

MOCVD 방법으로 증착된 TaN와 무전해도금된 Cu 박막 계면의 열적안정성 연구

Thermal Stability of the Interface between TaN Deposited by MOCVD and Electroless-plated Cu Film

서울시립대학교 재료공학과 이은주, 김정식

기존의 금속 배선공정에서 사용되는 Al합금에 비해 비저항이 낮고, electromigration 저항성이 우수한 Cu는 차세대 집적회로의 배선재료로서 활발한 연구대상이 되고 있다. 그러나 Cu를 배선재료로 사용되기 위해서는 Cu가 Si 기판내로 쉽게 확산하고, Cu-Si 화합물을 형성하여 회로의 성능 저하를 일으키는 문제점이 해결되어야 하며, 이러한 Cu 확산을 방지하기 위해서 Cu와 Si 사이에 확산방지막의 개발이 필수적이다. 확산 방지막으로 가능성이 높은 재료중 TaN은 우수한 열적 안정성과 확산 저항 특성 때문에 전망있는 후보 재료로 고려되고 있으며, 본 연구에서는 Si 기판위에 MOCVD법에 의해 TaN 확산 방지막을 증착하고, 차세대 집적회로에 배선재료로서 사용될 가능성이 높은 Cu 금속을 무전해도금으로 증착시킨 후 집적회로 공정에 필요한 열적 안정성에 대하여 고찰하였다.

본 실험에서는 MOCVD 방법으로 TaN 박막을 증착하기 위해 금속 유기물질 원료인 PEMAT를 사용하고, carrier gas로 Ar을, reactant gas로는 수소 플라즈마를 사용하였다. 또한, TaN 증착 후 Cu막을 증착하기 위해 증착속도가 빠르고, 경제적이며, 선택적 증착이 가능한 무전해도금법을 이용하였으며, Cu의 무전해도금에서는 먼저 시편을 PdCl₂ 묽은 용액에서 활성화시킨 후에 CuSO₄를 구리원으로 하고 Formaldehyde를 환원제로 사용하여 도금하였다. 이와 같은 Cu/TaN/Si 구조의 열처리 온도와 분위기에 따른 열적 안정성을 알아보기 위해 300°C ~ 700°C의 온도구간에서 H₂ 와 Ar 분위기로 각각 열처리시켰으며, 4-point probe를 이용하여 면저항을 측정하였고, SEM으로 표면조직을 관찰하였다. 또한, XRD를 이용하여 박막의 결정화 정도와 생성된 화합물을 분석하였고, AES 분석을 하여 시편 내부의 계면반응을 관찰하였다.

Cu/TaN/Si 구조를 H₂ 환원 분위기에서 열처리시켰을 경우에 XRD와 SEM 분석 결과 열처리 온도가 증가하면서 결정립 성장이 일어나 Cu박막의 미세구조 특성이 개선됨을 알 수 있었다. 또한, AES 분석으로 열처리 온도에 따른 계면반응 상태를 조사한 결과, 650°C 온도에서는 Cu가 TaN 확산방지막을 통과하여 Si 기판내로 확산함으로서 계면에서 Cu-Si 중간화합물을 형성하였다. Ar 비활성 분위기에서 열처리시킨 경우에는 Ar 가스내에 함유된 미량의 O₂ 불순물의 영향으로 열처리 온도가 증가함에 따라 Cu₂O 산화물이 생성되어 Cu 박막의 특성이 H₂ 분위기 보다 더 낮은 온도에서 나빠지기 시작하였다.