

**Thermal 과 Plasma 화학기상증착법을 이용한 RuO<sub>2</sub> 박막형성에 관한 연구**  
**(Study of RuO<sub>2</sub> Thin Film Fabrication by Thermal and Plasma Chemical Vapor Deposition)**

서울대학교 : 김현미, 박성연, 김기범

RuO<sub>2</sub>는 DRAM 및 FRAM의 capacitor의 전극재료로 가능성을 갖는 재료 중의 하나이다. 현재 BST와 같은 강유전체 capacitor의 전극재료로 가장 많이 연구되는 것은 Pt이다. 그러나 Pt는 BST와 같은 강유전체 capacitor의 전극재료로 사용하였을 때, 산화물인 강유전체의 산소의 확산 방지막으로써의 역할을 하지 못하며, 고온에서 강유전체 증착시 hill lock을 쉽게 형성하고, novel metal이기 때문에 식각이 어려운 단점이 있다. 반면에 RuO<sub>2</sub>는 좋은 산소의 확산방지막으로 작용하고, 휘발성 산화물과 염화물을 갖기 때문에 식각이 용이하며, FRAM에서 강유전체의 피로 특성을 향상시키는 것으로 알려져 있다. 현재까지는 RuO<sub>2</sub>를 DRAM capacitor의 전극재료로 사용하기 위하여 reactive sputtering으로 증착한 RuO<sub>2</sub>에 대한 연구가 진행되고 있으나, 4Gbit 또는 16Gbit 이상의 DRAM에서 RuO<sub>2</sub>를 사용하기 위해서는 step coverage 확보를 위한 CVD RuO<sub>2</sub>에 대한 연구가 진행되어야 한다.

본 연구에서는 Thermal CVD(LPCVD)와 plasma CVD(PECVD)법을 이용하여 RuO<sub>2</sub>를 증착하고, 그 증착 특성을 평가하였다. Source gas로는 ruthenocene[Ru(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>] precursor를 사용하여 증착하였으며, SiO<sub>2</sub>(1000 Å)기판을 사용하였다. Carrier gas는 H<sub>2</sub>와 Ar, reaction gas로 O<sub>2</sub>를 사용하여, 기판온도 500°C, 공정압력 40mTorr에서 Ru와 RuO<sub>2</sub>의 박막을 증착하였다. Plasma CVD의 경우 plasma power는 100W로 고정하였다. 증착된 막의 분석은 XRD, SEM, AES,  $\alpha$ -step 그리고 four-point probe로 하였다. 먼저 bubbler의 온도를 변화시켜 chamber내로 들어오는 precursor의량을 변화시키면서 증착하였고, 그 다음 reaction gas인 O<sub>2</sub>의 유량을 변화시키면서 증착하였다. Thermal과 plasma CVD 모두 bubbler 온도가 낮을수록, O<sub>2</sub>의 유량이 높을수록 증착되는 막의상이 Ru에서 RuO<sub>2</sub>로 변화였다. Bubbler 온도가 낮을수록 증착속도는 느려지므로, 증착속도가 느리고, 상대적 O<sub>2</sub>의 양이 많을 때 RuO<sub>2</sub>가 형성됨을 알 수 있다. Thermal CVD에서 RuO<sub>2</sub>의 증착속도는 ~100 Å/min, 비저항은 70~100  $\mu\Omega$ -cm였으며, plasma CVD에서 RuO<sub>2</sub>에서 증착속도는 300~400 Å/min, 비저항은 가장 낮은 경우 55  $\mu\Omega$ -cm였다. Plasma CVD로 증착된 박막이 Thermal CVD로 증착된 박막보다 증착속도는 높고, 비저항은 낮고, 표면의 거칠기가 적은 결과를 보였다. Plasma CVD에서 증착속도가 크고, 표면거칠기가 적은 것은 활성화된 산소에 의하여 박막형성 초기 핵생성이 조장되었기 때문으로 생각되어진다.