

E101

펄스전해증착법에 의해 형성된 ULSI 배선용 구리 박막의 특성 연구 Characteristics of Copper film by Pulsed Electrodeposition for ULSI interconnection

이경우, 신창희*, 박종완

한양대학교 금속공학과, 한양대학교 미세구조반도체공학과*

최근 반도체 소자의 집적도가 증가함에 따라 배선의 폭은 감소하고 길이는 증가하게 되어 기존의 알루미늄 배선으로부터 구리 배선으로의 천이가 가속화되고 있다. 구리는 $1.7 \mu\Omega\text{cm}$ 의 낮은 전기저항을 가지고 있으며 알루미늄에 비하여 electromigration에 대한 저항성이 높기 때문에 차세대 배선 재료로서 크게 대두되어 왔다. 그러나 구리는 기존의 플라즈마 에칭으로는 식각이 곤란하므로 이러한 식각 곤란성을 해결하기 위해서 절연물질을 식각하여 trench 또는 via를 형성한 후 구리를 채워 넣고 화학기계적 연마를 진행하는 상감공정에 의해 배선을 형성하고 있다. 따라서 구리의 gap filling 능력이 크게 대두되게 되었는데 전해증착법은 이러한 gap filling 능력이 뛰어나고 공정비가 저렴하며 증착 속도가 빠르다는 등의 장점이 있어 현재 크게 각광을 받고 있다. 따라서 본 연구에서는 확산방지막으로 사용되는 Ta 및 TaN 상에 전해 증착법을 이용하여 구리 박막을 형성하여 미세 패턴 적용을 위한 via 충전 특성 및 전기적, 물리적 특성에 대하여 연구하였다.

실험방법은 구리 전해증착을 위한 기판으로서 $\text{Cu}(200\text{--}1500 \text{ \AA})/\text{Ta}$ or $\text{TaN}(200 \text{ \AA})/\text{dielectric}/\text{Si}$ 의 구조를 sputter를 이용하여 형성하였다. 전류파형은 펄스전류를 사용하였으며 평균 전류밀도는 $15\text{mA}/\text{cm}^2$ 로 실험하였다. 제조된 구리 박막은 SEM, XRD, 4-point probe, TEM 등을 이용하여 분석하였으며 열처리 전후의 특성을 관찰하기 위해서 500°C 에서 1시간 동안 진공열처리를 하였다.

펄스 전류를 이용한 전해증착법으로 $0.25\mu\text{m}$ 직경에 종횡비가 6:1인 via hole에 성공적으로 충전을 할 수 있었다. 전해액에 소량의 첨가제를 넣어 주었을 경우 bottom up process에 의한 구리 충전이 일어남을 확인할 수 있었으며 TEM 관찰 결과 충전된 구리의 grain은 via나 trench의 크기에 따라 다르게 나타나지만 twin에 의한 변형이 일어난 것을 관찰할 수 있었다.

500°C 열처리 후 구리 박막은 $1.8 \sim 2.0 \mu\Omega\text{cm}$ 에 이르는 낮은 전기저항을 나타내었으며 구리의 grain size는 대략 두께의 1 ~ 2 배에 달하는 bamboo 구조를 보였다.