

Al₂O₃/Si 기판위에 형성한 (Bi,La)Ti₃O₁₂ 박막의 특성 (Properties of (Bi,La)Ti₃O₁₂ Thin Films on Al₂O₃/Si Substrates)

단국대학교 황선환, 장호정, 한국기술교육대학교 장영철

강유전체 박막의 분극반전과 히스테리시스 특성을 이용한 비휘발성 메모리인 FRAM (ferroelectric random access memory)은 고집적도, 고속구동, 고내구성, 저소비 전력화를 실현할 수 있는 이상적인 메모리로서 응용이 기대되고 있다. 최근에 들어 (Bi,La)Ti₃O₁₂(BLT) 물질이 낮은 공정 온도와 우수한 피로 특성 등에 의해 FRAM에 응용할 수 있는 유망한 물질로서 커다란 관심을 모으고 있다.[1~4]

본 연구에서는 BLT 강유전체 박막을 졸-겔법으로 Al₂O₃/Si 기판구조 위에 형성하였으며, 제작된 BLT 박막에 대해 결정학적·형상학적·전기적 특성을 각각 조사하였다.

Al₂O₃/Si 기판위에 BLT 박막을 졸-겔(Sol-Gel)법으로 형성하였다. 스퍼코팅과 건조를 5번 반복하여서 약 2000 Å 두께의 BLT 박막을 형성하였다. 열처리 온도에 따른 BLT 박막의 결정성 변화를 살펴보기 위해 고온로에서 650°C, 700°C의 온도로 산소분위기에서 30분 동안 열처리를 실시하였다.

BLT 강유전체 박막의 후속 열처리 온도에 따른 결정학적 특성 변화를 알아보기 위하여 XRD (x-ray diffractometer) 분석을 실시하였다. 박막의 표면 및 단면 형상을 SEM (scanning electron microscopy)과 AFM (atomic force microscopy)을 통하여 관찰하였다. BLT 박막과 Al₂O₃ 절연막 사이의 계면 반응 및 박막 깊이에 따른 원소의 분포 및 조성을 알아 보기 위해서 AES (auger electron spectroscopy) 분석과 EPMA (electron probe micro-analyzer) 분석을 실시하였다. BLT 박막 커패시터의 Capacitance versus voltage 특성 및 누설전류를 측정하기 위하여 HP4155B 와 HP4149A를 이용하였다.

XRD 분석결과 650°C 이상의 온도에서 열처리된 BLT 박막의 경우 c축으로 우선 배향된 Bi 층상 perovskite 다결정 구조를 나타내었다. 또한 온도가 650°C에서 700°C로 증가함에 따라 결정의 회절피크가 증가하였으며 FWHM(full width at half maximum) 값이 약 0.26°에서 0.20°으로 작아짐으로써 결정성이 개선되는 경향을 보여주었다. FE-SEM 및 AFM 측정결과 후속 열처리를 하지 않은 as-coated 박막시료의 경우 비교적 매끈한 표면형상을 나타내었으나 650°C 온도에서 열처리함으로써 결정립 성장과 함께 표면이 거칠어지는 경향을 나타내었다. 700°C의 온도에서 열처리된 박막의 경우 약 90 nm 크기를 갖는 granular 형상의 결정립을 보여주었다. 650°C 이상의 온도에서 열처리된 BLT 박막시료는 잔류분극에 의한 강유전체의 이력현상이 나타났으며 C-V 이력곡선으로부터 계산된 5 V 인가전압에서 window voltage는 약 2.5 V의 값을 얻었다. As-coated 박막의 누설전류값은 3 V 인가전압에서 6.1×10^{-9} A/cm² 이었으나 650°C에서 열처리된 박막의 누설전류 값은 약 1.4×10^{-7} A/cm² 로 크게 증가하였다. 이는 BLT 박막을 열처리함으로써 결정립 성장과 Bi 성분의 휘발에 의한 치밀하지 못한 박막 구조에 기인하는 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] S. H Hwang and H. J. Chang, J. Korean Physical Soc. 41, 139 (2002).
- [2] J. K. Yim and H. J. Chang, J. Korean Physical Soc. 39, 232s (2001).
- [3] M. Noda, H. Sugiyama and M. Okuyama, Jpn. J. Appl. Phys, 38, 5432 (1999).
- [4] D. Akai, M. Ishida, Annual Report No. 15, Electron Device Group, Toyohashi University of Technology, p. 46 (2001).