

기판재료에 따른 CVD Cu막 성장특성 비교

인하대학교 금속공학과 한성희, 이종무

1. 서론

ULSI의 상부배선 재료로 유력시되고 있는 CVD Cu는 기판재료의 종류에 따라 deposition kinetics와 막특성에 상당한 차이를 나타낸다. 본 연구에서는 $\text{Cu}(\text{hfac})_2$ 를 Cu source로 사용하여 MOCVD법에 의하여 Si, SiO_2 , BPSG, Ti, TiN기판상에 Cu막을 형성하고 deposition kinetics와 Cu막특성에 관하여 조사하였다.

2. 실험방법

MOCVD를 이용하여 Ti(300 Å), PECVD- SiO_2 (1000 Å), BPSG(1000 Å)상에 Cu막막을 증착하였다. $\text{Cu}(\text{hfac})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ MO(metal organic) source를 70°C로 가열되는 bubbler에서 H_2 carrier gas를 사용하여 반응기내로 주입하였으며, 증착속도를 향상시키기 위해 H_2O 를 bubbler에서 H_2 gas를 사용하여 별도의 line을 통해 공급하였다. 기판 가열온도는 350°C~450°C로 유지하였으며, source gas의 유량은 반응기내의 전체 압력을 metering valve를 이용하여 1.5torr를 유지함으로써 일정하게 하였다. 이렇게 증착한 시편들에 대하여 XRD, SEM, four-point probe 등을 사용하여 분석하였다.

3. 실험결과

본 실험을 통하여 얻은 중요한 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) Ti, SiO_2 및 BPSG상에서의 Cu막의 deposition kinetics와 morphology는 서로 유사하다. Activation energy가 거의 같은 것으로 보아 substrate재료가 Cu막의 성장 mechanism에 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다.
- 2) TiN상에 증착한 Cu막은 고립된 island를 형성하며, 장시간 deposition해도 연속된 막을 이루지 못한다.
- 3) Ti상에서는 450°C에서 금속간화합물 Cu_3Ti 가 생성되기 시작하고 SiO_2 에서는 400°C에서 금속간화합물 Cu_{15}Si 가 생성되기 시작하는 것으로 나타났다.
- 4) Ti기판표면을 sputter etching하여 cleaning해 준 다음 Cu를 deposition하면 핵생성이 활발해져 Cu막의 grain size가 감소되고 전체적으로 deposition rate가 증가하지만, (111)배향성은 약간 저하된다.
- 5) BPSG상에 Cu를 deposition하는 경우와 SiO_2 상에 Cu를 deposition하는 경우를 비교할 때 전자가 후자에 비해 deposition rate는 더 낮지만, Cu막의 (111)배향성이 더 좋으며, Cu막의 비저항도 더 낮다.
- 6) BPSG상에서 성장된 Cu막이 SiO_2 상에서 성장된 Cu막보다 비저항이 더 낮은 이유는 SiO_2 -Cu계면에서는 금속간화합물 Cu_{15}Si 가 생성되는 반면, BPSG-Cu계면에서는 금속간화합물이 생성되지 않기 때문이다.
- 7) Ar분위기에서 열처리한 Cu막보다 H_2 분위기에서 열처리한 Cu막의 (111)배향성이 더 우수하다.