

(Bi,La)Ti₃O₁₂ 강유전체 물질을 갖는 전계효과형 트랜지스터의
 제작과 특성연구
 Preparation and Properties of Field Effect Transistor with (Bi,La)
 Ti₃O₁₂ Ferroelectric Materials

서강모, 조중연, 장호정*
 단국대학교 전자컴퓨터공학과, *단국대학교 전자공학과
 (hjchang@dku.edu)

FRAM (Ferroelectric Random Access Memory)은 DRAM(Dynamic Random Access Memory)의 커패시터 재료를 상유전체 물질에서 강유전체 물질로 대체하여 전원 공급이 차단되어도 정보를 기억할 수 있고, 데이터의 고속처리가 가능하고 저소비전력과 집적화가 뛰어난 차세대 메모리 소자이다.

본 연구에서는 n-well/p-Si(100) 기판위에 Y₂O₃ 박막을 중간층 (buffer layer)으로 사용하여 (Bi,La)Ti₃O₁₂ (BLT) 강유전체 박막을 졸-겔 방법으로 형성하여 MFM(IMS(Metal Ferroelectric Metal (Insulation) Silicon) 구조의 커패시터 및 전계효과형 트랜지스터(Field Effect Transistor) 소자를 제작하였다. 제작된 소자에 대해 형상학적, 전기적 특성을 조사, 분석하였다.

700°C 온도에서 후속 열처리된 Pt/BLT/Pt 커패시터의 여러 인가전압에서의 P-E 이력곡선을 측정 한 결과 강유전체에서 보여주는 전형적인 이력특성을 나타내었다. 5V 인가전압에서의 잔류분극 (2Pr= Pr+ + Pr-)은 약 36.5 μC/cm²의 비교적 큰 잔류분극을 나타내었다. 또한 항전계 (coercive field, Ec)는 동일 전압에서 약 85 kV/cm의 값을 나타내었다. 인가전압을 3V에서 7V로 증가함에 따라 잔류분극은 약 23.5 μC/cm²에서 약 45 μC/cm²으로 크게 증가하였다. 분극의 포화도(Pr/Ps의 비율)는 약 0.45를 나타내었으며 비교적 높은 전압에서도 안정한 이력현상을 나타내었다.

Pt/BLT/Y₂O₃/Si 기판 구조를 가지는 BLT 박막 커패시터를 700°C와 750°C의 온도에서 열처리한 시료의 5V 인가전압에서 C-V(capacitance-voltage) 특성을 측정한 결과 곡선 모두 뚜렷한 이력현상을 나타내며 강유전체의 잔류분극에 의한 전계효과에 의한 것임을 알 수 있다. C-V 곡선으로부터 메모리 윈도우(memory window) 값을 조사한 결과 열처리 온도를 700°C에서 750°C로 증가함에 따라 메모리 윈도우값은 약 1.4 V에서 0.6 V로 크게 감소하였다. 이러한 결과는 700°C의 낮은 온도에서 열처리할 경우 유전율이 작은 중간상의 형성을 억제할 수 있고 보다 치밀한 결정구조를 가질 수 있기 때문에 전하주입에 의한 메모리윈도우값의 감소를 막아주기 때문으로 판단된다.

5V 인가전압에서 700°C 온도로 열처리된 BLT 박막 커패시터의 누설전류는 약 5×10⁻⁸ A/cm² 값을 나타내었다.