

MOCVD 방법으로 증착된 TaN와 무전해 도금된 Cu박막 계면의 열적 안정성 연구
 Thermal stability of the interface between TaN deposited by MOCVD
 and Electroless-plated Cu film

서울시립대학교 재료공학과 이은주, 김정식
 한양대학교 재료공학과 황용립
 한양대학교 전자공학과 오재용

기존 금속 배선 공정에서 사용되는 Al합금에 비해 비저항이 낮고 electromigration 저항성이 큰 재료인 Cu는 초고집적 회로에서 Al합금을 대체할 차세대 배선재료로서 활발한 연구대상이 되고있다. 그러나 Cu가 배선재료로 사용되려면 해결될 문제들이 몇 가지 있으며 그 중에서 선행되어야 할 문제는 Cu가 Si기판 내로 확산하여 Cu-Si 화합물을 형성, 회로 성능 저하를 일으키는 문제를 방지하기 위하여 확산방지막을 개발하는 것이다. 최근, Cu 확산을 억제시킬 수 있는 확산방지막으로 가능성이 높은 재료중 TaN이 우수한 열적 안정성과 확산 저항 특성 때문에 전망 있는 후보재료로 고려되고 있다. 본 연구에서는 Si 기판위에 MOCVD (Metalorganic chemical vapor deposition) 법에 의해 TaN 확산 방지막을 증착하고, 그 위에 무전해 도금으로 Cu를 증착시킨 다음 후열처리 조건에 따른 Cu 배선재료와 TaN 확산방지막의 열적 안정성에 대하여 고찰하였다.

본 실험에서는 TaN을 MOCVD법으로 증착하기 위해 금속 유기물질 원료인 PEMAT (Pentakis ethylmethylamino tantalum)를 사용하고, carrier gas로 40sccm의 Ar을 사용하였다. 증착시 기판온도는 300℃였으며, reactant gas로는 수소플라즈마를 사용하였다. TaN 증착후 Cu막 증착에는 증착속도가 빠르고 경제적이며, Cu의 선택적 증착이 가능한 무전해도금법을 이용하였다. Cu의 무전해도금에서는 구리도금 용액의 기본조성으로 구리 원은 CuSO_4 , 그리고 환원제는 formaldehyde를 사용하였으며, 도금하기 전에 PdCl_2 묽은 용액으로 활성화처리 시켰다. 도금 상태는 도금액의 온도, pH, 도금시간 등의 조건에 민감하기 때문에 이 실험에서는 도금액 32℃, pH 12, 도금시간 5분의 일정한 조건으로 도금하였다. 열적 안정성을 알아보기 위하여 p-type Si기판위에 MOCVD TaN막과 그 위에 무전해도금으로 Cu막을 증착한 시편을 350℃ ~ 700℃의 여러 온도범위에서 H_2 분위기 하에 30분간 등온 열처리를 행하였다. 증착된 박막은 SEM (Scanning electron microscopy)으로 두께를 측정하고 열처리 후 표면조직을 관찰하였다. 각 시편의 면저항은 4-point probe를 이용하여 측정하였고, XRD(x-ray diffraction)를 이용하여 열처리 후 박막의 결정화 정도와 생성된 화합물을 분석하였다. 그리고, 깊이에 따른 성분의 변화를 알아보기 위해 AES(Auger Electron Spectroscopy) 분석을 하였다.

각각 열처리 온도에 따른 Cu 배선막의 표면 및 Cu/TaN 계면의 반응을 분석한 결과 SEM 표면관찰과 XRD 분석에서의 Cu peak을 통해 열처리 온도가 증가하면서 Cu 결정성장이 일어남을 알 수 있었다. 4-point probe로 면저항을 측정한 결과 열처리 온도 650℃ 이전에서는 낮은 면저항값을 갖다가 650℃ 이상에서 면저항값이 크게 증가하였으며, 또한 XRD 분석에서 650℃ 이전에서는 주로 Cu 피크가 나타났으나 650℃ 이상에서 Cu-Si계 화합물 피크가 나타나는 것으로 보아 650℃에서는 TaN막이 Cu층과 Si기판 사이의 확산방지막으로서의 역할을 하지 못함을 알 수 있었다.