

새로운 연마입자를 이용한 텅스텐 슬러리 개발

유영삼, 강영재, 김인권, 홍의관, 박진구[†], 정석조*, 변정환*, 김문성*
 한양대학교 공학대학 재료화학공학부, ACE Hightec Co.*

Development of Tungsten CMP (Chemical Mechanical Planarization) Slurry using New Abrasive Particle

Young-Sam Yu, Young-Jae Kang, In-Kwon Kim, Yi-Koan Hong, Jin-Goo Park[†],
 Seok-Jo Jung*, Jung-Hwan Byun*, and Moon-Sung Kim*
 Hanyang University, ACE Hightec Co.*

Abstract : Tungsten CMP needs interconnect of semiconductor device ULSI chip and metal plug formation, CMP technology is essential indispensable method for local planarization. This Slurry development also for tungsten CMP is important, slurry of metal wiring material that is used present is depending real condition abroad. It is target that this research makes slurry of efficiency that overmatch slurry that is such than existing because focus and use colloidal silica by abrasive particle to internal production technology development. Compared selectivity of slurry that is developed with competitor slurry using 8" tungsten wafer and 8" oxide wafer in this experiment. And removal rate measures about density change of H₂O₂ and Fe particle. Also, corrosion potential and current density measure about Fe ion and Fe particle. As a result, selectivity find 83:1, and expressed similar removal rate and corrosion potential and current density value comparing with competitor slurry.

Key Words : Tungsten CMP, Colloidal Silica, Removal rate, Corrosion potential & current density

1. 서 론

오늘날 반도체 디바이스(semiconductor device)는 선폭의 최소화, 다층 배선화, 배선 및 절연 재료의 변화를 통해 고속도화 및 고집적화를 이루고 있다. 이러한 기술의 발전에는 미세 패턴을 형성하는 노광(lithography) 기술과 평탄화(planarization) 기술의 발전이 크게 공헌하고 있다. 여기서 평탄화 공정은 노광시 초점심도(depth of focus)의 여유를 확보하기 위해 웨이퍼 전면에 걸친 평탄화 및 칩 다이(die) 내의 평탄도를 확보하는 화학적기계연마(CMP, chemical mechanical polishing) 공정으로 대표할 수 있다[1, 2]. CMP 공정에서 연마입자를 포함한 슬러리(slurry)는 SiO₂ 재질의 절연막, 수직 배선 재료인 W, 수평 배선 재료인 Cu 등의 평탄화 목적에 따라 연마입자의 종류는 물론 정밀한 가공이 용이하도록 특정 화학 성분을 포함하고 있다[3]. 이러한 면에서 CMP공정에서의 슬러리 역할은 중요하다. 현재 사용되어지고 있는 슬러리의 대부분은 국외 수입에 의존해 오는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 텅스텐 CMP 슬러리를 순수 국산기술을 이용하여 개발하는 것에 초점을 맞추었다. 연마입자로는 순수 국내 기술로 제조한 콜로이달 실리카(colloidal silica)를 이용하여 기존 수입 슬러리 보다 더 우수한 효율의 국산 슬러리를 만드는 것이 목표이다.

2. 실험

2.1 Slurry 조성

Slurry 안에 abrasive particle로는 ACE Hightec에서 제조

한 colloidal silica를 이용하였으며, colloidal silica를 이용하여 새로 개발한 slurry와 보편적으로 상용화된 slurry를 가지고 실험을 하였다.

2.2 CMP 공정 조건

실험에 사용된 웨이퍼는 8" 텅스텐 웨이퍼를 사용하였으며, 선택비를 비교하기 위해 8" Oxide 웨이퍼를 사용하였다. CMP 장비로는 Poli-500 (GNP Tech, Korea, 그림 1(a))를 이용하였고 공정조건은 Head 속도 50rpm, Pad 속도 50rpm, 그리고 Pressure는 3psi로 하여 실험을 실시하였다.

2.3 측정 장비

CMP 공정 전후의 두께를 측정하기 위해서 텅스텐 웨이퍼는 4-point probe (Changmin Tech, Korea)를 이용하였고, Oxide 웨이퍼는 ST-2000 DLXn (K-Mac, Korea)을 이용하여 서로의 선택비를 비교하였다. 그리고 ACE Hightec 회사에서 개발한 slurry에 첨가되는 Fe particle과 기존의 slurry에 첨가되는 Fe ion의 물성을 비교하기 위하여 EG&G 273A(그림 1(b)) 장비를 이용하여 텅스텐 웨이퍼의 corrosion potential and current density를 비교 측정하였다.

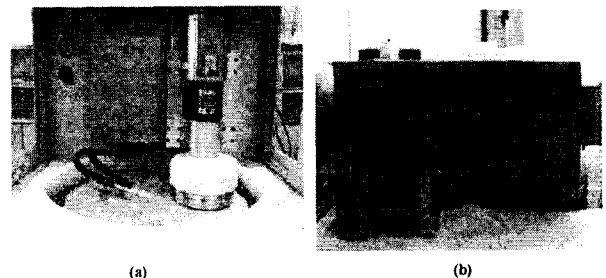


그림 1. (a) Poli-500의 내부사진 (b) EG&G 장비사진

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 그림 2에서와 같이 Fe particle이 Fe ion 대신 산화촉진제로 사용가능한지 알아보기 위해 기존의 발표된 논문에서 Fe ion에 H₂O₂를 첨가하여 측정된 결과[4]를 바탕으로 Fe particle의 Corrosion potential값을 측정해 보았다. 그 결과 Fe ion과 비슷한 경향을 보인다는 것을 알 수 있었고, 따라서 Fe particle이 Fe ion 대신 산화촉진제로 사용할 수 있다는 것을 예측할 수 있었다.

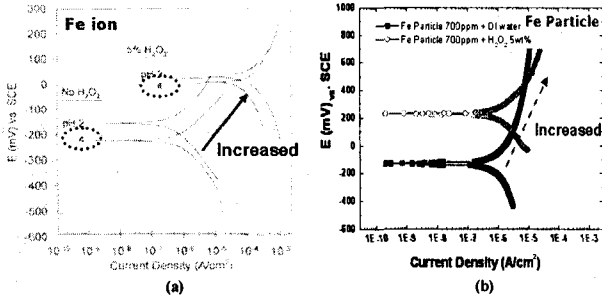


그림 2. (a) Fe ion과 (b) Fe particle과의 Corrosion Potential and Current Density.

또한, 그림 3에서와 같이 상용화된 slurry에 첨가되는 Fe ion 대신에 Fe particle을 첨가하여 실험을 진행하였다. 실험조건은 H₂O₂농도를 3.0vol%로 하고 Fe Particle의 농도를 10ppm부터 100ppm까지 변화시켰다. 그 결과 Fe particle 52ppm에서 100ppm사이에서 상용화된 slurry보다 더 효율적인 Removal rate값이 나왔다. 그러므로 Fe ion 대신 Fe particle을 사용하여도 가능하다는 것을 알 수 있었다.

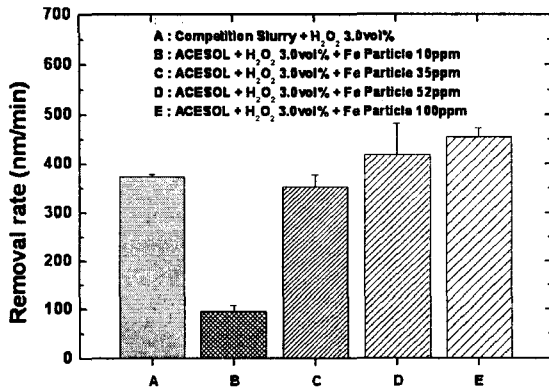


그림 3. Fe Particle 농도에 따른 Removal Rate.

그림 4는 Fe particle의 농도를 고정시키고 H₂O₂의 농도를 변화시키면서 실험을 진행한 결과 그래프이다. 그림 4에서와 같이 H₂O₂의 농도가 3vol%일 때 상용화된 슬러리보다 더 효율적인 결과를 얻게 되었다. 이러한 결과들을 종합해 볼 때 국내 텅스텐 CMP slurry에 Fe particle과 H₂O₂를 첨가하면 상용화된 slurry와 비슷한 성능을 가진다는 것을 알 수 있었다.

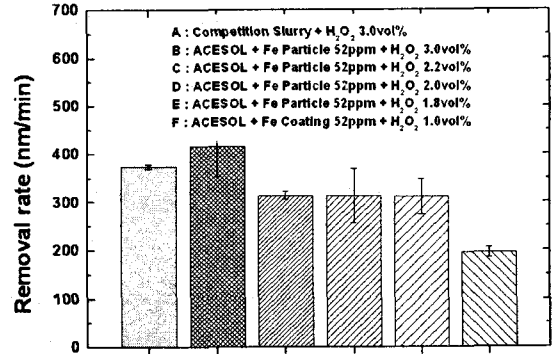


그림 4. H₂O₂ 농도에 따른 Removal Rate.

표 1. 개발한 slurry와 경쟁사 slurry의 선택비 비교

Slurry	Tungsten wafer	Oxide wafer	Selectivity
ACESOL	392.5	4.7	83:1
Competitor	401.3	4.0	100:1

표 1에서 보는 바와 같이 Oxide와 Tungsten과의 선택비도 83:1로써 경쟁사와 비슷한 결과를 보임으로 인하여 국내 기술로 개발된 slurry가 국외 수입 slurry를 대체 할 수 있다는 것을 입증시켰다.

4. 결론

본 실험을 통하여 순수 국내 기술로 제작한 텅스텐 slurry를 개발할 수 있음을 증명하였다. 비록 선택비는 상용화된 slurry보다 조금 좋지 않다는 단점이 있었으나 앞으로 지속적인 실험을 통하여 개선되어 질 것이다.

감사의 글

본 연구는 Post BK 21사업 그리고 교육부, 인적자원개발부, 산업자원부, 노동부의 재정적 지원으로 수행한 최우수 연구실 육성 과제의 연구비로 수행 되었으며, 도움을 주신 (주)ACE Hightec사 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고 문헌

- [1] H. D. Jeong and H. Y. Kim, "Eco-process in semiconductor manufacturing process", J. of KSPE, Vol. 18, No. 9, p. 25, 2000.
- [2] 김상용, 서용진, 이우선, 이강현, 장의구, "슬러리와 패드 변화에 따른 텅스텐 플러그 CMP 공정의 최적화", 전기전자재료학회논문지, 13권, 7호, p. 568, 2000.
- [3] 박범영, 이현섭, 박기현, 정석훈, 서현덕, 정해도, 김호운, 김형재, "텅스텐 CMP에서 산화제 영향에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, 18권, 9호, p. 787, 2005.
- [4] Emil A. Kneer and Srini Raghavan, J. Electrochem. Soc., Vol. 143, 4095~4100, 1996