

# Pt 하부전극 후열처리 온도에 따른 SBT 박막의 전기적 특성평가

차원효, 윤지언, 이철수, 황동현, 손영국\*  
부산대학교 재료공학과

## The electrical properties of SBT thin films according to various post-annealing of Pt bottom electrode

Won-Hyo Cha, Ji-Eon Yoon, Chul-su Lee, Dong-hyun Hwang, Young-gook Son\*  
School of Materials Science and Engineering, Pusan National University

**Abstract :** Ferroelectric SBT( $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ ) thin films were deposited on Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si substrate using R.F. magnetron sputtering method. The ferroelectric and electric characteristics were investigated with various post-annealing of Pt at 200~600°C. Compared with SBT thin film which had not post-annealed, the electrical properties and crystallizations of the SBT thin films were relatively improved by the post-annealing of Pt bottom electrode.

The crystallization were characterized by X-ray diffraction (XRD). The electrical properties characteristics were observed by HP 4192A and precision LC.

**Key Words :** SBT, thin film, R.F. magnetron sputtering

### 2. 실험

#### 1. 서론

반도체소자 제조기술의 급격한 발달과 함께 전자회로 및 부품에 대한 미세화, 고집적화 및 고속화에 대한 요구가 증대되고 있다. 시대적 기술 환경의 변화에 따라 전자 부품에 있어서도 보다 우수한 전기적, 구조적 특성을 갖는 박막소자에 대한 연구개발이 활발하게 진행되고 있다.[1] 또한 강유전체 박막재료로써 여러 종류의 물질이 제안되어 왔으며 PZT가 가장 많이 연구되어져 왔으나 분극반전의 횟수가 증가함에 따라 잔류분극 즉, 스위치 전하의 양이 감소하는 강유전성의 피로현상이 가장 큰 문제점으로 대두되고 있다.[2,3] 현재 분극피로에 의한 열화 특성이 없는 강유전체 박막으로서 층상 페로브스카이트 구조의  $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ (SBT) 박막을 FRAM 기억소자에 적용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며  $10^{12}$  회의 분극반전을 거듭하여도 피로특성이 나타나지 않는 물질로 알려져 있다.[4,5] 그러나 제조공정의 열처리 온도가 약 800°C 정도로 박막 표면의 입자 충전 밀도와 morphology가 불균일하게 되는 또 다른 문제점을 내포하고 있다. [6] 또한 800°C의 높은 열처리 온도는 하부전극 Pt 및 Ti의 확산을 유발하게 되며 Ti의 확산은 Pt의 결정성을 파괴하고 이는 곧 SBT 박막의 열화를 초래하게 된다.[7]

본 연구에서는 비교적 안정성과 재현성이 우수한 RF magnetron sputtering 방법으로 하부전극 증착 후, Ti 및 Pt의 확산을 막기 위해 Pt를 다양한 온도에서 후열처리 하였다. 다양한 하부전극 후열처리 온도에 따른 SBT 커패시터의 강유전특성과 전기적 특성을 고찰하였다.

본 실험에서는 p-type Si(001) 웨이퍼를  $1.5 \times 1.5$  cm의 크기로 절단하고, RCA 세정법으로 시편의 불순물과 금속 오염물을 제거하였다. 준비한 SiO<sub>2</sub>/Si 기판위에 D.C./R.F magnetron sputtering 법으로 Ti 및 Pt를 차례로 증착하였다. Pt 증착 후 RTA로 다양한 온도(200~600°C)에서 후열처리 하였다.

SBT 박막은 R.F. magnetron sputtering 법을 이용하여 300nm로 증착하였다. 이 때 아르곤과 산소의 분압비를 9:1로, R.F. power는 120W로 고정하고 500°C에서 증착하였다. 기판온도의 영향을 줄이기 위하여 500°C보다 낮은 온도에서 Pt 후열처리 공정을 시행한 박막의 경우에는 낮은 기판온도를 가하면서 증착하였다. SBT 박막의 결정화를 위해 RTA를 이용하여 800°C에서 1분 열처리를 행하여 박막을 결정화 하였다.

상부전극 Pt는 직경 0.2mm의 dot 형태의 mask를 이용하여 증착하였다. Pt의 전기적 단락을 방지하기 위하여 RTA법으로 600°C에서 1분간 열처리 하였다. 증착한 Pt 및 SBT 결정화를 조사하기 위해 XRD 분석을 행하였고 전기적 특성을 평가하기 위해 Impedance analyzer 4192A, precision LC를 이용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 하부전극 증착 후 RTA로 다양한 온도에서 후열처리 했을 때의 XRD 결과이다. 후열처리 온도가 증가할수록 Pt(111) 방향의 peak이 증가하는 것을 볼 수 있다. 200°C 이하의 후열처리 온도에서는 Pt 결정성이 나타나지 않으며 300°C의 온도 이상에서 Pt(111) 방향의 peak이 뚜렷하게 나타나는 것을 볼 수 있다.

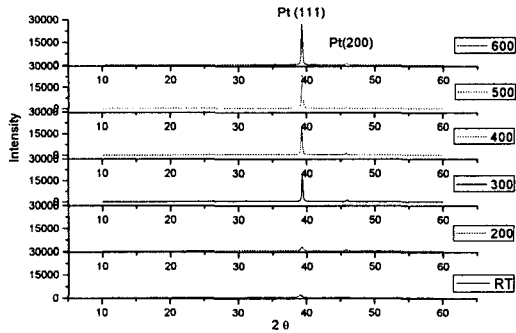


그림 1. Pt 후열처리에 따른 Pt XRD 분석

그림 2는 하부전극을 후열처리 한 후 SBT 증착 한 XRD 결과이다. 하부전극 후열처리 온도가 증가할수록 SBT (115) 방향의 XRD peak 이 증가하고 있는 것을 볼 수 있고 이는 하부 전극 열처리로 인하여 Ti 및 Pt 의 확산을 막음으로 박막 결정성이 향상되었다고 사료된다.

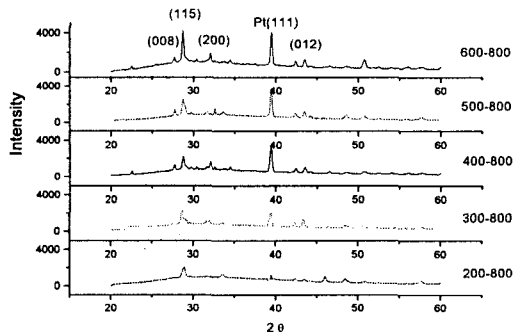


그림 2. Pt 후열처리에 따른 SBT XRD 분석

그림 3은 SBT 박막 증착 후 P-E 특성을 나타내었다. Pt 후열처리 온도 300°C에서 보다 500°C에서 후열처리 한 박막의 경우  $2.1\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 에서  $6.0\mu\text{C}/\text{cm}^2$  으로 더 높은 Pr 값이 나타난 것을 알 수 있다. 이는 Pt 후열처리 공정이 SBT 박막 성장에 영향을 주고 더 나은 분극특성을 보이 는 것을 알 수 있다.

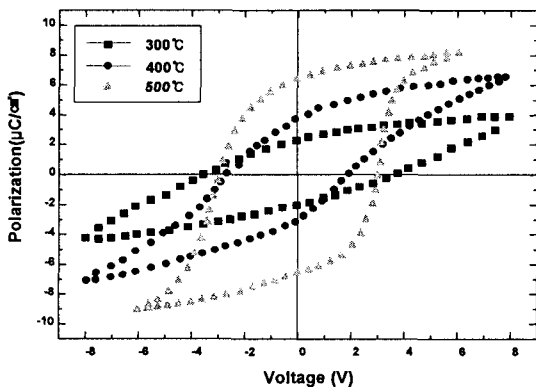


그림 3. Pt 후열처리 온도에 따른 SBT 커패시터의 P-E 이력곡선

#### 4. 결론

본 연구에서는 하부전극 및 SBT 박막을 R.F. magnetron sputtering 방법을 통하여 증착하였고 Pt 후열처리 변수에 따른 SBT 박막의 XRD 분석 및 전기적 특성 평가를 하였다. XRD 분석결과 일정한 온도 이상에서 Pt 후열처리 할 때 Pt(111) 방향으로 배향됨을 알 수 있고 온도가 증가할수록 SBT(115) 방향의 XRD peak 이 증가함을 확인하였다. 또한 후열처리 온도가 증가할수록 Pr 값이  $2.1\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 에서  $6.0\mu\text{C}/\text{cm}^2$  으로 증가하였다. 이는 Pt 후열처리 온도가 증가할수록 SBT 박막의 결정성이 좋아지며 계면에서의 불필요한 반응상의 생성을 억제하고 Ti 및 Pt 의 확산을 막기 때문으로 사료된다.

#### 참고 문헌

- [1] Bulletin of the Korea Institute of Electrical and Electronic Material Engineering, Vol.13, No.4, pp33~38, 2000
- [2] L.P.Cook et al, "Microstructural Changes during Processing of Laser Deposited BaTiO<sub>3</sub> and PZT Thin Films", MRS Symposium Proceeding, Vol. 202, pp.241-245, 1991
- [3] Dong-soo Paik et al, "Fabrication and Characteristics of PZT Ferroelectric Thin Films by Sol-Gel Processing and Rapid Thermal Annealing", J. KIEEME, Vol. 13, No. 4, pp. 369-375, 1994
- [4] H.H. Jang et al, "Study on Low Temperature Formation of Ferroelectric Sr<sub>0.9</sub>Bi<sub>2.1</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> Thin Films by Sol-Gel Process and Rapid Thermal Annealing", J. KIEEME, Vol. 13, No. 4, pp33-38, 2000
- [5]. S. Y. Chen et al, "Aging behavior and recovery of polarization in Sr<sub>0.8</sub>Bi<sub>2.4</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> thin films", J. Appl. phys, Vol.87, No.6, pp3050~3055, (2000)
- [6] D.S.Shin et al, "Effects of Morphological Changes of Pt/SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> Interface on the Electrical Properties of Ferroelectric Capacitor", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 37. pp.5189-5192, 1998
- [7] K. Shoji, et al, VLSI Tech. Symp. Digest of Technical papers, 28 (1996).