

## SIM을 이용한 빔크기 측정과 박막두께 측정

황경환, A. L. Shabalin, 최은하, 조광섭, 서운호, 강승연  
 광운대학교 물리학과 대전입자빔 연구실(CPBL)

## 1. 서론

80년대 중반부터 집속 이온빔(FIB: Focused Ion Beam)장치가 본격적으로 개발되어 산업현장 및 첨단 과학과 기술 연구분야에서 주로 표면분석(surface analysis), IC의 수정(IC modification), 마스크의 고장(mask repair) 및 잘못된 부분의 분석(failure analysis)등에 사용되고 있다. FIB에서 사용되는 액체 금속이온원(LMIS: Liquid Metal Ion Source)은 고전류 밀도(high current density), 고선명도(high brightness) 그리고 낮은 에너지의 퍼짐(low energy spread)등의 많은 장점을 이용하여 고분해능의 이온빔 리토그래피와 이온주입의 기술 및 극미세 가공 기술에 광범위하게 중요한 핵심원으로 연구되고 있다. 이러한 FIB장비에서 고전류 밀도와 고선명도를 만들기 위해서는 빔크기를 작게 줄여야 한다. 이때의 조건을 알고자 빔크기를 측정하였다. 또한 이 조건에서 sputtering을 이용하여 박막의 두께를 측정하였다.

## 2. 실험 방법

그림 1)은 single lens를 사용한 FIB system의 개략도이다. Condenser lens 아래에 stigmator와 deflector를 장착했다. 빔크기를 측정하고자 knife-edge를 sample위치에 설치하여 deflector로 빔을 scanning하였다. Knife-edge에 빔이 닿기 시작할 때 knife-edge에서 이차전자가 나오게 된다. 이를 CEM(Channeltron Electron Multiplier)을 이용하여 모은후 OP Amp를 사용하여 전압 증폭을 하고 오실로스코프로 보면 그림 2)와 같은 결과가 나온다. 이를 미분한 후 FWHM을 취하면 빔 크기를 얻을 수 있다. Ag/SeBe/Si 박막위에 이온빔을 조사시키면 sputtering이 일어나서 어느 정도 시간이 지나면 Ag의 이차전자가 나오다가 SeBe의 이차전자가 나오게 되므로 측정되는 전류의 양이 변하게 된다. 이 때의 시간을 측정하고, 빔크기와 빔전류를 알고 있다면 sputtering yield를 계산하여 Ag의 두께를 구할 수 있다. 빔크기를 구하기 위해 Ag박막위에 한 방향으로 scanning한 후 이를 화상 처리하여 관찰한다.

## 3. 결과

Knife-edge방법을 이용하여 빔크기를 측정한 결과 그림 3)과 같이  $13\mu\text{m}$ 를 얻었다. 또한 Ag 박막에 이온빔을 조사한 결과 120초에 완전히 sputtering시켰다. 이 때 빔전류는  $0.4\text{nA}$  이고, 빔크기는  $13\mu\text{m}$ 이다. Ag의 Yield를 3으로 놓고 계산하면  $\sim 120\text{\AA}$ 이 나온다. 그림 4)는 Ag위에 이온빔을 한 방향으로 조사시킨후 자체개발한 program을 사용한 computer화상을 통해 얻은 결과이다. 그림 6)은  $130\mu\text{m}$  mesh의 화상이고 그림 7)은  $33\mu\text{m}$  mesh의 화상이다.

이때 실험 조건은 source energy  $6\text{keV}$ , 방출 전류  $2\mu\text{A}$ 이었고 power supply의 ripple은  $60\text{V}$ 이다. 이를 다음 수식을 이용하여 이론적인 빔크기를 구하면  $\sim 10\mu\text{m}$ 가 나온다.

$$d_c \approx M C_o a \Delta E_{1/2}/E \approx 4 r_o \Delta E/E$$

## 4. 결론 및 제언

Knife-edge방법을 이용하여 빔크기를 측정한 결과  $13\mu\text{m}$ 를 얻었다. 이는 power supply의 ripple이 포함되어 있는 결과이다. 따라서 이 ripple을  $5 \times 10^{-5}$ 이하로 만들면  $0.5\mu\text{m}$  이하의 빔크기를 얻을 수 있다. 또한 박막에 이온빔을 조사시켜 sputtering 시켰을때 그 이차 전자와 이차 이온을 분석하면 그 박막의 성질을 분석할 수 있다.

그림설명

- 그림 1) 회로의 개략도
- 그림 2) 거리에 따른 이차 전자 전류 곡선
- 그림 3)  $dI/dx$  곡선
- 그림 4) Ag의 SIM 화상
- 그림 5) 시간에 따른 이차 전자 전류 곡선
- 그림 6)  $130 \mu\text{m}$  mesh의 화상
- 그림 7)  $33 \mu\text{m}$  mesh의 화상

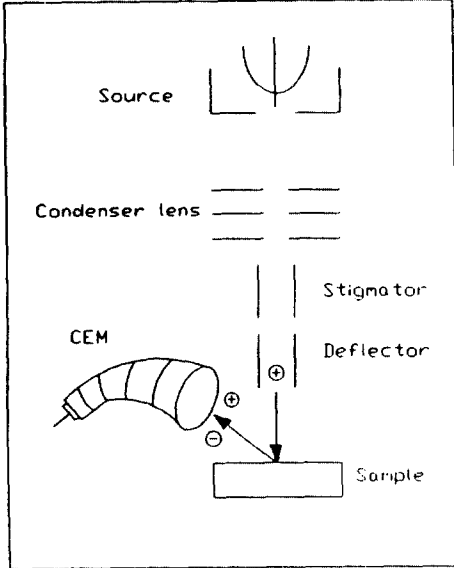


그림 1)

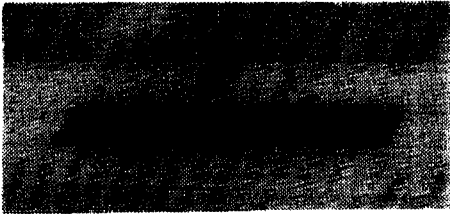


그림 4)

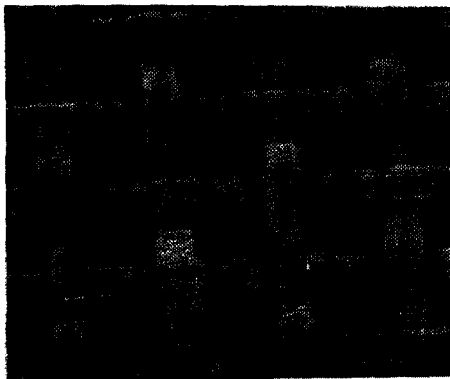


그림 6)

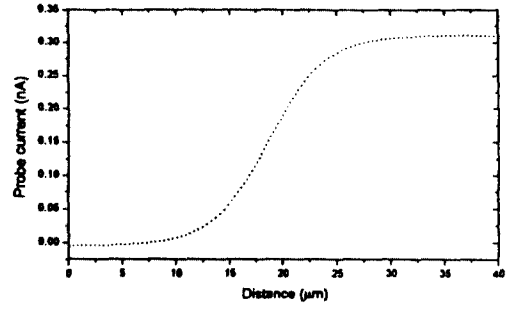


그림 2)

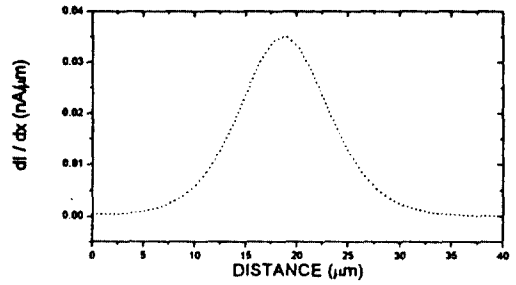


그림 3)

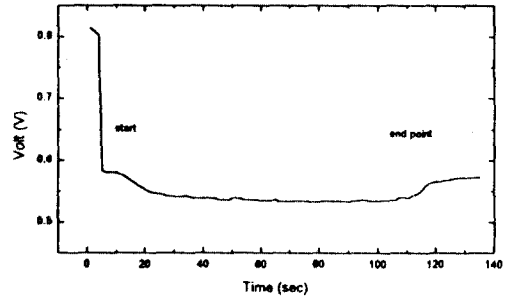


그림 5)

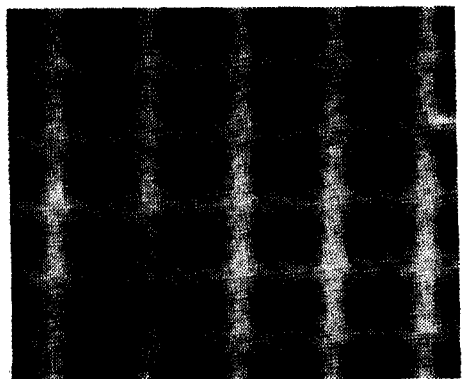


그림 7)