

MnO₂ 연마제를 혼합한 Mixed Abrasive Slurry (MAS)의 CMP 특성

한성민, 박성우, 이우선*, 서용진
 대불대학교, *조선대학교

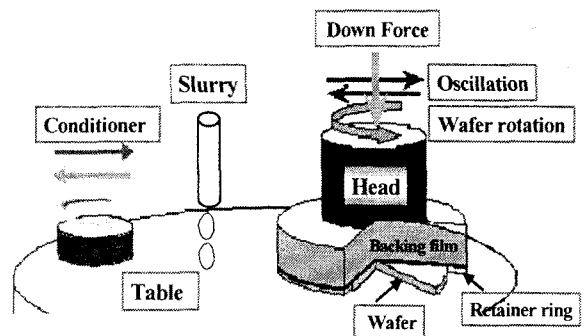
A Study on the Oxide CMP Characteristics of using MnO₂-Mixed Abrasive Slurry (MnO₂-MAS)

Sung-Min Han, Sung-Woo Park, Woo-Sun Lee*, and Yong-Jin Seo
 Daebul University, *Chosun University

Abstract - Chemical mechanical polishing (CMP) process has been attracted as an essential technology of multi-level interconnection. However, the COO (cost of ownership) is very high, because of high consumable cost. Especially, among the consumables, slurry dominates more than 40 %. So, we focused how to reduce the consumption of raw slurry. In this paper, MnO₂ abrasives were added de-ionized water (DIW) and pH control as a function of KOH contents. Also, the addition effects of MnO₂ abrasives and the diluted silica slurry (DSS) on CMP performances were evaluated. Finally, we have investigated the possibility of new abrasive for the oxide CMP application.

제타전위 측정기를 이용하여 입도 분석을 실시하였다. Post-CMP Cleaning은 NH₄OH : H₂O₂ : H₂O = 1 : 2 : 7의 비율로 섞인 SC-1 케미칼에 3분간 담금질(dipping) 한 후 1 : 10의 DHF 용액에 2분간 클리닝한 후, 4분 동안 초음파 세척하는 시퀀스를 적용하였다. 그림 2는 CMP 장비의 개략도를 보인 것이다.

1. 서 론

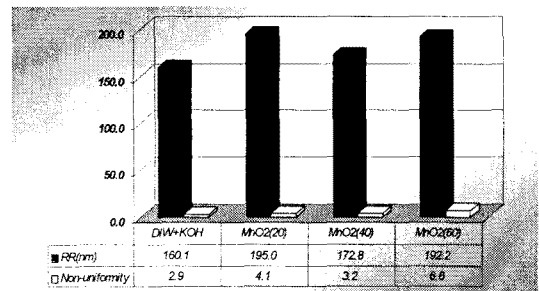


〈그림 2〉 CMP 장비의 개략도

CMP 공정 기술이 다층 배선 구조의 광역 평탄화를 위해서는 매우 효과적이지만, 그 어원에서도 알 수 있듯이 기계적인 연마패드(pad)와 화학적인 식각 작용을 하는 슬러리(slurry)를 이용하여 연마가 진행되므로 공정 결함이 문제시되어 왔다[1-3]. 그 중에서도, 소모자재(연마패드, 탄성 지지대, 슬러리, 패드 컨디셔너)의 비용이 CMP 공정비용의 70 % 이상을 차지하는 등 제조단가가 높다는 단점을 극복할 수가 없었다. 특히, 고가의 슬러리가 차지하는 비중이 40 % 이상을 넘고 있어, 슬러리 원액의 소모량을 줄이기 위해 본 연구에서는 고농도의 슬러리 원액을 탈이온수(de-ionized water : DIW) 희석하여 슬러리의 pH 변동에 대해 살펴보고, 이러한 pH 변동치를 적정 pH로 유도하는 방법을 알아본 후, 희석된 슬러리에 MnO₂ 연마제[4, 5]를 첨가하여 CMP 특성에 영향을 주지 않으면서도 고가의 슬러리 원액의[6, 7] 소비량을 줄일 수 있는 방법에 알아 보았다[8, 9].

3. 결과 및 고찰

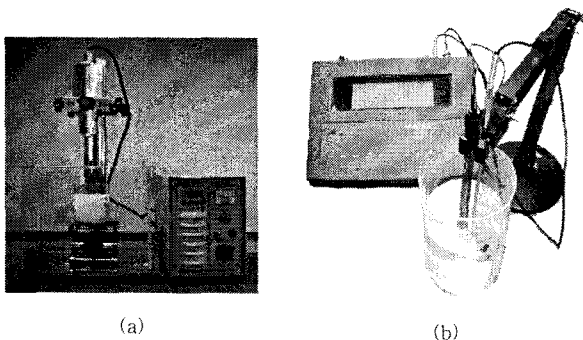
2. 실험



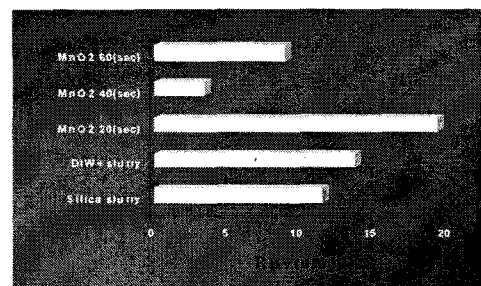
〈그림 3〉 MnO₂ 분산 시간에 따른 연마율 및 비균일도 특성

본 실험에서는 2cm × 2cm 크기의 TEOS (Tetra-ethyl ortho-silicate) 웨이퍼를 사용하였다. 탈이온수에 MnO₂를 1wt%, 3wt%, 5wt% 첨가하여 그림 1(a)의 초음파분산기로 20sec, 40sec, 60sec 초음파 분산시킨 후, 그림 1(b)의 이스텍사의 pH 측정 장비를 사용하여 DIW에 KOH 용액을 이용하여 pH를 9.6~11.5로 조정된 후, CMP 연마율 및 비균일도를 비교 분석하였다. 또한, KOH-Based 폼드 실리카 슬러리에 탈이온수를 1:10으로 희석한 후 MnO₂를 각각 1wt%, 3wt%, 5wt% 첨가하며 CMP 특성을 알아보았다

그림 3은 DIW(200l)에 MnO₂ 연마제를 1wt% 혼합한 후 20초, 40초, 60초 초음파 분산하여 CMP 공정 후의 연마 특성을 나타낸 것이다. 20초와 60초 분산한 후 연마율은 190 [nm]를 나타내었고, 비균일도는 60초 분산한 후 7%로 다소 불안정한 경향을 나타내었다.



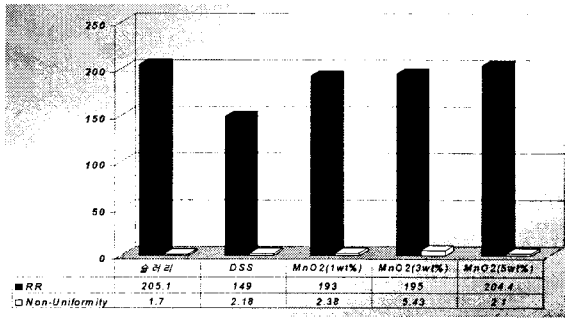
〈그림 1〉 (a) 초음파 분산기 (b) pH 측정기



〈그림 4〉 MnO₂ 분산 시간에 따른 표면거칠기 특성

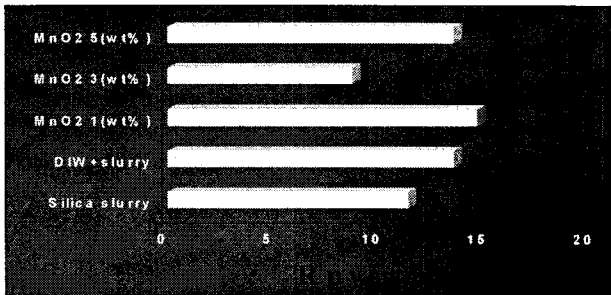
CMP 장비는 G & P Technology의 POLI-380을 사용하였으며 연마패드는 IC-1400을 사용하였다. 테이블의 회전속도는 40 rpm, 헤드의 회전속도는 60 rpm, 헤드압력은 300 g/cm²로 고정하였다. 연마 시간도 모두 동일하게 60초로 고정시키고 실험하였다. CMP 후의 산화막 두께는 K-MAX사의 ST-2000를 사용하였고, Malvern 사의

그림 4는 MnO₂ 연마제의 분산시간에 따른 산화막의 Rpv 표면 거칠기 값을 나타낸 것이다. 20초 분산 후 Rpv 값은 20nm로 다소 표면 거칠기 측면에서 문제점을 나타내었으나, 40초 분산 후 Rpv 값은 5nm로 표면 거칠기가 개선됨을 알 수 있었다.



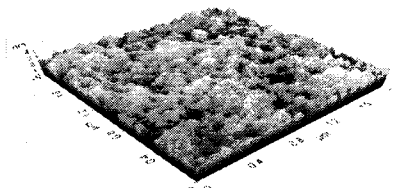
〈그림 5〉 MnO₂ 첨가량에 따른 연마율 및 비균일도 특성

그림 5는 DIW(200 μ)에 MnO₂ 연마제를 1wt%, 3wt%, 5wt% 혼합한 후 CMP 공정 후의 연마율과 비균일도 특성을 비교하여 나타낸 것이다. 분산 시간이 상승함에 따라 연마율은 미세하게 증가함을 알 수 있었고, 비균일도는 5% 이하로 비교적 안정적인 상태를 보이고 있음을 알 수 있었다.

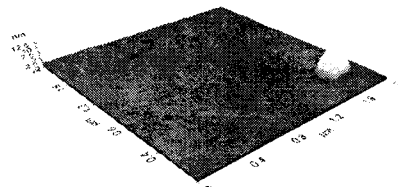


〈그림 6〉 MnO₂ 첨가량에 따른 표면 거칠기 특성

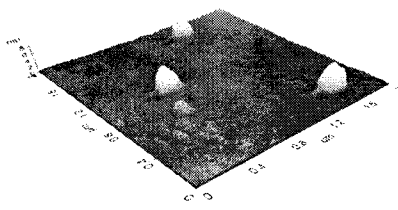
그림 6은 MnO₂ 연마제를 1wt%, 3wt%, 5wt%씩 첨가하여, 산화막을 CMP한 후 Rpv 값을 비교한 것이다. MnO₂를 3wt% 첨가하여 측정된 결과 9.5nm로 원액슬러리에 비해 우수한 평탄화 특성을 나타냄을 알 수 있었다.



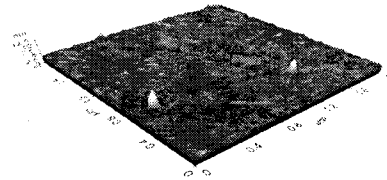
(a) DIW+slurry



(b) MnO₂ 1wt%-MAS



(c) MnO₂ 3wt%-MAS



(d) MnO₂ 5wt%-MAS

〈그림 7〉 MnO₂ 첨가량에 따른 AFM 이미지

그림 7은 MnO₂ 연마제의 첨가량에 따른 AFM 결과를 비교한 것이다. post-CMP 클리닝의 오류로 인해 많은 파티클들이 표면에 잔존하고 있었으나, 모두 향상된 표면 형상을 나타내고 있어 MAS의 재활용 가능성을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 논문에서는 MnO₂ 연마제를 혼합한 Mixed Abrasive Slurry의 CMP 특성을 알아 본 결과, 20초 분산 후 연마율 및 비균일도 측면에서 가장 우수한 특성을 나타내었고, Rpv 값은 40초 분산 후, 5nm로 표면 거칠기가 개선됨을 알 수 있었다. 또한, DIW(200 μ)에 MnO₂ 연마제를 1wt%, 3wt%, 5wt% 혼합한 후 CMP 연마 특성과 Rpv 값을 측정된 결과, 분산 시간이 상승함에 따라 연마율은 미세하게 증가함을 알 수 있었고, Rpv 값을 MnO₂를 3wt% 첨가 하였을 때 9.5nm로 원액슬러리에 비해 우수한 평탄화 특성을 나타냄을 알 수 있었다. 앞으로 이를 바탕으로 연마율과 균일도의 특성이 좋은 새로운 연마제에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이다.

감사의 글

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

[참 고 문 헌]

- [1] Sung-Woo Park, Sang-Yong Kim, Yong-Jin 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.
- [2] Y. J. Seo, S. Y. Kim, W. S. Lee, "Optimization of Pre-Metal Dielectric (PMD) Materials", Journal of Materials Science : Materials in Electronics, Kluwer Academic Publishers, Vol. 12, No. 9, pp. 551-554, 2001.
- [3] S. Y. Jeong, S. Y. Kim and Y. J. Seo, A Study on the Reproducibility of HSS STI-CMP Process for ULSI Applications, Proc. IUMRS-ICEM, p.509, 2002.
- [4] A. Jinda, S. Hegde, S.V. Babu, "Chemical Mechanical Polishing Using Mixed Abrasive Slurry", Electrochemical and Solid-State Letters, Vol. 5, No. 4, p.G48, 2002
- [5] 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)
- [6] 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)
- [7] 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)
- [8] 한성민, 박성우, 이우선, 서용진, "슬러리 분산 및 pH가 Oxide CMP에 미치는 영향", 대한전기학회 학술대회 논문집, p. 1731, (2006)
- [9] 이성일, 박성우, 이우선, 서용진, "혼합 연마제 슬러리를 이용한 Oxide CMP 특성에 관한 연구", 대한전기학회 학술대회 논문집, p.1727, (2006)