

PZT-CMP 공정시 후처리 공정에 따른 표면 특성

전영길, 이우선*
 조선대학교 전기공학과

Surface Characteristics of PZT-CMP by Post-CMP Process

Young-Kil Jun, Woo-Sun Lee*
 Department of Electrical Engineering, Chosun University

Abstract - Pb(Zr,Ti)O₃(PZT) is very attractive ferroelectric materials for ferroelectric random access memory (FeRAM) applications because of its high polarization ability and low process temperature. However, Chemical Mechanical Polishing (CMP) pressure and velocity must be carefully adjusted because FeRAM shrinks to high density devices. The contaminations such as slurry residues due to the absence of the exclusive cleaning chemicals are enough to influence on the degradation of PZT thin film capacitors. The surface characteristics of PZT thin film were investigated by the change of process parameters and the cleaning process. Both the low CMP pressure and the cleaning process must be employed, even if the removal rate and the yield were decreased, to reduce the fatigue of PZT thin film capacitors fabricated by damascene process. Like this, fatigue characteristics were partially controlled by the regulation of the CMP process parameters in PZT damascene process. And the exclusive cleaning chemicals for PZT thin films were developed in this work.

1. 서 론¹⁾

최근 반도체 소자의 고속화 및 고집적화에 따라 다층배선 구조에 있어서 배선층의 증가와 배선 패턴의 미세화에 대한 요구가 갈수록 높아져 다층 배선 기술이 서브 마이크론 공정에서 중요한 과제로 대두되었다. 이와 같은 광역 평탄화를 실현하기 위해 CMP(chemical mechanical polishing)기술이 활발히 연구되고 있다.[1-2] CMP공정기술은 장비, 소모자재(consumable), metrology tool 등의 기술이 결합되어 이루어지며, 말 그대로 화학적 반응과 기계적 반응이 결합되어 일어난다.[3-6] 화학적 반응은 슬러리 내에 함유되어 있는 chemical들과 연마하고자 하는 웨이퍼 표면간의 반응을 의미하며, 기계적 반응은 연마 장비에서 가해진 힘이 슬러리내의 입자(abrasives)에 전달되고, 이미 화학적 반응을 받은 웨이퍼 표면이 입자에 의해 기계적으로 제거된다.[7-8] CMP(chemical mechanical polishing)는 기존의 회생막의 전면 식각 공정과는 달리 특정 부위의 제거 속도를 조절함으로써 평탄화 하는 기술로 Wafer 전면을 회전하는 탄성 패드 사이에 액상의 slurry를 투입하여 연마하는 기술이다. 현재 소자의 고속화를 실현하기 위해 다층 배선이 요구되는 논리형 소자에서 많이 적용하고, 또한 기억형 소자에서도 다층화 되어감에 따라 점차적으로 많이 적용을 하고 있다. 패턴의 미세화로 인해 CMP공정에 있어서 연마 후 공정상 발생한 particle과 불순물, 그리고 슬러리의 잔류물에 대한 제거가 중요시되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 줄-겔법으로 증착한 PZT박막의 CMP 공정 후처리 공정에 대해 관찰함으로써 공정최적화를 검토하여 향후 후처리공정에 적용하고자 연구하였다.

2. 실험

본 실험에서는 사용된 시편은 4inch wafer 위에 Pb(Zr Ti)O₃ (PZT)의 조성을 갖는 PZT 박막을 줄-겔법에 의하여 증착하였다. PZT 박막은 spin-coater를 이용하여 회전속도는 3000rpm, 증착시간은 15sec의 조건으로 하여 증착하였다. 증착된 PZT 박막은 Drying-oven을 사용하여 200 ℃에서 5분 동안 건조하고 Transparent Furnaces(Thermcraft corp.)를 사용하여 650 ℃의 조건에서 10분 동안 anneal하였다. CMP 공정은 G&P Technology사의 POLI-450을 이용하여 진행 하였다. 공정조건은 Head speed 50rpm, Table speed 50rpm, pressure 300g/cm², slurry follow rate는 90 ml/min, polishing tim 10 sec로 하였다. 사용된 슬러리는 ph가 10인 실리카 슬러리를 사용하였다. CMP공정 조건을 표 1에 나타내었다. CMP후 PZT박막의 세정을 각각 달리하여 실험하였고, 각 세정조건을 표 2에 요약 하였다.

〈표 1〉 CMP 공정 조건

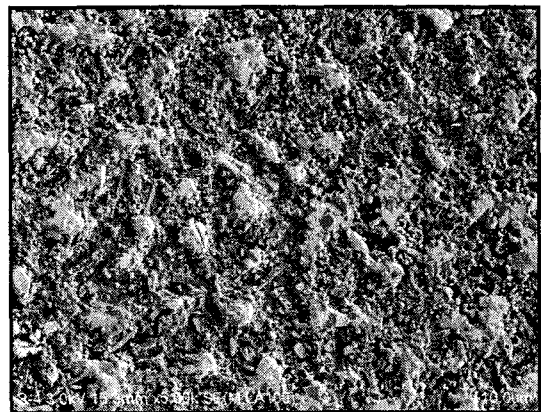
| CMP Parameter | CMP Condition |
|------------------|---------------|
| Slurry flow rate | 90 ml/min |
| Head speed | 50 rpm |
| Table speed | 50 rpm |
| polishing time | 10 sec |
| Slurry | silica slurry |

〈표 2〉 CMP후의 세정조건

| No | SC-1 | DHF | D.I Water | 초음파 세척 |
|----|------|-------|-----------|--------|
| 1 | × | × | 3min | × |
| 2 | 2min | 10sec | . | 3min |
| 3 | × | × | × | × |

3. 결과 및 고찰

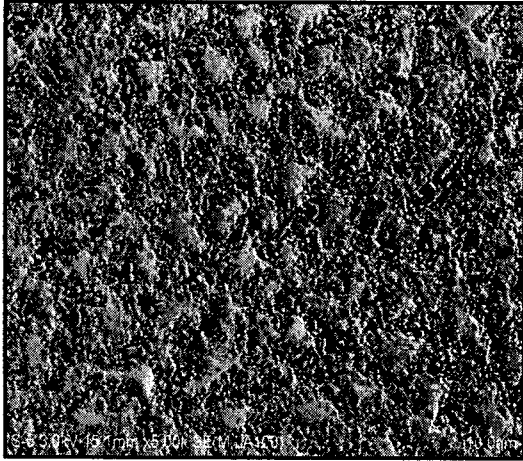
각각 위의 CMP 후의 세정 조건 표와 같이 세정 조건을 달리하여 세정을 실시하였고 세정 후 SEM분석을 이용하여 웨이퍼 표면을 관찰한 결과를 제시하였다.



〈그림1〉 DIW를 이용한 세정공정 후 SEM.

그림 1은 CMP후 세정공정을 DIW에 의해서만 세정을 한 후의 PZT박막의 표면을 SEM 분석한 결과이다. PZT 박막의 표면에 슬러리의 잔류물로 판단되는 것들이 남아있다. 이는 연마 후 충분한 세정공정이 이루어 지지 않은 결과로 생각된다.

*. Corresponding Author : wslee@chosun.ac.kr



〈그림 2〉 SC-1와 DHF를 이용한 세정공정 후 SEM.

그림 2는 CMP후 세정공정을 SC-1(7H₂O : 2H₂O₂ : 1NH₄OH)용액에서 2분 DHF(10 D.I Water : 1 HF)용액에서 10초 동안 세척을 하고 DIW가 담긴 초음파 세척기에서 3분간 세척을 한 PZT박막의 표면을 가로 세로 각각 10um로 SEM 분석결과이다. 표면의 슬러리 잔류물이 현저히 감소한 것을 알 수 있다. 이는 세정공정에서 SC-1용액과 DHF용액이 PZT 박막의 표면의 슬러리 잔류물들을 제거한 것으로 생각된다. 구체적인 결과에 대해서는 대한전기학회 2006년 추계학술대회에서 공개하고자 한다.

4. 결 론

CMP 후처리 공정중 하나인 세정공정에 따른 PZT박막의 SEM 분석을 하였다. 세정공정 변수인 세정용액의 변화에 따른 표면 분석은 CMP 후 DIW만을 사용한 세정에서 표면 특성이 나쁘게 나타났다. 이는 DIW만을 사용한 세정공정에서 연마 후 실리카 슬러리의 잔류물들이 PZT 박막의 표면에 세정되지 않고 남아있지 때문이다. 그러나 SC-1(7H₂O : 2H₂O₂ : 1NH₄OH)용액에서 2분 DHF(10 D.I Water : 1 HF)용액에서 10초 동안 세척을 하고 DIW가 담긴 초음파 세척기에서 3분간 세척을 한 PZT박막의 표면에서는 슬러리의 잔류물들이 현저히 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 실리카 슬러리와 세정용액(No. 2)의 화학적 반응으로 인해서 PZT 박막의 표면에 슬러리 잔류물들이 제거 되어진 것으로 생각된다. CMP공정에 있어서 연마 후 세정공정에서 particle과 불순물에 대한 제어 문제를 중요시하여야 할 것이다. 향후 PZT박막 capacitors에 슬러리 잔류물이 전기적으로 어떠한 영향이 있는지 조사가 필요할 것이다. 구체적인 결과에 대해서는 대한전기학회 2006년 추계학술대회에서 공개하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김상용, 서용진, 김태형, 이우선, 김창일, 김창일, 장의구 "A Study for Global Planarization of Multilevel Metal by CMP" Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers. Vol.11, No.12, pp.1084-1090, 1998
- [2] 최권우, 김남훈, 서용진, 이우선 "CMP 패드 컨디셔닝 온도에 따른 산화막의 연마특성" 전기전자재료학회논문지, Vol.18, No.4, pp. 297-302, 2005
- [3] Modak, P. Monteith, and N. Parekh, "components of within-wafer non-uniformity in a dielectric CMP process" CMP-MIC proceeding, pp.169-172, 1997
- [4] 서용진, 김상용, 이우선, "금속 CMP 적용을 위한 산화제의 역할" 전기전자재료학회논문지, Vol.17, No.4, pp. 378-383, 2004
- [5] 이우선, 고필주, 이영식, 서용진, 홍광준, "실리카 슬러리의 에이징 효과 및 산화막 CMP 특성" 전기전자재료, Vol.17, No.2, pp. 54, 2004
- [6] 김상용, 서용진, 김태형, 이우선, 김창일, 장의구 "CMP 공정을 이용한 Multilevel Metal 구조의 평탄화 연구" 한국전기전자재료학회 97년 추계학술대회논문집, Vol.0, No.0, pp.456-460
- [7] S. Deleonibus, M. Heitzmann, Y. Gobil and F. Martin, "A post gigabit generation flash memory shallow trench isolation scheme, the LATI-STI process using 100% CMP planarization", Solid State Device and Materials, pp.587-589, 1995
- [8] 나은영, 서용진, 이우선 "H2O2 산화제가 W/Ti 박막의 전기화학적 분