

[III-59]

R.F. plasma assisted CVD로 합성한 BN, BCN 박막의 물성과 구조 연구

김홍석^{##}, 백영준[#], 최인훈^{*}

* 고려대학교 재료공학과,

한국과학기술연구원 박막기술연구센터

Boron nitride (BN)는 매우 뛰어난 물리적, 화학적 성질을 가지고 있는 재료로 많은 연구가 진행되고 있다. hexagonal 형태의 hBN의 경우 큰 전기 저항과 열 전도도를 가지고 있고 열적 안정성을 가지고 있어 반도체 소자에서 절연층으로 쓰일 수 있다. 또한 X-ray와 가시광선을 투과시키기 때문에 X-ray lithography의 mask 기판으로 사용될 수 있다. Boron-carbon-nitrogen (BCN) 역시 뛰어난 기계적 성질과 투명성을 가지고 있어 보호 코팅이나 X-ray lithography에 이용될 수 있다. 또한 원자 조성이나 구성을 변화시켜 band gap을 조절할 수 있는 가능성을 가지고 있기 때문에 전기, 광소자의 재료로 이용될 수 있다. 본 연구에서는 여러 합성 조건 변화에 따른 hBN 막의 합성 거동을 관찰하고, 카본 농도 변화에 따른 BCN 막의 기계적 성질과 구조의 변화, 그리고 실리콘 첨가에 의한 물성 변화를 관찰하였다.

BN 박막은 실리콘 (100) 기판 위에 r.f. plasma assisted CVD를 이용하여 합성하였다. 합성 압력 0.015 torr, 원료 가스로 BCl₃ 1.5 sccm, NH₃ 6 sccm, Ar 15 sccm을 사용하여 기판 bias (-300~-700 V)와 합성온도 (상온~500 °C)를 변화시켜 BN 막을 합성하였다. BCN 박막은 상온에서 기판 bias를 -700 V로 고정시킨 후 CH₄ 공급량과 Ar 가스의 첨가 유무를 변화시켜 합성하였다. 또한 SiH₄ 가스를 이용하여 실리콘을 함유하는 Si-BCN 막을 합성하였다.

합성된 BN 막의 경우, 기판 bias와 합성 온도가 증가할 수록 증착 속도는 감소하는 경향을 보여 주었다. 기판 bias와 합성온도에 따른 구조 변화를 SEM과 X-ray로 분석하였다. 상온에서 합성한 경우는 표면 형상이 비정질 형태를 나타내었고, X-ray peak이 거의 관찰되지 않았다. 합성 온도가 증가하게 되면 hBN (100) peak이 나타나게 되고 이것은 합성된 막이 turbostratic BN (tBN) 형태를 가지고 있다는 것을 나타낸다. 500 °C의 합성 온도에서 기판 bias가 -300 V에서 hBN (002) peak이 관찰되었고, -500, -700 V에서는 hBN (100) peak 만이 관찰 되었다. 따라서 고온에서의 큰 ion bombardment는 합성되는 막의 결정성을 저해하는 요소로 작용한다는 것을 확인할 수 있었다. 합성된 BN 막은 ball on disk type의 tribometer를 이용하여 마모 거동을 관찰한 결과 대부분 1 이상의 매우 큰 friction coefficient를 나타내었고, nano-indenter로 측정된 BN 막의 hardness는 매우 soft한 막에서부터 10 GPa 정도 까지의 값을 가지며 변화였다. 합성된 BCN, Si-BCN 막은 FT-IR, Raman, X-ray, TEM 분석을 통하여 그 구조와 합성된 상에 관하여 분석하였다. FT-IR 분석을 통해 B-N 결합과 C-N 결합을 확인할 수 있었고, Raman 분석을 통하여 DLC의 특성을 분석하였다. 마모 거동에서는 BCN 막의 경우 0.6~0.8 정도의 friction coefficient를 나타내었고 Si-BCN 막은 0.3이하의 낮은 friction coefficient를 나타내었다. Hardness는 carbon의 함유량과 Ar 가스의 첨가 유무에 따라 각각을 측정하였고 이것은 BN 막 보다 향상된 값을 나타내었다.