

원거리 플라즈마 화학증착법(RPECVD)에 의해 증착한 Carbon Nitride 박막의 구조적 특성에 관한 연구

김주한, 김용환, 최동준, 백홍구

연세대학교 금속공학과

I. 서론

최근에 Liu와 Cohen이 다이아몬드에 상응하는 경도를 가지는 β - C_3N_4 라는 물질을 예측하였다. β - C_3N_4 는 β - Si_3N_4 와 동일한 구조이며, 높은 sound velocity(약 1.1×10^6 cm/s)를 나타내므로 열전도도가 매우 좋을 것으로 예상되고, indirect band gap이 6.4 ± 0.5 eV로 예측된다. 이상과 같이 carbon nitride가 매우 우수하고 독특한 성질을 가지고 있기 때문에 현재 내마모·고경도 코팅재료, 고온재료, 절연재료 등의 다양한 분야에 응용가능한 매우 유망한 물질로 부각되고 있다. 본 연구에서는 GaN, AlN, BN, 특히 Si_3N_4 와 같은 nitride물질의 합성에 널리 이용되고 있는 원거리 플라즈마 화학증착법(Remote Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, RPECVD)을 이용하여 carbon nitride박막을 증착하였고 기판에 음의 바이어스전압을 변화시켜 증착박막의 구조적·조성적 변화를 도모하였다. XRD, FTIR, XPS, Raman spectroscopy의 분석을 통하여 증착된 carbon nitride 박막의 특성을 평가하였다.

II. 실험방법

고순도 질소가스(99.9999%)를 플라즈마 튜브로 주입시켰고(r.f. power, 100W; frequency, 13.56MHz), 메탄가스(99.995%)를 기판에 근접해 있는 gas dispersal ring으로 주입시켰다. 기판은 Si(100) 웨이퍼, 증착시 압력은 0.4torr, 메탄가스 유량은 10sccm, 질소가스유량은 90sccm으로 하였다. 증착시 기판을 인위적으로 가열하지 않았으며, 기판에 바이어스 전압을 0V(ground potential), -100V, -200V, -300V, -400V로 변화시켜 주었다.

III. 실험결과 및 고찰

XRD분석 결과, 증착된 박막은 모두 비정질구조였다. 두께측정결과, 기판에 인가한 음의 바이어스전압이 증가할수록 박막의 증착속도가 선형적으로 증가하였다. FTIR분석결과, 모든 증착박막에서 탄소-질소의 삼중결합($C \equiv N$, nitrile)의 stretching vibration에 기인한 2190cm^{-1} 의 뚜렷한 흡수피크가 관찰되었다. 이것은 탄소와 질소가 박막내에서 화학적으로 결합하고 있음을 나타내주고 있다. 그외에도 3300cm^{-1} , N-H; 2900cm^{-1} , C-H; $1350 \sim 1650\text{cm}^{-1}$, C=C 등의 결합에 기인한 다양한 흡수피크가 관찰되었다. 기판바이어스 전압에 따라 박막내의 질소-탄소 상대 조성비(N/C)는 0.18~0.25로 나타났다. XPS에 의해 탄소와 질소의 화학적 결합 상태를 분석해본 결과, 탄소는 a- $CN_x:H$ 와 a- $C:H$ 의 두가지 형태의 결합을 하고 있었으며, 질소는 a- CN_x 와 NH_y 의 두가지 결합형태로 존재하고 있음을 알 수 있었다. Raman 분광분석 결과, 비정질 탄소박막에서 전형적으로 나타나는 $1573 \sim 1582\text{cm}^{-1}$ 의 "G"밴드와 1361cm^{-1} 의 "D"밴드가 관찰되었다. 기판바이어스전압이 증가할수록 "D"밴드와 "G"밴드의 상대강도비(I_D/I_G)가 1.1에서 1.9로 증가하였으며, 이와동시에 "G"밴드가 1573cm^{-1} 에서 1582cm^{-1} 로 shift하였고, G밴드의 반가폭이 162cm^{-1} 에서 136cm^{-1} 으로 감소하였다. 이같은 결과로 기판 바이어스 전압이 증가할수록 박막내의 graphite성분이 증가함을 알 수 있었다.