

김영권, 김재도, A. L. Shabalin, 최은하, 조광섭, 강승연
 광운대학교 물리학과

1. 서 론

액체금속 이온원(Liquid Metal Ion Source : LMIS)을 사용한 집속이온빔장치(Focused Ion Beam System : FIB)는 현미경의 기능(SIM)과 반도체의 회로의 수정(Failure Repair), Maskless Lithography, 그리고 미세가공 등 폭넓은 분야에 사용된다. 집속이온빔 장치의 특징은 이온원의 높은 밝기와 집속시 $0.1\mu\text{m}$ 이하의 빔직경을 갖을 수 있고 따라서 집속시의 전류밀도가 매우 커 미세가공에 용이하다.

이 연구의 목적은 미세가공과 반도체 회로의 수정, 그리고 maskless lithography에 있어서 필수적인 pattern generator의 개발이다. Pattern generator의 개발에 있어서 중요한 요소는 이온빔의 위치를 빠른 시간에 computer를 이용하여 제어하는 것으로서 정확한 위치와 이온빔의 노출시간을 정확하게 계산하여야 한다.

2. 실험방법 및 결과

집속이온빔 장치는 이온을 발생시키는 이온부, 이온빔의 집속을 위한 집속렌즈부, 그리고 시료 chamber로 구성된다. 집속을 위한 렌즈로는 정전렌즈를 사용하였으며, 이온 원으로는 10keV의 에너지는 갖는 갈륨이온원을 사용하였고, 시료는 SeBe의 substrate위에 120Å 두께의 Ag film 을 사용하였다. 그림 1)는 pattern generator를 구성하는 장치들의 개략도이다. 집속된 이온빔의 조사 위치를 변화시키는 4극의 deflector와 가공하기 원하는 형상을 설계하는 computer graphic editor 그리고 computer의 digital 신호를 analog신호로 변화하는 DAC, 그리고 analog 신호를 $\pm 150\text{V}$ 까지 증폭할 수 있는 deflection amplifier로 구성되어 있다.

그림 2)은 이온빔을 조사하여 시료에서 발생하는 2차전자의 전류를 시간에 따라서 측정한 그래프이다. 이 그래프에서는 전류를 전압으로 전환하여 측정한 그래프이다. 측정 시간이 30초까지는 전압이 0.48V로 측정되었고, 30초 이후부터는 $\sim 0.53\text{V}$ 로 측정되었다. 이 결과로부터 Ag film의 sputtering yield를 계산할 수 있으며, Ag film을 가공하는데 필요한 시간을 측정할 수 있다. 그림 3)은 집속이온빔을 pattern generator를 이용하여 □형의 형상을 가공한 형태이다. 빔의 직경이 $10\mu\text{m}$ 로 원하는 형태의 가공이 가능함을 보여 준다. 그림 4)는 그림 3)의 경우와 동일한 조건에서 사선의 형태를 가공한 그림이다.

3. 결 론

그림 3)과 4)에서 보여지는 것 처럼 graphic editor를 통하여 간단한 pattern을 형성할 수 있었다. 이때 조사된 시간은 1분이며, 빔의 이동을 선형적으로 변화시켜 조사하는 방법을 사용하였다. 실제 pattern의 경우 매우 복잡함을 요구하는 경우도 있으나 기본적인 형태를 pattern을 조합함으로써 충분히 가능하며, 빔의 조사시간이나, 정확한 위치의 제어가 중요한 문제이다.

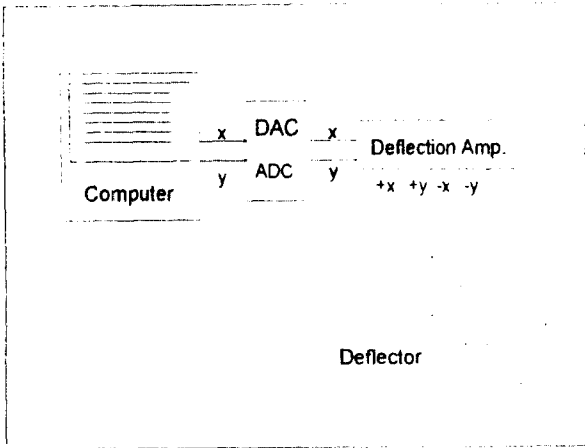


Fig. 1

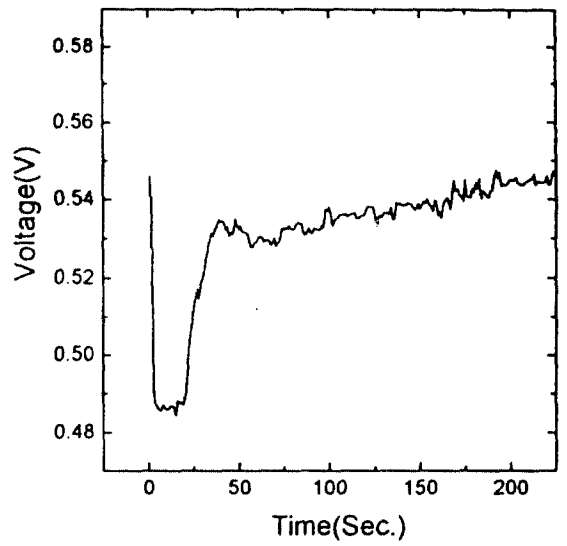


Fig. 2

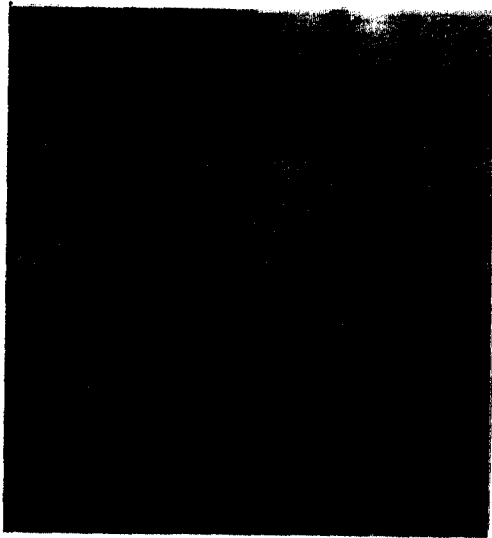


Fig. 3

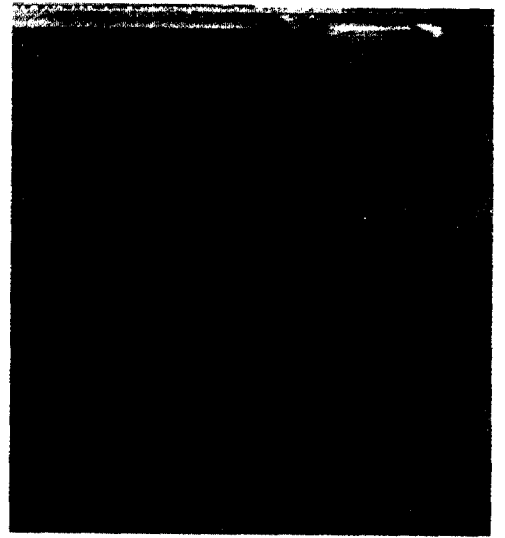


Fig. 4