

다층 박막 TEM 시료의 이온 밀링

정 영우, 김현하, 이 정수
LG 종합기술원

단면 관찰용 TEM 시편 준비에 있어서 이온 밀링법은 비교적 쉽게 시편 제작을 할 수 있으나 다층 박막 재료에 있어서 각 층 재료들의 sputtering rate 차이로 인한 differential thinning 현상이 문제가 되어왔다. 이를 극복하기 위한 노력으로 시편에 입사 되는 이온빔을 4° 이하의 저각을 사용하여 문제를 해결하려는 low angle ion milling 법과 특정 방향에서 집중적으로 이온빔을 입사 시켜 밀링 하는 방법이 연구되고 있다. 본 연구에서는 이 중 후자를 이용한 방법인 rocking-angle 법과 sector speed control 법에 대해 비교해 보고자 한다.[1]

Rocking-angle 이온 밀링법은 마주 보게 접착한 film interface axis(FIA)를 이온빔에 수직하게 놓고 이온빔에 대하여 시편을 적당한 rocking-angle 범위 내에서 oscillation 하는 방법이다.[2] Sector speed control 법은 이온빔이 시편의 FIA 와 수직한 \pm sector 범위(main sector)에서는 시편을 느리게 회전하고 이온빔과 FIA 가 평행한 \pm sector(sub sector)에서는 빠르게 회전하는 방법이다. 본 실험에서는 $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{ITO}/\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{Si}$ 의 다층 구조 시편에 대해 일반적으로 단면 투과 전자 현미경 시편 준비법으로 많이 알려진 bonding, cutting, polishing, 3mm disk cutting, dimpling 과정으로 시편을 제작하였다.[3] Dimpling 시에는 dimple 중심 부위가 $5\mu\text{m}$ 이 되도록 두께 조절을 하였다. 이온 밀러 사용 조건은 4 kV, 1 mA, incidence beam angle 15° 에서 #1 시편의 경우 rocking-angle 60° 범위 내에서 4rpm의 속도로 1시간 동안 oscillation 하였고, #2 시편의 경우 이온 밀러 사용은 #1과 동일하고 main sector angle 60° 의 구간에서는 2rpm, sub sector angle 120° 구간에서는 10rpm으로 360° 회전하며 1시간 동안 이온 밀링하였다. 그림 1은 이온 밀링이 끝난 시편의 광학 현미경 사진이다. Sector speed control 법으로 이온 밀링한 (b)사진에서는 FIA 부분에서 differential thinning으로 인하여 형

성된 bridge 를 관찰할 수 있다. 그림 2 는 TEM 사진으로 FIA 주변을 관찰한 결과이다. Rocking-angle ion-milling 법으로 제작한 시편은 예측한 바와 같이 다층 박막의 모든 층과 interface 를 관찰 할 수 있으나 sector speed control 법으로 제작한 시편은 sputtering 이 잘 되는 층과 sputtering 이 잘 되지 않는 층과의 milling rate 의 차이로 인하여 film 의 내부나 interface 에서 만족한 결과를 얻을 수 없었다.

참고 문헌

- [1] F. Shaapur and K. A. Watson, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. **254**, 153 (1992).
- [2] J. S. Lee, Y. W. Jeong and S. T. Kim, Micros. Res. Tech. **33**, 490 (1996).
- [3] J. C. Bravman and R. Sinclair, J. Electron Microsc. Tech. **1**, 53 (1984).

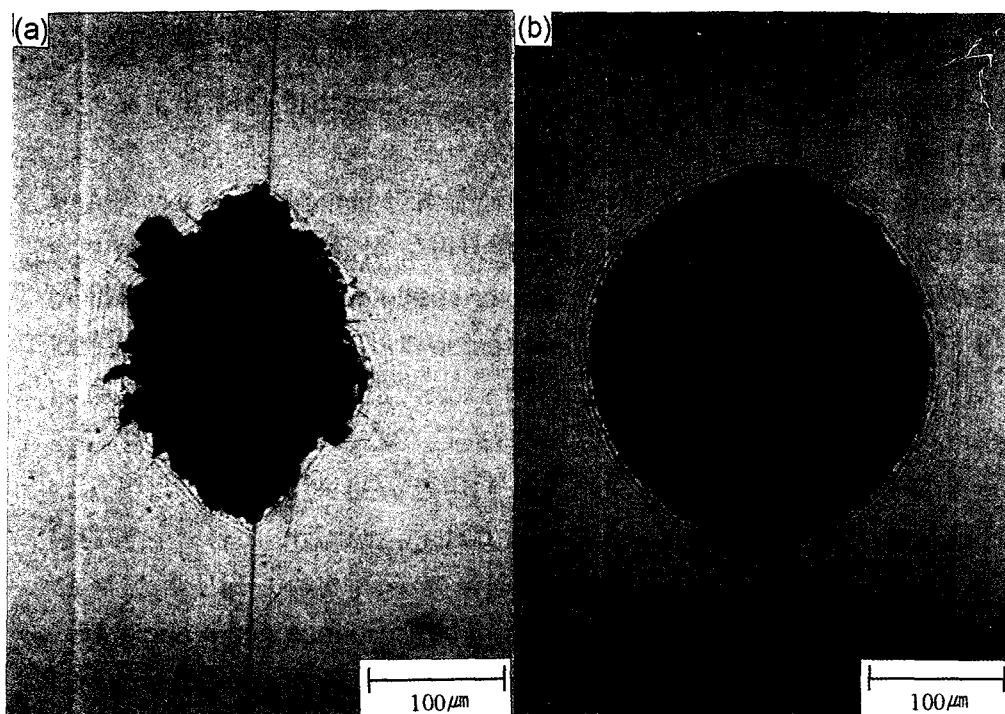
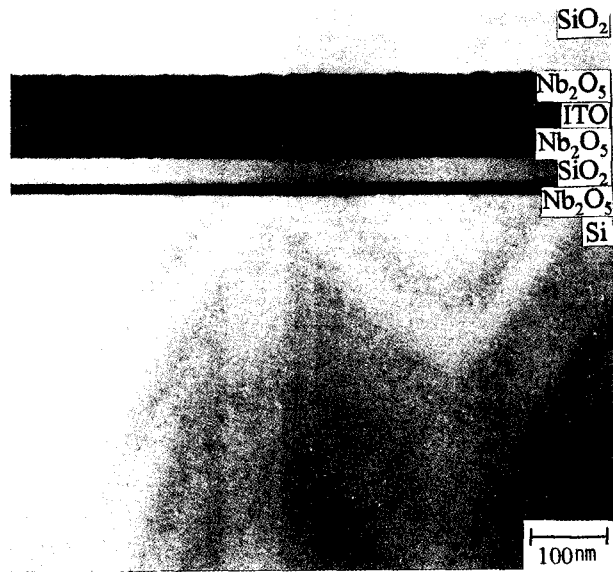
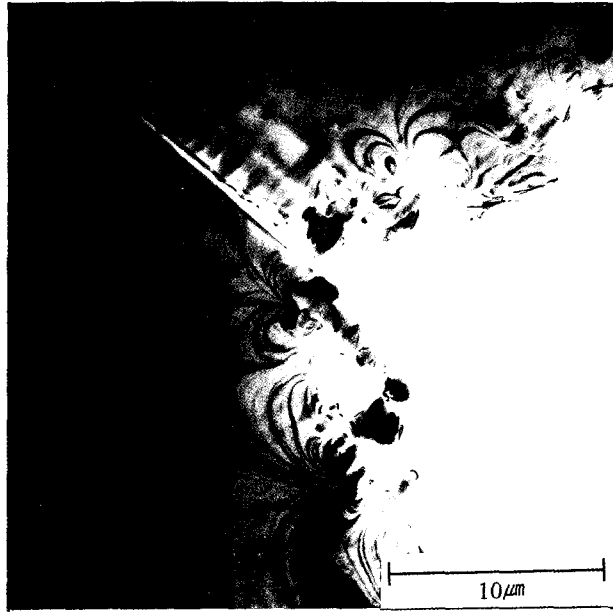


그림 1. (a) Rocking angle 법, (b) Sector speed control 법을 이용한 이온밀링 후 광학현미경 사진



(a)

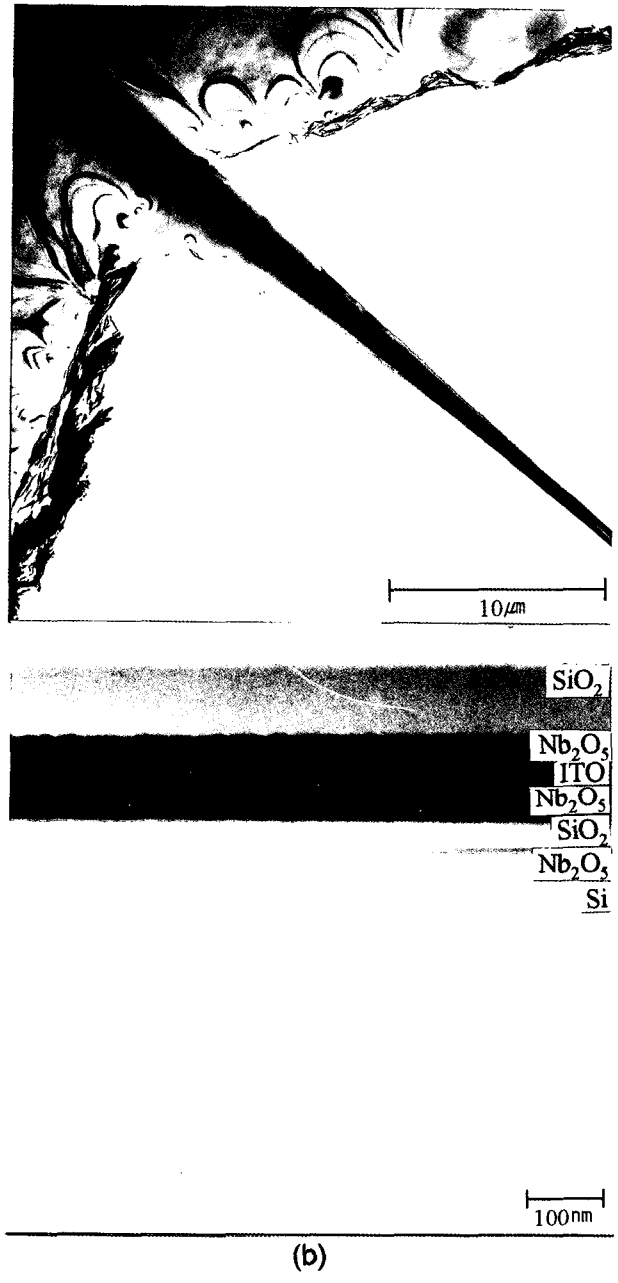


그림 2. (a) Rocking angle 법, (b) Sector speed control 법을 이용한 이온밀링 후 투과전자 현미경 사진