

**고주파 스퍼터링 방법으로 증착한 (Ba,Sr)TiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> 박막의 특성 분석**  
**(Characterization of (Ba,Sr)TiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> thin films deposited by**  
**RF Magnetron Sputtering System)**

서울대학교 김지훈, 황철성

DRAM의 집적도가 Gb급 이상으로 높아짐에 따라, 제한된 storage capacitor area에서 소자 동작에 충분한 정전용량을 확보하기 위해서 SiO<sub>2</sub>에 비해 높은 유전율을 가지는 재료를 storage capacitor의 유전물질로 사용하려는 연구가 활발히 진행되어 왔고, 그중 BST는 높은 유전율과 낮은 누설전류로 인해 많은 연구가 이루어 졌다. BST가 갖는 가장 큰 특징 중 하나는 박막의 두께가 1000Å 이하로 얇아짐에 따라 유전상수가 감소하는 특징을 나타내는 것이다. 많은 연구자들은 BST 박막의 이러한 유전상수 감소는 상-하부 전극과 접촉하고 있는 계면부분에 Bulk 부분에 비해 유전상수가 훨씬 작은 interfacial layer가 생기기 때문이라고 보고하고 있다. 일반적으로 BST 박막은 열처리 조건에 따라 전기적 성질이 바뀌는데, 같은 열처리 온도에서도 분위기에 따라서 계면 및 bulk특성이 바뀌는 것으로 보고되었다. Bulk 유전율의 경우에는 N<sub>2</sub> 분위기 열처리에서의 증가가 O<sub>2</sub> 분위기 열처리에서보다 큰 것으로 나타났고, interfacial layer의 특성은 O<sub>2</sub> 분위기 열처리에서 향상이 더 큰 것으로 보고되었다.[1] 본 실험의 목적은 BST 박막의 증착 분위기에 질소를 첨가하여 BSTO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> 박막을 증착하여 BST박막의 bulk유전율을 증가시키는 것이다.

BST 박막은 3" 지름의 타겟을 장착한 rf-magnetron 스퍼터링 시스템으로 증착하였다. 기판과 타겟은 30° 각도를 이루는 off-axis 형태이며, 증착박막의 균일성을 확보하기 위해 9cm의 기판-타겟 거리를 유지하였다. BST 증착시에는 Ar : O<sub>2</sub> = 25 : 5 sccm의 스퍼터링 가스를 사용하였고, BSTON 박막 증착시에는 3sccm의 N<sub>2</sub> 가스를 추가로 넣어주었으며 챔버의 압력은 60mTorr를 유지하였다. 모든 박막은 400°C에서 시간을 60, 90, 120, 150min 으로 바꾸어 가면서 Pt(100nm)/SiO<sub>2</sub>(100nm)/Si 기판과 SiO<sub>2</sub>(7.5nm) /Si기판위에 증착되었고, 박막의 두께는 Ellipsometry사용하여 측정하였다. 전기적 특성 분석을 위한 상부전극은 300μm 지름의 shadow mask를 사용하여 상온에서 백금을 스퍼터링 하였고, 상부전극의 면적은 광학현미경을 이용하여 측정하였다. 상부전극 증착 후, as-dep 시편의 전기적 특성을 분석하였고, N<sub>2</sub> 분위기에서 700°C 분위기에서 30분간 열처리 한 후 다시 전기적 특성을 분석하여 as-dep 시편과 비교하였다.

XRD 결과에서는 400°C에서 증착된 BST, BSTON 모두 결정화된 결과를 나타냈으며, rms roughness 값은 8~11Å 정도로 매끄러운 표면을 지닌 박막이 얻어졌다. 질소는 결정성이나 morphology에 큰 영향을 끼치지 않았으며, 두 시편 모두 열처리 후에도 표면 거칠기가 크게 증가하지 않았다. 스퍼터링 기체에 첨가하는 질소의 양을 1~6 sccm까지 변화시켜 보았지만, XRD, rms roughness, 유전상수 값, 박막내 양이온 비율(Ti/(Ba+Sr))등의 변화에서 뚜렷한 경향성을 찾아볼 수는 없었다. 질소의 유량을 3sccm으로 고정하고 박막의 두께를 변화시킨 실험에서는 BST, BSTON 시편 모두 두께가 감소함에 따라 측정된 유전상수 값( $\epsilon_m$ )이 감소하는 특성을 보였고, BST 시편이 BSTON 시편보다 모든 두께에서 50~60정도 높은 유전상수 값을 보였다. 하지만,  $\epsilon_m/d$  vs thickness plot에서 구해진 bulk 유전상수의 값은 BSTON=495, BST=444로 BSTON경우가 12%정도 큰 값을 나타내었다. BSTON이 더 높은 bulk값을 가짐에도 불구하고 작은  $\epsilon_m$ 값을 갖는 이유는 BSTON의 interface layer가 BST의 것보다 낮은 유전상수를 갖기 때문으로 밝혀졌다.

참고 문헌)

[1] B. T. Lee, C. S. Hwang, Appl. Phys. Lett, 77, 124 (2000)