

## FRAM 적용을 위한 PZT Film의 CMP 공정 연구

고필주\*, 서용진\*\*, 정용호, 김남오\*\*\*, 이영식, 전영길\*, 신상현\*, 이우선\*  
조선대학교 전기공학과\*, 대불대학교 전기전자 공학과\*\*, 조선이공대학교 전기공학과\*\*\*

### CMP of PZT Films for FRAM Applications

**Abstract :** In this paper, we first applied the chemical mechanical polishing (CMP) process to the planarization of ferroelectric film in order to obtain a good planarity of electrode/ferroelectric film interface.  $Pb_{1.1}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$  (shortly PZT) ferroelectric film was fabricated by the sol-gel method. And then, we compared the structural characteristics before and after CMP process of PZT films. Their dependence on slurry composition was also investigated. We expect that our results will be useful promise of global planarization for ferroelectric random access memories (FRAM) application in the near future.

**Key Words :** PZT, CMP, TEOS

#### 1. 서 론

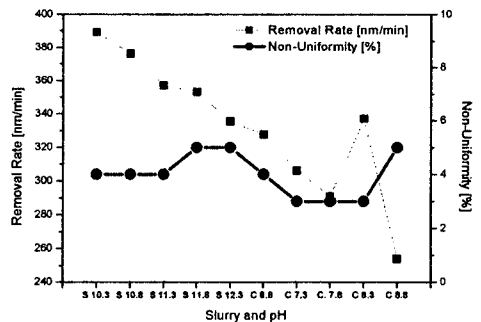
CMP (chemical mechanical polishing) 공정은 반도체 제조공정에서 초고집적회로(ULSI)의 다층 배선 기술에 있어서 폭넓게 응용되고 있다. FRAM은 현재 가장 널리 사용되고 있는 DRAM의 커패시터 부분을 강유전체 박막으로 대체한 것으로 강유전체의 분극반전과 히스테리시스 특성을 이용한 고속, 저소비전력, 큰 쓰기 횟수 특성 및 불휘발성으로 자위되지 않는 차세대 IC 메모리로 갈수록 응용도는 넓어져 컴퓨터뿐만 아니라 멀티미디어 사회의 정보기록 매체로 그 사용이 증가하고 있다.[1] 본 논문에서는 졸-겔법으로 증착한 PZT (lead zirconate titanate) 박막의 CMP 특성을 고찰하였다. 슬러리의 연마제 및 pH 변화에 따른 연마율, 비균일도 및 surface morphology 등과 같은 CMP 특성을 고찰함으로써 PZT막을 사용한 FRAM 공정에 향후 CMP 공정을 적용코자 그 가능성에 관해서 연구하였다.[2-4].

#### 2. 실험

본 실험에서는 4-inch TEOS/Si 웨이퍼 위에  $Pb_{1.1}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ 의 조성을 갖는 PZT 박막을 졸겔법으로 증착하였다. PZT 졸겔은 spin-coater에서 4000rpm에서 30초 동안 도포하였다. 증착된 PZT막은 200℃의에서 1시간 동안 건조를 하였다. 연마 패드는 Rodel 사의 IC-1300과 Suba IV를 PSAII로 접착시킨 이중패드를 사용하였다. 테이블 속도는 50rpm, 헤드 속도는 50rpm, 헤드 압력은 300gf/cm<sup>2</sup>, 슬러리의 유속은 90ml/min으로 설정하여 30초 동안 연마를 진행하였다. 또한 패드 컨디셔닝 압력은 2kgf/cm<sup>2</sup>으로 고정하였다. 사용된 슬러리 연마제는 실리카와 세리아였으며, 실리카 슬러리의 pH는 10.3, 10.8, 11.3, 11.8, 12.3으로, 세리아 슬러리의 pH는 6.8, 7.3, 7.8, 8.3, 8.8로 각각 조절하였다. 모든 연마

공정은 G&P Technology사의 POLI-380 장비로 진행하였다. J.A. Woollam 사의 M-2000V 엘립소미터를 이용하여 두께를 측정하였고, CMP 전후의 표면 형상을 알아보기 위해 AFM (PSIA, XE-100)을 사용하였다.

#### 3. 결과 및 검토



(a)

그림 1. silica slurry와 ceria slurry의 pH 변화에 따른 PZT박막의 연마율과 비균일도

그림 1은 silica slurry와 ceria slurry의 pH 변화에 따른 PZT박막의 CMP특성 분석으로 그림 (a)는 연마 후 연마율과 비균일도 특성, 그리고 (b)는 RMS값을 나타낸 그림이다. silica slurry는 pH가 증가할수록 연마율은 감소하고 비균일도는 5%이하로 안정적인 특성을 보이고 있다. ceria slurry는 pH 8.3일때 연마율은 345nm로 가장 높았고 비균일도 특성도 3% 정도로 우수한 특성을 보였다. 그러나 pH가 8.8인 경우에는 250 nm로 가장 낮은 연마 특성을 보였다. 그림 1의 (b)에서 silica slurry의 RMS 값

은 330~480 Å을 나타내고 있으며, ceria slurry RMS 값은 pH가 증가함에 따라 RMS 값이 낮아져 막의 표면이 향상됨을 알 수 있다. PZT 박막의 모든 공정에서 연마율은 250~390 nm와 비균일도는 3~5%의 안정된 특성을 보이고 있다.

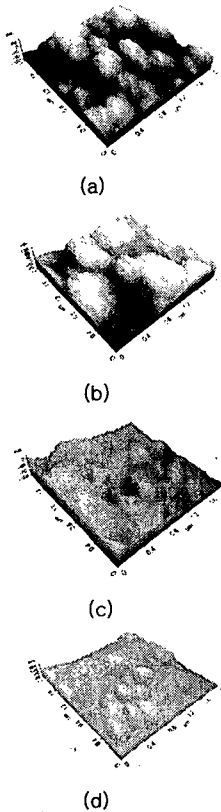


그림 2. AFM 표면 분석 (a) CMP 전 (b) silica slurry pH=10.3 (c) ceria slurry pH=7.3, (d) ceria slurry pH=8.3

그림 2는 silica slurry와 ceria slurry의 pH 변화에 따른 PZT 박막의 CMP 전과 후의 AFM 분석 결과를 나타낸 것이다. (a)는 CMP 전의 사진으로 평균 RMS 값은 31.5 nm를 나타내었다. (b)는 silica slurry pH=10.3의 AFM 분석으로 grain이 형성되어 있는 것을 알 수 있다. (c)와 (d)는 ceria slurry pH 7.3과 pH 8.3의 AFM 분석 결과로 표면이 실리카 슬러리에 비해 surface morphology가 더 향상된 것을 알 수 있고, ceria slurry pH 8.3의 평균 RMS 값은 12 nm로 가장 우수한 특성을 보였다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 졸-겔법으로 증착된 PZT박막의 silica slurry와 ceria slurry의 pH 변화에 따른 CMP 특성을 고찰하여 FRAM 공정에 응용하기 위한 기초 실험을 수행하였다. ceria pH 8.3에서는 345 nm의 우수한 연마특성과

AFM분석에서도 12nm 우수한 표면 특성을 보였다. 졸-겔법으로 증착한 PZT 박막의 CMP 공정은 모든 slurry의 연마율은 250~350nm의 연마율을 확보하였고, 3~5%의 양호한 비균일도 특성을 나타내었다. 따라서 FRAM에 PZT 박막의 CMP를 적용할 경우 표면 특성의 개선을 꾀할 수 있을 것으로 본다. 하지만 앞으로 PZT막을 CMP한 후 전기적 특성의 변화에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

#### 감사의 글

이 논문은 2004년도 학술진흥재단의 중점 연구소 지원에 의해서 연구되었음. (KRF-2004-005-D00007).

#### 참고 문헌

- [1] 김광호 "SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub>/SiN/Si 구조를 이용한 MFISFET의 제작 및 특성", Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers, Vol. 15, No. 5, pp. 383, May 2002.
- [2] 고필주, 박성우, 김남훈, 서용진, 이우선, "산화막 CMP 공정에서 슬러리 온도 변화에 따른 연마특성", 전기전자재료학회 논문지. 18권, 3호, p. 219, 2005.
- [3] Yong-Jin Seo and Woo-Sun Lee, "Chemical mechanical polishing of Ba<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>TiO<sub>3</sub> film prepared by sol-gel method", Microelectronic Engineering, Vol. 75, Issue 2, p. 149, 2004.
- [4] Yong-Jin Seo, Sung-Woo Park "Chemical Mechanical Planarization Characteristics of Ferroelectric Film for FRAM Applications" Journal of the Korean Physical Society, Vol. 45, No. 3, September 2004, pp. 769-772.