

## Nano-scale Characterization of Interfacial Reactions in SrRuO<sub>3</sub> Thin Film on Si Substrate

오상호, 박찬경

포항공과대학교 재료금속공학과

GdFeO<sub>3</sub> 형태의 페로브스카이트 구조를 가지는 SrRuO<sub>3</sub>는 금속성 전도도 ( $\sim 300 \mu \Omega$  cm)를 가지며, 열적·화학적 안정성이 우수하여 ( $\sim 1200\text{K}$ ) 강유전체 및 초전도체에 대한 전극으로 사용될 수 있다. 유전체 및 초전도체 산화물의 전기적 특성을 향상시키고 소자의 신뢰성을 확보하기 위해서 전극은 기판과 에피택시 (epitaxy)로 성장하는 것이 유리하다. 구조적인 면에서 보면 SrRuO<sub>3</sub>는 Si와 격자불일치도가 약 2.3%로 적어 에피택시로 성장할 것으로 판단되나, 성장 초기에 Si 기판과의 계면 반응으로 인해 다결정 박막으로 성장하게 된다. 본 연구에서는 전계 방출 투과 전자현미경 (FE-TEM; JEOL, JEM-2010F)을 이용하여 나노 영역에서 계면 반응층의 화학적, 구조적 분석을 통해 SrRuO<sub>3</sub> 박막의 에피택시 성장을 어렵게 만드는 계면반응을 해석하고자 한다.

그림 1 (a)와 (b)에 SrRuO<sub>3</sub>/Si 박막 구조의 각각 전형적인 단면 HREM 사진과 계면 반응층에서 0.5nm 크기의 전자빔으로 얻은 EDS 결과를 나타내었다. EDS 분석결과 계면 반응층은 4층으로 이루어졌으며, 다음과 같이 분류할 수 있다: Si 기판에서부터 1) Sr-Si-O 층 (point A), 2) SiO<sub>2</sub> 층 (point B, C), 3) Sr-Si-O 층 (point D, point A와 유사함), 4) Ru가 과잉으로 포함된 다결정 층 (point E)으로 구분된다. 특히 Sr이 포함된 point A와 point D 층은 HREM 영상에서 격자 프린지가 관찰되었으며, 반면 point E는 구조 분석을 통해 Ru 금속인 것으로 확인되었다. SrRuO<sub>3</sub>를 구성하는 이성분계 산화물, 즉 SrO와 RuO<sub>2</sub>를 살펴보면, SrO는 Si 기판 위에서 안정하게 에피택시로 성장하지만, RuO<sub>2</sub>는 Si 기판과 반응하는 것으로 알려져 있다. 여러 반응 중, 특히 Si을 산화시키며 RuO<sub>2</sub>가 Ru로 환원되는 반응이 안정하다고 보고되고 있다. 이러한 거동은 SrRuO<sub>3</sub> 삼성분계 산화물에도 적용되어 결국 SrRuO<sub>3</sub>의 이성분계 구성 산화물인 RuO<sub>2</sub>가 Si 기판과 불안정하기 때문에 SrRuO<sub>3</sub>는 Si과 반응을 하는 것으로 판단된다.

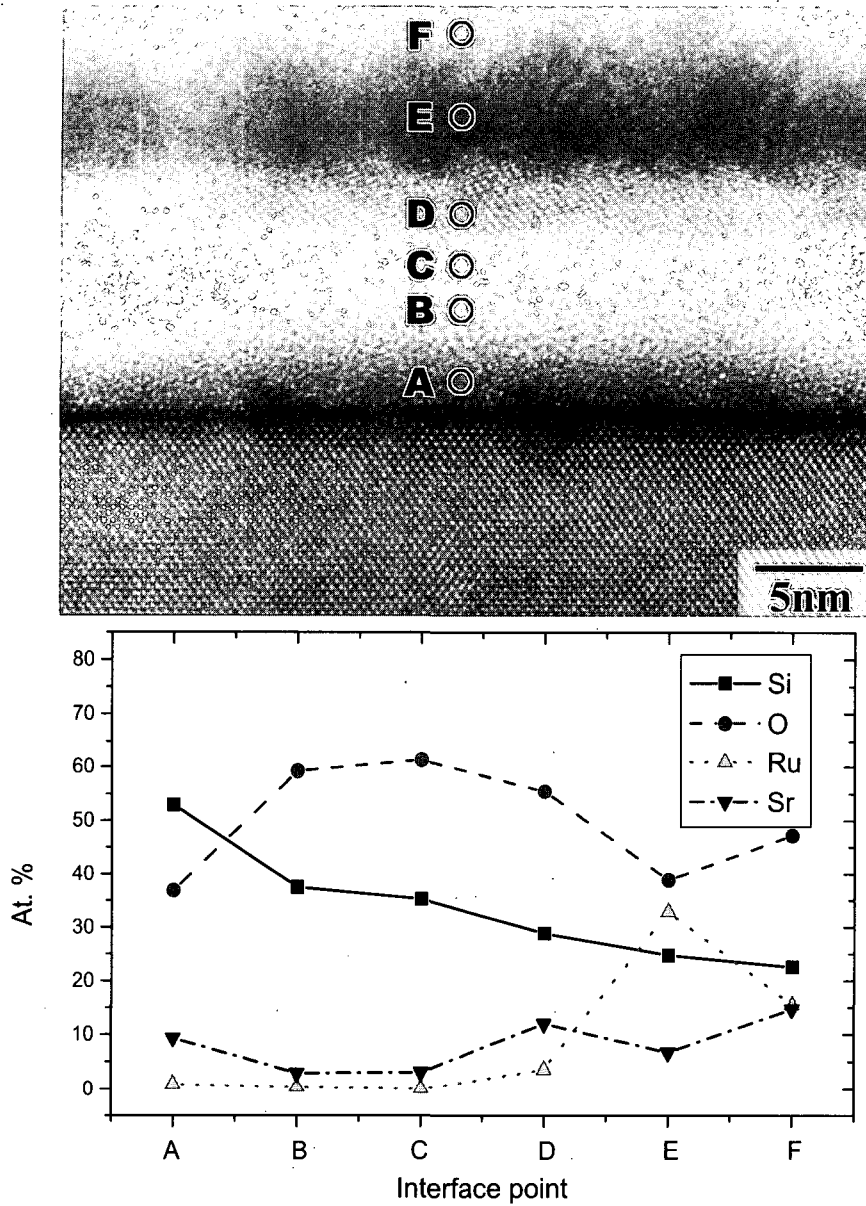


Fig. 1. (a) Typical cross-sectional HREM image of Si (100) substrate and its interface with SrRuO<sub>3</sub> film. (b) 0.5 nm beam-EDS quantification results plotted with respect to interface points, defined by open circles in (a). The SrRuO<sub>3</sub> film of 190 nm thickness was deposited at 675 °C in an O<sub>2</sub>/Ar(ratio=0.4) atmosphere.