계면활성제가 첨가된 DHF의 Post-Oxide CMP 세정 공정에의 적용 연구

류 청 · 김유혁*

단국대학교 첨단과학부 화학과

(2003. 6. 27 접수)

Application of Surfactant added DHF to Post Oxide CMP Cleaning Process

Chung Ryu and Youhyuk Kim*

Department of Chemistry, School of Advanced Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

(Received June 27, 2003)

요 약. Post-Oxide CMP(Chemical-Mechanical Polishing) 결과 실리콘 웨이퍼를 오염 시키고 있는 슬러리 입자의 세정 가능성을 조사하기 위하여 DHF(Diluted HF)에 비이온성 계면 활성제인 PAAE(Polyoxyethylene Alkyl Aryl Ether), 비양성자성 용제인 DMSO(Dimethylsulfoxide)와 초순수의 혼합물인 새로운 세정액을 제조하였다. 세정력을 평가하기 위해서 세정제 내에서 각각 다른 제타 포텐셜을 갖는 실리카(SiO_2), 알루미나(Al_2O_3)와 PSL(polystyrene latex) 입자를 실리콘 웨이퍼 표면의 산화막에 인위적으로 오염시킨 후 실험에 이용하였다. 초음파하에서 세정액의 성능 평가 결과 본 세정기술은 효과적인 입자의 세정능력과 금속이온에 대한 세정 능력을 나타내고 있음을 확인하였다. 즉 기존의 APM(NH_4OH , H_2O_2 와 D.I.W의 혼합물)과 달리 상온에서 세정이 가능하고 세정과정이 단축 되었으며, 낮은 농도의 HF를 사용함으로써 최소의 에칭에 의하여 표면 거칠기를 감소시킬 수 있음을 보여주고 있다. 또한 주요 CMP 금속 배선 물질들에 대한 낮은 부식력으로 기존의 CMP 후 세정공정에 뿐만 아니라 차세대 CMP 공정으로 각광 받고 있는 Copper CMP에 대한 Brush 세정 공정의 보조 세정제로 본 세정제가 적용될 가능성이 있음을 확인하였다.

주제어: CMP 후 공정, 계면활성제, 세정액

ABSTRACT. In order to remove particles on surface of post-oxide CMP wafer, new cleaning solution was prepared by mixing with DHF (Diluted HF), nonionic surfactant PAAE (Polyoxyethylene Alkyl Aryl Ether), DMSO (Dimethylsulfoxide) and D.I.W.. Silicone wafers were intentionally contaminated by silica, alumina and PSL (polystyrene latex) which had different zeta potentials in cleaning solution. This cleaning solution under megasonic irradiation could remove particles and metals simultaneously at room temperature in contrast to traditional AMP (mixture of NH_4OH , H_2O_2 and D.I.W) without any side effects such as increasing of microroughness, metal line corrosion and deposition of organic contaminants. This suggests that this cleaning solution would be useful future application with copper CMP in brush cleaning process as well as traditional post CMP cleaning process.

Keywords: Post-oxide CMP, Surfactant, Cleaning Solution

서 론

CMP(Chemical-Mechanical Polishing) 과정에서 발생하는 슬러리 입자에 의한 실리콘 웨이퍼 표면의 오염은

다바이스 공정에서의 수율(Yield) 저하에 지대한 영향을 미친다. 그 동안 세정액 내에서 실리콘 웨이퍼 표면으로 입자가 흡착되는 메커니즘에 대해서는 여러가지 이론이 있으나 전기적 이중층(electrical double layer)에

기초한 이론이 많이 적용되어져 왔다.^{1,4} 이 이론에서는 세정액 내에서 웨이퍼 표면과 입자사이의 제타 포텐셜은 웨이퍼 표면에 대한 입자 흡착의 가장 중요한 인자가 되고 있다. 반도체 제조 공정에 사용되는 실제 실리콘 웨이퍼의 표면은 Si, poly-Si, Si_3N_4 , Al-alloy, 그리고 포토레지스트 등으로 구성되어 있는데, 이들은 세정제 내에서 각각 다른 제타 포텐셜을 나타낸다.⁵ pH 4 이하의 세정액 내에서 실리콘 표면은 음의 제타 포텐셜을 나타내는 반면에 실리카(SiO_2)나 알루미늄(Al_2O_3) 그리고 유기 입자의 경우는 양의 제타 포텐셜을 나타내고 그들 사이의 절대값의 차이 또한 매우 크다. 이는 세정액 내에 이들 입자가 존재한다면 Si 또는 SiO_2 웨이퍼 표면에 언젠든 Si_3N_4 , Al_2O_3 입자 그리고 유기 입자가 흡착될 수 있음을 의미한다. 이들 콜로이드 부유물질의 제타 포텐셜은 계면활성제의 첨가에 의해 조절되어 실리콘 웨이퍼 표면에 대한 젖음성(Wettability)을 향상시켜 줄 뿐만 아니라 입자의 흡착을 억제해 줄 수 있다는 논문이 발표된 바 있다.⁶

현재 나비이스 공정에서 사용되고 있는 입자 제거 공정 중 가장 보편적인 두 가지 세정 기술은 RCA 세정에 기반을 둔 Brush contact 세정과 초음파(Megasonic) 세정이다. Brush contact 세정의 효율은 Brush의 압력과 속도, 세정 시간 및 보조적으로 사용되는 세정액의 유속에 의해 크게 좌우 된다.⁴ 비접촉 세정 방식인 초음파 세정은 웨이퍼 표면으로부터 입자를 제거하기 위하여 초음파(high-frequency acoustic pressure waves)를 사용한다. 이 기술의 세정 효율은 사용된 세정액의 종류, 초음파의 세기, 용액온도 및 세정시간에 의해 크게 좌우된다.^{1,3,7,8} 현재 사용중인 이 두 공정은 세정액으로 APM(NH_4OH , H_2O_2 와 D.I.W의 혼합물)을 사용하나 조성물의 농도 조절이 용이치 않아 세정 효율이 저하되며 또한 고온(600°C-900°C)에서 적용되어 공정 비용이 많이 드는 단점이 있다. 본 실험에서는 기존의 초음파 세정에서 사용되는 APM을 대체할 수 있는 세정액으로, DHF(Diluted HF)에 계면활성제와 비양성자성 용제를 첨가하여 오염 입자의 재흡착을 억제하고 더 나아가 이미 흡착되어 있는 입자를 제거할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

실험

실험재료 및 방법

본 실험에서는 0.1 μm -0.5 μm 사이의 직경을 가진

Table 1. HLB number and cloud point of PAAE surfactant

Number of EO unit, n	15
HLB number	15.0
Cloud point (°C) (1% solution)	93-96

실리카 입자, 알루미늄 입자 및 PSL(polystyrene latex) 입자가 각각 사용되었다. 인위적으로 오염시킨 세정조에 웨이퍼(polished Si 8 inches wafer, P-type, 10 ohm/cm)를 침적하여 이들 입자를 표면에 흡착시켰으며, 흡착량은 표면에 약 30000개 정도(Tencor사의 Tenco6200 모델에 의해 측정)가 되도록 조정하였으며 이 수치는 본 실험 동안 일정하게 유지되어 사용되었다. 사용된 초음파(megasonic)는 간접 방식의 1000 KHz/600 W가 사용되었으며, 본 실험에 연구된 세정액 A-HF(DHF, Polyoxyethylene Alkyl Aryl Ether와 Dimethylsulfoxide의 혼합물)의 조성물은 다음과 같이 정제하여 사용하였다. 계면활성제(Polyoxyethylene Alkyl Aryl Ether: 비이온 계면활성제)와 DMSO(KANTO Chemical)는 0.05 μm 의 pore size를 가진 Millipore particle filter를 통하여 거른 후 사용하였다. 또한 이들을 배합하기 위해 사용된 초순수는 18.3 M Ω 의 저항을 가진 극초순수로 0.02 μm filter를 거친 것이다. Table 1은 계면활성제인 PAAE에 대한 자료이다.

실험과정 및 세정효율 계산

입자세정력은 다음과 같이 평가하였다. ICW(intentionally contaminated wafer)를 제작하기 위해 700°C의 APM($\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{D.I.W}=1:3:20$)에서 6분간 세정을 한 웨이퍼 중에서 표면에 크기가 0.1 μm 이상의 입자가 100개 이하일 웨이퍼를 선별하였다. 선별된 웨이퍼를 산소분위기(노(furnace)에서 산화막(thermal oxide) 두께가 100 Å(측정: Ellipsometer)이 되도록 제작하고 이들 웨이퍼를 앞의 방식과 같이 처리하여 200개 이하의 입자를 가진 웨이퍼만을 선별하였다. 이때의 입자 수는 $N_{\text{before dep}}$ 로 표시한다. 선별된 웨이퍼들을 초순수 중에 각각의 입자들이 분산되어 있는 세정조에 침적시켜 웨이퍼 표면의 입자가 약 30000개 (0.1 μm 이상의 크기) 수준이 되도록 실리카, 알루미늄 및 PSL로 오염된 웨이퍼를 별도로 각각 제작하였다. 제작된 ICW 각각에 대해 입자를 측정하였고 입자수를 $N_{\text{after dep}}$ 로 표시하였다.

ICW를 초음파 장치가 내장된 A-HF 세정조 내에서 Table 2의 조건으로 세정하였다. IR 램프가 설치된 Spin dry를 이용해 건조 후 웨이퍼에 잔류해 있는 입자를 측정하였으며 이때의 입자 수를 $N_{\text{after clean}}$ 로 표시하였다.

Table 2. The experimental condition of A-HF cleaning

조성	세정온도	세정시간	Rinse 시간
HF/PAAE/DMSO=0.1%/200 ppm/0.3%	Room temperature	6 min	10 min

세정 효율은 다음의 공식에 의해 계산하였다.

$$\% \text{ Eff} = [(N_{\text{after dep}} - N_{\text{after clean}}) / (N_{\text{after dep}} - N_{\text{before dep}})] \times 100$$

금속 이온에 대한 세정 능력은 다음과 같이 이루어졌다. FPM(HF, H₂O₂와 D.I.W.의 혼합물)을 이용해 웨이퍼 표면에 금속 이온과 산화막이 존재하지 않도록 세정하였다. 세정된 웨이퍼에 인위적인 수준(2×10^{10} atoms/cm²)의 금속이온을 침적 방식을 이용해 흡착시켰다. 위의 입자 세정력 평가와 동일한 방식으로 A-HF를 이용하여 웨이퍼를 세정하고 건조시켰다. 이후 GF-AAS (Perkin-Elmer AANALYST 600)를 이용해 웨이퍼 표면에 잔류해 있는 금속 이온을 검출 확인하였다.

기타 본 실험을 위해 사용된 분석 장비로는 PAAE가 첨가된 A-HF의 접촉각과 표면장력을 측정하기 위해 Dynamic contact angle analyzer(Cahn DCA-312)를 사용하였고 산화막의 두께를 측정하기 위해서는 Ellipsometer를, Minority carrier lifetime 분석에는 Wafer- τ 를, 그리고 웨이퍼 표면에 흡착된 PAAE를 분석하기 위해서는 GC-MS (Perkin-Elmer Autosystem XL-Turbomass)를 각각 사용하였다.

결과 및 고찰

입자 제거 효율

A-HF는 Fig. 1에서 보듯이 웨이퍼 표면에 존재하는 실리카, 알루미늄 및 PSL 입자를 제거하는데 효과적으로 기여하였다. 이때에 입자 제거 효율은 HF의 농도에 크게 영향을 받지 않았으며 대신 계면활성제와 용제의 농도에 의해 좌우되었다. 이때 사용된 비이온 계면활성제(PAAE)는 비양성지성 용매(DMSO)와 함께 세정제에 의한 웨이퍼 표면의 젖음 능력을 향상시켜 이미 흡착되어 있는 입자의 탈착력을 향상시키고 탈착된 입자가 재흡착되지 않도록 하는 역할을 하는 것으로 생각

Fig. 1. Particle removal efficiency of A-HF solution: A-HF is composed as HF/Nonionic surfactant/solvent supported by Megasonic (1 MHz).

된다. 또한 A-HF 세정제의 표면 장력을 낮추어 입자 흡착에 가장 취약한 파장인 웨이퍼를 세정조에서 꺼낼 때 발생할 수 있는 입자의 흡착을 최소화 시켜 주는 역할로 볼 수 있다. Table 3은 PAAE의 첨가에 따른 실리콘 웨이퍼의 젖음 능력과 세정액의 표면장력을 조사한 결과이다. 그 동안 보고된 문헌에서 공통적으로 지적하고 있는 바는 입자의 재흡착 방지에는 음이온 계면활성제가 비이온 계면활성제 보다 훨씬 탁월하다는 사실이었다.⁵ 그러나 본 실험중 계면활성제의 선택과정에서 확인된 바로는 흡착 입자에 대한 탈착 반응의 경우에는 오히려 음이온 계면활성제의 적용이 비이온 계면활성제에 비해 상당히 떨어진다는 사실을 발견하였다. 이는 아마도 음이온 계면활성제의 경우 웨이퍼의 표면을 음이온들이 함께 도포함으로써 에칭작용에 가장 중요한 화학종인 HF₂ 이온에 의한 SiO₂ 표면의 공격을 방해하고 Boundary Layer의 두께를 증가시켜 초음파에 의한 입자의 탈착 능력을 감소 시켰기 때문으로 생각할 수 있다. 또한 웨이퍼에 산화막으로 존재하는 SiO₂ 표면이 동일한 SiO₂와 Al₂O₃, 그리고 PSL 입자에 대해 pH 5 이하에서는 그 절대값에는 차이가 크지만 같은 부호의 제타 포텐셜을 가지기 때문에 비이온 계면활성제의 사용만으로도 재흡착 방지 능력이 현저히 좋아짐을 알 수 있다(Fig. 2참조).

Table 3. Advanced contact angle and surface tension of PAAE surfactant solution at 25 °C

	0 ppm(D.I.W)	10 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	500 ppm	1000 ppm
Contact angle (degrees)	100		66		55		46
Surface tension (dynes/cm)	72	57	47	41	37	35	37

Fig. 2. The amount of particle deposition on hydrophilic Si surface in intentionally contaminated solutions (as about 50000 particles/ml concentration).

위의 결과는 현 device 세정공정에서 보편적으로 사용되고 있는 SC1($\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{D.I.W}=1:3:20$ ratio, 65°C , Megasonic)이라 불리는 APM과 거의 차이가 없는 결과를 보여 주었다. 앞에서 언급했던 것처럼 실리콘 표면과 입자 사이의 제타포텐셜이 첨가물로 사용된 계면활성제와 용제이온에 의해 조절되는 이유로 입자의 재흡착은 그다지 발견되지 않았다(Fig. 2참조). 이때에 HF의 농도를 최소화 시키는 것이 실리콘 웨이퍼 표면으로 입자가 재흡착 되는 것을 최소화하는데 유용함을 알 수 있었다. 이러한 현상은 웨이퍼 표면의 Boundary Layer 내에 더 높은 밀도의 에칭 화학종(SiF_4 화학종)이 존재 시에는 더 높은 수준의 입자 재흡착으로 이어질 수 있다는 Holy Grail 효과로 설명할 수 있다.⁹ Fig. 3은 HF 농도의 변화에 따른 웨이퍼 표면으로의 입자 재흡착량의 관계를 보여준다.

금속이온의 제거 효과

전통적인 RCA 세정공정에서 금속이온에 대한 제거 메커니즘은 HPM(HCl , H_2O_2 와 D.I.W.의 혼합물) 내에서 금속이온과 과산화수소로부터 기인된 활성 산소 그리고 HCl 간의 산화환원 전위차로 설명되는 복잡한 화학반응이나 가장 기본적인 반응은 금속이온과 HCl 사

Fig. 3. Added particles on hydrophobic Si surface for various HF concentrations (Holy Grail effect).⁹

Fig. 4. Metal removal efficiency of A-HF in contradiction to HPM.

이에 금속 염화물이 형성되는 반응이라 할 수 있다. 반면에 A-HF 세정제는 HF에 의해 금속이온이 포함된 산화막을 애칭시켜 제거함으로써 웨이퍼 표면에 존재하는 금속이온을 제거한다. 이 세정제 사용의 장점은 과산화수소의 사용을 배제하고 실제농도 0.1% 이하의 극히 낮은 농도의 HF를 사용하며 상온에서 운용한다는 잇점 때문에 세정비용을 절감할 수 있고 환경 친화적이라는 점을 들 수 있다. Fig. 4는 세정 실험을 위해 사용된 $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}$ 조합의 SC1을 이용해 인위적으로 오염시킨 실리콘 웨이퍼의 초기의 표면 금속 오염수준을 보여준다. 또한 위 Table 3과 같이 오염된 실리콘 웨이퍼를 A-HF로 상온에서 6분간 세정한 결과를 전통적인 RCA 세정 공정에서 금속이온의 제거를 주목적으로 사용하는 HPM($\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=3:4:63$ volumetric ratio)의 그것과 비교하여 나타낸 것이다. A-HF 세정 후의 금속이온의 잔류량은 Cu 이온을 제외한 전 원소에 대해서 약 0.5×10^{10} atoms/cm² 이하로 HPM과 동일하거나 더 낮은 결과를 보여 주었다. 이 결과는 Minority Carrier Lifetime을 측정된 결과에서도 그대로 적용되었다(Table 5참조). A-HF의 이러한 세정 결과는 금속 이온을 제거하기 위해 별도의 세정 공정을 포함시키지 않아도 된다는 것을 의미하고 이는 곧바로 원가 절감과 직결될 수 있다는 사실을 의미한다.

금속 배선에 대한 부식성

기존의 RCA 세정 기술을 이용한 Post CMP 세정 부분에서 중요한 또 하나의 문제는 금속 배선에 대한 부식과 dishing 문제이다. 특히나 이러한 문제는 W과 Al으로 대변되는 기존의 CMP기술에서보다는 향후 주목을 받고 있는 Cu CMP 부분에서 더 심각한 문제로 대두될 것으로 예상하고 있다. 그 이유는 Post CMP 세정 과정에서 입자 제거에 사용되는 APM(SC1)의 과산화수소가 3d 후 전이 원소들(e.g., Fe^{2+} , Cu^{2+})에 의해 급격히 분해되는 특성이 있기 때문이다. 또한 SC1은 입

Table 4. The metal contamination level on the Si surface for cleaning simulation

	Al	Ca	Fe	Ni	Cu	Zn
Surface concentration (1×10^{10} atoms/cm ²)	17.3	18.4	18.3	18.2	17.1	18.9

Table 5. The minority carrier lifetime

	Wafer 1	Wafer 2	Wafer 3	Wafer 4	Wafer 5	Avg
Normal SC1 → SC2	629	635	689	649	612	643
A-HF → A-HF	613	659	645	698	660	655

Fig. 5. Comparison of metal corrosion rate between Normal SC1 (NH₄OH:H₂O₂:D.I.W=1:3:20, temperature=65 °C) and A-HF (room temperature).

자에 대한 제거 효율을 높이기 위해 60~80 °C 사이의 높은 온도에서 사용되기 때문에 과산화수소의 분해는 더욱 급격히 촉진되고 결과적으로 입자 제거능력은 현저히 감소하며 금속 배선에 대한 부식은 급격히 진행된다. 그러나 A-HF세정제에는 과산화수소가 사용되지 않으며 HF의 농도 또한 극히 미미한 수준으로 금속배선에 대한 부식 문제는 SC1에 비해 무시할 수준이다(Fig. 5참조). 낮은 부식성과 아울러 본 세정제는 SC1의 입자 세정기능과 SC2의 금속이온에 대한 세정기능이 하나로 통합되어 있으므로 부식을 야기할 수 있는 세정공정을 최소화할 수 있어 더더욱 부식 문제에 있어서 장점이 크다고 할 수 있다. Fig. 5는 SC1과 A-HF 세정제에 의해 발생하는 CMP용 금속 배선 물질들의 에칭율을 비교 조사한 결과이다.

Cu에 대한 SC1의 부식 실험은 W과 Al과 같이 65 °C에서 수행하지 않고 상온에서 시행되었다. 그 이유는 65 °C의 높은 온도에서는 과산화수소의 분해가 너무 격렬하여 세정제로서 의미를 상실하기 때문이다.

표면 거칠기(Surface Roughness)

표면 거칠기의 발생 메커니즘은 APM에서는 두 가지 반응 즉 과산화수소와 같은 강산화제에 의한 실리콘 표면에 대한 산화과정과 그 이후에 형성된 산화막과 OH⁻이온 사이에 표면 에칭이라고 불리는 분자들의 반응과 관계가 있다.¹⁰ 이 반응 과정에서 실리콘 표면의 산화

Fig. 6. The etching characteristic of thermal oxide by A-HF with extremely low etching rate (Measurement: Ellipsometer).

(Eq. (1))가 에칭(Eq. (2))보다 빠르기 때문에 실리콘 웨이퍼는 항상 일정한 두께의 산화막으로 덮여있게 된다.

A-HF에서는 HF가 해리되어 생기는 HF₂⁻이온(Eq. (1))에 의한 Si와 SiO₂에 대한 에칭 반응(Eq. (2))이 가장 중요한 반응이다.¹¹ 이를 간단히 정리하면 다음과 같다.

Fig. 6은 A-HF에 의한 SiO₂층에 대한 에칭률을 조사한 것이다. 일반적으로 APM과 DHF에서 표면 거칠기를 증가시키는 가장 주요한 인자는 세정온도와 더불어

Fig. 7. The roughness variation of silicon substrate with silicon oxide before and after being immersed in A-HF solution for 10 minute.

Table 6. Advanced concentration of PAAE surfactant onto silicon wafer at 25 °C (unit: 1×10^{-10} mole/cm²)

	1 ppm	10 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	Rinse
Concentration of surfactant	<0.5	<0.5	0.5	0.8	1.2	<0.5

NH₄OH 또는 HF의 농도이다. 따라서 0.1% 이하의 낮은 농도의 HF를 사용하고 상온에서 세정이 이루어지는 A-HF 세정액은 표면 거칠기를 최소화 할 것으로 기대된다. Fig. 7은 초음파하에서 A-HF를 이용해 상온에서 실리콘 웨이퍼를 30분간 세정한 후 나타난 실리콘 웨이퍼의 표면 거칠기의 전 후 결과이다. 결과에서 알 수 있는 것처럼 A-HF에 의한 표면 거칠기의 변화는 세정 전과 후에 전혀 관찰되지 않았다.

일반적으로 비이온 계면활성제는 세정 후 Rinse 공정에서 D.I.W에 의해 이온성 계면활성제에 비해 더 잘 제거되기 때문에 잔류성이 낮아 에칭 공정에서 표면 거칠기 조절제로 더 선호되어 왔다. Table 6의 실험 결과는 PAAE의 웨이퍼 표면의 잔류성을 조사하기 위해 25 °C에서 계면활성제의 농도를 변화시켜 가면서 그 흡착량을 조사한 결과이다.

분석은 TD(Thermal desorption)-GC-MS를 이용해 전체 유기물로 검출하여 이를 PAAE의 분자량에 따라 mole 단위로 환산한 값으로 검출 유기물들 모두가 PAAE라는 가정을 바탕으로 한 것이다. 결과에서 알 수 있듯이 첨가되는 계면활성제의 농도가 증가할수록 그 흡착량도 비례하여 증가함을 알 수 있다. 그러나 초순수에 의한 Rinse 과정을 거친 후에는 검출 한계 이하로 검출되었다. 따라서 A-HF에 첨가된 PAAE는 초순수에 의한 Rinse 과정을 통해 충분히 제거될 수 있음을 알 수 있었다.

결 론

CMP세정 과정에서 슬러리 입자의 제거 효율을 높이기 위해 본 연구에서는 DHF에 비이온성계면 활성제인 PAAE, 비양성자성 용제인 DMSO와 초순수의 혼합물인 새로운 세정액 A-HF를 제조하였다. 초음파하에서 A-HF의 성능 평가 결과 본 세정기술은 초순수를 포함한 화학약품의 사용량을 현저히 절감시킬 수 있었고 Post Oxide CMP 세정에 효과적으로 적용될 수 있는 입자의 세정능력과 금속이온에 대한 세정 능력을 나타내

고 있음을 확인하였다. 즉 기존의 APM과 달리 상온에서 세정이 가능하고 세정과정이 단축 되었으며, 낮은 농도의 HF를 사용함으로써 최소의 에칭에 의하여 표면 거칠기를 방지 할 수 있음을 보여주고 있다. 또한 주요 CMP 금속 배선 물질들에 대한 낮은 부식력으로 기존의 CMP 후 세정공정에 뿐만 아니라 차세대CMP 공정으로 각광 받고 있는 Copper CMP에 대한 Brush 세정공정의 보조 세정제로 본 세정제가 적용될 가능성이 있음을 확인하였다.

이 연구는 2003년도 단국대학교 대학 연구비의 지원으로 연구되었으며 이에 감사합니다.

인 용 문 헌

1. Zhang, F.; Busnaina, A.A. *J. Appl. Phys. A*. **1999**, 69, 437.
2. Zhang, F.; Busnaina, A.A.; Ahmadi, G. *J. Electrochem. Soc.* **1999**, 146.
3. Busnaina, A.A.; Elsayy, T.M. *J. Electron. Mater.* **1998**, 27, 1095.
4. Busnaina, A.A.; Moumen, N. In *Semiconductor Fabtech*; 12th Ed., **2000**, 293.
5. Itano, M.; Kezuka, T.; Ishii, M.; Unemoto, T.; Kudo, M.; Ohmi, T. *J. Electrochem. Soc.* **1995**, 142.
6. Kikuyama, H.; Miki, N.; Saka, K.; Takano, J.; Kawanabe, I.; Miyashita, M.; Ohmi, T. *IEEE Trans. Semicond.* **1990**, 99.
7. Ramachandran, S.; Busnaina, A.; Small, R.; Shang, C.; Chen, Z. In *Semiconductor Fabtech*; 15th Ed. **2001**, 153.
8. Ramachandran, S.; Busnaina, A.; Small, R.; Shang, C.; Chen, Z. In *Semiconductor Fabtech*; 13th Ed., **2001**, 271.
9. Paillet, C. *et al.* In ECS, Chicago. **1996**, Abstract No. 481.
10. Kern, W. *et al.* *RCA Review*. **1970**, 187.
11. Kikuyama, H.; Miki, N.; Saka, K.; Takano, J.; Kawanabe, I.; Miyashita, M.; Ohmi, T. *IEEE Trans. Semicond.* **1991**, 315, 4.