

다층금속배선공정 중 세정 공정에서 발생하는 텅스텐 부식

신강섭 · 이원규[†]

하이닉스반도체(주) 시스템IC연구소
(2001년 3월 31일 접수, 2001년 7월 5일 채택)

Tungsten Corrosion during Wet Cleaning Process in Multilevel Metallization

Kang Sup Shin and Won Gyu Lee[†]

System IC R&D Center, Hynix Semiconductor Inc.,
1, Hyangjeong-dong, Hungduk-gu, Cheongju-si 361-725, Korea
(Received 31 March 2001; accepted 5 July 2001)

요 약

다층금속배선공정에서 금속배선과 하부의 비아 플러그의 오정렬로 텅스텐이 노출되는 경우에 앞선 플라즈마 공정에서 발생하는 양이온에 의한 전하축적으로 금속배선층의 전위가 상승되어 플러그 텅스텐이 알칼리 용액에서 부식이 된다. 이와 같은 플라즈마 공정수행에서 기인되는 전하축적으로 인한 부식은 금속식각 후 감광막 제거공정이 주원인이었다. 전하축적으로 인한 비아 플러그내의 텅스텐의 부식현상은 전하축적의 주요 단계로 확인된 감광막 제거공정에서 RF형 보다 마이크로웨이브형 플라즈마 감광막 제거장치를 사용하는 것과 플라즈마 발생 시 기체조성 조절에서 산소에 수소성분이 함유된 기체를 첨가하여 사용하는 경우에 부식감소 효과를 나타냈다. 또한 비아 플러그 상부의 금속배선막 상부에 절연막인 실리콘산화막을 하드마스크(hard mask)로 사용하는 경우도 텅스텐 부식 방지효과가 있었다.

Abstract – In multilevel metallization process, when tungsten plugs have been exposed by misalignment between metal lines and via plugs, tungsten plug could be easily corroded in alkali solution due to positive charging into metal layers from ions generated by plasma. In this study, we have found that photoresist ashing process among several plasma processes was a main cause of positive charging. Here are results for reducing or eliminating tungsten corrosion: Choosing microwave-type plasma asher showed the better results than RF-type for reducing corrosion opportunity of tungsten. Oxygen in plasma ambient was highly ionized which led positively charging of metal lines during plasma photoresist ashing process. However, gas species containing hydrogen atoms, i.e. H₂, H₂O and N₂/H₂ mixture, showed the reducing effect of positive charging by capturing or neutralizing activity of hydrogen atom in oxygen ion rich environment. And also the effect of dielectric hard mask deposited over metal layer on the reduction of positive charging could be confirmed.

Key words: Tungsten Corrosion, Alkali Solution, Via, Positive Charging, Multilevel Metallization, Plasma Ashing Process, Tungsten Plug

1. 서 론

반도체 소자 중에서 로직 소자는 한정된 면적 위에서 다양한 기능을 갖는 회로의 트랜지스터들을 서로 연결하기 위해 다층금속배선공정을 요구하고 있다[1, 2]. 현재 반도체 소자의 금속배선재료로 기초 및 응용 연구가 활발하게 진행 중인 다마신(damascene) 공정용으로 주로 사용되는 구리(Cu)[3, 4]와 현재까지 가장 널리 사용되어 지고 있는 알루미늄합금(Al-0.5 w%Cu)과 플러그 재료인 텅스텐을 들 수 있다. 소자 밀도가 증가하고 디자인 룰(design rule)이 작아짐에 따라 기술의 난이도의 증가로 소자성능 및 수율의 상당한 부분이 다층금속배선형성공정에

영향을 받고 있다. 특히, 노광공정에서 하층금속배선 위에 배선층간의 연결을 위한 비아홀 플러그의 정렬의 정확성 확보가 현안으로 대두되었다. 최근에는 이러한 문제를 해결하고자 OPC(optical proximity correction)을 사용하여 금속배선형태를 노광공정의 특성에 맞추어 변형시키는 공정을 채택하고 있다[5]. 그러나 이와 같은 노력에도 불구하고 소자 축소가 가속화됨에 따라 금속배선의 선폭이 한층 좁아짐으로 상하 금속배선들과 비아 홀 간의 정렬 여유도가 부족하여 Fig. 1(a)와 같이 페턴들이 어긋나는 현상을 피할 수 없는 실정이 되었다.

이렇게 금속배선과 비아 홀이 어긋나는 현상이 발생하면, 금속배선막 식각 공정을 거쳤을 때 금속 배선이 감싸야 할 비아 홀 내의 텅스텐이 노출된 상태에서 식각잔류물 또는 폴리머 등을 제거하기 위해 세정 공정을 거치는데, 이때 통상적으로 아민(amine)계열의 pH가 8-12 정도인 용액이 사용된다. 그러나 일련의 공정을 걸친 후 특정 소자내의 플러그

[†]To whom correspondence should be addressed.
E-mail: leewk@hynix.com

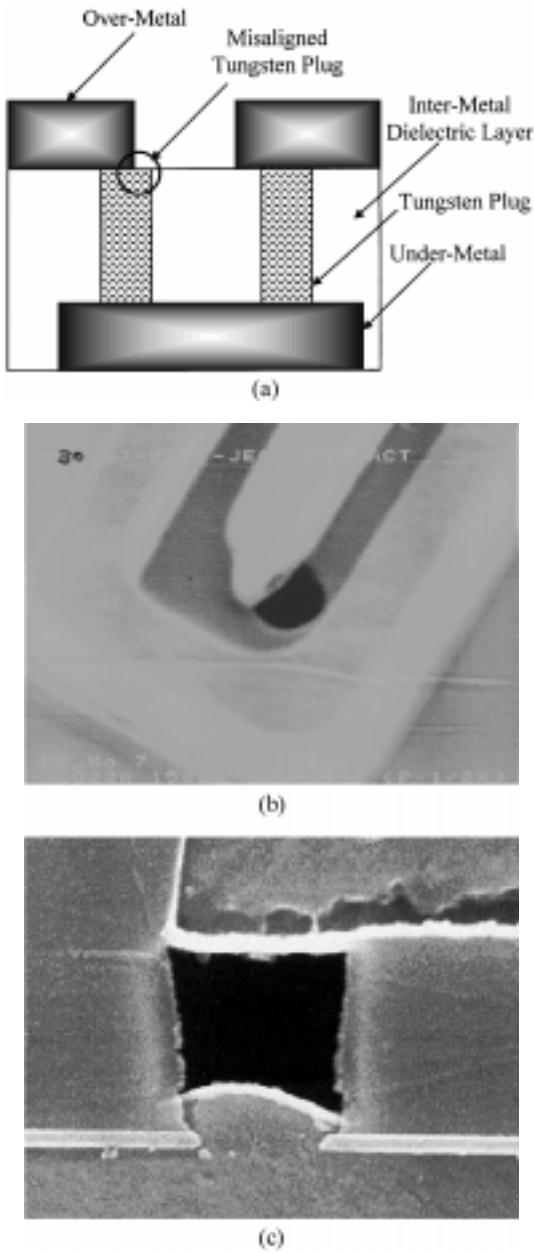


Fig. 1. (a) Schematic diagram of misaligned via plug in multilayer metallization; (b) tilted in-line SEM of an unplugged via; (c) cross-section SEM of an unplugged via[6], showing no tungsten in the via.

텅스텐이 부식되어 없어진 현상을 Fig. 1(b)에서와 같이 발견할 수가 있었다. 이때 금속층간의 단락으로 소자의 작동이 불가능하여 전체적인 소자 수율을 저하시키는 문제를 일으키게 된다.

이러한 텅스텐의 부식 현상에 대한 연구들이 몇몇 연구자에 의하여 수행되었다[6, 7]. 이들의 연구결과에서 플라즈마 공정 도중 생성된 양이온에 의한 전하축적으로 전위가 상승된 텅스텐이 pH가 비교적 높은 세정 용액에서 처리하는 과정에서 부식이 된다는 것이 밝혀졌다. 또한 전하축적에 의한 부식현상을 방지하는 몇가지 방법들을 제시하였는데 금속막 식각 후 세정 전에 축적된 이온을 방출하는 방법, pH를 2.2이하로 낮추어 전하가 축적된 텅스텐 표면을 보호막 형성으로 부식을 방지하는 방법, 또한 감광막 제거공정 시 오존을 이용하여 금속막 식각 후 감광막을 제거함으로써 전하축적에 의한 부식을 방지하는 방법 등을 들 수 있다.

본 논문에서는 전하축적에 의한 비아 플러그내의 텅스텐의 부식현상에서 전하 축적의 주요 단계로 확인된 감광막 제거공정에서 감광막 제거장치의 형태 및 종류에 따른 효과와 주요 공정 기체인 산소 플라즈마 사용 시 여러 가지 종류의 기체들을 첨가할 때의 효과와 비아 플러그 상부의 금속배선막 상부에 절연막인 실리콘 산화막을 하드마스크(hard mask)로 사용할 때의 영향 등을 비교 분석하였다.

2. 실험

실험에 사용된 시편은 다음과 같은 구조로 제조되었다. 우선 MOS 트랜지스터를 형성한 다음, 트랜지스터의 신호를 전달하는 금속배선막으로 300 ÅTi/600 ÅTiN/5,000 ÅAl/100 ÅTi/600 ÅTiN 구조를 갖는 막 위에 DUV(deep ultra violet) 스텝퍼를 사용하여 하부금속배선을 형성하고, 하부금속배선과 상부금속배선을 연결하기 위하여 비아 홀을 형성하고 화학기상증착법을 사용하여 텅스텐을 증착하였다. 그 이후 비아 홀에 텅스텐 플러그를 형성하기 위하여 CMP(chemical-mechanical polishing) 공정을 적용하였다. 그 위에 상부금속배선층으로 300 ÅTi/600 ÅTiN/6,000 ÅAl/100 ÅTi/600 ÅTiN 구조의 금속배선막을 형성한 후 노광공정과 금속식각공정을 수행하였다. 이때 사용한 식각장비는 고밀도 플라즈마 금속식각장비였다. 이후 감광막 제거를 위한 장치로 RF플라즈마 반응기와 마이크로웨이브 플라즈마 반응기를 용도에 따라 사용하였으며 산소를 주 반응기체로 질소, H₂O와 H₂/N₂ 혼합기체 등을 첨가기체로 실험 조건에 따라 적정량 사용하였다. Fig. 2는 상기의 감광막제거장치의 구조를 간략하게 도식한 그림이다. 그리고 최종적으로 식각잔류물 또는 무기폴리머 등을 제거하기 위하여 pH가 11인 ACT935™(Ashland 사) 용액을 사용하였다.

금속배선 및 비아 텅스텐 플러그의 상태를 관찰하는데 있어서 JEOL사의 SEM(scanning electron microscope)인 JWS7500E™을 이용하였고, 플러그 텅스텐을 보다 세밀하게 관찰하기 위해서 FIB(focused ion

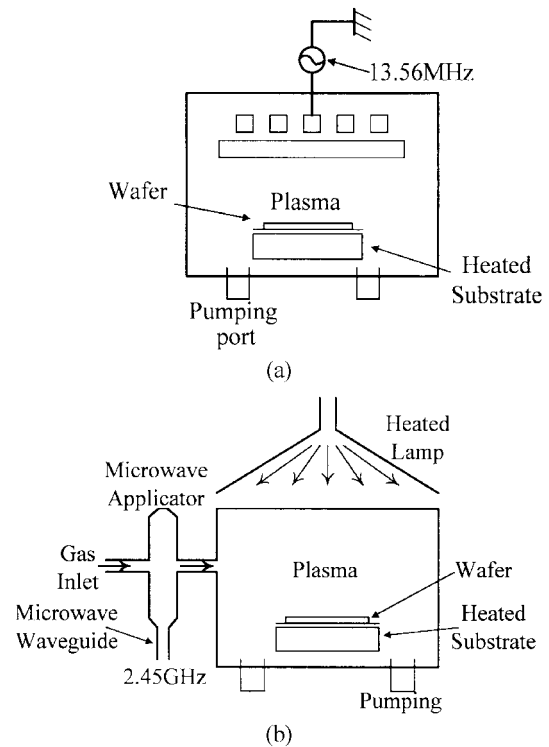


Fig. 2. Schematic diagrams of plasma photoresist ashing apparatus: (a) RF(Radio Frequency)-type and (b) microwave-type.

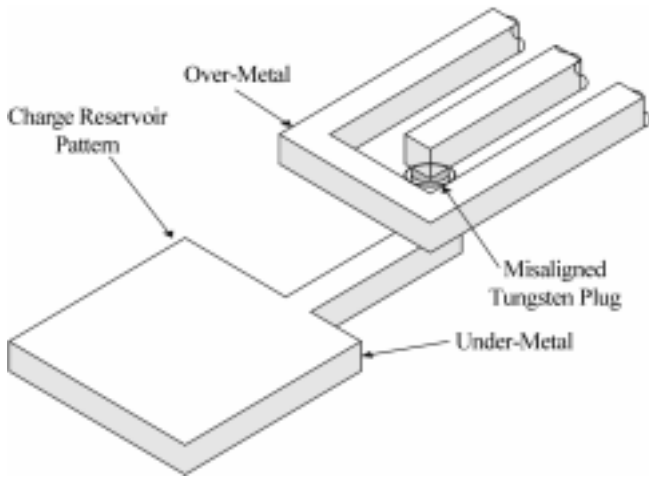


Fig. 3. Test pattern for studying tungsten corrosion in this experiment.

beam)으로 관찰할 지점을 자른 다음 Philips사의 SEM인 XL30FEG™을 이용하여 텅스텐의 부식양상을 분석하였다. 주로 관찰할 지점은 Fig. 3과 같은 테스트 패턴이며, 그 패턴의 배선 폭 및 길이는 각각 0.4 μm, 250.9 μm으로 플러그 콘택과 금속배선 표면적의 비율이 200:1정도로 매우 큰 패턴을 이용하여 상부금속배선이 비아 홀을 전부 감싸지 않은 지역을 중심으로 관찰하였다. 또한 하부 금속배선은 MOS 트랜지스터와 연결되지 않은 즉, 떠 있는 구조(floating pattern)를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

금속막의 부식은 여러 가지로 설명할 수 있는데, 충전손상(charging damage)과 결부된 현상을 이해하는 데는 전위(potential)와 pH의 관계를 나타내는 Pourbaix 도표에 따른 해석이 적절하다. 이것은 Fig. 4(a)에서 보여진 알루미늄과 용매의 pH에 따른 상태를 분석하면 산성 부식, 불용성 산화물 보호막 형성, 알칼리성 부식 그리고 금속 알루미늄 자체 등 네 가지 상태가 표시된다. 즉, 어느 임의의 전위를 가질 때 알루미늄 금속은 pH가 낮은 강산에서, 그리고 pH가 높은 강알칼리성 용액에서 부식이 발생하는 것을 볼 수 있다. 또한 텅스텐의 상태도인 Fig. 4(b)에서는 일정한 지점의 전위영역에서 산화막 형성과 부식발생의 두 가지 영역이 표시되는데, 4보다 pH가 낮은 영역에서는 텅스텐을 보호하는 산화막을 형성하고 높은 영역에서는 부식을 발생시키는 것을 알 수 있다[8].

금속막 식각 공정은 금속막 식각, 감광막 제거 그리고 금속성 폴리머 또는 식각 오염물 등을 제거하기 위한 세정공정으로 세분화하여 나눌 수 있다. 위에서 언급한 Pourbaix 도표에서 볼 때, 텅스텐이 pH가 높은 용액에서 쉽게 용해되기 위해서는 전위가 증가해야 하는데 고밀도 플라즈마 식각장비인 AMAT사의 C-5200DPS™와 Lam사의 TCP9600™에서의 금속막 식각 공정이나 플라즈마 감광막 제거공정에서 양이온에 의한 전위의 상승으로 금속 부식을 야기시키는 조건이 될 수 있다. Fig. 4(a)를 보면 알루미늄인 경우에 pH가 11인 세정용액에서 전위에 상관없이 부식현상이 일어나지 않는 조건임을 알 수 있다. 그러나 텅스텐의 경우는 상대적으로 높은 전위에서의 부식이 일어날 수 있는 조건이 된다. 본 실험결과에 의하면 Fig. 5에서와 같이 금속식각 후 감광막을 제거하지 않고 ACT935™ 용액에서 세정공정을 진행한 결과 어떤 금속식각장치 및 조건에서도 텅스텐 부식현상이 발생하지 않았다. 이것으로 보아 Fig. 1(b)와 같이 전위상승에 의한 부식은 금속막 식각공정단계보다 감광막 제거공정에서 양이온이 금속막에 축적되어 세정공정 시 텅스텐의 부식이 발생하는 것을 알 수 있다. 이때 세정용액에서 일어나는

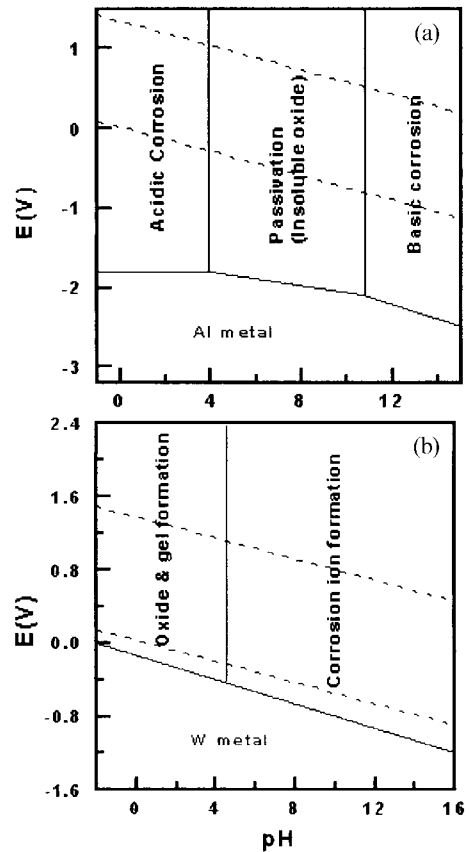


Fig. 4. Pourbaix diagrams for (a) aluminum and (b) tungsten[8].

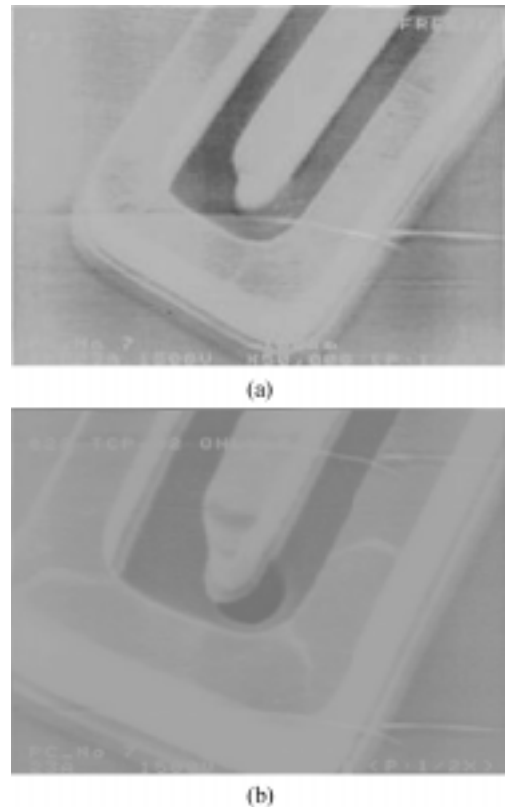


Fig. 5. Tilted in-line SEM shows (a) an intact tungsten plug when skipped plasma ashing process before solvent strip and (b) an unfilled via after plasma ashing and subsequent solvent strip.

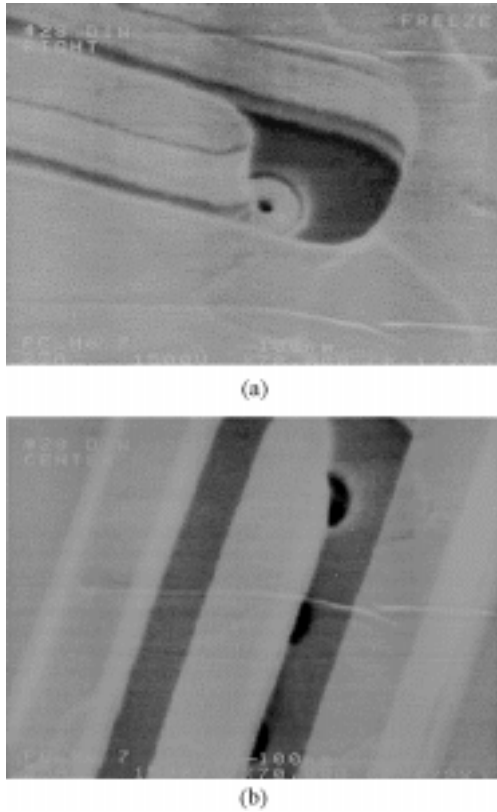


Fig. 6. Effects of the size of metal line on the degree of tungsten corrosion according to (a) top surface area of $0.4 \times 25.0 \mu\text{m}^2$ and (b) $0.4 \times 250.9 \mu\text{m}^2$.

텅스텐의 부식 반응 현상은 다음과 같은 식으로 해석할 수 있다.



여기서 식 (2)의 WO_3H 는 높은 알칼리성 용액에 급격하게 녹는 성질을 갖고 있다[9].

그러나 이와 같은 금속막 식각 후 감광막 제거 시 주로 발생하는 금속막의 전하축적에 의한 텅스텐 부식은 금속배선이 비아 홀의 플러그 텅스텐을 덮지 못한 모든 지역에 나타나는 것이 아니고 특정한 패턴에서만 발생하였다. 즉 텅스텐 플러그가 플라즈마에 노출될 때 상부 금속배선막의 표면적이 아주 커야 한다. 패턴의 크기가 부식현상에 미치는 영향을 Fig. 6을 통하여 알 수 있다. Fig. 6(a)의 경우는 텅스텐의 부식 정도가 미약하지만 Fig. 6(c)에서는 완전히 부식되어진 것을 볼 수 있다. 이들 두 패턴의 차이는 비아 홀 플러그와 연결된 상부 금속배선막의 길이가 서로 다른데, Fig. 6(a)의 결과는 금속배선의 길이가 $25.0 \mu\text{m}$ 이고 Fig. 6(b)는 $250.9 \mu\text{m}$ 로 보다 길어 단위 플러그 텅스텐의 전위 상승에 영향을 줄 수 있는 전하축적량의 차이에 기인하기 때문이다. 따라서 텅스텐의 부식은 위 아래 금속배선층의 면적과 크기에도 밀접한 연관성을 보임을 알 수 있었다.

3-1. 감광막 제거장치 구조 및 형태에 따른 영향

감광막 제거장치에서 가장 중요한 것 중의 하나는 플라즈마를 일으키는 방식인데, 이는 입자의 수와 플라즈마 상태의 불균일성으로 인한 전자 또는 이온이 반도체 소자특성에 영향을 주는 측면에서 큰 차이가 있기 때문이다. 즉, 감광막을 제거하기 위해 O_2 플라즈마를 사용하는데, 2.45 GHz의 마이크로웨이브를 사용하는 감광막 제거장치가 RF(13.56 MHz)

를 사용하는 플라즈마 보다 활성화된 라디칼인 O^* , O_2^* 을 많이 생성하고 O^+ , O_2^+ 등의 이온형태의 산소는 적게 생성시킨다. 때문에 마이크로웨이브 플라즈마를 사용하는 감광막 제거장치는 라디칼의 비율이 높아 감광막 제거속도가 높고, 낮은 이온농도 때문에 산소이온에 의한 충전 손상 측면에서 안정한 면을 보인다[10, 11].

실험에 사용된 감광막 제거장치 중 RF형인 DSQ™(decoupled source quartz)에서 600 W source power/600 mT pressure/600 sccm O_2 의 조건으로 감광막을 제거한 결과, 제거 시 산소이온이 금속막에 축적되어 전위를 증가시키으로써 ACT935 용액에 세정시 텅스텐이 식 (1)과 같은 반응을 거쳐 쉽게 용해되는 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 마이크로웨이브형 장치인 ASP™(advanced strip & passivation)에서는 DSQ™와 동일하게 공정변수 설정하고 감광막 제거공정을 수행한 후 ACT935 처리한 결과에서는 비아 홀 내의 텅스텐이 용해되지 않았다. 이런 결과로 볼 때 마이크로웨이브를 사용하는 플라즈마 장치에서는 이온 농도보다는 중성원자 또는 분자의 농도가 상대적으로 큰 것으로 추측할 수 있다. 그러나 Gasonic사에서 제작한 PEP3510™에서 위와 동일한 조건으로 진행한 결과, 2.45 GHz를 사용하는 마이크로웨이브형 플라즈마 장치임에도 불구하고 플라즈마 공정시 전하축적에 의한 텅스텐 부식이 발생하였다. 이러한 결과로 볼 때 플라즈마 발생원리가 동일하더라도 감광막 제거장치의 구조 및 성능에 따라 다르게 영향을 받을 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

3-2. 감광막 제거장치에서의 기체구성에 따른 영향

RF형 DSQ™ 반응기에서 사용되는 기체는 산소와 H_2O 이다. 최근 금속막을 식각하는 공정은 식각 후 감광막을 제거할 때 H_2O 를 사용하여 보호막을 형성한 후 산소 플라즈마를 사용하여 감광막 제거공정을 수행하고 있다. 본 실험에서는 RF power 1,000 W/pressure 600 mT로 고정시키고 상기 기체들의 조합에 따른 플러그의 부식현상은 다음과 같았다. 산소 플라즈마로 처리한 조건에서는 부식이 발생하였지만, H_2O 플라즈마 및 산소에 H_2O 를 첨가한 플라즈마 감광막 제거공정조건에서는 부식현상이 나타나지 않았다. 따라서 H_2O 를 첨가하면 RF형 플라즈마 감광막 제거장치에서의 텅스텐 부식이 억제됨을 알 수 있었다.

마이크로웨이브형 플라즈마 감광막 제거장치인 PEP3510™에서 실험에 사용된 기체는 산소, 질소 그리고 N_2/H_2 혼합기체였다. 이 실험에서는 기체의 조성을 바꾸면서 microwave power 1,100 W/pressure 1,500 mT 공정조건에서 플라즈마 처리시간은 45초로 하였다. 이 조건으로 금속막 식각후 비아 홀 플러그 텅스텐이 드러나 있는 시편을 장치내에서 플라즈마 처리하면서 부식의 양상을 살펴보았다. 3-1에서 언급한 바와 같이 산소를 단독으로 사용하여 플라즈마 처리하였을 경우에는 마이크로웨이브형 플라즈마 감광막 제거장치임에도 불구하고, 산소이온의 금속배선에 전하가 축적되어 발생하는 플러그 텅스텐의 부식이 발생하였다. 그러나 2,500 sccm O_2 /25 sccm N_2 를 혼합한 결과 산소를 단독으로 사용했을 때보다 더욱 심하게 플러그 텅스텐의 부식이 발생하였다. 질소의 첨가량을 55-125 sccm의 범위에서 조절한 결과 질소의 첨가량에 따른 큰 변화가 없었다. 이런 결과는 질소가 일반적으로 플라즈마 방전을 촉진시키는 기체로 플라즈마 방전시 기체의 분해반응을 촉진함으로써 주로 식각속도를 증가시키는 역할을 하는 가스임을 고려할 때[12, 13], 첨가된 질소가 산소의 분해반응을 촉진시키면서 그만큼 산소이온의 농도도 높이기 때문에 금속배선에 전하축적량도 증가되는 것으로 사료된다. 그러나 산소에 N_2/H_2 혼합기체를 첨가한 결과에서 부식양상이 다를 수 있었다. 2,500 sccm O_2 에 1,200 sccm H_2/N_2 를 첨가한 결과 플러그 부식현상은 발생하지 않았다. 이러한 결과는 DSQ™ 반응기에서 산소에 H_2O 를 첨가했을 때 나타난 현상과 유사한 것으로 수소 라디칼이 플라즈마내에 존재하면 수소 라디칼이 산소이온과 반응하여 이온 농도를 감소시키으로써 반응기 내에 산소 이온이 감소됨을 알 수 있다. 따

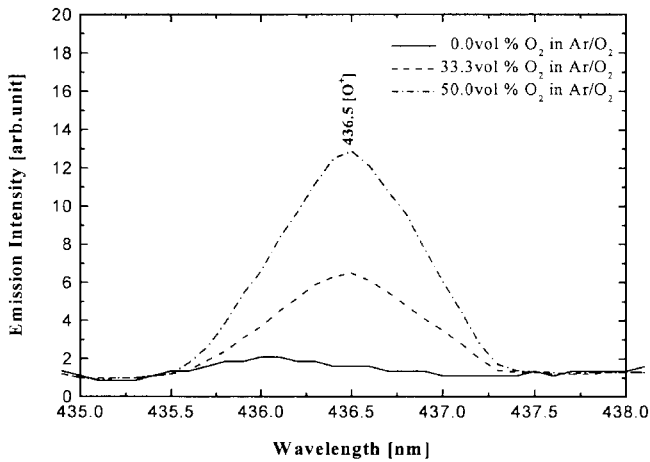


Fig. 7. O⁺ emission intensity profiles according to the concentration of oxygen in Ar/O₂ plasma ambient.

라서 마이크로웨이브형이나 RF형 플라즈마 장치에서 감광막 제거시 산소 단독 사용보다 수소가 포함된 기체를 첨가하면 부식발생을 억제할 수 있음을 알 수 있었다.

실제 산소이온의 발생정도가 텅스텐 부식에 미치는 정도를 정량적으로 알아 보기 위하여 OES(optical emission spectroscopy)를 통하여 플라즈마 내에서의 산소 이온 파장의 빛의 세기와 텅스텐의 부식 상태를 비교하였다. 본 실험에서는 OES 장비로 Sophie사의 Digisem350-3™을 이용하였다. 400-800 nm 파장의 범위에서 산소 플라즈마와 관련된 파장은 436.5, 532.9, 615.8, 645.6 그리고 777.5 nm이 다섯 가지이다. 이들 파장 중에 436.5 nm는 산소이온에 의한 발생 파장이나 나머지 4개는 산소원자에 의한 것이다[14]. Fig. 7에서 산소량의 증가에 따라 436.5 nm의 산소이온의 양이 증가하는 것을 Fig. 7에서 볼 수 있으며, 텅스텐의 부식도 산소의 증가에 따라 그 정도가 심해지는 것을 Fig. 8을 통하여 알 수 있었다. 이러한 결과로 볼 때 텅스텐 부식은 산소 플라즈마를 통한 감광막 제거공정에서 주로 산소이온에 의한 전하축적으로 후속 용액처리공정에서 일어나게 됨을 확인할 수 있었다.

3-3. 절연막의 집전효과에 의한 영향

플라즈마 공정시 양이온이 금속배선에 축적되는 것은 패턴의 표면적 뿐 아니라 비아 홀 플러그의 하부층에 어떤 물질의 막이 있는지가 중요한 요소가 된다. 즉 비아 홀 플러그 하단이 Si substrate와 연결되면 양이온의 전하는 집전효과에 의하여 축적되지 않고 소실되어 버린다[15]. 그러나 플러그 하부의 금속배선막이 실리콘 Substrate에 연결되어 있지 않으면, 플라즈마에 노출되었을 때 하부금속층과 플러그에 양이온의 전하가 축적되어 텅스텐의 전위를 증가시키기 때문에 식각 후 세정시 pH가 높은 알칼리 수용액 속에서 부식이 진행되게 한다.

노광장치의 한계를 극복하기 위한 공정방법으로 다층금속배선공정에서는 금속배선막 위에 반사방지막으로 유기계 재료, TiN과 같은 금속재료 또는 실리콘 산화막과 질화막 등 무기절연막을 사용하여 미세패터닝을 가능하게 공정방법이 활발하게 도입되어지고 있는데, 이때 형성된 무기절연막의 경우는 하드마스크(hard mask)로도 이용된다. 본 실험에서 화학기상증착법으로 두께가 1,500 Å인 실리콘산화막을 사용한 경우에 Fig. 9와 같이 금속배선막 식각후 감광막 제거 시 산소 플라즈마 제거공정을 반응기의 형태에 상관없이 알칼리 수용액에서의 텅스텐 부식이 발생하지 않았다. 전도체가 아닌 물질에서는 전하를 이동시키지 못하기 때문에 금속배선막 위에 있는 하드마스크로 사용된 실리콘 산화막이 플라즈마로 발생된 산소이온의 전하를 집전하는 역할을 하여 하

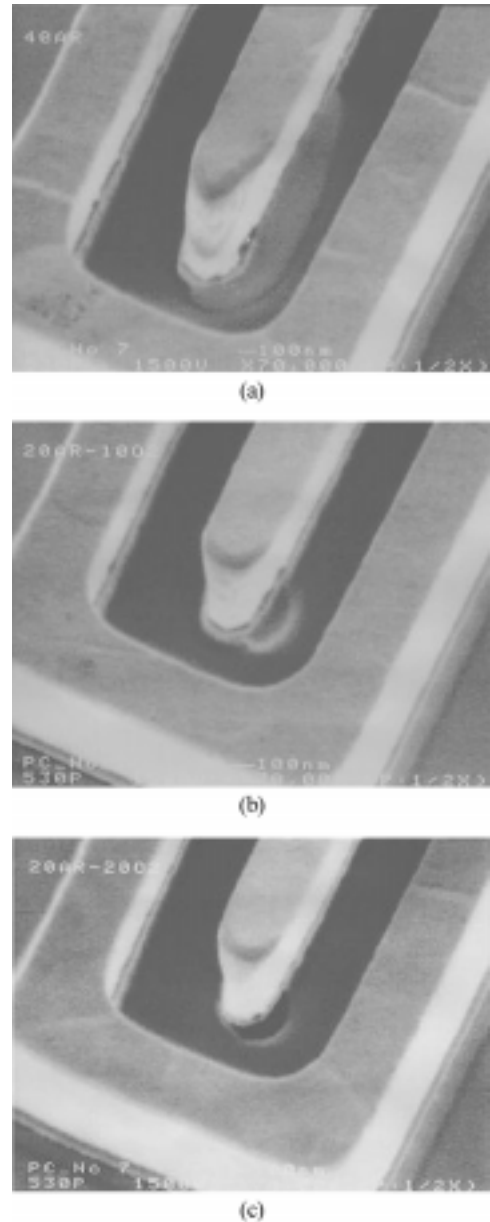


Fig. 8. Effects of oxygen concentration in plasma for photoresist ashing on the degree of tungsten corrosion: (a) no oxygen, (b) 33.3 vol% and (c) 50.0 vol% O₂ in Ar/O₂ mixture. These Figures show that the increase of oxygen concentration enhances tungsten corrosion.

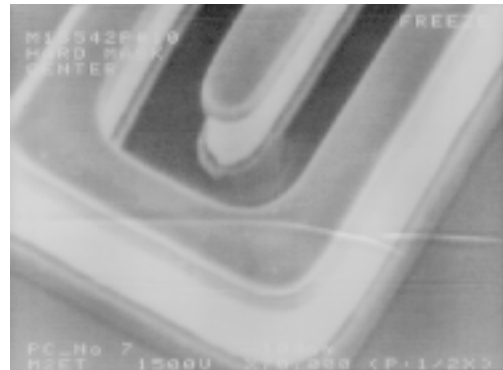


Fig. 9. Intact tungsten plug after solvent strip when adapting silicon oxide film of 1,500 Å thick on metal line to hard mask.

층의 금속배선막에 축적되는 전하의 양을 줄여 텅스텐의 전위상승을 어느 정도 억제하는 기능을 수행했기 때문으로 해석된다.

4. 결 론

다층금속배선공정에서 금속배선막의 식각 후에는 식각잔류물을 제거하기 위해 세정공정에서 pH가 높은 알칼리 용액을 사용하는데 있어, 금속배선과 하부의 비아 플러그의 오정렬로 텅스텐이 노출되는 경우에 앞선 플라즈마 공정에서 발생하는 양이온에 의한 전하축적에 의하여 금속배선층의 전위가 상승되어 플러그 텅스텐이 알칼리 용액에서 부식이 일어나게 된다. 이와 같은 플라즈마 공정수행에서 기인되는 전하축적에 의한 부식은 금속식각 후 감광막 제거공정이 주원인이었다. 이것은 금속식각 공정에서 금속막 배선 상부에는 절연성의 감광막이 덮여 있기 때문에 전하가 축적될 표면적이 적지만, 감광막 제거 공정 시에는 금속배선 전면에 전하가 축적될 수 있으므로 대부분의 전하 축적은 감광막 제거 공정에서 일어난다.

다층배선공정에서 플라즈마공정 과정의 양이온에 의한 전하축적으로 발생하는 비아 홀의 플러그 텅스텐의 부식을 방지 또는 억제하는 방법으로 (1) 산소이온의 발생이 최소화되는 마이크로웨이브형 감광막 제거 장치를 사용하며, (2) 감광막 제거 시 주로 사용되는 산소 또는 산소와 질소의 혼합기체 플라즈마로 감광막을 제거할 때 수소가 함유된 기체를 첨가하여 플라즈마 내의 산소이온의 생성을 줄일 수 있는 플라즈마 환경을 구성하며, (3) 금속막 위에 하드마스크로 사용될 절연막인 실리콘산화막 또는 질화막을 증착하여 금속배선식각 공정시 양이온에 의해 발생하는 전하를 절연막에 축적시킴으로써 금속배선층에서의 전위상승을 억제하는 방법 등을 제시할 수 있다.

참고문헌

1. Awaya, N. and Kobayashi, T.: *Jpn. J. Appl. Phys.*, **37**, 1156(1998).
2. Mazouk, H. A., Kim, J. S., Reucroft, P. J., Jacob, R. J., Robertson, J. D. and Eloi, C.: *Appl. Phys.*, **A58**, 607(1994).
3. Jain, A., Gelatos, A. V., Kostas, T. T. and Hampden-Smith, M. J.: *J. Vac. Sci. Technol.*, **B11**, 2107(1993).
4. Gwennap, L.: *Microprocessor Report*, **14**, August 4(1997).
5. Hasimoto, K., Usui, S., Hasebe, S., Morota, M., Nakayama, T., Matsuoka, F. and Yamamoto, K.: *Proceedings of SPIE*, **3334**, 224(1998).
6. Bothra, S., Sur, H. and Liang, V.: *Microelectronics Reliability*, **39**, 59(1999).
7. Lee, J. E., Chang, J. H., Park, H., Seo, T. W., Park, S. H., Chung, U. I., Kang, G. W. and Lee, M. Y.: *Proceedings of International Interconnect Technology Conference*, 273(1999).
8. Fruitman, C., Desai, M. and Birmie, D. P.: *Proceedings of VLSI Multilevel Interconnection Conference*, 508(1995).
9. Kneer, E. A., Raghunath, C., Raghavan, S. and Jeon, J. S.: *J. Electrochem. Soc.*, **143**, 4095(1996).
10. Shl, J., Kamarehl, M., Shaner, D., Rounds, S., Fink, S. and Ferris, D.: *Solid state technology*, **October**, 75(1995).
11. Rembetski, J. F., Rust, W. and Shepherd, R.: *Solid state technology*, **March**, 67(1995).
12. Fleddermann, C. B. and Hebner, G. A.: *American Vacuum Society 44th International Symposium*, PS-MoP9(1997).
13. Kim, K. H., Beak, K. H., Shin, K. S., Park, C. W. and Lee, W. G.: *Jpn. J. Appl. Phys.*, **38**, 6090(1999).
14. Lide, D. R.: "Handbook of Chemistry and Physics," 76th ed., CRC Press, New York, NY(1996).
15. Tabara, S.: *Jpn. J. Appl. Phys.*, **35**, 2456(1996).