

**Time Modulation 기법을 응용한 나노다이아몬드 합성에 관한 연구**  
**A Study on Nano-diamond Deposition by using Time Modulation Technique**

정기만<sup>a</sup>, 김태규<sup>b</sup>, 김현수<sup>b</sup>  
<sup>a</sup>밀양대학교 산업대학원 · <sup>b</sup>밀양대학교 신소재공학부

### 1. 서론

1980년대에 수십torr의 저압 조건에서 메탄 수소-혼합 기체로부터 약 900℃의 기판위에 다이아몬드를 필름으로 증착 시키는 기술이 개발되었고 그 후 많은 연구가 진행되어 오고 있다. 다이아몬드는 열전도도, 내열성, 내화학적, 반도체 특성, 가시광선에서 적외선에 이르는 넓은 광 투과성 등의 우수한 전기적, 열적, 기계적, 광학적 특성을 가지고 있다.

최근에는 AFM(Atomic Force Microscopes)의 탐침의 경우 기학학적 안전성과 동적실행 그리고 긴 수명 위하여 100nm 이하의 Nano-crystalline diamond를 coating 하여, 팁들이 쉽게 부러지는 것을 방지하는 대안으로 피라미드형 탐침을 만들려는 시도가 되어오고 있다. 또한, 고주파, 고전력 및 극한 환경에서도 사용가능하고 수소에 의한 음전하 친화도 특성이 있어 낮은 구동 영역에서도 효과적인 FED(Field Electro Display)의 소자의 적용이 제시되고 있다. 따라서 본 연구에서는 마이크로파 CVD방법에 의한 Nano Diamond를 합성하는 기법으로 Time Modulation 기법을 적용하였으며, Nano Diamond의 결정성 및 Quality 등을 분석하고 이 부분의 응용가능성 등을 조사하였다.

### 2. 본론

본 연구에서 Nano Diamond 합성장비로 MPECVD(Microwave Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 장비를 이용하였다. Microwave Source의 주파수는 2.45GHz 이고 최대 용량은 2.5KW이다. 사용한 기판은 Si wafer를 가로 세로 10mm× 10mm 기판으로 절단하여 사용하였다. Nano Diamond 합성을 위한 전처리로 60~80 mesh의 Bulk 형 Diamond에 증류수와 함께 넣은 후 초음파 세척기를 이용하여 60분간 연마를 하였다. 전처리 후 MPECVD를 이용하여, 방전전력은 500W ~ 1400W, 압력은 20~60Torr, CH<sub>4</sub> : H<sub>2</sub>의 비를 4 : 200 의 조건에서 Diamond source gas인 CH<sub>4</sub>를 Time Modulation 기법을 이용하여 Nano Diamond를 합성하였다.

### 3. 결과

본 연구는 마이크로웨이브CVD장치를 이용하여 AFM의 탐침, FED의 Emission 팁 등의 센스, 또는 반도체 소자 등에 Diamond를 적용시키기 위해 Diamond의 입자를 Si wafer에 나노 스케일로 hard-coating을 목적으로 하여, 직경 100nm 이하의 Nano Diamond를 CH<sub>4</sub>를 Time Modulation 기법을 통해 합성하였다. 합성된 입자의 결정성은 Raman spectra, XRD를 이용하여 분석하였다. Coating 층의 표면 형상과 입자의 크기 및 핵생성 밀도는 전자주사현미경인 SEM(Scanning Electron Microscopy)과 원자력 현미경인AFM(Atomic Force Microscope)으로 분석하고 고찰 하였다.

## 참고문헌

1. J. E. Field, *The Properties of Natural and Synthetic Diamond*, Academic Press, London, 1992
2. P. Niedermann, W. Hanni, N. Blanc, R. Christoph, J. Burger, *J. Vac. Sci. Technol. A* 14 (1996) 1233.
3. T. Trenkler, T. Hantschel, R. Stephenson, et al., *J. Vac. Sci. Technol. B* 18 (2000) 418
4. W. J. Zhang, Y. Wu, C. Y. Chan, W.K. Wong, et al., *Structuring Single- and nano-crystalline diamond cons*, *Diamond Materials* 13 (2004) 1037~1043