

펄스 레이저 방식으로 증착된 MgTiO₃ 박막의 전기적 특성 분석

안순호, 노용한, 강신충,* 이재찬*

성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학부, *성균관대학교 금속재료공학부

본 연구에서는 차세대 마이크로파 유전체 소자로서의 응용을 목적으로 펄스 레이저 방식에 의하여 증착된 MgTiO₃ 박막의 전기적 특성을 종합적으로 연구 분석하였다. 이를 바탕으로, MgTiO₃ 박막의 유전손실 등과 같은 열화를 야기시키는 박막 내부 또는 박막과 기판간의 결합의 특성을 파악하여 열화 메커니즘을 분석하였다. MgTiO₃는 마이크로파 영역에서의 우수한 유전특성과 낮은 유전손실을 가지며, 온도 안정성 또한 우수하다. 현재까지 벌크 세라믹 MgTiO₃의 응용은 광범위하게 연구되어 왔으나, 박막의 제조공정 및 전기적 특성 분석은 미흡한 형편이다. 따라서 벌크 세라믹과는 특성이 상이한 박막의 전기적 특성 분석 및 연구가 필요하다.

분석을 위한 소자의 기본 구조로서 Metal-Insulator-Semiconductor(MIS) 구조를 채택하였다. MgTiO₃박막을 증착하기 위한 기판으로는 n형 Si(100)기판과 p형 Si(100)기판을 사용하였고, Si기판 위에 급속 열처리(RTP)를 이용하여 SiO₂를 ~100Å 두께로 성장시킨 것과 성장시키지 않은 것으로 구분하여 제작하였다. MgTiO₃ 박막은 펄스 레이저 증착 방식(PLD)에 의하여 약 2500Å 두께로 증착 되었으며, 200mTorr 압력의 산소 분위기 하에서 기판의 온도를 400°C ~ 550°C 까지 50°C 간격으로 변화시키며 제작하였다. 상하부의 전극 금속으로는 Al을 이용하였으며, 열증발 증착기로 증착 하였다. 증착된 MgTiO₃ 박막의 결정 구조를 확인하기 위하여 XRD 분석을 수행하였으며, 박막의 전기적 특성을 분석하기 위해 Boonton7200 C-V 측정기와 HP4140B를 이용한 HF C-V(1MHz) 및 I-V 특성을 측정하였다.

XRD 분석 결과, 상기된 조건에서 증착된 MgTiO₃ 박막의 결정 구조는 비정질 상태를 갖는 것으로 확인되었다. HF C-V 측정 결과, 절연층으로 MgTiO₃만을 이용한 경우에는 C-V 곡선에 이력현상이 나타났으나, MgTiO₃/SiO₂를 이용한 경우에는 이력현상이 나타나지 않았고, 유전율은 감소하는 것으로 나타났다. I-V 측정 결과, 절연층으로 MgTiO₃/SiO₂를 이용한 경우에는 MgTiO₃만을 절연층으로 사용한 경우에 비해 동일한 전계에서 낮은 누설전류 값을 가짐을 알 수 있었다. 따라서 SiO₂를 완충막으로 사용하였을 경우 유전율은 감소하나, 다른 단점들을 개선할 수 있었다. 또한 박막의 증착온도가 증가함에 따라서 C-V 곡선의 위치가 양의 방향으로 이동함을 확인하였다. 위의 현상은 기판의 종류에 관계없이 발생하는 것으로 보아 벌크 또는 계면에 존재하는 결합에 의한 것으로 추정된다. 현재 C-V 곡선의 이동 원인과 I-V 곡선의 누설전류 전도 메커니즘을 분석 중에 있으며 그 결과를 학회에서 발표할 예정이다.