

Effects of hydrogen and ammonia partial pressure on MOCVD Co/Ta_x layer for Cu direct electroplating

박재형, 문대용, 한동석, 윤돈규*, 박종완*[†]

한양대학교 나노반도체공학과; *한양대학교 신소재공학과
(jwpark@hanyang.ac.kr[†])

소자가 고집적화 됨에 따라, 비저항이 낮고 electro migration (EM), Stress Migration (SM) 특성이 우수한 구리(Cu)를 배선재료로서 사용하고 있다. 그러나, 구리는 Si과 SiO₂의 내부로 확산이 빠르게 일어나, Si 소자 내부에 deep donor level을 형성하고, 누설 전류를 증가시키는 등 소자의 성능을 저하시킬 수 있는 문제점을 가지고 있다. 그러나, electroplating 을 이용하여 증착한 Cu 박막은 일반적으로 확산 방지막으로 쓰이는 TiN, TaN, 등의 물질과의 접착 (adhesion) 특성이 나쁘다. 따라서, Cu CMP 에서 증착된 Cu 박막의 벗겨지거나(peeling), EM or SM 저항성 저하 등의 배선에서의 reliability 문제를 야기하게된다. 따라서 Cu 와 접착 특성이 좋은 새로운 확산방지막 또는 adhesion layer의 필요성이 대두되고 있다.

본 연구에서는 이러한 Cu 배선에서의 접착성 문제를 해결하고자 Metal organic chemical vapor deposition (MOCVD)을 이용하여 제조한 코발트(Co) 박막을 Cu/Ta_x 사이의 접착력 개선을 위한 adhesion layer로 적용하려는 시도를 하였다. Co 는 비저항이 낮고, Cu 와 adhesion이 좋으며, Cu direct electroplating 이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 하지만, 수소 분위기에서 C₁₂H₁₀O₆(Co)₂ (dicobalt hexacarbonyl tert-butylacetylene, CCTBA) 전구체에 의한 MOCVD Co 박막의 경우 탄소, 산소와 같은 불순물이 다량 함유되어 있어, 비저항, surface roughness 가 높아지게 된다. 따라서 구리 전착 초기에 구리의 핵 생성(nucleation)을 저해하고 핵 생성 후에도 응집(agglomeration)이 발생하여 연속적이고 얇은 구리막 형성을 방해한다. 이를 해결하기 위해, MOCVD Co 박막 증착 시 수소 반응 가스에 암모니아를 추가로 주입하여, 수소/암모니아의 분압을 1:1, 1:6, 1:10으로 변화시켜 Co/Ta_x 박막의 특성을 비교 분석하였다. 각각의 수소/암모니아 분압에 따른 Co/Ta_x 박막을 TEM (Transmission electron microscopy), XRD (X-ray diffraction), AES (Auger electron spectroscopy)를 통해 물성 및 조성을 분석하였고, AFM (Atomic force microscopy)를 이용하여, surface roughness를 측정하였다.

실험 결과, Co/Ta_x 박막은 수소/암모니아 분압 1:6에서 90 μΩ-cm의 낮은 비저항과 0.97 nm 의 낮은 surface roughness 를 가졌다. 뿐만 아니라, MOCVD 에 의해 증착된 Co 박막이 4-6 % concentration 의 탄소 및 산소 함량을 가지는 것으로 나타났고, 24nm 크기의 trench 기판 위에 약 6nm의 Co/Ta_x 박막이 매우 균일하게 형성된 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과들은, 향후 Co/Ta_x 박막이 Cu direct electroplating 공정이 가능한 diffusion barrier로서 성공적으로 사용될 수 있음을 보여준다.

Keywords: Copper interconnect, MOCVD, CCTBA, Adhesion layer, Direct electroplating