

## Rocking-angle Ion Milling법을 이용한 다층박막재료의 X-TEM용 시편의 제작 및 AFM을 이용한 Surface Morphology 변화에 관한 연구

김현하, 정영우, 이정수

LG전자기술원

전자 산업의 발달과 더불어 미세 영역에서의 내부조직의 구성, 각상의 형상, 미세 조직의 결합과 분포 그리고 국부적인 화학 조성의 변화에 대한 분석 평가가 더욱 중요하게 되면서 단면 전자현미경법이(X-TEM : Cross-sectional Transmission Electron Microscopy) 각광을 받게 되었다. 성공적인 단면 관찰용 TEM 시편을 준비하기 위하여 많은 기술 등이 개발되어 왔으며 일반적으로 시편을 작게 절단하여 접합 시킨 후 dimpling 하여 ion milling 하는 방법이 널리 사용되고 있다. 그러나 ion milling 법으로의 제작에 있어서 sample stage 를 360° 연속으로 회전시키게 되면 각각의 박막 또는 기판과 박막간의 서로 다른 sputtering rate 에 의한 differential thinning 현상이 발생하게 되어 X-TEM 관찰시 각층의 미세조직 관찰이나 interface 부위의 관찰이 어렵게 된다.

이러한 differential thinning 효과를 감소시키기 위하여 sample stage 의 회전을 변화시키는 sector speed control 법, rocking-angle 법[1]과 ion beam 의 입사각을 낮추는(1-4°) low angle ion milling 법 등이 사용되고 있다. 이중 rocking-angle ion-milling 법은 ion beam 을 film 에 수직한 방향에서만 입사 시키는 방법으로, rocking-angle 과 입사 되는 ion beam 의 각도 등을 각각의 조건에 맞게 최적화 시키면 비교적 단시간 내에 만족할 만한 시편을 얻을 수 있음을 알았다[2]. 즉 TEM 에서 관찰되는 image contrast 는 전자빔이 투과되는 지역의 두께, 밀도, 방향성 및 원자번호에 의존하게 되므로 milling rate 이 서로 다른 기판 및 필름이 동시에 전자빔이 투과될 수 있을 정도의 적정 두께 비를 유지하며 milling 될 수 있도록 rocking-angle 과 incidence beam angle 을 조정하여야 한다.

본 연구에서는 전자산업에 응용되고 있는 시편 중 기판과 film 간 또는 film 과 film 사이의 sputtering rate 의 비가 많이 차이가 나는 박막 시편에 대하여 rocking-angle 및 incidence beam angle 의 최적 조건을 찾았다(Table 1). 또한 rocking-angle 의 변화에 따른 differential thinning 의 변화를 관찰하기 위하여

Si 기판 위에 ion milling 이 잘 되지 않는 것으로 알려진 Pt, W 을 성장시킨 후, rocking-angle 을 20°, 40°, 60°, 80°, 및 연속적으로 변화 시키면서 surface morphology 의 변화를 AFM 으로 관찰하였다. AFM 결과로부터 sample 이 연속으로 회전하며 milling 되었을 때 발생하는 film 과 기판과의 상당한 differential thinning 현상이(Fig. 1) rocking-angle 이 감소함에 따라 줄어드는 것을 확인할 수 있었으며 이러한 실험으로 부터 rocking-angle 및 입사 되는 ion beam 의 각도를 최적화 시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌.

- [1] F. Shaapur, and K.A. Watson, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., Vol.254, 153-158(1992).
- [2] J.S.Lee, Y.W.Jeong, and S.T.Kim, Microscopy Research and Technique, Vol.33, 490-495(1996).

Table 1. Optimized rocking-angles and incidence beam angles for various multi-layer systems.

	Pt/Ti/SiO <sub>2</sub> /Si	W/TiN/SiO <sub>2</sub> /Si	RuO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> /Si	PLT/Pt/MgO	BTO/LCMO/MgO	GaN/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Rocking Angle	40	40	60	80	80	40
Incident Angle of Ar Beam	15	15→9	15	15	15	24→15

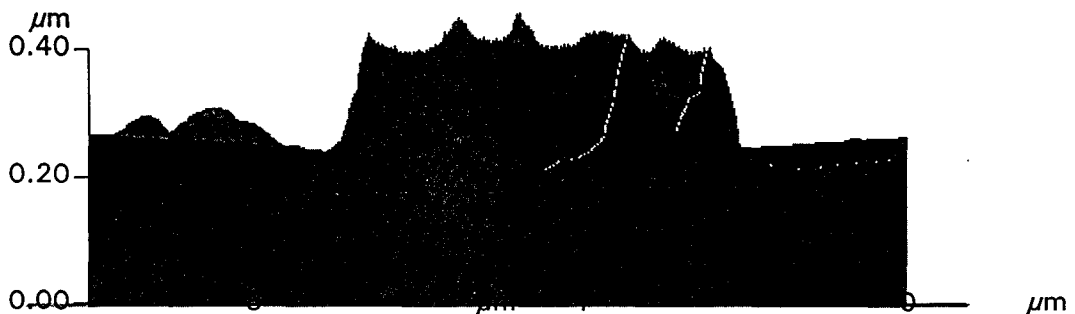


Fig. 1 AFM image of a Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si sample prepared by the conventional ion-milling method at the Ar beam incidence angle of 15°.