

고집적 반도체 배선용 합금구리박막의 미세구조 및 전기적 특성 평가

(Microstructural and Electrical Properties of Cu(Mg) Thin Films for ULSI Interconnects)

김병희, 안정옥, 백종민, 주영창
서울대학교 재료공학부

Abstract

반도체 소자의 고집적화에 따라 배선의 선폭은 더욱 미세화되어, 배선용 재료의 낮은 저항과 높은 Electromigration에 대한 내성을 요구하게 되었다. 구리는 알루미늄보다 이러한 요구에 부합하는 재료이지만, 높은 전류밀도에 의한 Electromigration문제와, 구리의 유전체로의 확산, 절연막과의 접착력에 문제가 나타나고 있다. 이러한 구리배선의 문제점들을 해결하기 위한 방법들 중의 하나가 구리에 소량의 합금원소를 첨가시킨 합금구리를 사용하는 것이다.

본 연구에서는 합금원소로 마그네슘을 이용하여 Cu(Mg)박막을 형성하고, 미세구조 분석 및 전기적 특성을 평가하였다. X-Ray Diffraction를 이용하여 박막의 배향성을 살펴본 결과, Cu(Mg)박막은 (220)방향의 우선 배향성을 보이고 있어 (111)방향의 우선 배향성을 보이는 순수한 Cu와 다른 양상을 나타냈다. (220) 방향으로의 성장은 변형을 에너지를 최소화하는 성장기구로 알려져 있는데, 첨가된 소량의 Mg 원자에 기인하는 것으로 판단된다. 또한 열처리 후의 결정립 크기를 투과전자현미경을 이용하여 관찰했을 때 26nm로 순수한 Cu의 수백nm 수준과 비교하여 매우 작은 것을 알 수 있었다. 초기 증착 상태에서 $3\mu\Omega\text{cm}$ 수준을 나타냈던 비저항은 열처리 후에 $1.8\mu\Omega\text{cm}(@400\text{nm})$ 까지 감소하는 결과를 얻었다. MOS구조에서 전기장과 온도를 가하여 절연막의 누설 전류를 통한 TTF(Time To Failure)를 측정하였다. Cu(Mg)의 경우 순수 Cu에 비하여 SiO_2 의 TTF가 6배 이상 길고 이때의 activation energy는 Cu의 1.17eV보다 큰 1.73eV였다.

