

세리아 연마제 첨가량에 따른 산화막 CMP 특성 고찰

한상준, 박성우, 이우선*, 서용진
 대불대학교, 조선대학교*

Improvement of Oxide-Mechanical Polishing Characteristics According to the Ceria Abrasive Adding

Sang-Jun Han, Sung-Woo Park, Woo-Sun Lee*, Yong-Jin Seo
 Daebul University, *Chosun University

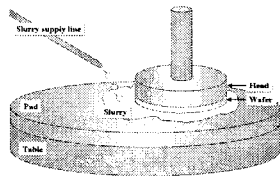
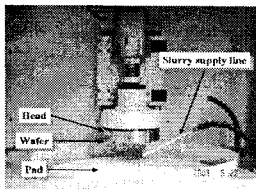
Abstract - To investigate the possibility of ceria abrasive-added slurry for the oxide-chemical mechanical polishing (oxide-CMP) application, two kinds of retreated methods were introduced as follows: First, the characteristics of mixed abrasive slurry (MAS) using CeO₂ powder as an abrasive added within diluted silica slurry (DSS) were evaluated to achieve the improvement of removal rates and non-uniformity. Second, the control of pH level due to the dilution of slurry was examined. And then, we have discussed the CMP characteristics as a function of abrasive dispersion time.

1. 서 론

최근 반도체 공정 라인에서는 차세대 초미세 공정 기술 도입의 가속화를 통해 메모리 및 비메모리가 고집적화 되어감에 따라 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 공정 기술이 이제는 없어서는 안 될 반도체 칩 제작의 핵심 기술로 적용되고 있다[1-3]. 그러나 CMP는 공정 중에 발생하는 문제들 중 소모재 (슬러리, 패드, 탄성지지대, 패드 컨디션너)의 비용이 너무 높다는 단점이 있어, 그중 고가의 슬러리가 차지하는 비중이 40% 이상을 넘고 있어, 슬러리 원액의 소모량을 줄이기 위한 연구들이 현재 활발히 진행되고 있다 4-6]. 따라서, 본 논문에서는 CeO₂가 첨가된 새로운 혼합 연마제 슬러리(Mixed Abrasive Slurry; MAS)에 대한 CMP 특성을 통해 기존에 상용화된 슬러리의 CMP 특성과 비교 고찰하여 MAS의 우수성을 입증하고, CMP 공정의 최적화 연구의 기반 기술로 활용하고자 한다[7, 8].

2. 실 험

본 실험에서는 KOH-Based 폼드 실리카 슬러리에 탈이온수를 1:10 으로 희석한 후 CeO₂를 1wt%, 3wt%, 5wt% 첨가하여 CMP 연마율 및 비균일도를 비교 분석하였다. 슬러리의 희석과 연마제 첨가 시 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. 또한, 분산시간에 따른 연마특성을 알아보기 위해 CeO₂를 1wt% 첨가하여 초음파분산기로 20sec, 40sec, 60sec 분산시킨 후, pH 측정 장비를 사용하여 DIW에 KOH용액을 이용하여 pH 11.5로 고정된 후 CMP 연마율 및 비균일도를 비교 분석하였다.



〈그림 1〉 G&P POLI-380 연마기와 CMP 공정 개략도

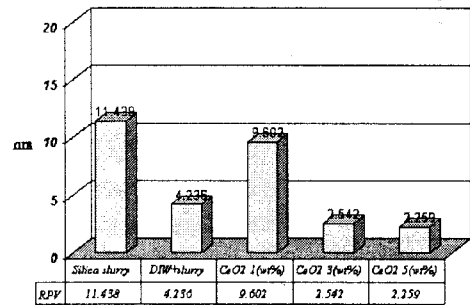
CMP 장비는 그림1에 보인 G & P Technology의 POLI-380을 사용하였고, 연마패드는 IC-1400을 사용하였다. 테이블의 회전속도는 40 rpm, 헤드의 회전속도는 60 rpm, 헤드압력은 300 g/cm²로 고정하였다. 연마시간도 모두 동일하게 60초로 고정시키고 실험하였다. CMP 후의 산화막 두께는 K-MAX사의 ST-2000를 사용하였고, Malvern 사의 제타전위 측정기를 이용하여 입도 분석을 실시하였다. Post-CMP Cleaning은 NH₄OH : H₂O₂ : H₂O = 1 : 2 : 7의 비율로 섞인 SC-1 케미컬에 3분간 담금질(dipping) 한 후 1 : 10의 DHF 용액에 2분간 클리닝한 후, 4분 동안 초음파 세척하는 시퀀스를 적용하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 세리아 연마제의 첨가량에 따른 CMP 특성을 보인 것이다. 연마제를 3wt% 첨가한 경우 연마율은 180nm 정도로 가장 우수하였으며, 비균일도는 모든 시료 조건에서 5% 이내의 비교적 안정적인 상태를 보였다.

〈표 1〉 CeO₂ 첨가량에 따른 연마특성

	원액 슬러리	DSS	CeO ₂ 1wt%	CeO ₂ 3wt%	CeO ₂ 5wt%
RR(nm)	205.1	149	176.4	182.2	152.4
Non-Uniformity	1.7	2.18	5	2.7	2.7



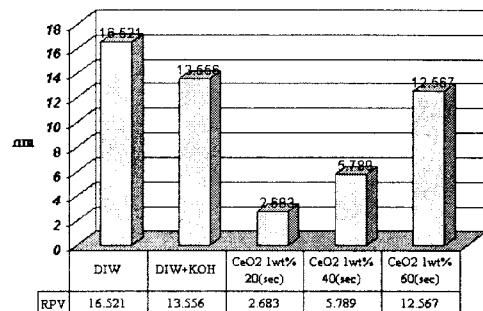
〈그림 2〉 CeO₂ 첨가량에 따른 Rpv

그림2는 세리아 첨가량에 따른 Rpv (Roughness peak to valley)값을 비교한 것이다. CeO₂를 5wt%첨가하여 측정된 결과 2.26nm로 원액 슬러리에 비해 매우 우수한 표면 거칠기 특성을 나타냄을 알 수 있었다.

〈표 2〉 CeO₂ 분산시간에 따른 연마율과 비균일도

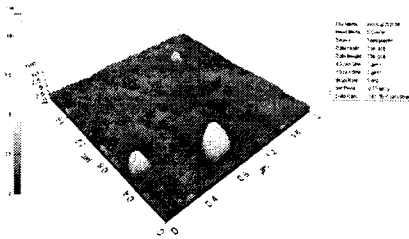
	DIW+KOH	CeO ₂ 1wt% 20(sec)	CeO ₂ 1wt% 40(sec)	CeO ₂ 1wt% 60(sec)
RR(nm)	160.1	164.4	168.3	187.5
Non-Uniformity	2.9	4.8	2.5	2.4

표 2는 CeO₂ 연마제를 1wt% 혼합한 후 20초, 40초, 60초 초음파 분산하여 CMP 공정 후의 연마 특성을 나타낸 것이다. 분산시간이 증가함에 따라 연마율과 비균일도 특성이 개선됨을 알 수 있었다. 특히 60초 분산한 후 연마율은 187nm, 비균일도는 2.4로 가장 우수한 특성을 나타내었다.

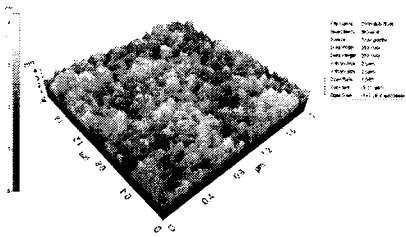


〈그림 3〉 CeO₂ 분산 시간에 따른 Rpv

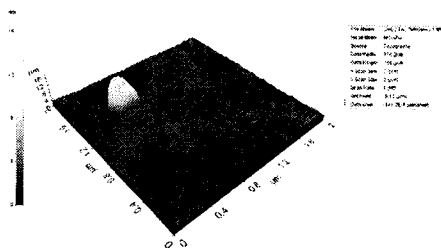
그림 3은 세리아 연마제 분산에 따른 웨이퍼의 Rpv 표면 거칠기를 나타낸 것이다. 분산 시간이 증가함에 따라 Rpv 거칠기가 증가하는 비이상적인 표면 특성을 나타내었다. 이는 세리아 연마입자의 응집현상으로 인해 웨이퍼 표면의 거칠기 측면에서 다소 문제점을 나타낸 결과로 분석된다.



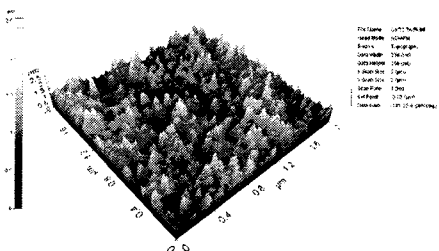
(a) silica slurry



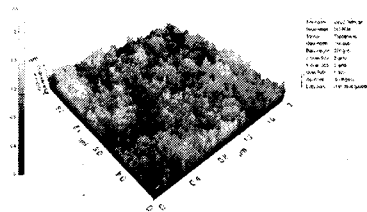
(b) DSS



(c) CeO₂ 1wt%-MAS



(d) CeO₂ 3wt%-MAS



(e) CeO₂ 5wt%-MAS

<그림 4> AFM 결과

그림 4는 CeO₂ 연마제를 1wt%, 3wt%, 5wt% 첨가하고, 60초 동안 분산시킨 후, CMP 공정을 수행한 후의 대표적인 AFM 표면형상을 보인 것이다. 그림 4(a)에서 보인 바와 같이, 원액 실리카 슬러리를 사용한 경우, post-CMP 클리닝의 오류로 인해 표면에 파티클이 남아 있었으나 매우 양호한 표면 품질을 얻을 수 있었다. 또한 본 실험에서 자체 제조한 MAS를 사용한 경우에는 그림 (b)에 보인 DSS 보다는 우수한 결과를 얻을 수 있어 재활용 슬러리의 가능성을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

세리아 연마제 첨가량에 따른 산화막 CMP 특성의 관한 실험을 통해 얻은 결과는 다음과 같다. CeO₂ 연마제를 3wt% 첨가한 경우 연마율은 180nm 정도로 가장 우수하였으며, 비균일도는 5% 이내의 안정적인 상태를 보였고 Rpv 표면 거칠기는 5wt%일때 가장 좋은 표면 특성을 나타내었다. 또한 CeO₂ 연마제를 1wt% 혼합한 후 20초, 40초, 60초 초음파 분산하여 CMP 공정 후 연마 특성과 Rpv 거칠기를 비교한 결과 분산시간이 증가함에 따라 연마율과 비균일도 특성이 개선되었지만 Rpv 표면 거칠기가 증가하는 비이상적인 특성을 나타내었다. 이는 세리아 연마입자의 응집현상으로 인해 웨이퍼 표면의 거칠기 측면에서 다소 문제점을 나타낸 결과로 분석된다.

감사의 글

이 논문은 2006학년도 한국학술진흥 재단 중점연구소의 지원에 의하여 연구 되었음.(KRF-2006-005-J00902)

[참고 문헌]

- [1] William J. Patrick, et al, "Application of Chemical Mechanical Polishing to the Fabrication of VLSI Circuit Interconnection", J. of Electrochemical Soc., Vol. 138, p. 555, (1991)
- [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] 한성민, 박성우, 이우선, 서용진, "슬러리 분산 및 pH가 Oxide CMP에 미치는 영향", 대한전기학회 학술대회 논문집, pp. 1731-1732, (2006)
- [10] 이성일, 박성우, 이우선, 서용진, "혼합 연마제 슬러리를 이용한 Oxide CMP 특성에 관한 연구", 대한전기학회 학술대회 논문집, pp.1727-1728, (2006)