

새로운 연마제를 이용한 Oxide CMP 특성에 관한 연구

한성민, 한상준, 박성우, 이우선*, 서용진

대불대학교 전기전자공학과, 조선대학교 전기공학과*

A study on the Oxide CMP Characteristics using New Abrasive

Sung-Min Han, Sang-Jun Han, Sung-Woo Park, Woo-Sun Lee*, Yong-Jin Seo

Daebul University, Chosun University*

Abstract : CMP(chemical mechanical polishing) 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, ZrO₂, CeO₂, and MnO₂ abrasives were added de-ionized water (DIW) and pH control as a function of KOH contents. We have investigate the possibility of new abrasive for the oxide CMP application.

Key Words : CMP(chemical mechanical polishing), de-ionized water (DIW), abrasive, pH, slurry

1. 서론

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]. 이처럼 CMP공정이 반도체 제조 공정에 적용됨으로써 공정 마진 확보에 진일보 하였으나 CMP 장비의 공정 조건, 슬러리의 종류, 연마패드의 종류 등에 의해 CMP 성능이 결정된다. 특히 슬러리는 연마 공정의 성능에 중요한 영향을 미치는 요인이다. 고가의 슬러리가 차지하는 비중이 40% 이상을 넘고 있어 슬러리 원액의 소모량을 줄이기 위한 연구들이 현재 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 새로운 연마제의 특성을 알아보기 위해 탈이온수(de-ionized water: DIW)에 CeO₂, MnO₂, ZrO₂ 등을 첨가한 후 분산시간에 따른 연마 특성과 AFM분석을 통해 그 가능성을 알아보았다.[6, 7]

2. 실험

본 실험에서는 2x2 TEOS (tetra ethyl ortho silicate) 웨이퍼를 사용하여 탈이온수에 CeO₂, MnO₂, ZrO₂를 1wt% 첨가하여 초음파분산기로 20sec, 40sec, 60sec 초음파 분산시킨 후, 이스택사의 pH 측정 장비를 사용하여 DIW에 KOH용액을 이용하여 pH 11.5로 고정된 후 CMP 연마율 및 비균일도를 비교 분석하였다. CMP 장비는 G & P Technology의 POLI-380을 사용하였고 연마패드는 IC-1400를 사용하였다. CMP 후의 산화막 두께는 K-MAX사의 ST-2000를 사용하였고, Malvern 사의 제타전위 측정기를 이용하여 입도 분석을 실시하였다. Post-CMP Cleaning은 NH₄OH : H₂O₂ : H₂O = 1 : 2 : 7의 비율로 섞인 SC-1 케미컬에 3분간 담금질(dipping) 한 후 1 : 10의 DHF 용액에 2분간 클리닝한 후, 4분 동안 초음파 세척하는 시퀀스를 적용하였다.

표 1. CMP 장비의 DOE 조건

테이블 속도	40 rpm
헤드 속도	60 rpm
연마 압력	300 g/cm ²
슬러리 유속	90 ml/min
연마 시간	60 sec

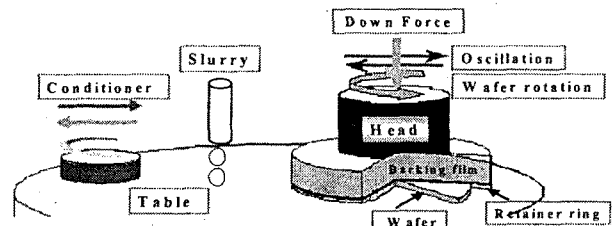


그림 1. CMP 장비의 개략도

3. 결과 및 고찰

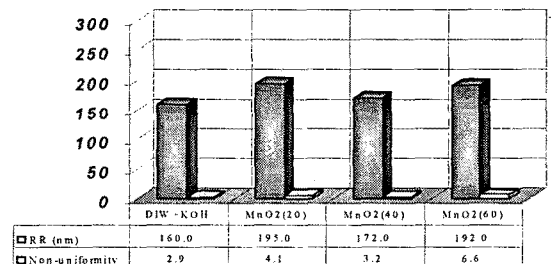


그림 2. 분산 시간에 따른 연마특성 (MnO₂)

그림 2은 DIW(200 μ l)에 MnO₂ 연마제를 1wt% 혼합한 후 20초, 40초, 60초 초음파 분산하여 CMP 공정 후의 연마 특성을 나타낸 것이다. 20초 60초 분산한 후 연마율은 190 [nm]를 나타내었고, 비균일도는 60초 분산한 후 7%로 다소 불안정한 경향을 나타내었다.

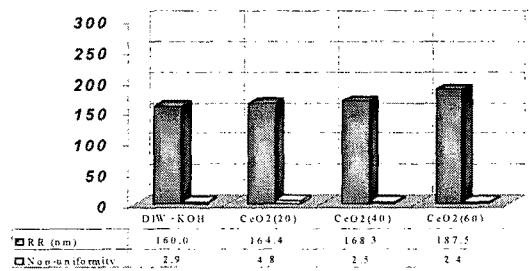


그림 3. 분산 시간에 따른 연마특성 (CeO₂)

그림 3은 DIW(200 μ)에 CeO₂ 연마제를 1wt% 혼합한 후 20초, 40초, 60초 초음파 분산하여 CMP 공정 후의 연마 특성을 나타낸 것이다. 60초 분산한 후 연마율과 비균일도 측면에서 가장 우수한 특성을 나타내었다

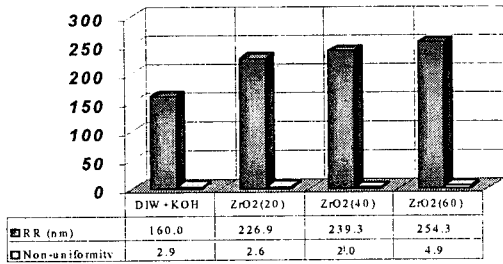
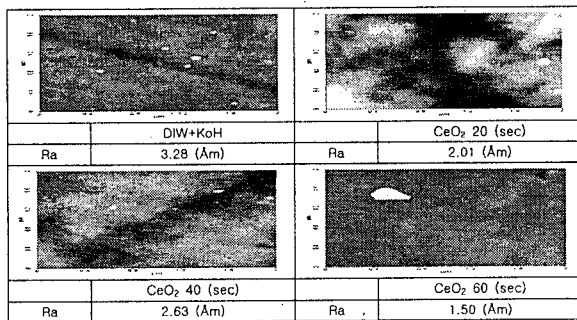
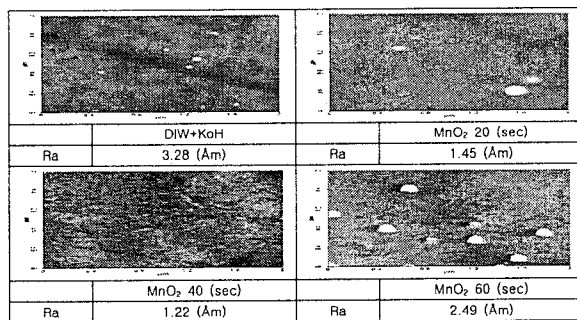


그림 4. 분산 시간에 따른 연마특성 (ZrO₂)

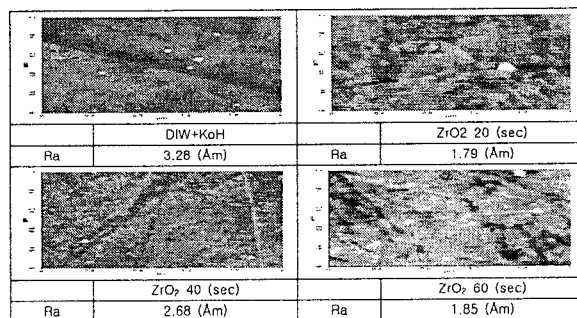
그림 4는 DIW(200 μ)에 ZrO₂ 연마제를 1wt% 혼합한 후 20초, 40초, 60초 초음파 분산하여 CMP 공정 후의 연마율과 비균일도 특성을 비교하여 나타낸 것이다. 분산 시간이 상승함에 따라 연마율은 미세하게 증가함을 알 수 있었고, 비균일도는 5wt% 이하로 비교적 안정적인 상태를 보이고 있음을 알 수가 있었다.



(a)



(b)



(c)

그림 5. 각각의 연마제의 대한 AFM 이미지 비교.
(a) CeO₂. (b) MnO₂. (c) ZrO₂

그림 5는 각각의 연마제를 20초 40초 60초 분산하여 CMP한 후 AFM 사진을 비교한 것이다. 그림 5의 (a)는 CeO₂ 연마제를 초음파 분산기를 이용하여 표면 형상을 비교한 결과 분산 시간이 증가 함에 따라 Ra 표면 거칠기 특성이 개선됨을 알 수 있었다. 이는 분산시간이 증가할수록 연마입자가 DIW에 고르게 분산되어 연마입자의 크기가 작아졌음을 알 수 있었다. MnO₂ 연마제를 첨가한 경우 40초 분산 하였을 때 Ra 표면 거칠기는 1.22 (Åm)로 아주 우수한 결과를 나타내었으며 MnO₂를 60초 분산한 경우에는 2.49 (Åm)로 다소 표면 거칠기 측면에서 문제점을 나타내었다. AFM 사진으로 보아 CMP 연마 후 완전히 세정되지 않고 웨이퍼위에 남아 굳어진 슬러리 잔류물을 보인 것이다. 또한 ZrO₂의 경우 20초 분산한 후 Ra 값이 1.79 (Åm)로 좋은 결과를 나타내었으나, 40초 분산 후 표면 거칠기는 2.68 (Åm)로 다소 불안한 경향을 보였다.

4. 결론

본 논문에서는 탈이온수 (de-ionized water; DIW)에 ZrO₂, CeO₂, MnO₂ 연마제를 각각 1wt%,씩 첨가하여 20초, 40초, 60초 초음파 분산하여 산화막에 대한 CMP 특성을 알아 본 결과, 연마율 측면에서는 ZrO₂ 연마제를 40초, 60초 분산한 경우, 240 [nm], 254 [nm]로 최상의 연마율과 5% 이하의 우수한 비균일도를 나타내었다. 그리고 AFM을 분석한 결과 MnO₂ 연마제를 첨가한 경우 40초 분산 하였을 때 Ra 표면 거칠기는 1.22 (Åm)로 아주 우수한 결과를 나타내었으며 앞으로 이를 바탕으로 연마율, 균일도, 표면 거칠기 측면에서 특성이 좋은 새로운 연마제에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구는 한국 과학재단 특정 기초연구 (R01-2006-999-11275-0) 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [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 I SEIM-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)