

PZT 박막 캐패시터의 잔류분극의 급속 감소현상에 관한 연구  
Fast decay of remanent polarization in PZT film capacitors

KAIST 재료공학과 이강운, 이원종

강유전체 Lead Zirconate Titanate (PZT) 박막은 상전이 온도 ( $T_c$ )가 높고 잔류분극값 ( $P_r$ )이 크며 박막의 fabrication 온도가 비교적 낮아서 FRAM 소자 capacitor 물질로 가장 유망한 재료다. PZT 박막이 FRAM 소자로 응용되기 위해서는 50ns 이하의 짧은 read/write pulse와 작은 면적의 capacitor에서도 0과 1의 data 구분이 가능할 정도의 충분한 잔류분극값을 가져야 한다. 그러나, 실제의 강유전체 분극특성을 측정하는 경우는 현실적인 측정상의 어려움으로 인하여 상대적으로 큰 면적의 capacitor에서 상대적으로 느린 read/write pulse나 continuous sine(or triangular) wave를 이용하여 측정하게 된다. 이러한 방법은 실제 소자에서 나타나는 강유전체 분극특성보다 과잉 평가되게 된다. 또한, pulse measurement로 측정하는 경우에는 continuous wave로 측정하는 경우보다 depolarization 특성에 따라 polarization relaxation이 일어나 측정되는 분극값이 줄어들게 된다. 본 연구에서는 Sawyer-Tower circuit으로 강유전체 P-E curve 측정 시 depolarization field의 영향을 받아 잔류분극이 시간에 따라 감소하는 현상에 대해 연구하여 강유전체 박막을 실제 소자에 적용함에 있어 유의점을 살펴보고자 하였다.

본 연구를 위하여 DC magnetron multi-target sputtering법으로 Pt(10nm)/IrO<sub>2</sub>(60nm)/Ir(200nm)/Ti(5nm)/SiO<sub>2</sub>/Si 하부 전극위에 PZT 박막을 증착하였다. PZT 박막 증착 시 Pb, Zr, Ti 각각의 metal target에 인가해주는 power를 변화시켜 박막의 조성을 조절할 수 있다. 전기적 특성 측정을 위하여 IrO<sub>2</sub>, Ir, Pt 등의 상부 전극을 증착한 뒤 열처리를 통해 계면특성을 제어하였다. Read와 write cycle의 주기와 cycle간의 간격, 박막 내 존재하는 internal field 등을 변화시켜가며 fast depolarization 특성을 측정하였다.

실험 결과, write/read delay 간의 간격이 3 $\mu$ s와 100ms사이에서 대부분의 잔류분극이 감소하는 경향을 보였으며, 그 이상의 delay에서는 saturation 되는 특성을 보였다. 또한, 이러한 현상은 박막의 조성에 따라 약간의 차이를 나타내었다. 또한, write pulse width가 작아짐에 따라 delay time후의 잔류분극값이 작게 나타났는데, 역시 박막의 조성에 따라 다른 특성을 보였다. 또한, 박막 내 internal field가 존재하는 경우에는 + $P_r$ 과 - $P_r$ 에서의 fast depolarization 특성을 다르게 함을 확인하였다.