

## 화학적 기계적 연마 공정으로 제조한 PZT 캐패시터의 전기적 특성

고필주<sup>1</sup>, 김남훈<sup>2</sup>, 이우선<sup>1,\*</sup>  
 조선대학교<sup>1</sup>, 성균관대학교<sup>2</sup>

### Electrical Properties of Fabrication PZT Capacitors by Chemical Mechanical Polishing Process

Pil-Ju Ko<sup>1</sup>, Nam-Hoon Kim<sup>2</sup>, Woo-Sun Lee<sup>1,\*</sup>  
 Chosun University<sup>1</sup>, Sungkyunkwan University<sup>2</sup>

**Abstract** : 본 연구에서는 PZT박막의 강 유전 캐패시터 제작을 위한 연구로, 4-inch크기의 SiO<sub>2</sub>/Pt/Ti/Si가 증착된 웨이퍼를 습식 식각하여 SiO<sub>2</sub> 패턴(0.8um)을 형성하였고, PZT박막의 캐패시터 제작을 위해 패턴 웨이퍼에 Pb<sub>1.1</sub>(Zr<sub>0.52</sub>Ti<sub>0.48</sub>)O<sub>3</sub>조성을 갖는 PZT를 증착하였다. 600℃에서 열처리 후 페로브스카이트 구조를 가지는 PZT 박막의 CMP(chemical mechanical polishing) 공정에 따른 전기적 특성을 연구하였다. 강유전체 소자 적용을 위한 CMP 공정으로 제조된 PZT 박막 캐패시터의 P-E특성, I-V특성, 피로특성 등의 전기적 특성을 측정하였다.

**Key Words** : CMP, PZT, Electrical Properties

**Corresponding Author** : [wslee@chosun.ac.kr](mailto:wslee@chosun.ac.kr)

### 1. 서론

최근 PZT를 압전성, 강유전성을 이용한 강유전체 메모리(FerRAM) 등에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.[1] PZT 박막은 강유전 특성이 뛰어나고 박막 제조가 용이하여 FerRAM의 유전 물질로서 각광을 받고 있다. 그러나 분극 반전에 따른 피로현상과 누설전류 특성 등의 문제점이 제기되고 있다. 분극피로란 분극 반전을 반복할 경우 잔류분극이 감소하는 현상이고, 강유전체 메모리의 응용에 있어 쓰기와 읽기의 횟수를 제한하는 요인이 된다. 피로현상은 전극 계면에서의 산소 공격자에 의한 공간 전하 축적 및 charged defect center에 의한 domain pinning 때문에 일어나는 것으로 알려져 있다.[2-3] CMP(chemical mechanical polishing) 공정은 최근 반도체 제조 공정에서 웨이퍼의 대구경화, 최소 선폭의 미세화, 초고집적도 및 다층 배선화가 이루어지면서 초정밀도를 만족시키기 위한 중요한 공정으로 인식되고 있다[4-8]. 본 연구에서는 0.8x0.8um 크기의 PZT 캐패시터를 화학적 기계적 연마공정으로 제조하여 전기적 특성에 대해서 연구하였다. [9-11]

### 2. 실험

본 실험에서는 4-inch SiO<sub>2</sub>/Pt/Ti/Si가 증착된 웨이퍼를 습식 식각하여 SiO<sub>2</sub> 패턴(0.8x0.8um)을 형성하였다. 형성된 모든 SiO<sub>2</sub> 패턴위에 PZT를 증착시켰다. 기판은 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(1:4), D<sub>2</sub>O:HF (DHF:10:1), de-ionized water (DIW). 세척하였다. PZT 졸-겔은 Pb<sub>1.1</sub>(Zr<sub>0.52</sub>Ti<sub>0.48</sub>)O<sub>3</sub>의 조성을 가지고 있다. PZT 졸-겔을 spin-coat에서 3000rpm에서 30초 동안 도포하였다. 증착된 PZT막은 200℃에서 1시간 동안 건조하고 전기로에서 1100℃로

30분 동안 열처리 하였다. 연마 패드는 Rodel 사의 IC-1400을 사용하였다. 공정조건은 표 1에서 처럼 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(pad conditioning) 압력은 2kgf/cm<sup>2</sup>으로 고정하였고, 연마 패드는 교체 없이 사용하였다. 슬러리의 에이징(aging) 현상을 방지하기 위하여 연마 전에 Sonic Tech사의 초음파 교반기로 충분히 교반시켜 주었다. CMP 공정 후 웨이퍼 세정은 3분 동안 NH<sub>4</sub>OH :H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O를 1:2:7의 비율로 제조된 SC-1 용액에서 3분간, 1:10의 DHF 용액에서 2분, 마지막으로 초음파 세척기를 이용하여 5분 동안 세척하였다. 모든 연마 공정은 G&P Technology사의 POLI-450 장비로 진행하였다. 연마율을 계산할 때 측정에 따른 오차를 방지하기 위해 J.A. Woollam사의 M-2000V 엘립소미터(spectroscopic ellipsometer)를 이용하여 측정하고, 증착 전후 SiO<sub>2</sub> 패턴의 형성과 CMP 전후의 패턴의 형성을 관찰하기 위해 SEM으로 분석하였다. 전기적 특성분석은 RT-66A를 사용하여 P-E특성과 피로 특성을 분석하였고, I-V특성은 HP4155A를 사용하여 측정하였다.

표 1. CMP 공정조건 및 슬러리 조성

CMP Parameter	CMP Conditions
Wafer	SiO <sub>2</sub> patterning wafer ( 0.8um )
Polishing time	30 sec
Slurry flow rate	90 ml/min
Head speed	50 rpm
Table speed	50 rpm
Pad	IC 1400™
Slurry composition	Silica Slurry pH 11.3

### 3. 결 과

구체적인 실험 결과는 한국전기전자재료학회 2006년 추계학술대회 현장에서 공개하도록 하겠다.

### 참고 문헌

- [1] J. T. Song, I. H. Jo, and Y. H. Kim, "Frequency agile microstrip patch antenna using piezoelectric substrates", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 40, p. 515. 2001
- [2] T. Mihara, H. Watanabe. and C. A. Paz de Araujo, "Characteristic change due to polarization fatigue of sol-gel ferroelectric  $Pb(Zr_{0.4}Ti_{0.6})O_3$  thin film capacitors" *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 33, p. 5281. 1994
- [3] S. B. Desu, "Minimization of fatigue in ferroelectric films". *phys. stat. sol.*, Vol. (a) 151, p. 467, 1995
- [4] 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, pp. 3460, 1991
- [5] Woo-Sun Lee, Sang-Young Kim, Yong-Jin Seo, and Jong-Kook Lee, "An optimization of tungsten plug chemical mechanical polishing(CMP) using different consumables" *Journal of Materials Science : Materials in Electronics*, Vol. 12, No. 1, p. 63, 2001
- [6] J. Huang, H. C. Chen, J. Y. Wu, and W. Lur, "Investigation of CMP Micro-Scratch in the Fabrication of Sub-quarter Micron VLSI circuit". *Proceeding of Chemical Mechanical Polishing - Multilevel Interconnection Conference (CMP-MIC)*, pp. 77-79, 1999
- [7] Y. J. Seo, S. W. Park, S. Y. Jeong, W. S. Choi, and S. Y. Kim, "Slurry Induced Metallic Contaminations on Different Silicate Oxides by as-deposited and Post-CMP Cleaning". *Proceedings of Chemical Mechanical Planarization for ULSI Multilevel Interconnection Conference (CMP-MIC-2001)*, Santa Clara, CA, USA. (Mar. 5-9, 2001). pp. 287-290, 2001
- [8] 김상용, "Chemical Mechanical Polish 공정변수의 이해" *Journal of KIEEME*, Vol.12, No.10, pp.9-18, 1999
- [9] B. H. Kim, J. H. An, K. S. Hwang, B. A. Kang, K. Nishio, and T. Tauchiya, "AFM analysis of chemical-solution-derived epitaxial PZT films prepared by using oxidizing or non-oxidizing etching", *J. Korean Phys. Soc.*, Vol. 44, No. 2, p. 346, 2004.
- [10] N. H. Kim, Y. J. Seo, P. J. Ko, W. S. Lee, "Polishing Mechanism of TEOS-CMP with High-temperature Slurry by Surface Analysis" *Transactions on Electrical and Electronic Materials*, Vol.6, No.4, August 2005.
- [11] 이우선, 고필주, 이영식, 서용진, 홍광준, "실리카 슬러리의 에이징 효과 및 산화막 CMP 특성" *Journal of Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers*, Vol. 17, No. 2, pp.138-143, 2004.