

2단계 증착법으로 제조한 Pb(Zr,Ti)O₃ 압전 박막의
전기적 특성 및 잔류 응력에 관한 연구
(The Electrical Properties and Residual Stress
of Pb(Zr,Ti)O₃ Piezoelectric Thin Films
fabricated by 2-Step Deposition Method)

김혁환, 이강운, 남효진*, 이원종
한국과학기술원 재료공학과
*LG 전자 기술원

Pb(Zr,Ti)O₃ (PZT) 박막은 강유전성, 초전성, 압전성 등을 이용하여 다양한 소자에 사용되고 있다. 특히, PZT 박막의 압전성은 기존의 ZnO 박막보다 우수하여 미소기동기(micro - actuator) 등의 MEMS(micro electro mechanical system) 소자로 적용하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

PZT 압전 박막의 제조 시, 하부 전극 물질로 RuO₂와 Pt가 주로 사용되는데, RuO₂ 전극은 Pt 전극에 비하여 증착한 PZT 박막의 전기적 특성은 떨어지지만, 전극의 잔류 응력이 더 작다는 장점을 지니고 있다. 본 연구에서는 전극의 잔류 응력이 압전 소자의 변형을 일으킬 수 있는 점에 주의하여 RuO₂ 기판을 선택하였으며, RuO₂ 기판 위에서도 전기적 특성이 우수한 PZT 박막을 제조할 수 있는 박막 증착법을 개발하고자 하였다.

본 연구에서는 DC 마그네트론 반응성 스퍼터링(magnetron reactive sputtering) 법을 사용하여 RuO₂/SiO₂/Si 기판 위에 PZT 압전 박막을 증착하였다. 먼저, Pb의 휘발을 억제하여 perovskite 상을 형성시키고자 저온(475°C)에서 PZT 박막을 증착하였으며, 박막 내 결함을 줄이기 위하여 증착 온도를 증가시켜(530°C~570°C) 다시 PZT 박막을 증착하였다. 이러한 2단계 증착법을 사용함으로써 모든 증착 온도 범위(530°C~570°C)에서 순수한 perovskite 상을 얻을 수 있었으며, 증착 온도 550°C~560°C에서는 RuO₂ 기판 위에서도 우수한 전기적 특성을 보이는 PZT 박막을 제조할 수 있었다. ($2P_r$: 60 μ C/cm², E_c : 60kV/cm, J_L : 10⁻⁶A/cm² at 250kV/cm)

2단계 증착법으로 제조한 PZT 압전 박막은 150MPa 이하의 잔류 인장 응력을 보였다. 본 연구에서는 기판에 bias를 인가하여 '원자 충돌 효과(atomic peening effect)'를 이용한 PZT 박막 내의 잔류 응력 조절을 시도하였다. 그 결과, 기판 bias의 증가에 따라 잔류 인장 응력은 약간 감소하는 경향을 나타내었으나 그 효과는 별로 크지 않았으며, 이온 충돌에 의한 손상으로 PZT 박막의 강유전성 열화가 발생하였다.