

펄스레이저를 이용한 $MgTiO_3$ 박막의 성장 및 특성

강신춘, 임왕규, 이재찬
성균관대학교 재료공학과

펄스레이저 증착법(이하 PLD)을 이용하여 마이크로파 유전체 소자 및 절연 산화막으로의 응용을 위한 $MgTiO_3$ 박막을 다양한 기판상에서 증착하였다. 사파이어 기판에(a,c-plane Al_2O_3) 성장된 $MgTiO_3$ 박막은 에피텍셜 성장(epitaxial growth)이 되었으며, SiO_2/Si 및 $Pt/Ti/SiO_2/Si$ 기판 상에 성장된 $MgTiO_3$ 박막의 경우 003 방향으로 배향(oriented)되었다.

$MgTiO_3$ 박막은 $450\sim 750^\circ C$ 까지 기판온도를 변화시키면서 증착시켰으며, 증착시 산소분압은 $50\sim 200$ mTorr로 변화시켰다. PLD 증착시 타겟에 조사된 레이저 에너지 밀도는 약 $2J/cm^2$ 였으며, $MgTiO_3$ 박막 증착후 200 Torr O_2 분위기에서 상온까지 $10^\circ C/min$ 의 속도로 냉각시켰다.

사파이어 c-plane 상에서 일머나이트(ilmenite) $MgTiO_3$ 구조가 $550^\circ C$ 부터 에피텍셜 성장하는 것을 관찰할 수 있었으며, 사파이어 a-plane 상에서는 $MgTiO_3$ 구조가 $650^\circ C$ 이상부터 110 방향으로 배향되며 성장하였다. $650^\circ C$ 미만에서는 003 방향으로 배향된 구조를 관찰할 수 있었다. Pt 기판에서의 $MgTiO_3$ 박막은 $600^\circ C$ 이상에서 c-축으로 배향된 구조를 갖고 있었다. 증착된 $MgTiO_3$ 박막의 조성분석(stoichiometric analysis)을 위해 RBS 분석을 수행하여, 증착에 이용된 타겟과 동일한 조성을 갖는 $MgTiO_3$ 박막이 성장된 것을 확인할 수 있었다.

사파이어 기판상에 증착된 $MgTiO_3$ 박막은 가시영역에서 투명하였으며, 약 $270nm$ 파장을 갖는 영역에서 급격한 흡수단을 보였다. 이때의 $MgTiO_3$ 박막은 AFM 분석을 통해 약 $0.87nm$ rms roughness 값을 갖는 매우 평탄한 표면구조를 갖고 있는 것을 확인하였다.

MIM($Pt/MgTiO_3/Pt$) 구조의 캐패시터를 형성시켜 $MgTiO_3$ 박막의 유전특성(dielectric properties)을 관찰하였다. PLD로 성장된 $MgTiO_3$ 박막의 유전율(relative dielectric constant)은 약 22였으며, 1MHz에서 약 1.5%의 유전손실(dielectric loss) 값을 보였다. 또한 이때 $MgTiO_3$ 박막은 낮은 유전분산값을 보였다.