

새로운 Ru precursor를 이용하여 증착한 Ru 박막의 두께 및 산소의
박막 특성에 대한 영향 분석
(Effects of thickness and oxygen concentration
on properties of Ru thin films by new Ru precursor)

한국과학기술원 최중완, 최영민, 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 PZT를 강유전체 물질로 사용하는 FRAM에서는 단차 피복성 특성 문제뿐만 아니라 Pt 같은 일반적인 금속 전극을 사용할 경우 반복 사용 할 경우 특성이 저하되는 피로 특성 문제를 가지고 있다. 이러한 문제는 RuO₂같은 산화물 전극을 사용하게 되면 해결될 수 있는 것으로 알려져 있다. 하지만 Ru 전극에 대한 연구가 매우 적은 편이며 적당한 precursor도 개발되어 있지 않을 뿐만 아니라 증착 공정 연구도 거의 이루어져 있지 않다. 본 연구에서는 새로운 ligand를 가지는 Ru precursor를 이용하여 Ru 박막의 여러 가지 물성을 분석하였다.

본 연구에서는 Ru(C₆H₆)₂를 Ru precursor로 사용하였으며 carrier gas로 Ar를 이용하였다. 반응 gas를 사용하지 않은 조건에서 Ru 박막을 Si, SiO₂/Si 기판 위에 증착 하였다. 열 분석 및 mass spectrometry 분석을 통하여 공정 조건을 확립하였고 공기 중에서 수분의 영향으로 인하여 열화 현상을 발견하였다. 또한 다른 precursor보다 낮은 온도에서 공정이 가능하며 산소 분위기에서 안정성을 가지는 것으로 관찰되었다. 증착 실험 결과 Ru(C₆H₆)₂ precursor는 bubbler 온도 45°C 이상, 증착 온도 300°C 이상에서 증착이 가능하였다. XRD 분석 결과 증착된 박막은 금속 Ru 상을 나타내었으며 Si 기판 위에서 (002) 우선 배향성을 나타내었다. Ru 박막의 두께가 증가할수록 resistivity가 감소하였으며 45nm 이상의 두께에서는 saturation하는 경향을 보였다. 박막은 박막 두께가 45nm일 때 resistivity 값으로 12 μΩ-cm 나타냈으며 resistivity는 증착후 냉각동안의 Ar purging의 영향을 받는 것으로 분석되었다. Ar purging은 박막내의 산소 농도를 감소시켜 resistivity 특성을 향상시키는 것으로 분석되었으며 박막 표면에서의 oxide grain의 outgrowth도 억제하는 것으로 관찰되었다. 박막 내 산소의 농도는 증착 온도가 증가함에 따라 감소하였다. Ru(etcp)₂와의 비교 분석을 통하여 박막 내 산소의 농도는 precursor내에 존재하는 산소 원자에 영향을 받는 것으로 관찰되었다. 잔류 탄소량의 정량적 분석을 통하여 공정 조건이 잔류 탄소에 미치는 영향과 잔류 탄소가 박막의 resistivity에 미치는 영향을 영향에 대해서도 관측하고자 한다.

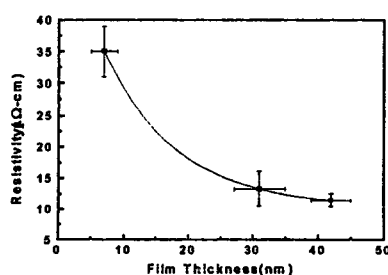


Fig. 1 Relationship between film thickness and resistivity