

MAS (Mixed Abrasive Slurry)가 Metal CMP에 미치는 영향

이영균, 박성우, 이우선*, 서용진
 대불대학교, *조선대학교

Effects of Mixed Abrasive Slurry(MAS) on Metal CMP Characteristics

Young-Kyun Lee, Sung-Woo Park, Woo-Sun Lee*, and Yong-Jin Seo
 Daebul University, *Chosun University

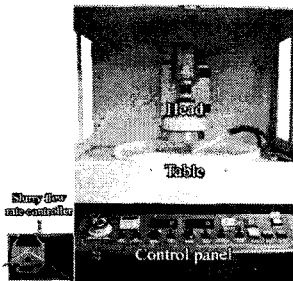
Abstract - Chemical mechanical polishing (CMP) technology has been widely used for global planarization of multi-level interconnection for ULSI applications. However, the cost of ownership and cost of consumables are relatively high because of expensive slurry. In this paper, so as to investigate the influence of mixed abrasive slurry (MAS), such as ZrO₂, CeO₂, and MnO₂ for Ti-CMP application.

1. 서 론

최근 반도체 소자가 차세대 초미세 공정 기술 도입의 가속화를 통해 고속화 및 고집적화 되어 감에 따라 나노 (Nano) 크기의 회로 선폭 미세화를 극복하고자 최적의 CMP (Chemical Mechanical Polishing) 공정이 요구되어지고 있다.[1-3] CMP 공정의 능률을 결정하는 슬러리의 변수로는 연마입자의 종류 및 특성, 용액의 pH, 연마입자의 슬러리내 안정성 등이 있다. 특히 슬러리 내 연마입자는 연마량과 균일도 측면에서 밀접한 관계를 가지고 있다.[4-7] 또한, 연마제의 영향에 따라 연마율의 차이 즉, CMP 특성의 변화를 보이고 있기 때문에 투입량 또한 최적화가 필요하다.[8, 9] 따라서 본 실험에서는 새로운 연마제의 특성을 알아보기 위해 R사의 텅스텐 슬러리에 MnO₂, CeO₂, ZrO₂ 연마제를 1wt%, 3wt%, 5wt% 혼합하여 Ti 금속막 대한 CMP 특성을 알아보았다.

2. 실 험

본 실험에서 사용된 슬러리는 pH가 3.5~4인 R사의 W 슬러리에 산화제를 1:5로 희석하여 MnO₂, CeO₂, ZrO₂를 각각 1wt% ~ 5wt%를 첨가하여 Ti-CMP 특성을 알아보았다. 슬러리의 희석과 연마제 첨가시 연마 입자가 용액 중에 고르게 퍼지도록 하기 위해 초음파 분산기를 이용하였으며, 혼합된 슬러리의 노화 현상 (Aging Effect) 및 침전을 방지하기 위해 연마하기 전에 교반기를 사용하여 2분 동안 슬러리를 충분히 교반시켜 주었다.



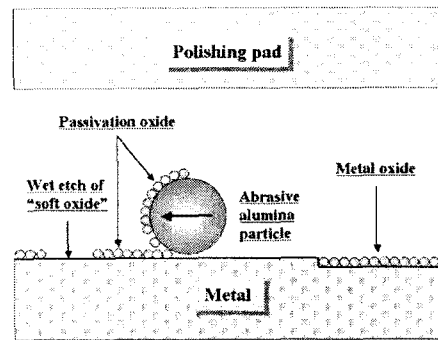
<그림 1> G & P Technology POLI-380 모델

<표 1> CMP 장비의 DOE 조건

Table Speed	20 rpm
Head Speed	20 rpm
polisher Pressure	300 g/cm ²
Pad	IC-1400
Time	60 sec
Slurry flow rate	30 μ /min

CMP 연마 장치는 그림 1에 보인 G&P Technology사의 POLI-380을 사용하였다. CMP 후 Ti 금속막 두께는 Chang-Min 사의 CMT-SR1000을 사용 하였고 Post-CMP Cleaning 공정은 20 초

동안 2%의 NH₄OH에 세정한 후 초음파 세척기를 이용하여 4분 동안 클리닝하는 시퀀스를 적용하였다.

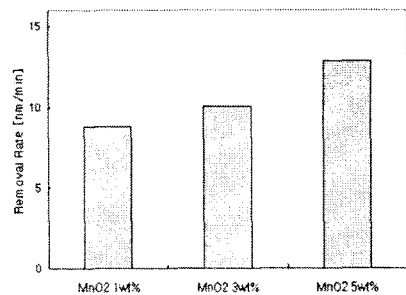


<그림 2> Metal-CMP 메카니즘

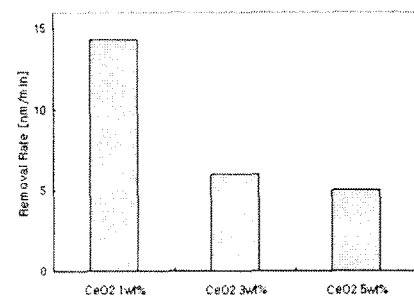
그림 2는 카우프만[9]에 의해 제안된 금속 CMP 메카니즘을 개략적으로 나타낸 것이다. 금속의 경우 슬러리내의 산화제 (Oxidizing agent)에 의하여 금속 표면이 산화되어 낮은 지역과 높은 지역 모두에 부동태 (passivation) 층이 형성된다. 이렇게 높은 지역에서 형성된 부동태층은 금속 막보다 강도가 낮기 때문에 연마 패드와 연마 입자에 의해 기계적인 연마가 일어난다는 메카니즘이다. 즉, 산화제의 역할이 매우 중요한 것으로 알려져 있다.[9]

3. 결과 및 고찰

그림 3은 R사 슬러리에 산화제를 1:5로 희석 한 후 MnO₂ 연마제를 1wt%에서 5wt%까지 첨가하여 CMP 공정 후의 연마 특성을 나타낸 것이다. MnO₂ 첨가량을 증가시키에 따라 연마율 특성이 개선됨을 알 수 있었다.

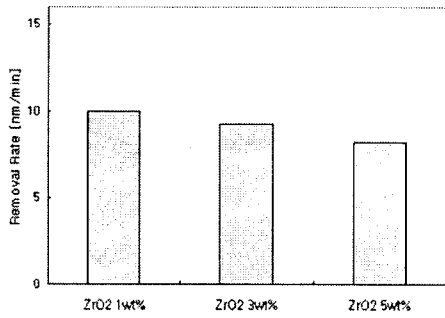


<그림 3> MnO₂ 첨가량에 따른 연마 특성



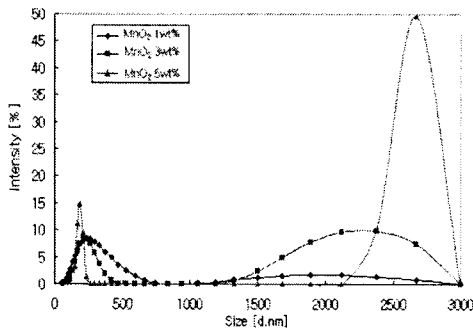
<그림 4> CeO₂ 첨가량에 따른 연마 특성

그림 4는 CeO₂ 함유량에 따른 연마 특성을 나타낸 것이다. CeO₂ 연마제의 함량이 증가함에 따라 연마율이 낮아짐을 알 수 있었다.

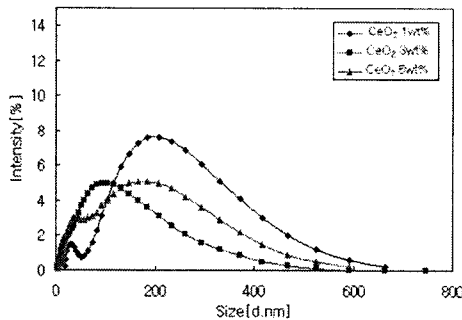


<그림 5> ZrO₂ 첨가량에 따른 연마 특성

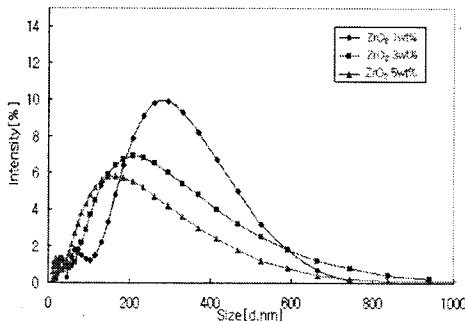
그림 5는 ZrO₂ 연마제를 1wt%, 3wt%, 5wt% 첨가하여 CMP 연마 특성을 알아보았다. ZrO₂ 연마제는 첨가량에 따라 변화율이 약간 감소하였으나 연마율에는 큰 영향을 미치지 못함을 알 수 있었다.



(a) MnO₂



(b) CeO₂



(c) ZrO₂

<그림 6> 각 연마제 첨가량에 따른 연마입자의 크기 분포

그림 6은 PSS (Particle Sizing System)인 Malvern 사의 제타전위 측정기를 이용하여 각각의 연마제 첨가량에 따른 개별적인 연마입자의 갯수를 나타내었다. MnO₂ 연마제의 첨가량이 증가함에 따라 연마입자의 크기가 증가함을 알 수 있었고, CeO₂ 연마입자는 1wt%에서 3wt%까지 감소하는 현상을 보이다가, 5wt%에서 다시 연마입

자의 크기가 다소 15nm로 증가 하였는데 이는 연마제의 과잉첨가가 연마입자의 뭉침 현상(aggregation)을 발생시키기 때문으로 생각된다. 또한, ZrO₂ 연마제의 함유량을 증가함에 따라 연마입자가 계속해서 감소하는 경향을 나타내었다.

4. 결 론

본 논문에서는 MAS (Mixed Abrasive Slurry)가 Ti 금속막의 CMP 특성에 미치는 영향을 알아 본 결과, MnO₂ 연마제를 5wt% 첨가한 경우와 CeO₂ 연마제를 1wt% 첨가 하였을 때 가장 높은 연마율 특성을 나타내었다. 또한 ZrO₂ 연마제는 첨가량이 증가하여도 연마율에는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 따라서 연마제 첨가량의 미세한 조절이 CMP 성능의 향상에 매우 중요한 임계요소를 알 수 있으며, 이는 각 연마입자의 첨가량에 따른 입도분석에서도 알 수 있듯이 서로 다른 연마입자들의 뭉침 현상을 최소화할 수 있어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 한국학술진흥재단 중점연구소의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2006-005-J00902)

[참고 문헌]

- [1] S. W. Park, S. Y. Kim and Y. J. Seo, "Reduction of Micro-Defects in the Inter-Metal Dielectric (IMD) Chemical Mechanical Polishing (CMP) for ULSI Applications", Proceedings of ISEIM-2001, Japan.(Nov. 19 - 22, 2001). pp. 63-66. 2001.
- [2] L. M. Cook, " Topical Research Conference on Chemical-Mechanical Polishing for Planarization", SRC, Research Triangle Park, NC, proc. Vol #P92008, (1992)
- [3] W. Ong, S. Robles, S. Sohn, and B.C. Nguyen, "Characterization of Inter-Metal and Pre-Metal Dielectric Oxides for Chemical Mechanical Polishing Process Integration", VMIC conf., p. 197, (1993)
- [4] 박성우, 김상용, 서용진, "STI-CMP 적용을 위한 이중 연마 패드의 최적화", 대한전기학회 논문지, 51C권 7호, p. 311, (2002)
- [5] 이우선, 서용진, 김상용, 장의구, "STI-CMP 공정의 질화막 잔존물 및 패드 산화막 손상에 대한 연구", 대한전기학회 논문지, Vol. 50, No. 9, p. 438, (2001)
- [6] S. Y. Kim, Y. J. Seo, T. H. Kim, W.S. Lee, C. I. Kim, E. G. Chang, "An Optimized Nitride Residue Phenomena of Shallow Trench Isolation(STI) Process by Chemical Mechanical Polishing(CMP)", IUMRS-ICEM-98, p. 468, (1998)
- [7] Yong-Jin Seo, Woo-Sun Lee, "Effects of Mixed Abrasive Slurry in Oxide-Chemical Mechanical Polishing", Journal of the Korean Physical Society, Vol. 45, pp. S618S621 December, (2004)
- [8] Yong-Jin Seo, Woo-Sun Lee, Pochi Yeh, "Improvements of oxide-chemical mechanical polishing performances and aging effect of alumina and silica mixed abrasive slurries", Microelectronic Engineering Vol.75, pp.361-366, (2004)
- [9] F. B. Kaufman, D. B. Thompson, R. E. Broadie, M. A. Jaso, W. L. Guthrie, D. J. Pearson, and M. B. Small, "Chemical mechanical polishing for fabricating patterned W metal features as chip interconnects", J. Electrochem. Soc. Vol. 138, No. 11, p. 3460, 1991.