[IV-18]

c-BN박막의 박리현상에 미치는 공정인자의 영향

이성훈, 변응선, 이건환, 이구현, 이웅직*, 이상로
한국기계연구원, * (주) 선익

다이아몬드에 버금가는 높은 경도 뿐만아니라 높은 화학적 안정성 및 열전도성 등 우수한 물리화학적 특성을 가진 입방정 질화붕소(cubic Boron Nitride)는 마찰·마모, 전자, 광학 등의 여러 분야에서의 산업적 응용이 크게 기대되는 재료이다. 특히 탄화물형성원소에 대해 안정하여 철계금속의 가공을 위한 공구재료로의 응용 또한 크게 기대된다. 이 때문에 각종의 PVD, CVD공정을 이용하여 c-BN박막의 합성에 대한 연구가 광범위하게 진행되어 많은 성공사례들이 보고되고 있다. 그러나 이러한 c-BN박막의 유용성에도 불구하고 아직 실제적인 응용이 이루어지지 못한 것은 증착직후 급격한 박리현상을 보이는 c-BN박막의 밀착력문제 때문이다.

본 연구에서는 평행자기장을 부가한 ME-ARE(Magnetically Enhanced Activated Reactive Evaporation)법을 이용하여 c-BN박막을 합성하고, 합성된 c-BN박막의 밀착력에 미치는 공정인자의 영향을 규명하여, 급격한 박리현상을 보이는 c-BN박막의 밀착력 향상을 위한 최적 공정을 도출하고자 하였다.

BN박막합성은 전자총에 의해 증발된 보론과 (질소+아르곤) 플라즈마의 활성화반응증착(activated reactive evaporation)에 의해 이루어 졌다. 기존의 ARE장치와 달리 열음극(hot cathode)과 양극(anode)사이에 평행자기장을 부가하여 플라즈마를 증대시켜 반응효율을 높였다. 합성실험용 모재로는 p-type으로 도핑된 (100) Si웨이퍼를 30×40 mm크기로 절단 후, 10%로 희석된 완충불산용액에 10분간 침적하여 표면의 산화층을 제거한 후 사용하였다. c-BN박막을 얻기 위한 주요공정변수는 기판바이어스 전압, discharge 전류, Ar/N가스유량비이었다. 증착공정 인자들을 변화시켜 다양한 조건에서 c-BN박막의 합성하여 밀착력변화를 조사하였다. 합성된 박막의 결정성 분석을 FTIR을 이용하였으며, BN박막의 상 및 미세구조관찰을 위해 투과전자현미경(TEM ; Philips EM400T) 분석을 병행하였고, 박막의 기계적 물성 평가를 위해 미소경도를 측정하였다.

증착된 c-BN박막은 3~10 GPa의 큰 잔류응력으로 인해 증착직후 급격한 박리현상을 보였다. 이의 개선을 위해 증착중 기판바이어스 제어 및 후열처리를 통해 밀착력을 수~수백배 향상 시킬 수 있었다. c-BN의 박막의 합성을 위해서는 증착중인 박막표면으로 큰 에너지를 갖는 이온의 충돌이 필요하기 때문에 기판 바이어스가 요구되는데, c-BN의 합성단계를 핵생성 단계와 성장 단계로 구분하여 인가한 기판바이어스를 달리하였다. 이 결과 그림 1에서 나타낸 것처럼 c-BN박막의 핵생성에 필요한 기판바이어스는 100~120V였으나, c-BN박막의 성장을 위해서는 60V이상의 기판바이어스만으로도 충분하였다. 이처럼 c-BN박막 성장시 핵생성에 필요한 기판바이어스의 50%정도만을 인가하였을 때 잔류응력은 크게 경감되었으며, 밀착력이 크게 향상되었다.

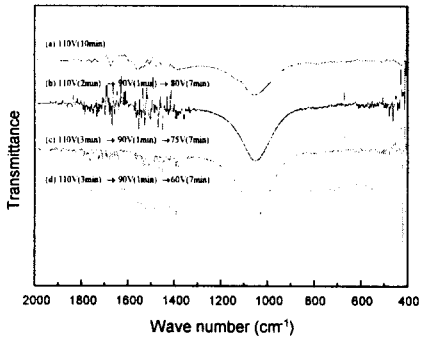

그림 1 . 기판바아어스변화에 따른 c-BN박막의 FTIR결과