

**Ru(EtCp)₂ precursor를 이용하여 증착한 Ru 박막 특성 및 Ru precursor의
분해 특성 분석**
(Deposition and characterization of Ru films deposited using
Ru(EtCp)₂ and thermal decomposition of Ru(EtCp)₂)

한국과학기술원 최종완, 홍종인, 노광수

PZT나 BST같은 고유전율 물질을 사용한다고 하더라도 고집적 메모리 소자의 구현을 위해서는 node나 trench 형태의 3차원 구조를 형성하여 그 옆면을 캐패시터 면적으로 활용해야 할 것으로 예상된다. 이 경우 예상되는 문제점 중의 하나는 상부 전극의 증착이다. 고유전율 박막에 적합한 전극 물질로는 Ru, Pt와 같은 금속 전극과 RuO₂와 같은 산화물 전극으로 현재 이들 전극의 증착은 주로 sputtering 법을 이용하는데, 이 경우 단차 피복 특성이 문제점으로 대두되고 있다. 또한 유전율이 높은 물질을 사용하는 메모리 소자에서는 etching 특성을 향상시키기 위하여 etching 특성이 좋지 않은 Pt 전극을 Ru계 기체 상태의 산화물을 가지고 있기 때문에 etching 특성이 뛰어난 Ru계 전극으로 대체하려는 연구가 진행 중이다. 하지만 현재까지 CVD법으로 증착한 Ru 전극에 대한 체계적인 연구가 적은 편이며 대부분의 연구가 RuO₂ 증착 여부에 한정되어 있다. 본 연구에서는 Ru(EtCp)₂ precursor를 이용하여 증착한 Ru 박막의 여러 물성을 분석 하였으며 이 precursor의 진공 상태와 산소 분위기에서의 열 분해 특성을 분석 하였다.

본 연구에서는 Ru(EtCp)₂를 Ru precursor로 사용하였으며 carrier gas로 Ar를 이용하였다. 반응 gas로 산소를 사용하는 조건에서 Ru 박막을 Si, SiO₂/Si 기판 위에 증착 하였다. 전 Ru(etcp)₂ precursor를 이용하여 반응 gas 없이 Ru 박막을 증착하기 위해서는 700℃이상의 고온이 필요하였으며, FT-IR 분석 결과 산소 가스가 Ru와 EtCp 리간드 간의 결합력을 약화시켜 200℃정도 저온에서도 증착이 가능하게 만드는 것으로 분석되었다. Ru(EtCp)₂의 분해 속도는 SiO₂ 기판위에서도 증가 하였으며 SiO₂ 기판위에 있는 defect에 의해서 영향을 받는 것으로 생각된다. Ru 박막의 경우 grain 크기와 박막의 밀도가 resistivity, 불순물 농도가 중요한 영향을 미치는 것으로 분석되었으며 박막 밀도와 불순물 농도 면에서는 고온 증착이 유리한 반면 grain 크기 효과를 위해서는 저온 증착이 유리한 것으로 관찰되었다. 산소가 어느 일정 분을 보다 적게 공급되게 되면 박막내 탄소 불순물 농도가 급격히 상승하여 박막 특성을 저하시켰으며 어느 이상 공급되게 되면 RuO₂가 생성되거나 박막내 산소 불순물 농도가 급격히 증가하여 역시 박막 특성을 저하 시켰다. 산소의 과잉 공급은 Ru source의 sticking coefficient를 낮춰서 박막의 step coverage 특성을 향상 시키는 것으로 관찰되었다. 박막의 증착 온도가 증가함에 따라 450℃까지 박막의 결정성, (002) 우선 배향성 및 전기적 특성이 향상되었다. 하지만 증착 온도의 증가는 sticking coefficient를 증가시켜 박막의 step coverage 특성을 저하시켰다. 박막의 물성과 step coverage 특성이 모두 우수한 박막을 증착하기 위하여 고온과 저온에서 Ru 박막을 이 단계로 증착하였다. 이렇게 증착된 박막은 75% 정도의 step coverage 특성과 15μΩ-cm 정도의 낮은 resistivity가졌다.