

(hfac)Cu(DMB)를 이용한 구리박막의 유기금속 화학증착
(Metal-organic chemical vapor deposition
of copper film using (hfac)Cu(DMB))

강상우, 한상호*, 이시우
포항공과대학교 화학공학과 정보전자재료화학연구실
*나노테라 소재화학

1. 서론

MOCVD 공정에서 전구체는 반응기 내로의 운반 도중 재응축을 방지하고 높은 증착속도를 얻기 위해 상당한 정도의 증기압을 가져야 한다. 또한 상온과 기화온도에서의 우수한 안정성을 가져야 하며 기판 표면에 도달하기 전에 기상에서 미리 분해되어 불순물 원자가 유입되거나 반응 부산물로 인한 오염 없이 증착이 이루어져야 한다. 또한 MOCVD를 이용한 copper seed layer 제조에 관한 연구도 지속적으로 진행되어 지고 있다.

2. 실험방법

구리 박막을 증착하기 위해 사용된 반응기는 bubbler를 이용해 증착하는 콜드월(cold wall)형태였고, 전구체로는 나노테라소재화학에서 새롭게 합성한 (hfac)Cu(DMB) (hfac=hexafluoroacetylacetonate, DMB=3,3-dimethyl-1-butene)를 사용하였다. 전구체는 bubbler에 담아 일정온도(45°C)를 유지하고 운반기체(Ar)는 50sccm을 사용했다. 전체압력은 capacitance manometer에 의해 측정하고 반응기와 로터리 펌프사이의 throttle valve로 전체압력을 일정하게 유지한 후 실험하였다. 반응기의 전체 압력은 0.3Torr이고, 기판온도는 저항가열방식의 히터를 사용하여 125 ~ 275°C의 범위에서 실험을 하였다. 증착에 사용한 기판은 Si wafer위에 PVD법으로 증착된 polycrystalline TiN이었다. 증착된 박막의 비저항, 결정성, 표면 반사도, 표면 morphology를 관찰하였다.

3. 실험결과

구리 박막은 100°C부터 증착이 되었으며 증착속도는 현재 많이 알려진 구리 전구체인 (hfac)Cu(VTMS) (VTMS=vinyltrimethylsilane)와 (hfac)Cu(ATMS) (ATMS=allyltrimethylsilane)보다 3 ~ 7 배 정도 높게 나타났다. 증착 온도에 따른 박막의 비저항을 측정하였는데 175 ~ 250°C 온도범위에서 벌크 구리와 비슷한 비저항을 보였으며 모든 증착온도범위에서 $4\mu\Omega\text{-cm}$ 이하의 낮은 값을 나타내었다. 고온 증착의 경우 비저항이 증가하는 것은 전구체의 분해에 의한 불순물 함유와 그레인과 그레인간의 연결부분에 void가 형성되기 때문이다.

결정성을 확인하기 위해 XRD(x-ray diffraction)를 측정하였으며 우수한 (111) 배향성을 가진 다결정성의 구리 박막을 얻을 수 있었고, $I(111)/I(200)$ [I=intensity]비 또한 고온일수록 크게 나타났다. SEM으로 표면을 관찰한 결과 250°C이하에서 증착된 박막에서는 그레인들간의 연결이 조밀함을 확인할 수 있었다. 표면 거칠기는 증착온도가 높아질수록 거칠어졌다.