Si기판위에 성장된 에피텍셜 $(Ba_{0.5},Sr_{0.5})TiO_3$박막의 잔류응력에 따른 유전특성변화

Dielectric anomaly of strained $(Ba_{0.5},Sr_{0.5})TiO_3$ thin films epitaxially grown on Si substrate

성균관대학교 전성진, 이재찬

본 연구에서는 pulsed laser deposition(PLD)법을 사용하여 n-type Si기판위에 완충막인 yttria-stabilized zirconia(YSZ) 및 상온에서 상유전체인 $(Ba_{0.5},Sr_{0.5})TiO_3$(BST)박막을 증착하였다. Si기판을 사용하여 강유전체 박막을 성장시 자연산화막의 성장으로 인한 에피텍셜 성장이 어려움 및 강유전체 박막과 Si간의 특정 원소의 확산에 의한 반응층의 형성을 방지하기 위하여 YSZ박막을 완충박막으로 사용하였다. BST 및 YSZ 박막은 각각 기판온도 770 ℃, 830 ℃ 그리고 0.4 mTorr 및 150 mTorr 의 산소분압 하에서 증착되었다. BST박막의 에피텍셜 성장 및 응력인가를 위하여 YSZ박막의 두께를 40~120 Å으로 변화하였다. 50Å이하의 얇은 두께의 YSZ박막 위에서 BST박막은 에피텍셜 성장을 하였으며 기판 및 완충박막과 평행하게 성장하였음을 각 층의 (202)면에 대한 ψ-scan 및 투과전자현미경법의 제한영역회절을 통하여 확인하였다. Asymmetric XRD법을 사용하여 BST 박막의 (202)면에 대한 회절을 얻음으로써 기판표면에 평행한 in-plane방향의 BST 격자상수를 구하였다. 기판에 평행한 방향과 수직 방향으로의 격자 상수를 통하여 BST 박막이 응력에 의하여 in-plane방향으로 늘어난 tetragonal형태의 격자로 변형되었음을 확인하였다. 이는 BST박막은 10×10^{-6} /℃의 열팽창 계수를 갖고 Si기판은 3.8×10^{6} /℃의 열팽창 계수를 가짐으로써 박막 증착 후 냉각과정을 통하여 기판과 BST박막간의 열팽창 차이에 의한 응력이 BST박막에 인가되기 때문이다. BST박막에 인가된 응력은 완충박막인 YSZ의 두께가 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. In-plane방향으로 인장응력을 받은 BST박막은 YSZ박막의 두께 변화에 따라 0.98~0.99의 tetragonality(c/a ratio)를 갖는 것으로 확인되었으며 tetragonality가 감소함에 따라 BST박막의 유전율이 급격히 증가하였다. 측정된 BST박막의 유전상수는 200~1300의 값을 나타내었다.