RF 마그네트론 스퍼터링 방법에 의해 증착된 $SrBi_2Ta_2O_9$ 강유전체 박막의 전기적 특성

(Electrical Properties of $SrBi_2Ta_2O_9$ Ferroelectric Thin Films Prepared by RF Magnetron Sputtering Method)

단국대학교 전자공학과
이상열, 서광종, 장지근, 장호정

1. 서 론

비휘발성 메모리로써 이용가능한 강유전체 박막재료 중에서 $SrBi_2Ta_2O_9$ (SBT) 의 경우 피로특성이 우수하고, 낮은 항전계를 가지는 특성 때문에 저전압에서 사용이 가능하여 최근에 관심깊게 연구되고 있다. 본 연구에서는 $Pt/Ti/SiO_2/Si$ 하부구조위에 RF 마그네트론 스퍼터링 방법으로 SBT 박막을 증착한 후 rapid thermal annealing(RTA) 방식에 의해 후속열처리하여 이들 as-deposited 박막과 열처리된 시료에 대해 결정학적, 전기적 특성을 조사하였다.

2. 실 험 방 법

비저항이 1~10Ω-㎝인 Si(100) 기판을 사용하여 cleaning 한후, 열산화법으로 약 2000Å의 SiO_2 산화막을 형성하였다. DC magnetron sputtering 방법으로 Ti 와 Pt층을 형성하여 $Pt/Ti/SiO_2/Si$ 구조의 기판을 준비하였다. $Pt/Ti/SiO_2/Si$ 기판구조위에 RF 마그네트론 스퍼터링 방식에 의해 in-situ 상태에서 450℃의 온도로 약 6000Å의 두께를 갖는 SBT 박막을 증착하였다. 스퍼터링 가스로는 $Ar+O_2(20\%)$ 혼합가스를 사용하였으며 증착압력은 약 1×10^{-2} Torr 이었다.
As-deposited SBT 박막의 결정성장을 위해 RTA 방법으로 600℃의 온도에서 30초간 후속열처리를 실시 한후 후속 열처리된 박막과 as-deposited 박막에 대해 Al 상부전극을 형성하여 커패시터를 제작하였다. 결정상 형성은 XRD를 통하여 조사하였으며, SEM 으로 표면 및 단면형상을 관찰하였다. I-V 특성, ε_r, tanδ 와 Sawyer-Tower 회로를 이용하여 P-E 이력곡선을 측정하였다.

3. 실 험 결 과 및 고 찰

XRD 측정결과 as-deposited 및 후속열처리 온도에 관계없이 randomly orientied perovskite 구조를 나타내었다. SBT(105) peak 의 경우 후속열처리온도가 600℃일 경우에 peak 강도가 증가하였으며, full width half maximum (FWHM) 값이 감소하여 결정성이 다소 개선되는 것을 알수 있었다. SEM 표면사진 관찰결과 600℃ 에서 후속열처리 하였을 경우 as-deposited 박막에 비해 표면이 더욱 치밀한 형상을 나타내었다. 전기적 특성의 경우 5V 전압인가시 as-deposited 박막의 누설전류는 3.2μA/㎠ 의 값을 보여주었다. 600℃에서 후속열처리한 박막은 약 1.6μA/㎠ 의 누설전류로 다소 낮아지는 경향을 보여 주었다. 주파수에 따른 유전상수의 변화는 주파수가 100㎐에서 1000㎑ 으로 증가함에 따라 후속 열처리한 박막의 경우 약 350에서 210 으로 감소하였다. 동일한 주파수 변화에 대해 유전정접(tanδ)값은 as-deposited와 후속 열처리한 박막의 경우 약 0.02에서 0.002로 감소하였으며, 양쪽 박막시료 모두 유사한 값을 나타내었다. P-E 이력곡선을 측정한 결과 as-deposited 박막과 후속 열처리한 시료의 경우 잔류분극 2Pr(Pr+-Pr-)이 각각 약 0.6μC/㎠ 와 약 5.8μC/㎠ 의 값을 얻을수 있었다. 후속 열처리된 박막이 잔류분극 및 누설전류에 있어서 as-deposited 박막에 비해 상대적으로 양호한 전기적 특성을 보인 것은 후속 열처리시 결정이 치밀해지면서 결정성이 개선되었기 때문으로 생각된다.