

새로운 열처리법을 통한 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막의 저온 성장
(Modified Annealing Process of $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ Ferroelectric Thin Films)

이 관, 최훈상, 허재성, 이종한, 권영석, 장유민, 임근식, 최인훈
고려대학교 재료공학과

강유전체 박막을 커패시터로 사용하는 FRAM 은 DRAM 과 같은 고소 write/read 가 가능하고, 저전압 동작이 가능함과 동시에 비휘발성을 갖는 이상적인 메모리로 주목받아 왔다. 이러한 FRAM 의 커패시터로는 강유전체인 PZT 가 높은 잔류분극, radiation hardness, 높은 curie temperature, 저온성장 측면에서 가장 각광 받는 물질이었다. 그러나 심각한 피로현상으로 인해 FRAM 의 피로특성 요구조건을 만족시키지 못한다는 단점이 있다. SBT 는 PZT 에 비해 잔류분극 값이 작지만 Bi 산화물 층이 완충층 역할을 하므로 피로특성이 우수하다고 알려져 있으며, 작동전압이 낮고 막 두께에 대한 Pr 값의 의존도가 없어 고집적화에 유리한 특성을 가지고 있다. 그러나 공정온도가 800°C 이상으로 기존의 반도체라인 생산공정을 이용하기에는 너무 높아서 공정온도를 낮추는 것이 필수적인 과제이다.

본 연구에서는 SBT 박막의 공정온도를 낮추기 위해 저온화 공정으로서 metal organic decomposition (MOD) 법을 이용하여 $\text{IrO}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 기판 위에 SBT 박막을 제조하였으며 제작된 SBT 강유전체 박막에 대해 결정학적·전기적 특성을 조사하였다.

$\text{Sr}_{0.8}\text{Bi}_{2.4}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 조성을 가진 용액을 사용하여 Metal Organic Decomposition (MOD) 법에 의해 SBT 박막을 $\text{IrO}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 기판 위에 spin-coating 방법으로 형성하였다. 이렇게 형성된 박막을 진공상태와 산소 분압 조건의 연속된 Rapid Thermal Annealing (RTA) 방법과 산소분위기에서의 furnace 열처리를 동시에 사용하여 650°C 에서 모두 이루어졌다. SBT 강유전체 박막의 결정학적 특성 변화를 알아보기 위하여 XRD (X-ray diffractometer) 분석을 실시하였다. 박막의 표면 현상은 SEM을 통하여 관찰하였다. SBT 박막의 산소 분압에 따른 열처리 공정으로 인한 조성의 변화를 알아보기 위하여 EPMA 분석을 실시하였다. 박막 커패시터의 P-E 이력곡선은 RT66A 장치로 측정하였다.

기존의 800°C furnace 공정을 이용한 열처리에 비해 새로운 조건에서의 650°C 저온열처리를 통해서 우수한 결정성과 강유전 특성을 보였다. 진공상태와 산소 분압 조건에서의 RTA 열처리 방법을 통해 nucleation 이 저온 공정에서 이루어졌으며 이러한 박막을 산소 분위기의 furnace 열처리 방법을 통해 growth 가 이루어짐을 확인할 수 있었다. 진공상태와 연속된 산소 분압 조건에서의 RTA 방법은 bismuth 의 휘발과 연관되어, 산소 분압 조건의 열처리에서 bismuth 의 조성과 관련된 SBT 박막의 결정성과 전기적 성질에 최적의 조건이 있음을 확인하였다.