

[VI-10]

ECR-PECVD 방법으로 제작된 DLC 박막의 기판 Bias 전압 효과

손영호, 정우철, 강종석, 정재인, 황도원,* 김인수,** 배인호***

포항산업과학연구원, *알파플러스, **경운대학교 전자공학과, ***영남대학교 물리학과

DLC (Diamond-Like Carbon) 박막은 높은 경도와 가시광선 및 적외선 영역에서의 광 투과도, 전기적 절연성, 화학적 안정성 및 저마찰·내마모 특성 등의 우수한 물리·화학적 물성을 갖고 있기 때문에 여러 분야의 응용연구가 이루어지고 있다. 이러한 DLC 박막을 제작하는 방법에는 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 ECR-PECVD (electron cyclotron resonance plasma enhanced chemical vapor deposition) 방법을 사용하였다. 이것은 최근에 많이 이용되고 있는 방법으로, 이온화률이 높을 뿐만 아니라 상온에서도 성막이 가능하고 넓은 진공도 영역에서 플라즈마 공정이 가능한 장점이 있다.

기판으로는 4" 크기의 Si (100)를 사용하였고, 박막을 제작하기 전에 진공 중에서 플라즈마 전처리를 하였다. 플라즈마 전처리는 Ar 가스를 150 SCCM 주입시켜 5×10^3 torr의 진공도를 유지시키면서, ECR power를 700 W로 고정하고, 기판 bias 전압을 -300 V로 하여 5분 동안 기판을 청정하였다. DLC 박막은 ECR power를 700 W, 가스 혼합비와 유량을 $\text{CH}_4/\text{H}_2 : 10/100$ SCCM, 증착시간을 2시간으로 고정하고, 기판 bias 전압을 0, -50, -75, -100, -150, -200 V로 변화시켜가면서 제작하였다. 이때 ECR 소스로부터 기판까지의 거리는 150 mm로 하였고, 진공도는 2×10^2 torr였으며, 기판 bias 전압은 기판에 13.56 MHz의 RF power를 연결하여 RF power에 의해서 유도되는 negative DC self bias 전압을 이용하였다.

제작된 박막을 Auger electron spectroscopy, elastic recoil detection, Rutherford backscattering spectroscopy, X-ray diffraction, secondary electron microscopy, atomic force microscopy, α -step, Raman scattering spectroscopy, Fourier transform infrared spectroscopy 및 micro hardness tester를 이용하여 기판 bias 전압이 DLC 박막의 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

분석결과 본 연구에서 제작된 DLC 박막은 탄소와 수소만으로 구성되어 있으며, 비정질 상태임을 알 수 있었다. 기판 bias 전압의 증가에 따라 박막의 두께가 감소됨을 볼 수 있었고, -150 V에서는 박막이 거의 만들어지지 않았으며, -200 V에서는 기판 표면이 식각되었다. 이것은 기판 bias 전압과 ECR 플라즈마에 의한 이온충돌 효과 때문으로 판단되며, 150 V 이하에서는 증착되는 양보다 re-sputtering 되는 양이 더 많은 것으로 생각된다. 기판 bias 전압을 증가시킬수록 플라즈마에 의한 이온충돌 현상이 두드러져 탄소와 결합하고 있던 수소원자들이 떨어져 나가는 탈수소화 (dehydrogenation) 현상을 확인할 수 있었으며, 이것은 C-H 결합에너지가 C-C 결합이나 C=C 결합보다 약하여 수소 원자가 비교적 해리가 잘되므로 이러한 현상이 일어난다고 판단된다. 결합이 끊어진 탄소 원자들은 다른 탄소 원자들과 결합하여 3차원적 cross-link를 형성시켜 나가면서 내부 압축응력을 증가시키는 것으로 알려져 있으며, hardness 시험 결과로 이것을 확인할 수 있었다. 그리고 표면거칠기는 기판 bias 전압을 증가시킬수록 더 smooth 해짐을 확인하였다.

(본 연구는 포스코신기술연구조합의 지원으로 이루어졌음)