

Ag, Cu 박막금속화에서의 역 엘렉트로마이그레이션에 관한 연구

김대일 김진영

(광운대학교 전자재료공학과)

엘렉트로마이그레이션은 박막금속화에 인가 되어지는 높은 전류밀도로 인하여 음극쪽에서 양극쪽으로 향하는 물질이동에 의하여 발생한다. 이러한 엘렉트로마이그레이션 현상은 박막금속화에 void와 hillock을 야기시킴으로써 고밀도 집적회로 소자의 결함원인이 되어 평균수명 및 신뢰도에 큰 영향을 끼치는 것으로 밝혀지고 있다. 본 논문에서는 금속이온의 물질이동방향이 양극쪽에서 음극쪽을 향하게 되는 역 엘렉트로마이그레이션 현상을 연구하기 위하여 Ag, Cu 박막을 전자빔증착기틀 이용하여 유리기판위에 약 1000Å을 증착하고 3×10^5 (A/cm²)의 DC를 인가하였다. Ag, Cu 박막 금속화에서의 물질이동은 광학현미경과 SEM사진으로 관찰하였다. Void와 hillock은 양극과 음극에서 각각 발생하였으며 이는 역 엘렉트로마이그레이션 현상으로 Coulombic force에 의한 것으로 사료된다.

I. 서론

고집적화 기술의 발전으로 인하여 ULSI 반도체 소자에서는 박막 상호 연결선의 폭이 마이크로미터 이하로 미세화 되고 있다. ULSI 회로설계시 금속박막은 높은 전기전도도, 열적 화학적 안정성 그리고 엘렉트로마이그레이션에 대한 강한 저항성을 필요로 한다. 특히 기존의 알루미늄을 기본으로 하는 반도체 소자의 금속 미세회로에서는 엘렉트로마이그레이션에 의한 결함발생이 가장 큰 문제로 나타나고 있다. 따라서 본 연구에서는 엘렉트로마이그레이션으로 인한 박막금속화에서의 물질이동 방향성에 관한 연구를 하여 엘렉트로마이그레이션에 의한 결함발생을 막고 반도체 소자의 평균수명 및 신뢰성 향상에 기여 하고자 한다.

II. 실험방법

박막금속화에 사용된 기판은 현미경용 유리로 증착전 초음파 세척기로 증류수, 트리클로로 에칠렌, 아세톤, 메틸알콜을 이용하여 4단계 세척을 하였다. Ag, Cu박막

은 전자빔 증착기를 이용하여 $20 \times 1 \text{mm}^2$ 의 엘렉트로마이그레이션 측정용 pattern에 증착하였다. 초기진공도는 1×10^6 torr 이었고 2A/sec 의 증착율로서 박막의 두께는 1000\AA 이었다. 증착된 Ag, Cu 금속박막의 양 전극에 프로브를 사용하여 $3 \times 10^5 (\text{A/cm}^2)$ 의 DC 전류밀도를 인가하였고 전기적 개방후 hillock과 void의 생성은 SEM과 투과 광학현미경으로 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

Ag, Cu의 박막금속화에서는 기존의 알루미늄을 기본으로 하는 박막금속화의 경우와는 반대로 양극에서 void가, 음극에서는 hillock이 형성되었다. 이는 역 엘렉트로 마이그레이션 현상으로 Coulombic force에 의한 것으로 사료된다.

IV. 결론

전자-빔 증착기로 증착한 Ag, Cu 박막금속화에 DC $3 \times 10^5 (\text{A/cm}^2)$ 의 전류밀도를 인가한 후에 발생하는 결합분석과 엘렉트로마이그레이션 현상의 방향성에 관한 연구 결과에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. Ag, Cu 박막금속화에서는 역 엘렉트로마이그레이 현상에 의해 양극에 void 음극에 hillock이 형성된다.

2. Ag, Cu 박막금속화의 물질이동 구동력은 Coulombic force에 의한 것으로 판명되어지며 따라서 금속양이온의 물질이동 방향은 양극에서 음극을 향하게 된다.

이러한 결론으로부터 엘렉트로마이그레이션 현상의 방향성은 박막금속화에 사용되는 재료에 따라 다르며 이를 이용하여 엘렉트로마이그레이션에 대한 저항성을 높일 수 있는 가능성을 보인다.