

## 집속이온빔 장치를 이용한 금속시료의 스퍼터링 수율 측정

김수민, 오현주, 이세환, 심재환, 추동철, 김영권, 최은하, 조광섭, 강승언  
 광운대학교 물리학과 대전입자빔 및 플라즈마 연구실

### 1. 서론

이온빔을 시료에 주사시키면 시료에 도달하면서 충돌과 함께 스퍼터링현상이 일어나는데, 이때 나오는 입자에 대한 들어가는 입자의 비율이 스퍼터링 수율이다. 주사되는 입자에 대해서 입사각, 입사입자의 에너지 및 시료의 종류에 따라 수율이 각각 다르므로 시료의 한 층이 모두 스퍼터되면 수율이 변하게 되고 그러면 이차입자의 전기신호나 시료에서 측정되는 전류(probe current)가 변화하게 된다. 이를 이용하여 두께를 알고 있는 시료의 일정한 면적에 이온을 주사시켜 시료가 모두 스퍼터 되는데 걸리는 시간을 측정하고, 그 부피에 해당하는 시료원자의 개수를 계산하고, 입사된 입자의 수를 계산하면 입사하는 입자와 이차입자의 비율을 알 수 있다.

집속이온빔(Focused Ion Beam)장치를 이용하여 입사입자의 가속전압과 주사속도에 따른 스퍼터링 수율을 측정하였다. 주사면적은  $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ 으로 통일하였고 시료는 두께 500,1000Å의 Al과 1000, 2000Å의 Cu로 하였다.

### 2. 실험방법

본 실험실에서는 집속이온빔장비의 빔 직경을 줄이기 위하여, 렌즈의 색수차에 관계되는 빔의 안정도를 높이는 데 필수적인 역할을 하는 이온원과 추출극, 컨덴서 렌즈, 대물렌즈에 고정밀 고전압 발생장치를 제작하여 설치하였다. 이 고전압 발생장치는 20kV에서 8시간동안의 전압변화가 1V안팎이었고 이때 빔 직경은  $0.1\mu\text{m}$ 로 측정되었다.

시료의 한 층이 모두 스퍼터되고 그 아래층이 스퍼터되기 시작하는 순간의 검출을 종점검출(End Point Detection)이라 하는데 그 방법에는 이차입자를 CEM(Channeltron Electron Multiplier)으로 검출하고 이것을 전기 신호화하여 변화를 측정하는 방법과 시료에서 잡히는 전류(probe current)의 변화를 측정하는 방법 등이 있는데 여기서는 후자의 방법을 택하였다.

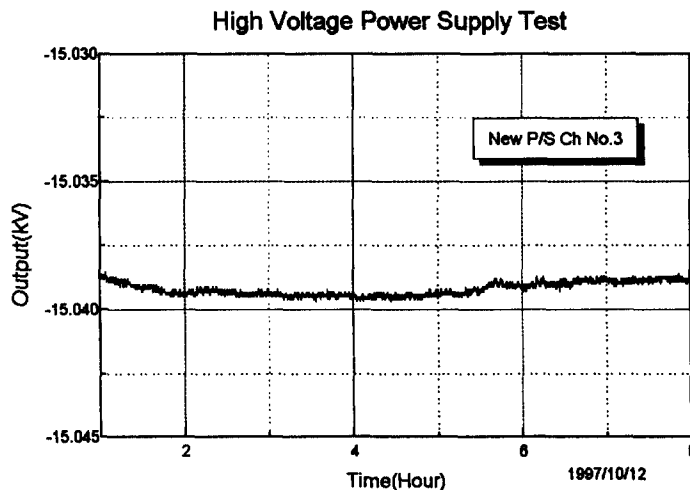


그림 1 고정밀 고전압 발생장치

본 실험실에서 전자빔 증착기(Electron Beam Evaporator)로 유리위에 증착시킨 시료(Al, Cu)를 집속 이온빔장치에 설치하고 원하는 부분에 이온빔을 주사시키기 위해 컴퓨터 프로그램으로 편향기에 가해주는 전압을 제어하면서 시료에서 잡히는 전류를 컴퓨터로 받으며 변화하는 시간을 측정하였다. 또한 주사되는 이온의 에너지를 7keV~20keV의 범위에서 변화시켜 보았으며 각각의 에너지에서 주사속도를 변화시키면서 그 시간을 측정하여 스퍼터링 수율을 구하였다.

### 3. 결과 및 고찰

가속전압 7kV ~ 20kV의 범위에서의 스퍼터링 수율 변화를 구하여 보았고 이온빔이 주사되어 금속층이 모두 스퍼터된 부분의 모습을 집속이온빔 장비로 화상처리하여 확인 할 수 있었다. 중점검출부분에서 프루브 전류 신호가 급격히 변화하지 않고 점차적으로 줄어 들다가 어느지점에서 일정해지는 형태로 나타났다. 그 일정해지는 지점을 중점으로 하여 처리하였다. 화상처리는 이차전자를 CEM으로 받아 그 전기신호를 컴퓨터로 처리한 것이므로 그림2에서 밝은 부분은 이차전자가 많이 나오는 곳이다. 그림2에서 밝은 부분은 Al이고 어두운부분은 Al이 모두 스퍼터되고 남은 유리층이다.

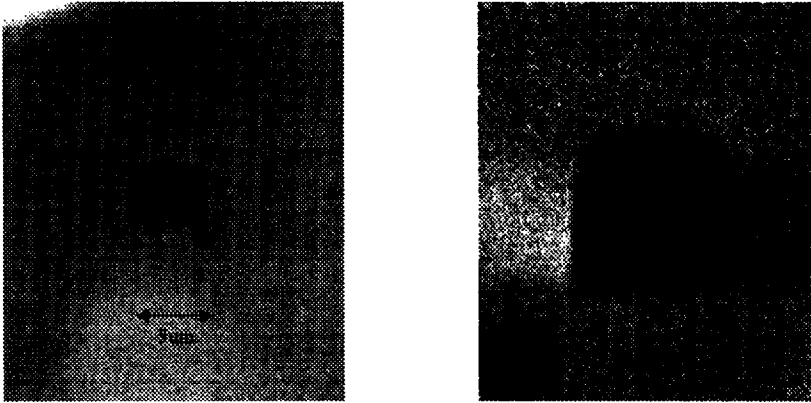


그림 2 Al을 스퍼터링 시킨 후 화상처리한 모습

### 4. 결론

가속전압과 주사속도에 따른 Ga 이온에 대한 Al과 Cu의 스퍼터링 수율을 측정하여 이를 도식화 하였고 이때의 시료를 컴퓨터 화상처리 하였다. 입사이온과 시료가 같은 경우라도 가속전압과 주사속도 등의 조건에 따라 스퍼터링 수율이 다르게 나타났으며 수율이 가장 큰 전압이 시료에 따라 다르다는 것을 알 수 있었다.