

후열처리 조건이 탄탈륨이 첨가된 PZT 박막의 특성에 미치는 영향
Effect of Post Annealing Conditions of Ta Doped PZT on the Characteristics of Sputtered
PZT Thin Films

길 덕신, 주 재현, 주 승기
서울대학교 금속공학과

서론

최근 들어서 PZT, PLZT와 같은 강유전체박막의 높은 유전상수와 분극특성을 이용한 FRAM 이나 비휘발성 DRAM등의 기억소자를 개발하기 위한 연구가 매우 활발히 진행되고 있다.

그런데, 특히 ULSI급의 256Mb DRAM용 캐패시터에 PZT박막을 적용할 경우 높은 유전상수(ϵ)와 $14\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 이상의 큰 전하축적밀도 $Q_c(P_s-P_r)$, 그리고 3V에서 $10^{-5}\text{A}/\text{cm}^2$ 이하의 낮은 누설전류값이 요구되고 있다. 그러나 저장된 정보를 반복해서 읽고 쓰는 과정 중에 Q_c 값이 감소하는 피로(Fatigue)현상과 소자 구동 중에 발생하는 누설전류가 소자의 신뢰도(Reliability)를 저하시키는 큰 문제점으로 지적되고 있다.

이에 따라서 새로운 원소 특히 도너계열의 원소(La^{3+} , Nb^{5+})를 원소를 첨가하여 박막의 성질을 개선하고자 하는 연구와, PZT 박막과 전극사이의 계면성질의 향상에 의해 피로성질과 누설전류의 문제점을 해결하고자 하는 주장과 연구가 몇몇 연구자들에 의하여 시행되었다.

본 연구에서는 탄탈륨을 첨가한 PZT 박막의 후열처리 조건이 박막의 결정성, 미세구조, 그리고 전기적특성을 어떻게 변화시키는지 고찰함으로써, 탄탈륨이 첨가된 PZT박막의 특성을 최적화 하여 고밀도 DRAM에 대한 응용가능성에 대하여 연구하였다.

실험방법

박막은 상향식 3-gun Magnetron Co-Sputter 장치에 Pb(4N), Ta(4N), [Zr,Ti](3N)의 금속타겟을 장착하고 각각 DC, DC, RF를 인가하여 반응성 스퍼터링으로 제조하였다. 박막의 조성은 Zr과 Ti의 비율을 0.7:0.3으로 일정하게 고정한 단일 복합금속타겟을 사용하였고 박막내에 첨가된 탄탈륨의 양은 탄탈륨 타겟에 인가한 DC전압을 조절하여 결정하였으며 EDS로 확인하였다.

모든 박막은 Si 웨이퍼 위에 5000Å의 SiO_2 와 2500Å의 Pt를 순차적으로 입힌 기판 위에 증착하였다. 초기진공을 10^{-6}Torr 이하로 뽑은 후 기판을 350°C 로 가열하였으며 Ar과 O_2 를 2/18sccm 흘리면서 스퍼터링 압력을 10 mTorr로 유지하고 3000Å 두께의 순수한 PZT 및 탄탈륨이 첨가된 PZT박막을 제조하였다.

박막을 제조한 후 Perovskite상의 생성을 위하여 RTA로 공기, 산소, 질소, 그리고 수소가 소량 첨가된 Ar 분위기에서 600°C 에서부터 800°C 까지 50°C씩 온도를 증가시키면서 급속열처리를 시행하였다. 또한 제조된 박막의 전기적특성 변화를 평가하기 위하여 박막위에 상부전극으로 직경 0.5mm 의 Al을 진공열증착법으로 증착하였다.

RTA에 의한 후열처리 후 온도에 따른 상변화는 XRD로 분석하였으며 미세조직의 변화는 광학현미경과 SEM으로 관찰하였다. 그리고 누설전류의 변화는 HP4140B로, P-E특성은 Sawyer-Tower 회로를 사용하여 측정하였으며 박막의 유전율은 GS-4303 LCR 미터를 이용하여 측정하였다.

결과

탄탈륨이 첨가된 PZT박막의 열처리조건에 따른 미세구조 및 누설전류, P-E특성, 그리고 유전율 등의 전기적특성을 고찰함으로써 고밀도급의 DRAM용 캐패시터에 대한 탄탈륨이 첨가된 PZT박막의 응용가능성에 대하여 확인하였다.

참고문헌

- (1) V. Chikarman, J, Kim, C. Sudhama, J. Lee, A. Tasch and S. Novak, J. Electronic Materials, 20(5) 503-512 (1992)
- (2) D.F. Ryder, JR. AND N.K. Raman, J. Electronic Materials, Vol 21(10) 971-975(1992)
- (3) D.M. Smyth, Ferroelectrics, Vol 116, 117-124, (1991)