

A-12

강유전체인 BaTiO₃/SrTiO₃ 산화물 초격자 유한크기효과

Finite Size Effect in Ferroelectric BaTiO₃/SrTiO₃ Oxide Superlattice

김주호, 김이준*, 정동근*, 제정호**, 이재찬

성균관대학교 재료공학과

*성균관대학교 물리학과

** 포항공과대학교 신소재공학과

BaTiO₃ (BTO)/SrTiO₃ (STO) 초격자를 레이저 증착법에 의해서 (La,Sr)CoO₃ (LSCO)/MgO 단결정 기판위에 증착시켰다. 이러한 기판위에서 2 unit cell/2 unit cell의 적층구조를 갖는 BTO/STO 초격자(=BTO₂/STO₂)를 100 nm에서 5 nm까지 변화시켰다. BTO/STO 초격자의 두께가 감소함에 따라서 유전율이 1200에서 150으로 감소하였다. 이러한 유한크기효과가 초격자에서도 나타났고 이러한 원인에 대해서 격자변형(c/a)과 부피변화(ca²)에 대해서 살펴 보았다. 이러한 초격자의 구조 분석은 포항 방사광 가속기의 x-ray 회절에 의해서 이루어졌다. 다양한 두께를 갖는 BTO₂/STO₂ 초격자에서 BTO와 STO 격자는 in-plane 방향으로 격자정합을 유지하면서 변형되었다. 두께가 얇아지면서 BTO와 STO 격자의 격자변형은 점진적으로 증가하였고 상대적으로 BTO 격자가 STO 격자보다 많이 변형되었다. 부피변화를 보이면 수퍼셀은 정수압에 의한 부피변화가 10 nm까지는 거의 일정하게 나왔고 그 이하에서는 산소의 영향으로 감소하였다. 이때 두께가 감소함에 따라 특히 10 nm이하에서 BTO와 STO 격자는 많은 부피변화가 일어났다. 이러한 원인에 대해서 산소 영향에 의한 부피변화를 살펴보기 위해서 10 nm의 두께를 갖는 STO와 BTO 단일막을 산소 냉각분압(400 Torr ~ 10⁻³ Torr)에 따라 각각 변화시켰다. 이때 산소 냉각분압이 감소함에 따라 STO 단일막의 부피는 57.67 Å에서 59.63 Å으로 증가하였고 반면에 BTO 단일막의 부피는 거의 일정하게 나왔다. 이러한 결과는 STO 단일막이 상대적으로 BTO 단일막보다 산소공공에 매우 민감하게 반응한다고 볼 수 있다. 그러므로 10 nm이하의 BTO₂/STO₂ 초격자에서 심한 부피변화는 BTO 격자보다는 STO 격자가 많은 영향을 주었다고 할 수 있다. 그러나 냉각분압에 따른 BTO와 STO 단일막(10 nm)에서의 유전율 변화에는 큰 변화가 없는 것으로 나왔다. 이러한 결과로 볼때 산소공공에 의한 부피변화가 유전율에 많은 영향을 끼치지 않는다고 볼 수 있다. 따라서 초격자에서 두께가 감소함에 따라서 유전율이 감소하는 원인에는 격자변형과 정수압에 의한 부피변화가 주된 원인이라 볼 수 있다. 한편 제일 원리적 계산에 의하면 부피변화보다는 격자변형에 더 많이 유전율이 변화하고 있다. 따라서 격자변형이 정수압에 의한 부피변화보다는 유전율에 더 지배적인 요소라고 할 수 있다. 그리고 STO의 격자의 유전율이 BTO 격자의 유전율보다 격자변형에 의해서 더 민감하게 영향받는다. 그러므로 BTO₂/STO₂ 초격자에서 제한적인 유한크기효과는 정수압과 산소공공에 의한 부피변화 보다는 STO 격자의 격자변형에 의해서 많은 영향을 미친다고 할 수 있다.

A-13

O₃ 공정을 이용한 단원자증착법에 의해 증착한 TiO₂ 박막의 구조적·전기적 특성 분석

Atomic Layer Deposition of TiO₂ Thin Films Using O₃ for Capacitor of Next Generation Memory Devices

김성근, 김완돈, 황철성

서울대학교 재료공학부

반도체 소자의 집적화가 가속화됨에 따라 기존의 물질 및 공정으로는 여러 물리적 한계에 직면하게 되었다. 특히 design rule이 0.1 μm 이하로 감소하는 경우, 높은 유전율 및 우수한 단차피복성이 요구된다. 이에 단차피복성 특성이 우수한 단원자증착법을 통해 높은 유전율을 갖는 TiO₂ 박막 증착을 시도하였다. TiO₂ 박막의 경우, 일반적인 증착 방법에 비해 낮은 유전율(~40)을 갖는 anatase 구조가 형성되는 것으로 보고되고 있으나, 본 연구에서는 산화제로서 O₃를 이용하여 저온 공정에서 높은 유전율을 갖는 rutile 구조의 TiO₂ 박막을 확보하였다. 이 때 확보한 TiO₂ 박막을 이용하여 MIM(Metal-Insulator-Metal) capacitor를 제작하고 박막의 전기적 특성을 분석하였으며 약 83 정도로 높은 유전율이 관찰되었다.

A-14

Electrical Properties of Sol-Gel Derived Ferroelectric Bi_{3.6}Nd_{0.4}Ti₃O₁₂ Thin Films

Tae Jin Cho, Dong Kyun Kang, and Byong Ho Kim

Department of Materials Science and Engineering, Korea University

Ferroelectric Bi_{3.6}Nd_{0.4}Ti₃O₁₂(BNdT) thin films were synthesized by sol-gel process. In this experiments, Bi(TMHD)₃, Nd(TMHD)₃, Ti(OⁱPr)₄ were used as starting materials, which were dissolved in 2-methoxyethanol. BNdT thin films were deposited on Pt/TiO_x/SiO₂/Si substrates by spin-coating. Then films were annealed from 600 to 720°C in oxygen ambient for 1 h, and post-annealed for 1 h after deposition of Pt electrode to enhance electrical properties. The preferred orientations and surface morphology of layered perovskite phase was analyzed by XRD and SEM, respectively. Ferroelectricity was investigated by observing the polarization hysteresis loop.