

통계적 실험 방법에 의한 Ta 및 TaN 박막의 증착 특성

Characteristics of Sputtered Ta and TaN films
by Statistical Method

서유석, 박대규, 이상협, 김삼동, 김정태

경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1, 현대전자 선행기술연구소

+82-336-630-4472, yssuh@sr.hei.co.kr

Ta 및 TaN은 Cu와 열역학적으로 안정하여 두상이 서로 반응하지 않으며 Ta내에서 Cu의 확산속도는 매우 낮다. 또한 Ta과 TaN은 비저항이 낮고 oxide와 우수한 접착력을 가지므로 차세대 ULSI 소자의 배선재료로 유력한 Cu 배선의 확산 방지막으로 연구되고 있다.

Cu 배선의 확산 방지막으로 사용하기 위한 Ta 박막의 최적 공정조건을 RS/1 통계적 실험법을 이용하여 조사하였다. 최적의 실험 조건을 찾기 위하여 반응 표면 분석법 (response surface analysis)을 이용하였다. 공정 변수로는 증착 압력, 증착 전력, 증착 온도로 선정하였고, 이 공정 변수에 대한 증착속도, 비저항, 면저항의 균일도, reflectivity, stress 등의 증착특성을 조사하여 각 공정변수가 공정결과에 미치는 영향을 검토하였다. TaN 박막은 reactive sputtering으로 증착 하였으며 N₂ 유량과 plasma power에 따른 hysteresis 측정을 통하여 증착조건(nitrided / metallic mode)을 확인하여 일정한 전력에서의 N₂ 유량에 따른 물성을 조사하였다. 각 시편의 증착상태의 특성을 조사하기 위해 Rs 및 Rs uniformity(3 σ), reflectivity 및 stress를 측정하였다. XRD, AFM 분석을 통하여 박막의 phase 및 우선 방위, 그리고 표면 거칠기를 관찰하였다. Plan-view TEM 관찰을 통하여 박막의 결정립의 크기를 조사하였으며 SAD(selected area diffraction) Pattern을 이용한 상분석으로 XRD 결과와 비교하였다.

Ta 박막의 증착속도, 비저항, 면저항의 균일도, stress 특성 실험의 신뢰도를 파악하기 위한 model의 fitness는 회귀 분석을 통한 R-sq 로 나타낼 때 각 공정 변수의 상호작용에 대한 풀링 (pooling)을 실시하지 않은 model의 분석 결과는 0.85 ~ 0.9의 R-sq 값을 얻을 수 있었다. Ta 박막은 β -Ta상을 가졌으며 비저항은 175 $\mu\Omega$ cm 정도였다. TaN 박막은 pseudo-metallic 영역에서 fcc-TaN과 hexagonal-TaN의 혼합상을 보이며 ~225 $\mu\Omega$ cm의 비저항을 얻었다.