

DC 마그네트론 스퍼터링을 이용한 단일 전자 소자용 금 나노 입자의 형성에 관한 연구

(A study on the formation of Au nano-particles by using DC magnetron sputtering for the single electron device.)

서울대학교 김대은, 윤태식, 오지훈, 김기범

서론

Tera급 이상의 메모리소자를 제작하기 위해서는 양자효과(quantum effect)를 고려한 새로운 소자가 개발되어야 할 것이고, 이를 위해 현재 많은 연구가 진행되고 있는 분야가 바로 단일 전자 메모리 소자(Single Electron Memory Device, Single Electron Transistor)이다. 단일 전자 메모리 소자를 상온에서 동작 가능하게 만들기 위해서는 수 nm이하의 크기를 가진 양자점을 형성하는 것이 필요하다. 또 소자의 집적화를 위해서는 양자점의 크기와 분포가 균일해야 하고 실제 공정에 적용하기 위해서는 충분한 throughput을 가져야만 한다. 현재까지의 연구결과로 단일소자 메모리의 작동 가능성은 확인되었으나 위에서 언급한 양자점의 크기, 공간적 분포, throughput을 모두 만족시킨 공정에 관한 연구결과는 아직까지 미비한 실정이다. 여기서는 DC 마그네트론 스퍼터링을 이용한 단일 전자 소자용 금 나노입자의 증착에 관해 연구하였다.

실험방법

먼저 탄소막이 코팅된 TEM grid 위에 RF 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 200Å의 SiO₂ 막을 증착하였다. 그 위에 금을 DC 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 두께가 10Å 미만이 되도록 시간별로 증착한다. 여기서 플라즈마 파워를 변수로 두고 그에 따른 양자점의 크기 분포와 평균 크기, 밀도를 Transmission Electron microscopy (TEM)을 이용하여 관찰하였다. 플라즈마 파워는 각각 20W, 60W, 100W로 변화시켰으며, TEM 사진을 Image analyzer를 이용하여 크기 분포와 평균, 밀도의 변화를 측정하였다.

실험결과

DC 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 평균 지름이 50Å 미만이 되는 금 양자점을 형성하였다. 양자점의 밀도는 대부분의 조건에서 약 $2 \times 10^{12}/\text{cm}^2$ 로 매우 높았으며, 스퍼터링을 이용하였으므로 대면적에 균일한 밀도를 갖는 양자점을 형성하였다. Image analyzer를 이용하여 양자점의 크기 분포를 구하였으며, 평균 지름과 밀도의 시간에 따른 변화를 얻었다. 양자점의 평균 지름은 시간이 지날수록 증가하였으며 밀도는 약간 감소하였다. 플라즈마 파워를 변화시켜가며 양자점의 지름이나 밀도변화를 관찰하였으나 그에 따른 차이점은 관찰할 수 없었다.