2의 노출을 최소화하는 것이 중요하다. 본 연구는 전산유체역학(CFD)을 활용하여 버스 정류장 내에서 SO_2의 노출을 최소화할 수 있는 공기 정화장치의 최적 설치 위치를 선정하는 것을 목표로 한다. CFD 모델은 울산시에 위치한 버스정류장의 실제 치수를 이용하였으며 버스 정류장안에서 사람의 호흡 영역 내 SO_2 노출을 수치해석적으로 평가하기 위해 개발되었으며, 공기 정화장치의 위치에 따른 SO_2의 농도와 Added health risk(AR)의 비교 분석을 통한 사례 연구가 이루어졌다. 본 연구에서 제시된 저감 장치 설치 최적화를 통하여 상당한 SO_2 저감이 예측되었으며, 이는 야외 공간에 노출된 시설의 공기 정화 시스템에 적용될 수 있을 것이다.

P안전목-6

AI 기반 동적 위험성 평가모델과 작업안전분석 연계 방안 개발

금재민, 정영운, 고재욱, 박재영, 김연수*
광운대
(kimy3@kw.ac.kr*)

AI 기반 동적 위험성 평가모델(Dynamic QRA)은 실시간 공정 데이터를 입력하여 실시간 데이터를 얻기 위해 기 분석된 Consequence 값을 뉴랄넷을 통해 모델 학습을 진행하였다. 이후 DQRA를 통해 얻은 장치들의 정량적 Risk를 도출하였다.HAZOP과 연계하여 Bow-Tie로 파악한 Permit to Work(작업허가서)를 재구성하였다. LOPA기법으로 분석하여 Barrier와 Escalation factor의 우선순위를 부여하고, 작업허가서에 안전조치 요구사항으로 반영하였다.작업구역의 장치별 Dynamic Risk를 통하여 작업 환경의 Risk를 부여하고, 이와 연계하여 재구성한 Dynamic Permit to Work(DPTW)로 작업 시, 작업자가 처할 수 있는 동적 위험성을 정량화, 정성화 시켜 산업재해를 방지할 수 있다.본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음 (과제번호 21ATOG-C162087-01).

P안전목-7

수소 저장탱크 누출확산 환경 반영 증기운 피해예측 기계학습 모델 및 리스크 저감 최적화

정영민, 이재욱, 신동일*
명지대
(dpshin@gmail.com*)

현대 사회에서 지속 가능한 에너지원으로 주목받는 수소 연료는 그동안의 기술 발전으로 많은 관심을 받고 있으나, 이에 따른 위험성 또한 염두에 두어야 한다. 따라서 FLACS CFD를 활용하여 수소 자동차의 가스 누출 확산과 폭발 시나리오를 시뮬레이션하고, 이를 통해 위험성 평가를 수행하였다. 시나리오는 지하주차장과 터널에서의 누출 방향 및 위치 등 다양한 변수와 조건을 고려하여 가스 누출 시나리오의 위험도를 정량화하였다. 이 과정에서 비선형 회귀분석 및 기계학습 기반의 예측 모델을 개발하여 수소 가스의 확산 특성과 폭발 범위를 예측하였다. 또한, 기계학습 모델을 활용하여 변수로 적용된 요인들이 결과에 미치는 영향도를 분석하였으며, 어떠한 시나리오에서 가장 큰 위험이 발생하는지를 식별하였다. 이를 통해 사고 예방 및 관리에 필요한 정보 및 피해를 최소화하는 최적의 조건을 도출할 수 있다. 결과적으로, 수소자동차의 위험성 평가와 안전성 강화에 기여하는 연구로서, 수소 자동차 기술의 지속적인 발전과 관련 정책 수립에 중요한 지침을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

P안전목-8

대규모 복합 수소 터미널의 정량적 위험성 평가

계혜리, 이철진*
중앙대
(cjlee@cau.ac.kr*)

Hydrogen is garnering significant attention as a carbon-neutral fuel, positioning itself as a prime candidate for the next-generation energy source. Consequently, an exponential surge in hydrogen demand is anticipated. This research aims to undertake a risk assessment of a comprehensive hydrogen terminal to facilitate large-scale hydrogen distribution. Specifically, the study quantitatively evaluates the risk associated with co-locating a hydrogen terminal featuring steam methane reforming (SMR) processes with an existing LNG terminal, alongside an ammonia-based hydrogen terminal within the same spatial domain. Following the establishment of process models for each terminal, leveraging these models to underpin the risk assessment, we explore avenues for optimizing the layout of the hybrid hydrogen terminal to proactively mitigate potential hazards. The insights derived from this study are poised to provide valuable contributions to the prospective design and risk assessment of expansive hybrid hydrogen terminals, further aligning with the needs of the global academic community.

Differentiable physics 기반 가스 누출확산 surrogate model 개발 및 감지기 최적배치 시스템 효율 향상

김강섭, 신동일*
명지대
(dpshin@gmail.com*)

대규모 산업재해를 예방하기 위해 화학물질 누출 조기 감지 및 적절한 대응이 필요하다. 본 연구는 센서 배치를 통해 누출을 효율적으로 감지하는 방법 및 화학물질 누출 시나리오의 확률적 분포를 반영한 목적함수 및 커버리지를 포함하는 개선된 목적 함수 정의 및 최적화 프로세스를 제안한다. 목적 함수를 통합하여 실제 산업 시나리오에서 효율적인 센서 배치 최적화를 달성할 수 있다. 미분 가능한 대체 모델 및 최적화 도구를 결합해 누출 감지 프레임워크를 제시한다.또한 CNN 모델과 결합하여 저해상도 입력에서 고해상도 출력을 제공할 수 있다. 추가적으로 정확도 향상을 위해 기존 소프트웨어 CFD 모델 결과와 유사하도록 순차보정 수행 과정을 진행한다. 이후 실제 공장 구조를 재현하여 모델의 평가를 진행할 것이다.