

(Bi,La)Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub> 강유전체 박막의 전기적 특성 연구Electrical Properties of (Bi,La)Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub> Ferroelectric Thin Films

황선환, 노준서, 장호정

단국대학교 전자공학과

## 1. 서론

최근 강유전체 비휘발성 메모리는 비휘발성이라는 특징 외에 고속동작, 대용량의 정보저장 및 설계의 용이성 등의 장점 등에 의해서 연구가 활발히 진행되어지고 있다. 저용량 비휘발성 메모리인 IC는 현재 부분적으로 상용화 되어지고 있다. 강유전체 비휘발성 메모리는 FeRAM (1T1C)과 MFIS FET(1T)의 2종류의 소자로 나눌 수 있다. 비휘발성 메모리용 강유전체 박막의 형성 방법은 주로 물리적 증착 방법인 RF magnetron sputtering, PLD 등과 화학적 증착 방법인 MOD, 졸-겔법, MOCVD등에 의해 이루어지고 있다. 이러한 다양한 박막 제조기술 중에서 졸-겔법은 양질의 박막을 값싸고, 쉽게 제작할 수 있을 뿐만 아니라, 많은 반도체 제조 기술에도 응용되어 지고 있다. 특히 (Bi,La)Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub>(BLT)는 NVFeRAM에 응용할 수 있는 유망한 물질로서 커다란 관심을 모으고 있다.

본 연구에서는 BLT 강유전체 박막을 졸-겔법으로 Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 기판구조 위에 형성하였으며 제작된 BLT 강유전체 박막에 대해 결정학적·전기적 특성을 조사하였다.

## 2. 실험방법

BLT 박막을 졸-겔법으로 Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 기판 위에 spin-coating 방법으로 형성하였다. SEM 분석 결과 형성된 박막의 두께는 약 1000Å의 두께를 나타내었다. 열처리 온도에 따른 BLT박막의 결정성 변화를 살펴보기 위해 고온로 장치에서 600°C~800°C의 온도 범위로 대기 중에서 30분 동안 후속 열처리를 실시하였다. Thermal evaporator을 이용하여 BLT 상부에 Al전극을 증착하였다. BLT 강유전체 박막의 후속 열처리 온도에 따른 결정학적 특성 변화를 알아보기 위하여 XRD(X-ray diffractometer) 분석을 실시하였다. 박막의 표면 및 단면 형상은 SEM(scanning electron microscopy)과 AFM(atomic force microscopy)을 통하여 관찰하였다. BLT 박막과 Pt 사이의 계면 반응 및 박막 깊이에 따른 원소의 분포 및 조성을 알아보기 위해 AES(auger electron spectroscopy) 분석과 WDS(wave dispersive spectrometer) 분석을 실시하였다. BLT 박막의 전기적 특성은 HP4145B 와 HP4149A를 이용하였으며, 박막 커패시터의 P-E 이력곡선 및 피로특성은 RT66A 장치로 측정하였다.

## 3. 실험 결과

Bi<sub>3.7</sub>La<sub>0.75</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub>(BLT) 강유전체 박막은 전형적인 Bi층상 페롭스카이트 구조를 나타내었으며, BLT 박막은 후속 열처리 온도를 600°C~800°C로 증가시킴에 따라 결정성이 향상되었다. AFM 표면 형상을 통하여 후속 열처리 온도가 표면 거칠기에 영향을 미친다는 사실을 알수 있었다. AES depth profiles 분석을 통하여 BLT 박막과 Pt 하부전극 사이에 상호반응 없이 비교적 안정된 막을 형성하고 있음을 확인할 수 있었다. 700°C의 온도에서 후속 열처리된 BLT 박막의 비유전상수( $\epsilon_r$ )와 유전손실( $\tan\delta$ )은 5kHz에서 약 402와 0.004의 값을 나타내었다. 3V의 전압에서 800°C 온도로 열처리된 박막의 누설전류는 약  $5 \times 10^{-7}$  A/Cm<sup>2</sup>로 비교적 낮은 누설 전류 특성을 나타내었다. 800°C에서 후속 열처리한 박막의 경우 잔류분극( $2Pr=Pr^+ + Pr^-$ )은 약 32.5μC/Cm<sup>2</sup>의 값을 나타내었다.