

전자빔의 조사가 직접이온빔으로 증착하는 CN 박막의 물성에 미치는 영향

김용환, 이덕연, 김인교, 백홍구
연세대학교 금속공학과

이온빔 증착에 있어서 전자의 조사가 이온빔 증착 기구에 미치는 영향에 대한 연구는 지금까지 보고되어지지 않았다. 특히, 전자의 조사가 증착층의 물성에 영향을 미칠 수 있는지에 대하여 정량적인 결과를 실험을 통하여 제시한 보고는 내가 아는 한 존재하지 않는다. 한편 이와같이 박막 증착에 있어서 전하가 증착되어지는 박막의 물성에 미칠 수 있는 영향에 대해서는 많은 과학자들의 관심사이기도 하다.

본 실험에서는 kaufman ion gun을 이용하여 질소 양이온을, 그리고 Cs⁺ ion gun을 이용하여 탄소 음이온을 조사하고 이들을 이용하여 CN 박막을 증착하였다. 질소 양이온의 에너지는 100eV, 이온밀도는 70 μ A/cm²로 고정하고, 탄소 이온빔(80 μ A/cm²)의 에너지를 200eV까지 변화시켜가며 증착하였다. 이때 증착층의 특성에 음 전하의 효과를 유발하기 위하여 350~360 μ A/cm²의 전자빔을 이온빔 증착과 동시에 추가로 조사하였고 이의 특성을 전자빔을 조사하지 않고 증착한 CN 박막의 특성과 서로 비교하였다. 또한 증착 표면의 전하 축적에 의한 입사 이온빔의 에너지 감소에 의한 영향을 방지하기 위하여 증착되는 Si 기판에 HF (300kHz, 3.5V) bias를 가하여 주었다.

전자빔의 조사와 동시에 이루어진 CN 박막의 증착은 입사하는 탄소 음 이온빔의 에너지가 80eV에서 180eV 사이일 때 원자밀도의 향상과 질소함량의 증가, 그리고 sp²C-N 결합 대비 sp³C-N 결합의 향상이 이루어졌음을 확인하였다. 이는 이온빔 충돌에 의하여 피코초 정도의 시간대에 이루어지는 박막내의 collision cascade 영역에 이에 의하여 생긴 결합부위에 유입된 음 전하가 위치하면 전하주위의 원자와 polarization을 형성하고 이에 의하여 탄소와 질소의 결합을 형성하는데 필요한 자유에너지의 감소를 수반하는 방향으로 원자의 배열이 이루어지기 때문으로 사료된다. 이와같이 이온빔 에너지가 이온빔 증착 기구의 주요한 인자로 널리 인식되고 있는 kinetic bonding process에 있어서 이온 에너지에 의하여 activation energy barrier를 넘은 후, 전자의 조사가 자유에너지를 낮추는 방향으로 최종 결합경로를 조절할 수 있기 때문에 이온빔 증착을 조절할 수 있는 또 하나의 주요한 인자로 받아들여질 수 있으리라 판단된다.

이온빔 프로세스에 의한 DLC 혹은 탄소관련 필름을 형성하는데 있어서 입사 이온빔의 에너지에 의하여 수반되는 thermal spike 혹은 외부 열원에 의한 가열은 박막층의 흑연화를 수반하기 때문에 박막의 sp³ 특성을 향상시키기 위하여 회피하여야 할 요소이지만 thermal spike에 의한 국부 영역의 가열과 같은 불가피한 인자가 존재하는 상황에서 전자에 의한 추가 전하의 조사에 의한 최종결합경로의 선택적 조절은 박막의 화학적 결합과 물리적 특성을 향상시킬 수 있는 중요한 방법이 될 수 있다고 판단된다.