

## 스퍼터링 증착압력이 구리박막의 미세구조에 미치는 영향 Influence of sputtering pressure on the microstructure of Cu thin film

한양대학교 재료공학과 조 철호, 김 영호

### 1. 서론

최근 전자소자와 부품의 소형화, 고집적화 추세에 따라 박막공정이 전자산업 전반에 걸쳐 사용되고 있다. 박막의 특성은 미세구조에 따라 크게 달라지므로 박막의 미세구조 분석은 박막 특성을 향상시키기 위해 매우 중요하다. 스퍼터링 방법으로 증착시킨 박막의 미세구조는 증착공정에 따라 달라지는데 지금까지는 증착공정에 따른 박막 미세구조의 연구에 주로 SEM을 사용하였다. 이러한 박막의 미세구조를 TEM으로 관찰하면 보다 자세하고 정확한 결과를 얻을 수 있으므로 본 실험에서는 스퍼터 증착압력에 따른 박막의 미세구조를 TEM으로 관찰하여 고분해능 SEM의 결과와 비교하였다.

### 2. 실험방법

미세구조 관찰을 위한 시편제조는 두가지 방법으로 행하였다. 처음 방법에서는 알루미늄 위에 폴리이미드 presursor를 spin coating하여 박막 증착용 기판으로 사용하였다. 산소기체로 폴리이미드 기판 표면을 고주파 플라즈마 에칭을 한 후, 구리박막을 각각 5, 50, 100 mtorr로 증착압력을 변화시켜가며 직류마그네트론 스퍼터링 방법으로 4000 nm 증착시켰다. TEM 시편 제작을 위해 폴리이미드 에칭 용액으로 박막과 폴리이미드를 분리시키고, 시편의 위·아래를 동시에 ion beam etching시켜 그 중간 부분을 TEM으로 관찰하였다.

두번째 경우는 직류마그네트론 스퍼터링법으로 완전히 curing된 폴리이미드 필름(Upilex-s) 위에 Cr(50 nm)과 Cu(1000 nm)를 연속적으로 증착하였다. 이때 접착층인 Cr의 증착압력은 5 mtorr로 일정하게 유지하였으나 Cu의 증착압력은 각각 5, 50, 100 mtorr로 변화시켰다. 기판과 금속 박막을 분리시킨 후, Ion milling 장치를 사용하여 시편의 아래쪽(Cr 층)을 선택적으로 etching시켜 Cu 층의 표면쪽을 TEM으로 관찰하였으며, 고분해능 SEM으로 시편의 평면을 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

TEM과 SEM을 통한 미세구조 관찰에서 증착압력에 따른 미세구조의 뚜렷한 변화를 관찰할 수 있었다. 증착압력이 증가할수록 박막은 밀도가 떨어져 주상정의 형태로 자랐으며 이러한 주상정들 사이에는 미세균열 또는 열린 계면들이 존

재하였다. 증착압력이 5 mtorr인 경우에는 매우 치밀한 구조를 가지고 있어서 열린 계면은 관찰할 수 없으나 SEM 관찰에서 표면에 약간의 굴곡이 발견되었다. 이 경우 TEM으로 관찰한 결정립의 모양은 Cu를 4 $\mu\text{m}$  증착하고 그 중간 부분을 관찰한 경우에는 작은 결정립들이 큰 결정립을 둘러싸고 있는 bimodal 형태를 이루었으나, Cu를 1 $\mu\text{m}$  증착하고 그 표면을 관찰한 경우에는 결정립들이 등축정 형태를 이루었다. 증착압력이 50 mtorr, 100 mtorr로 증가함에 따라 박막은 주상정 조직이 발달되었으며 열린계면이 많아지고 그 폭도 커졌다. 주상정 조직 내부에는 여러개의 등축정 형태의 결정립들이 존재함을 TEM에서 확인하였다. (Fig. 1 참조) 이러한 증착압력에 따른 미세구조 변화는 증착되는 원자와 알곤 이온간의 산란에 의해 나타나는 그림자 효과(atomic shadowing effect) 때문이며 Thornton의 조직영역 모델과 비교하여 5 mtorr 증착시편은 천이영역(Zone T), 50 mtorr, 100 mtorr 증착시편은 영역 1(Zone 1)에 해당하였다.

#### 후기

본 연구는 한국과학재단 목적기초특정연구과제 지원(과제번호:95-0300-08-01)에 의해 이루어 졌으므로 이에 감사드립니다.

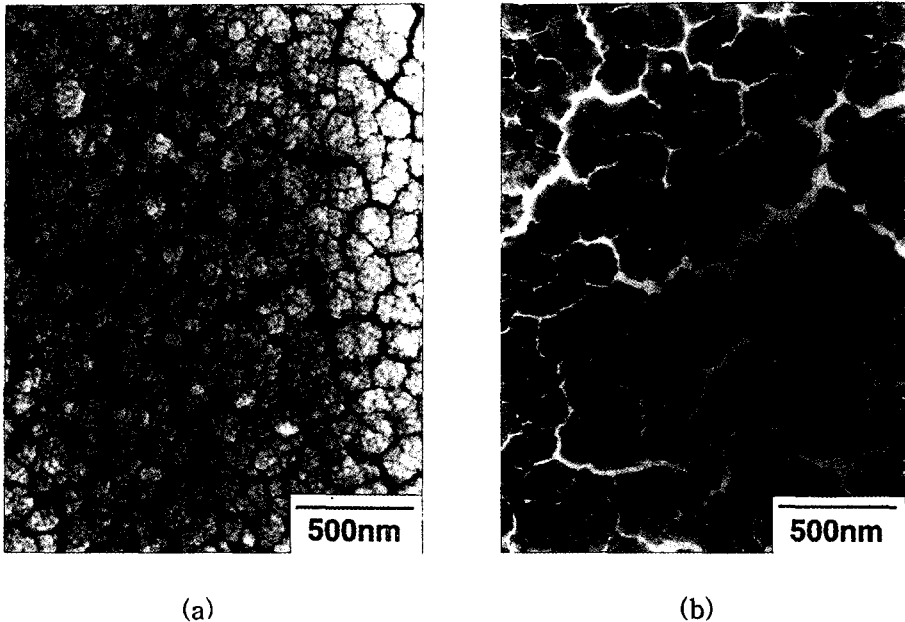


Fig. 1. SEM and TEM images showing the microstructure of near surface regions in Cu thin films. (a) 100 mtorr, 1000 nm, SEM (b) 100 mtorr, 1000 nm, TEM