

## 산소유량 변화에 의한 산소 과포화된 HfO<sub>x</sub> 박막의 고온 열처리에 따른 Nanomechanics 특성 연구

박명준, 이시홍, 김수인, 이창우

국민대학교 나노전자물리학과

HfO<sub>x</sub> (Hafnium oxide)는 ~25의 고유전상수, 5.25 eV의 비교적 높은 Band-gap을 갖는 물질로 MOSFET (metal-oxide semiconductor field-effect-transistor) 구조의 Oxide 박막을 대체 가능한 물질로 연구가 지속되고 있다. 현재까지 진행된 대다수의 연구는 증착 조건에 따른 박막의 결정학적 및 전기적 특성에 대한 주제로 진행되었고 다양한 연구 결과가 보고된바 있다. 하지만 기존의 연구 기법은 박막의 nanomechanics 특성에 대한 연구가 부족하여 이를 보완하기 위한 연구가 절실하다. 따라서 본 연구에서는 HfO<sub>x</sub> 박막 내 포함된 산소가 고온 열처리 과정에서 빠져나감으로 인한 박막의 nanomechanics 특성을 확인하고자 하였다. 시료는 rf magnetron sputter를 이용하여 Si (silicon) 기판위에 Hafnium target으로 산소유량(5, 10, 15 sccm)을 달리하여 증착하였고, 이후 furnace에서 400°C에서 1,000°C까지 질소분위기에서 20분간 열처리를 실시하였다. 실험결과 시료의 전기적 특성을 I-V 곡선을 측정하여 확인하였고, 증착 시 산소 유량이 5 sccm에서 15 sccm으로 증가함에 따라서 누설전류 특성은 급격히 향상되었고, 열처리 온도가 증가함에 따라 감소하는 특성을 나타내었다. 또한 시료의 nanomechanics 특성을 확인하기 위하여 nano-indenter를 이용하여 시료의 표면강도(surface hardness)와 탄성계수(elastic modulus)를 확인하였다. 측정결과 5 sccm 시료의 표면강도와 탄성계수는 상온에서 열처리 온도가 증가함에 따라 각각 7.75 GPa에서 9.19 GPa로, 그리고 133.83 GPa에서 126.64 GPa로 10, 15 sccm의 박막의 비하여 상대적으로 균일한 특성을 나타내었다. 이는 증착 시 박막 내 과포화된 산소가 열처리 과정에서 빠져나감으로 인한 것이며, 또한 과포화된 정도에 따라 더 적은 열처리 에너지에 의하여 박막을 빠져나감으로 인한 것으로 판단된다. 또한 열처리 과정에서 산소가 빠져나가는 상대적인 flux의 영향으로 인하여 박막의 mechanical한 균일도의 변화가 나타났다.

**Keywords:** HfO<sub>x</sub> 박막, Nanomechanics, Surface Hardness, Elastic Modulus