

[II-13] (Ba,Sr)TiO₃ 박막의 전기적 성질과 전도기구 해석

정용국, 임원택, 손병근, 이창효
한양대학교 물리학과

Ba_xSr_{1-x}TiO₃ (BST)^[1-3] 박막은 유전상수가 크고 고주파에서도 유전특성 저하가 적기 때문에 ULSI DRAM(Dynamic Random Access Memory)에 응용 가능한 물질로 최근 각광을 받고 있다. 하지만, 아직 BST 박막을 DRAM에 바로 적용하기 위해선 몇 가지 문제점이 있다. 그 중 누설전류 문제는 디바이스 응용 시 매우 중요한 요소이다. 특히, DRAM에서 refresh time와 직접적인 관련이 있어 디바이스 내의 신뢰도 및 전력소모를 결정하는 주된 인자가 된다. 지금까지, BST 박막의 인가전압, 온도, 그리고 전극물질에 따른 누설전류 현상들이 고찰되었고, 이에 관한 많은 전도기구 모델이 제시되었다. Schottky emission,^[4] Poole-Frenkel emission,^[5] space charge limited conduction^[6] 등이 그 대표적인 예이다. 하지만 아직까지도 BST 박막의 정확한 누설 전류 전도 기구를 완전히 설명하는 데는 아직 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 제작된 BST 커패시터 내의 기본적인 전기적 성질을 조사하고, 정확한 누설전류 기구 규명에 초점을 두고자 한다. 이를 위해 기존의 여러 기구들과 비교 분석할 것이다.

하부전극으로 사용하기 위해 스퍼터링 방법으로 p-Si(100) 기판 위에 RuO₂ 박막을 약 120 nm 증착하였다. 증착전의 chamber내의 초기압력은 5×10^{-6} Torr이하의 압력으로 유지시켰다. Ar/O₂의 비는 이전 실험에서 최적화된 9/1로 하였다.^[7] BST 박막 증착 시 5분간 pre-sputtering을 실시한 후 하부전극 기판 위에 BST 박막을 증착하였다. 증착이 끝난 후 시편을 상온까지 냉각시킨 후 꺼내었다. 전기적 특성을 측정하기 위하여 상부전극으로 RuO₂와 Al 박막을 각각 상온에서 100 nm 증착하였다. 이 때 hole mask를 이용하여 반경이 140 μm인 원형의 상부전극을 증착하였다.

BST 박막의 증착온도가 증가하고 Ar/O₂ 비가 감소할수록 제작된 BST-커패시터의 전기적 성질이 우수하였다. 증착온도 600°C, Ar/O₂=5/5 에서 증착된 막의 누설전류는 4.56×10^{-8} A/cm², 유전상수는 600 정도의 값을 나타내었다. 인가전압에 따른 BST 커패시터의 transition-current는 Curie-von Schweider 모델을 따랐다. BST 박막의 누설전류 전도기구는 기존의 Schottky 모델이 아니라 modified-Schottky 모델로 잘 설명되었다. Modified-Schottky 모델을 통해 BST 박막의 광학적 유전율 $\epsilon_{\infty}=4.9$, 이동도 $\mu=0.019$ cm²/V-s, 장벽높이 $\phi_b=0.79$ eV를 구하였다.

[참고문헌]

- [1] Y. Takeshima, K. Shirasuyu, H. Takagi and Y. Sakabe, Jpn. J. Appl. Phys. **36**, 5870 (1997).
- [2] T. Nakamura, Y. Yamanaka, A. Morimoto and T. Shimizu, Jpn. J. Appl. Phys. **34**, 5150 (1995).
- [3] N. Ichinose and T. Ogiwara, Jpn. J. Appl. Phys. **32**, 4115 (1993).
- [4] J. Robertson, C.W. Chen Appl. Phys. Lett. **74**, 1168 (1999)
- [5] B. Nagaraj, T. Sawhney, S. Perusse, S. Aggarwal, Appl. Phys. Lett. **74**, 3194 (1999)
- [6] R. E. Avila, J. V. Caballero, V. M. Fuenzalida, I. Eisele, Thin Solid Films, 348, **44**, (1999)
- [7] W. T. Lim, K. R. Cho and C. H. Lee, Thin Solid Films **348**, 56 (1999).