

論文98-35D-1-4

Al(Cu 1%) 플라즈마 식각후 fluorine 처리에 의한 passivation 막 형성

(The formation of the passivation layer by the fluorine treatment after Al(Cu 1%) plasma etching)

金昌日*, 權光虎**, 金相基***, 白圭夏***, 尹鏞善***, 南基守***, 張宜久*

(Chang-Il Kim, Kwang-Ho Kwon, Sang-Gi Kim, Kyu-Ha Baek, Yong-Sun Yoon, Kee-Soo Nam, and Eui-Goo Chang)

요 약

본 연구에서는 chlorine-based gas chemistry를 이용하여 AlCu막을 식각하는 경우 발생하는 부식현상을 XPS, SEM, 및 TEM을 이용하여 조사하였다. AlCu막의 식각후 부식은 300 mTorr의 공정 압력에서 SF₆ 플라즈마 처리한 시료에서 부식현상이 현저하게 감소되었다. 이러한 부식현상의 감소는 식각후 시료의 결정입계에 존재하는 Cl기가 SF₆ 플라즈마 처리에 의하여 F기로 치환되어 나타난 현상이 아니라 fluorine이 함유된 passivation layer가 형성되어 Cl기가 대기중의 수분과의 반응을 막아주기 때문이라고 판단된다.

Abstract

In this study, chlorine(Cl)-based gas chemistry is generally used to etching for AlCu films metallization. The corrosion phenomena of AlCu films were examined with XPS (X-ray photoelectron spectroscopy), SEM (Scanning electron microscopy), and TEM (Transmission electron microscopy). SF₆ plasma treatment subsequent to the etching process prevents the corrosion effectively in the pressure of 300 mTorr. It is found that the chlorine atoms on the etched surface are not substituted for fluorine atoms during SF₆ treatment, but a passivation layer on the surface by fluorine-related compounds would be formed. The passivation layer prevents the moisture penetration on the SF₆ treated surface and suppresses the corrosion successfully.

I. 서 론

반도체 소자에 가장 먼저 도입된 금속은 배선재료로

* 正會員, 中央大學校 電子電氣工學部

(School of Electrical & Electronic Eng., Chungang Univ.)

** 正會員, 韓瑞大學校 電子工學科

(Dept. of Electronic Eng., Hanseo Univ.)

*** 正會員, 韓國電子通信研究院 半導體研究團

(Semiconductor Technology Division, ETRI)

接受日字:1997年8月28日, 수정완료일:1998年1月3日

서 알루미늄(Aluminum) 이다. 당시에는 습식식각공정으로 패턴(pattern)을 형성하였고, 그 후 반도체 소자의 미세화가 진행되어 건식식각공정이 등장하게 되었다. 반도체 소자의 집적화가 진행됨에 따라 금속배선공정에서는 배선폭의 미세화, 배선막의 박막화, 배선 길이의 증가 및 금속배선의 적층화가 진행되고 있다. 이에 따라 금속배선의 단면적이 감소하여 높은 전류밀도를 유기함에 따라 전하이동(electromigration) 및 스트레스 이동(stress migration)현상이 심각한 문제로 대두되고 있다.^[1,2,3]

패턴의 미세화에 병행하여 전하이동 및 스트레스 이동을 방지하여 배선의 신뢰성을 향상하기 위해 실리콘

(Si), 구리(Cu)를 첨가하여 실리콘과의 저항 접촉 (ohmic contact)을 개선한 장벽금속(barrier metal)과의 적층 구조의 배선이 많이 사용되고 있다. 이에 병행하여 Al 혹은 Al-Si(1%)막에 Cu를 첨가하여 사용하는 AlCu 혹은 Al-Si-Cu막은 고도의 전식식각기술이 요구되고 있다. Cu가 포함된 Al 합금막의 경우 휘발성 할로젠 화합물을 형성하지 않아 식각에 어려움이 있다. 그 결과 금속 배선에 사용되고 있는 금속의 Cu 함유량이 4% 이내로 제한되고 있는 실정이다. 향후 Cu 식각이 가능한 etching chemistry의 개발이 요구되고 있지만 아직은 초보적인 단계를 벗어나지 못하고 있는 실정이다.^[4]

알루미늄 식각기술 개발을 저해하는 또다른 문제점은 식각후 Al 합금막의 부식 현상이다. 일반적으로 Al 합금막 식각후 발생하는 부식 현상은 식각후 시료 표면에 잔류하는 Cl기와 웨이퍼의 대기 노출에 기인하여 대기중의 수분이 반응하여 HCl을 형성하고, 다시 알루미늄과 반응하여 발생하는 현상이다.^[1,4,5,6]

특히 Al-Cu 혹은 Al-Si-Cu 금속은 식각후 부식 현상에 취약하다. 이는 금속간의 접촉 전위차에 의한 전지효과(battery effects)로 부식이 가속되고, 식각 표면의 비휘발성 Cu 성분의 증가로 copper chloride가 형성되기 때문이다.^[3,5,6]

최근에는 Si와 배선재료인 Al의 상호 용해 반응을 억제하여 금속배선의 신뢰성을 향상시킬 목적으로 고용점 금속(refractory metal)인 TiW, TiN, W, WSi 등을 Al 합금막 상하에 적층하여 형성하는 적층 배선 구조가 널리 이용되고 있다. 그러나 적층 Al 배선구조는 식각제(etchant)인 Cl₂에 의한 부식현상 뿐만 아니라 금속막과 Al과의 전위차에 의한 전지효과가 부식의 발생을 가속하므로 부식 문제가 심각하게 대두되고 있다.^[1,2,3,4,5,6]

금속배선공정이 집적화, 미세화, 적층화되는 추세에 따라 금속식각공정에서 Al 합금막 식각후 부식 발생이 심각한 문제점으로 대두될 것으로 예상된다. Al 합금막 식각후 부식 발생을 억제하기 위해서는 부식발생 mechanism의 규명이 선행되어야 하지만, 이에 관한 연구가 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.^[5,6]

따라서 본 연구에서는 Al 부식현상을 억제할 수 있는 방안을 강구하기 위하여 Al 부식현상을 XPS(X-ray photoelectron spectroscopy)와 SEM(Scanning electron microscopy)으로 분석하였다.

또한 Al 부식을 억제하기 위한 방안으로 SF₆ 플라즈마 처리후 금속 표면의 원소의 조성을 분석하여 Cl의 결합상태 변화를 조사하였다. 이를 토대로 Al 부식현상에 미치는 SF₆ 플라즈마의 역할을 규명하고자 하였다. AlCu막의 표면 위에 존재하는 passivation 막을 TEM(Transmission electron microscopy)으로 확인하고자 하였다.

II. 실험

본 실험을 위하여 1~30 Ω.cm의 비저항을 갖는 p형, 5인치 실리콘 웨이퍼를 기판으로 사용하였고, 기판을 1 : 4의 H₂SO₄ : H₂O₂ 및 10 : 1의 H₂O : HF 용액과 탈이온수(De ionized water)로 세척한 후 420 °C에서 SiH₄ 및 O₂ 가스를 사용한 저압화학증착법(LPCVD)으로 100 nm의 TEOS막을 증착하였다. TEOS막을 증착 시킨후 Varian 3180 스퍼터링(sputtering) 시스템을 사용하여 상온, 6 mTorr 분위기 하에서 Al-1%Cu target을 사용하여 800 nm 두께의 Al-Cu(1%)막을 스퍼터링하여 시료를 제작하였다.

AlCu막의 식각은 Balzers SWE 654 식각장비를 이용하여 1.97 watts/cm²의 RF power density, 600 mTorr의 반응로 압력에서 He : CHF₃ : Cl₂ : SiCl₄ = 200 : 5 : 9 : 116 sccm의 가스 플라즈마 하에서 수행되었으며, 이때 반응로 벽(wall)의 온도는 70 °C이고, 하부전극의 온도는 20 °C이었다.

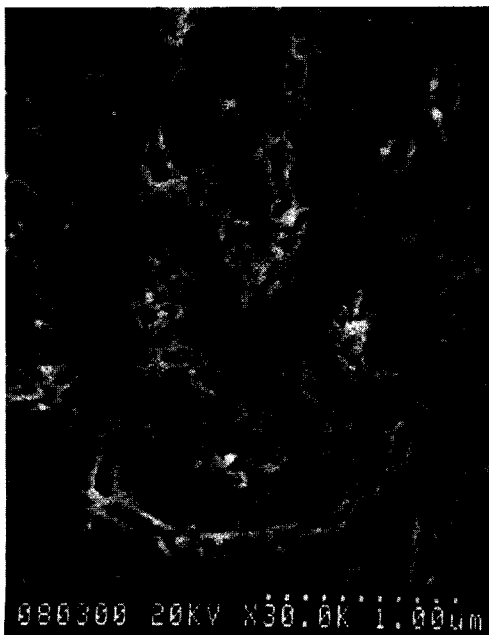
AlCu막의 식각후 웨이퍼 표면에 잔류하는 Cl기를 제거하기 위하여 동일 반응로에서 50 sccm의 SF₆ 가스로 반응로의 압력을 100, 200 및 300 mTorr에서 30 sec동안 플라즈마 처리하였다. AlCu막의 식각후 및 SF₆ 플라즈마 처리후 부식 발생 현상을 SEM으로 관찰하였고, 또한 AlCu막을 식각한 후 SF₆ 플라즈마 처리한 시료 표면에 형성된 residue막을 TEM으로 관찰하였다. 식각 전 후 및 SF₆ 플라즈마 처리후의 시료의 표면 조성 및 화학적 결합 상태의 분석은 VG Scientific 사의 ESCALAB 200R XPS로 수행하였다. 이때 시료는 경과시간에 따른 부식 발생 현상을 파악하기 위하여 식각후 및 SF₆ 플라즈마 처리후 동일하게 10분정도 지난후 분석을 수행하였다. 에너지원으로는 250 watts의 Mg Kα (1253.6 eV) radiation을 사용하였으며, 시료의 표면 조성 분석을 위한 wide

scan 분석은 pass energy (E_p)를 100 eV로, 검출된 원소의 화학적 결합상태 분석을 위한 narrow scan 분석은 pass energy (E_p)를 20 eV로 수행하였다. SF_6 플라즈마 처리후 AlCu 표면 위에 형성된 막의 종류를 구분하기 위하여 시료의 표면에서 굴절율과 흡수계수를 Rudolph Research Inc.의 Rudolph autoEL IV모델의 Ellipsometer로 측정하였다. 이때 빛의 반사에 의한 편광상태를 관측하기 위하여 $\lambda = 6328 \text{ \AA}$ 의 파장을 입사각 70° 로 주사하였다.

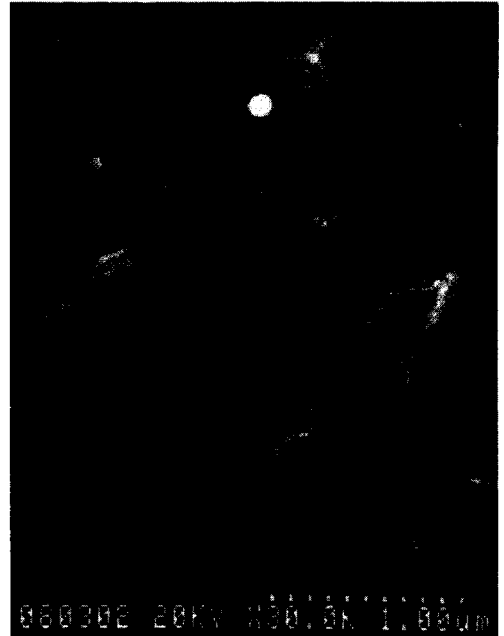
III. 결과 및 고찰

AlCu막을 식각한 시료(a)와 식각후 SF_6 플라즈마 처리한 시료(b)의 표면 변화를 SEM으로 관찰하여 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서 SF_6 플라즈마 처리 압력이 변화함에 따라 AlCu막의 결정입계에서 부식상태가 크게 변화됨을 보여준다.

그림 1의 SEM 사진에서 알 수 있는 바와 같이, AlCu막의 식각후 SF_6 플라즈마 처리하지 않은 시료(그림 1(a))에서는 부식이 대부분 결정입계에서 발생하였지만, 식각후 300 mTorr에서 SF_6 플라즈마 처리한 시료(그림 1(b))에서는 부식상태가 발견되지 않았다.



(a) Etched

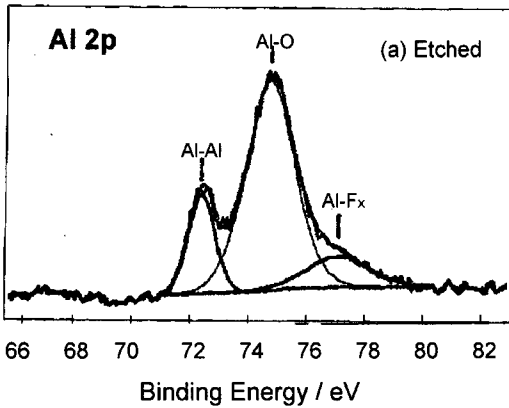


(b) 300 mTorr

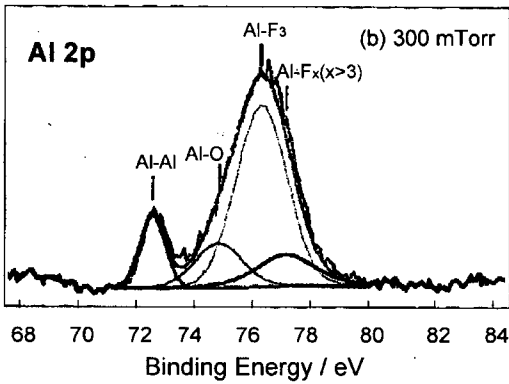
그림 1. 식각된 AlCu막(a)과 식각후 300mTorr에서 SF_6 플라즈마 처리된 막(b)의 SEM 사진
Fig. 1. SEM images of the etched AlCu films(a) and SF_6 plasma treated AlCu films in the pressure of 300mTorr(b).

따라서 Cl에 의한 부식은 대부분 결정입계에서 집중적으로 일어나는 것으로 판단된다. 이는 AlCu 금속의 결정입계 영역이 에너지적으로 보다 불안정한 결정 구조를 가지므로 식각시 Cl이 결정입계로 혼입(incorporate)되어 시료가 대기에 노출됨에 따라 대기중의 H_2O 와 반응하여 부식이 진행되는 것으로 판단된다. 그러나 300 mTorr에서 SF_6 플라즈마 처리된 시료에서는 부식현상이 억제되는 것은 Cl이 F와 치환되어 시료 표면에서 제거되거나 F나 S가 함유된 passivation 막이 형성되어 Cl이 대기중의 수분과 반응하는 것을 막아주기 때문이라고 판단된다.

그림 2는 AlCu막의 식각된 시료(a)와 식각후 300 mTorr의 반응로 압력에서 50 sccm SF_6 가스로 30 초간 플라즈마 처리한 시료(b)에서 추출한 Al 2p 피이크를 deconvolution한 결과이다. 그림 2의 (a)에서 elemental Al(Al-Al)결합 피이크가 72.5 eV에서 검출되었으며, Al_2O_3 화합물에서 검출되는 Al-O 결합 피이크는 75.1 eV에서 나타났다. 또한 $Al-F_x(x>3)$ 의 결합 피이크도 77.5 eV에서 검출되었다.



(a)



(b)

그림 2. 식각된 AlCu막을 300 mTorr에서 SF₆ 플라즈마 처리한 시료의 Al 2p narrow scan 스펙트럼의 deconvolution

Fig. 2. Deconvolution of Al 2p narrow scan spectra on the SF₆ plasma treated samples at 300 mTorr.

그림 2의 (b)에서 72.5 eV에서 검출되는 elemental Al(Al-Al) 결합 피크가 약간 감소하였으며, 75.1 eV에서 검출되는 Al-O 결합 피크는 현저하게 감소하였다. 또한, 77.5 eV에서 검출되는 Al-F_x(x>3)의 결합 피크는 약간 증가 함을 보이고, AlF₃ 화합물에서 검출되는 Al-F₃ 결합이 76.8 eV에서 새로이 검출됨을 보였다. 이러한 결과는 SF₆ 플라즈마 처리시 반응로 압력이 증가함에 따라 Al-F_x(x>3)의 결합이 플라즈마 내에서 분리되어 다시 Al-F₃ 결합을 하여 표면에 fluorine이 sulfur와 함께 passivation layer를 형성하여 Al이 oxygen과 반응하는 것을 막아주기 때문에 Al-O 결합 피크가 현저하게 감소하는 것으로

판단된다.^[7] 한편 Al-O 및 Al-Cl 결합은 각각 75.1 및 75.5 eV에서 검출되지만 이들 결합은 구분이 어렵고 시료의 표면에서 검출되는 Cl 원소의 양이 극히 적으므로 75 eV 부근에서 검출되는 피크의 대부분은 Al-O 결합으로 구성되어 있는 것으로 판단된다.^[5]

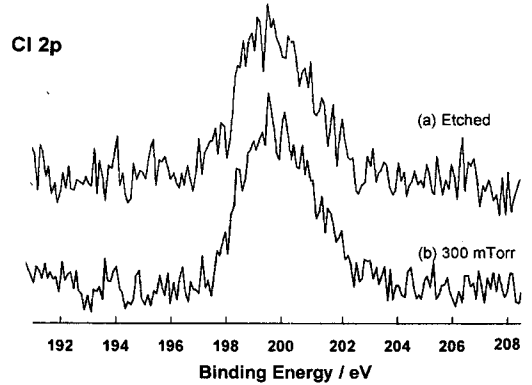


그림 3. 식각된 AlCu막의 SF₆ 플라즈마 처리 조건에 따른 Cl 2p narrow scan spectra

Fig. 3. Cl 2p narrow scan spectra with SF₆ plasma treatment conditions of the etched AlCu films.

그림 3은 AlCu막의 식각후 반응로 압력을 변화시키면서 SF₆ 플라즈마 처리한 시료 표면의 Cl 2p narrow scan 스펙트럼이다. 그림 3에서 SF₆ 플라즈마 처리하지 않은 시료(a)와 300 mTorr에서 SF₆ 플라즈마 처리한 시료(b) 사이에서 Cl 2p의 피크의 형태는 변화를 보이지 않았다. 한편 식각된 AlCu막의 SF₆ 플라즈마 처리전후 AlCu막의 표면에 존재하는 각 원소의 atomic percent를 추출하여 원소의 변화량을 조사한 결과에서도 Cl atomic percent가 거의 변화가 없었으며,^[7] 이로 부터 SF₆ 플라즈마 처리에 의해 Cl의 결합상태가 변화되지 않음을 의미한다. 이는 시료에서 검출되는 chlorine은 거의 대부분 결정입계에 침투되어 있는 것으로 판단된다. 결정입계 이외의 부위에 존재하는 Cl은 AlCl₃의 증기압이 높아 쉽게 표면에서 이탈되는 반면에 결정입계에 침투한 Cl은 쉽게 표면에서 이탈되지 않기 때문에 판단된다. 따라서 SF₆ 플라즈마에 노출되어도 거의 영향을 받지 않고 존재하게 된다. 이에 따라 그림 1의 SEM상에서 확인할 수 있는 바와 같이 Cl에 의한 부식은 대부분 결정입계에서 집중적으로 일어나는 것으로 해석된다. 이는 AlCu 금속의 결정입계 영역이 에너지적으로 보

다 불안정한 결정 구조를 가지므로 Cl이 혼입(in-corporate)되어 SF₆ 플라즈마에 의한 처리 후에도 완전히 제거되지 않고 잔존하는 것으로 보인다. 이후 시료가 대기에 노출됨에 따라 결정입계에 존재해 있던 Cl이 대기중의 H₂O와 반응하여 부식이 진행되는 것으로 판단된다. 또한 Cl 2p narrow scan 스펙트럼을 살펴보면 SF₆ 처리 압력이 100 mTorr와 300 mTorr에서 거의 동일한 피크 모양을 확인 할 수 있었다. 이는 300 mTorr에서 부식은 억제됨에도 불구하고 Cl의 결합상태는 변화가 없는 것으로 판단된다. 이러한 현상은 표면에 존재하는 Cl기가 F기로 치환되지 않고, fluorine 혹은 sulfur에 의해 결정입계가 부동태화되어 있음을 의미한다. 이는 300 mTorr에서 SF₆ 플라즈마 처리된 시료에서도 Cl의 atomic percent는 변화가 없는데도 부식현상이 억제되는 사실과 일치한다.

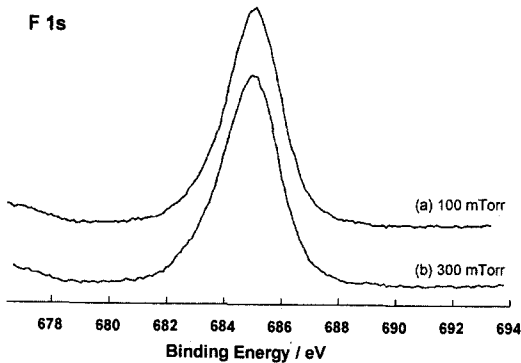


그림 4. 식각된 AlCu막의 SF₆ 플라즈마 처리 조건에 따른 F 1s narrow scan spectra
Fig. 4. F 1s narrow scan spectra with SF₆ plasma treatment conditions of etched AlCu films.

그림 4는 AlCu막의 식각후 반응로 압력을 변화시키면서 SF₆ 플라즈마 처리한 시료 표면의 F 1s narrow scan 스펙트럼이다. SF₆ 플라즈마 처리시 반응로 압력이 100 mTorr인 경우에 시료의 표면에서 검출되는 F는 약 685 eV에서 주로 F-metal 결합을 하고 있음을 알 수 있었다. 이러한 F-metal 결합은 대부분 F-Al 결합을 이루고 있고, 일부는 F-Cu 결합으로 되어 있는 것으로 판단된다. 그림 4의 (a) 100 mTorr와 (b) 300 mTorr를 비교하여 보면 fluorine intensity가 약간 증가하였음을 알 수 있다. 이는 SF₆ 처리시 반응로 압력의 증가로 인하여 플라즈마 내에

더 많은 F 래디컬이 형성된 결과로 해석된다. 이러한 시료 표면에서 F 원소의 증가는 Al 부식을 억제시키는데 영향을 미칠 것으로 판단된다.

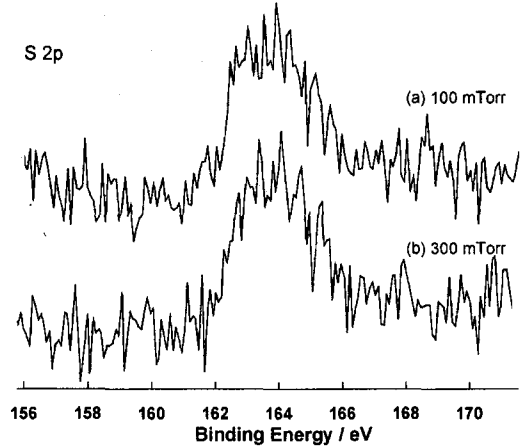


그림 5. 식각된 AlCu막의 SF₆ 플라즈마 처리 조건에 따른 S 2p narrow scan spectra
Fig. 5. S 2p narrow scan spectra with SF₆ plasma treatment conditions of etched AlCu films.

그림 5는 AlCu막의 식각후 반응로 압력을 변화시키면서 SF₆ 플라즈마 처리한 시료 표면의 S 2p narrow scan 스펙트럼이다. SF₆ 플라즈마 처리시 반응로 압력이 100 mTorr인 경우에 시료의 표면에서 검출되는 S는 약 165 eV에서 주로 S-metal 결합을 하고 있음을 알 수 있었다. 이러한 S-metal 결합은 대부분 S-Al 결합을 이루고 있는 것으로 판단된다. 그림 5의 (a) 100 mTorr와 (b) 300 mTorr를 비교하여 보면 sulfur 피크의 intensity가 거의 변화하지 않음을 알 수 있다. 이는 SF₆ 처리시 반응로 압력의 증가로 인하여 플라즈마 내에 더 많은 S 래디컬이 형성될지라도 이미 표면에 S가 어느정도 반응하고 있으면 과잉의 S는 반응할 Al 원소를 찾지 못하고 반응로 밖으로 빠져나가게 된다. 그러나 시료 표면에 이미 결합된 S 원소는 Al과 결합된 fluorine 원소와 함께 passivation layer를 형성하여 공기중의 수분이 시료 표면의 chlorine과 반응하는 것을 방해하여 AlCu막의 부식을 억제시키는 것으로 판단된다.

이상의 결과를 토대로 하여 SF₆ 플라즈마 처리된 AlCu막의 표면에 존재하는 막이 어떠한 종류의 막인가를 확인이 가능하다고 보고된바 있어,^[8] Ellipsometer를 이용하여 굴절율과 흡수율을 측정하여 그

림 6에 나타내었다. 일반적으로 실리콘의 굴절율(N_s)은 3.858이고, 흡수율(K_s)은 0.018이고, 알루미늄의 굴절율은 3.373, 흡수율은 3.613으로 알려져 있다. 그림 6에서 as-deposited AlCu 시료와 식각된 시료의 경우는 굴절율이나 흡수율이 비슷한 값을 보이는데 반하여, SF₆ 플라즈마 처리 압력의 증가에 따라 굴절율은 감소하다가 200mTorr 이후는 포화되는 양상을 보이고 있으며, 또한 흡수율은 SF₆ 플라즈마 처리 압력의 증가에 따라 증가하다가 200mTorr 이후는 포화되는 양상을 보이고 있다. 일반적으로 금속막은 전반사를 하기 때문에 반사율이 크고, 흡수율은 반대로 작다. 따라서, 이와 같은 결과를 토대로 판단하여 보면, 식각된 AlCu막의 SF₆ 플라즈마 처리후 시료 표면에는 금속막이 아닌 다른 박막이 형성되어 있음을 추정할 수 있다.

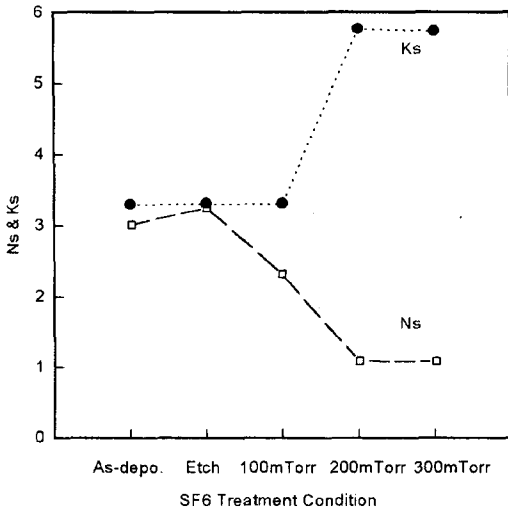


그림 6. 식각된 AlCu막의 SF₆ 플라즈마 처리 조건에 따른 굴절율과 흡수율
 Fig. 6. A refractive index and extinction coefficient with SF₆ plasma treatment conditions of etched AlCu films.

그림 6에서 결과를 확인해 보기 위하여 식각된 AlCu막을 300 mTorr의 반응로 압력에서 SF₆ 플라즈마 처리한 시료의 TEM 사진을 촬영하여 그림 7에 나타내었다. 그림 7을 관찰하여 보면, AlCu막 위에 두께 9-30 nm의 passivation layer가 형성되어 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 이상의 결과를 토대로 AlCu막을 식각후 부식 방지를 위하여 300 mTorr의 반응로 압력에서 SF₆ 플라즈마 처리한 시료의 표면에

는 fluorine 혹은 sulfur가 함유된 passivation layer가 형성되어 chlorine이 대기중의 수분과 반응하는 것을 막아주기 때문에 AlCu막의 식각후 부식이 억제되는 것으로 판단된다.



그림 7. 식각된 AlCu막의 SF₆ 플라즈마 처리 조건에 따른 단면 TEM 사진
 Fig. 7. TEM image of cross-sectional with SF₆ plasma treatment conditions of etched AlCu films.

IV. 결 론

본 연구에서는 chlorine-based gas chemistry를 이용하여 AlCu 합금막을 식각하는 경우 발생하는 부식현상을 XPS 및 SEM을 이용하여 조사하였다. AlCu 합금막의 식각후, AlCu막의 부식은 300 mTorr의 공정 압력에서 SF₆ 플라즈마 처리한 시료에서 부식현상이 현저하게 억제되었다. 이러한 부식현상의 감소는 식각후 시료의 결정입계에 존재하는 Cl기가 SF₆ 플라즈마 처리에 의하여 F기로 치환되어 나타난 현상이 아니라 fluorine 혹은 sulfur가 함유된 passivation layer가 형성되어 chlorine이 대기중의 수분과 반응을 막아주기 때문이라고 판단된다. TEM 사진에서 passivation layer가 형성되어 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] W. Y. Lee, J. M. Eldridge, and G. C. Schwartz, "Reactive ion etching induced corrosion of Al and Al-Cu films", J. Appl.

- Phys., vol. 52, no. 4, pp. 2994-2999, Apr. 1981.
- [2] J. E. Spencer, "Management of AlCl₃ in plasma etching aluminum and its alloys", Solid State Technology, pp. 203-207, Apr. 1984.
- [3] J. C. Schwartz, and P. M. Schaible, "Reactive ion etching of copper films", J. Electrochem. Soc., vol. 130, no. 8, pp. 1777-1779, Aug. 1983
- [4] Y. Horike, T. Yamazaki, M. Shibagaki, and T. Kurisaki, "Aluminum reactive ion etching employing CCl₄+Cl₂ mixture", Jpn. J. Appl. Phys., vol. 21, no. 10, pp. 1412-1420, Oct. 1994.
- [5] N. Hayasaka, Y. Koga, K. Shimomura, Y. Yoshida, and H. Okano, "Mechanism of corrosion in Al-Si-Cu", Jpn. J. Appl. Phys., vol. 30, no. 7, pp. 1571-1575, Jul. 1991.
- [6] T. Ishida, N. Fujiwara, M. Yoneda, K. Nakamoto, and K. Horie, "Mechanism for AlSiCu alloy corrosion", Jpn. J. Appl. Phys., vol. 31, Part 1, no. 6B, pp. 2045-2048, Jun. 1992.
- [7] 김창일, 권광호, 윤선진, 김상기, 백규하, 남기수, "AlCu 플라즈마 식각후 Al 결정입계에서 Al 부식현상", 대한전자공학회 논문지, 제33권 A 편, 제12호, pp. 2355-2360, Dec. 1996
- [8] Soonil Lee, Byung Hun Park, and Soo-ghee Oh, "Measurements of substrate temperature by In-situ Ellipsometry", J. Korean Phys. Soc., vol. 30, no. 3, pp. 528-533, Jun. 1997.

저 자 소 개

金 昌 日(正會員) 第33卷 A編 第12號 參照
1997년 9월 ~ 현재 중앙대학교 전자
전기공학부 조교수

權 光 虎(正會員) 第33卷 A編 第12號 參照
현재 한서대학교 전자공학과 조교수

金 相 基(正會員) 第33卷 A編 第12號 參照
현재 한국전자통신연구원 반도체연구
단 단위공정연구실 책임기술원

白 圭 夏(正會員) 第34卷 D編 第3號 參照
현재 한국전자통신연구원 반도체연구
단 단위공정연구실 선임연구원



尹 鏞 善(正會員)
1957년 3월생. 1981년 연세대학교
물리학과 졸업(이학사). 1984년 2월
연세대학교 대학원 물리학과 졸업(이
학석사). 1984년 5월 ~ 현재 한국전
자통신연구원 반도체연구단 단위공
정연구실 선임연구원. 주관심 분야는

반도체 MOS소자 설계 및 제작 등임

南 基 守(正會員) 第34卷 D編 第3號 參照
현재 한국전자통신연구원 반도체연구
단 주문형반도체연구부장(책임연구
원)



長 宜 久(正會員)
1943년 3월 9일생. 1972년 2월 중앙
대학교 공대 전기공학과 졸업(공학
사). 1975년 2월 중앙대학교 대학원
전기공학과 졸업(공학석사). 1983년
2월 중앙대학교 대학원 전기공학과
졸업(공학박사). 1987년 1월 ~ 1988

년 1월 Arizona 주립대학 연구교수. 현재 중앙대학교 전
기공학과 교수. 주관심분야는 반도체 공정