

Si(100)기판에 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막증착 시 Bi_2O_3 후열처리에 따른 유전특성

윤지연, 차원효, 이철수, 손영국[†]

부산대학교 재료공학과

Dielectric properties of SBT($\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$) on $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ substrate according to various substrate temperature of Bi_2O_3 buffer layer

Ji-Eon Yoon, Won-Hyo Cha, Chul-Su Lee, Young-Guk Son[†]

School of Materials Science and Engineering, Pusan National University, Pusan 609-735, Republic of Korea

Abstract : The SBT($\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$) thin films with Bi_2O_3 buffer layer were deposited on Pt/Ti/SiO₂/Si substrate by R.F. magnetron sputtering method in order to improve the ferroelectric characteristics. In SBT thin films, the deficiency of bismuth during the process due to its volatility results in an obvious non stoichiometry of the films and the presence of secondary phases. Bi_2O_3 buffer layer was found to be effective to achieve the low temperature crystallization and improve the ferroelectric properties of SBT thin films. Ferroelectric properties and crystallinities of SBT thin films with various post annealing of Bi_2O_3 buffer layer were observed as various annealing temperature, using X-Ray Diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), Keithley 237 and HP 4192A Impedance Analyzer.

Key Words : SBT($\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$), Bi_2O_3 buffer layer

하는 연구가 필요하다.

1. 서 론

최근 많은 정보량들이 쏟아지고 있는 상황이다. 이러한 다량의 정보들을 빠르고 신속하게 저장하는 매체인 메모리에 관한 관심이 더욱 고조되고 있다. 그중에서도 강유전체 박막의 분극반전과 히스테리시스 특성을 이용한 FRAM(Ferroelectric Random Access Memory)에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 특히 FRAM은 내구성이 좋고, 고속 구동성을 지니며, 고집적도의 특성을 지고 있다. 또한 강유전체 박막은 초전성 적외선 탐지기, 고집적 DRAM(Dynamic RAM), 압전성 변압기 등 여러 전자기기에 응용이 되고 있는 실정이다.

FRAM에 요구되는 강유전체 재료의 특성들을 알아보면 첫째, 잔류분극이 높아야 하며 둘째, 항전압이 작아야 하고 셋째, 상전이 온도가 높아야 한다. 또한 내환경성이 우수해야 하며 결정화 온도 역시 낮아야 한다. 이런 특성들을 모두 갖추기는 쉽지 않다. FRAM 캐패시터로는 높은 큐리 온도와 낮은 공정온도 그리고 높은 잔류 분극을 지니고 있는 PZT(Lead Zirconium Titanate)와 같은 Pb계 산화물들이 주로 연구되어왔다. 그러나 Pb계 강유전체는 피로특성이 좋지 않을 뿐 아니라 유해물질로 구분되어 세계적으로 사용 규제중인 물질이므로 대체물질이 필요한 실정이다. 한편 SBT($\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$)와 같은 Bi계 층상 페롭스카이트 물질은 작동전압이 낮고, 박막두께가 작아 고집적화에 좋고, 피로특성이 우수하다. 그러나 공정온도가 800°C로 높고 잔류분극값이 낮은 단점이 있으므로 이것을 보완

2. 실험

본 연구는 RF 마그네트론 스퍼터링 법을 이용하여 SBT 박막을 증착시켰다. p-type Si(001) 웨이퍼를 1.5 × 1.5 cm의 크기로 절단하고, RCA 세정법으로 시편의 불순물과 금속 오염물을 제거하였다. 준비한 기판위에 D.C./R.F 마그네트론 스퍼터링법으로 Ti 및 Pt를 차례로 증착하였다. 하부전극 Pt 증착 후 Bi_2O_3 박막을 증착하였으며 이를 다양한 온도에서 후열처리를 하였다. 이때 후열처리는 RTA 방법을 사용하였다.

SBT 박막은 R.F. 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 450nm의 두께로 증착하였다. 이 때 아르곤과 산소의 분압비는 9:1로, R.F. power는 120W 로 고정하고 기판 온도는 500°C 에서 증착하였다.

상부전극 Pt 는 직경 200 μm 의 dot 형태의 mask를 이용하여 증착하였다. Pt 의 전기적 단락을 방지하기 위하여 RTA법으로 500°C에서 2분간 열처리 하였다.

증착한 Pt 및 SBT 결정화를 조사하기 위해 XRD 분석을 행하였고 전기적 특성을 평가하기 위해 Impedance analyzer 4192A, precision LC 을 이용하였다.

3. 결과 및 검토

Fig 1.은 Bi_2O_3 증착 후 다양한 후열처리 온도에 따른 SBT 박막의 XRD 패턴을 보여준다. Bi_2O_3 박막의 후열처리 온도가 증가함에 따라서 피크가 성장하는 것을 관찰할 수 있다. 후열처리를 하지 않은 경우는 결

정성이 거의 나타나지 않음을 확인할 수 있으며, 300°C 이상의 온도에서는 결정성이 향상되었음을 알 수 있다.

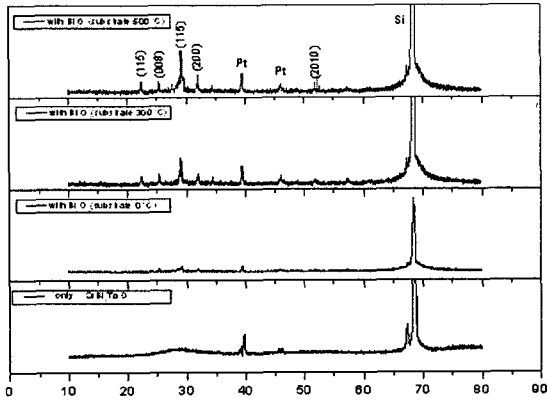


Fig. 1 The XRD patterns of SBT(450nm)/Bi₂O₃(45nm)/Pt/Ti/SiO₂/Si structures annealed by RTA at 800°C for 2 min

Fig. 2는 Bi₂O₃ 증착 후 다양한 후열처리 온도에 따른 SBT 박막의 히스테리시스 곡선을 보여준다. 후열처리 온도 증가에 따라 잔류 분극량이 증가함을 볼 수 있는데 이것은 높은 후열처리 온도에 의해 결정화가 잘 이루어졌다는 것을 의미하며 앞의 XRD 패턴 관찰에서 결정화의 영향으로 해석된다.

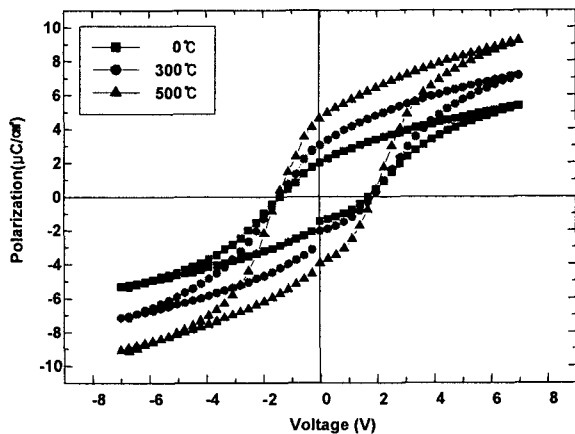


Fig. 2 The polarizations of SBT(450nm)/Bi₂O₃(45nm)/Pt/Ti/SiO₂/Si structures annealed by RTA at 800 °C for 2 min with Bi₂O₃ of various substrates temperature at 0 °C to 500 °C.

Fig. 3은 500°C 기판온도에서 증착한 Bi₂O₃ 버퍼층의 GDS (glow discharge spectrometer) 결과이다. Pt 하부전극이 SBT 박막으로 확산되는 것을 방지하는 역할을 함을 알 수 있다.

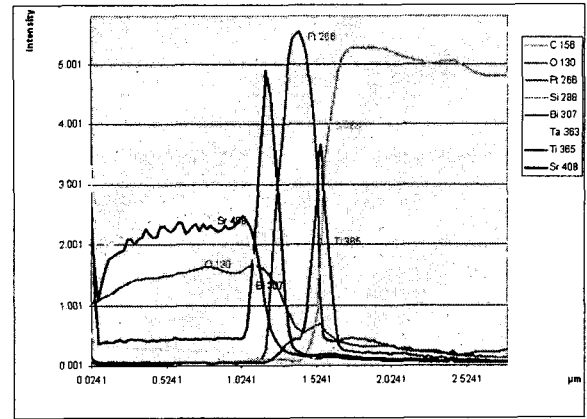


Fig. 3 The GDS (Glow Discharge Spectrometer) result of SBT/Bi₂O₃/Pt/Ti/SiO₂/Si structures with Bi₂O₃ buffer layer deposited in substrates temperature at 500 °C.

4. 결론

본 연구는 Bi₂O₃ 버퍼층의 다양한 후열처리가 SBT 박막에 주는 영향에 대한 연구이다.

Bi₂O₃ 버퍼층은 SBT 박막의 결정성에 커다란 영향을 미치며 Bi₂O₃ 버퍼층의 후열처리 온도가 증가함에 따라 결정성이 향상됨을 알 수 있다. 또한 Bi₂O₃ 버퍼층은 SBT 박막에 Bi 함량을 보충해주는 역할을 하며 잔류분극의 증가에도 큰 영향을 주었다.

감사의 글

“이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음”

참고 문헌

- [1] Electrical properties of SrBi₂Ta₂O₉ single crystals grown by self-flux solution, *Journal of the European Ceramic Society, Volume 24, Issue 6, 2004, Pages 1535-1539*H. Amorin, M. E. V. Costa, A. L. Kholkin and J. L. Baptista
- [2] Ferroelectric properties of SrBi₂Ta₂O₉ thin films with Bi₂O₃ buffer layer by liquid-delivery metalorganic chemical vapor deposition, *Thin Solid Films, Volume 409, Issue 1, 22 April 2002, Pages 133-137*W. C. Shin, K. J. Choi and S. G. Yoon
- [3] The effects of baking cycles on the properties of ferroelectric thin films, *Materials Science in Semiconductor Processing, Volume 5, Issues 2-3, April-June 2002, Pages 147-152*B. E. Watts, F. Leccabue, M. Fanciulli, S. Ferrari and G. Tallarida