

**비정질 탄소 및 다이아몬드로부터의 전계방출에 관한 연구**  
**(Field emission characteristics of amorphous carbon and diamond emitters)**

심재엽, 지웅준, 백홍구  
 연세대학교 공과대학 금속공학과

다이아몬드는 음의 전자친화도와 좋은 열전도도 그리고 화학적·기계적 안정성을 지니고 있는 재료로서 많은 연구의 관심을 끌고 있다[1]. 다이아몬드의 성질중에서도 음의 전자친화도는 다이아몬드를 전계방출소재로 연구개발하고자 하는데 동기가 되고있다. 일반적으로 다이아몬드는 매우 낮은 전기장(3-40V/ $\mu\text{m}$ )하에서도 실리콘이나 금속을 이용한 전계방출소재보다 전계방출이 잘 일어난다는 장점이 있다. 지금까지 평판이나 실리콘 팁에 다이아몬드를 여러가지 화학증착법으로 증착하여 전계방출특성을 평가한 많은 연구가 보고되었다. 그중에서 몇몇 연구자들은 낮은 전기장하에서 다이아몬드로부터 전계방출이 일어나는 이유에 대하여 설명하였다. 현재까지는 음의 전자친화도, 입계에 포함된 흑연, 다이아몬드 결정내에 존재하는 높은 농도의 결함 그리고 microspike 등이 낮은 전기장하에서 전계방출이 일어나는 원인이 될 수 있다고 보고하였으나 아직까지 정확한 기구가 밝혀지지 않은 상태이다[2-5]. 따라서 다이아몬드로부터의 전계방출특성을 이해하는 것은 우수한 특성을 지니는 다이아몬드 전계방출소재를 개발하는데 필수적이다.

한편 비정질 탄소는 경도가 매우 높고 열적으로도 안정한 물질로 알려져 있으며 우수한 전계방출특성을 갖고 있어서 최근에 전계방출소재로서 각광을 받고 있다. 그러나 전계방출을 효율적으로 일으키는 기구에 대해서는 명확히 규명되지 않았으며 장시간 사용시에 열화되는 문제점도 해결해야 할 문제로 남아 있다.

본 연구에서는 다이아몬드와 비정질 탄소를 전계방출소재로 사용하여 전계방출특성을 조사하였다. 기판은 VLS 법으로 성장시킨 실리콘 팁을 사용하였다. VLS 법으로 성장시킨 실리콘 whisker 는 습식에칭과 건식산화공정을 거쳐서 sharpening 하였다. 사용한 실리콘 기판은 p-type 으로 10 $\Omega$ -cm 정도의 저항을 갖고 있다. 다이아몬드와 비정질 탄소는 각각 hot-filament CVD 와 helical resonator PECVD 를 이용하여 실리콘 팁과 실리콘 기판에 증착하였다. 실리콘 기판에 증착된 다이아몬드와 비정질 탄소는 물성분석에 사용하였다. 실리콘 팁에 증착된 다이아몬드와 비정질 탄소의 전계방출특성은  $5 \times 10^{-9}$ torr 이하의 초고진공하에서 평가하였다. 양극은 텅스텐을 사용하였으며 음극과 텅스텐 양극간의 거리는 200 $\mu\text{m}$  이내로 유지하였다. 전계방출특성은 음극과 양극간의 거리가 고정된 상태에서 인가전압을 증가시키면서 측정하였다. 다이아몬드와 비정질 탄소의 박막의 물성과 표면형상은 Raman spectroscopy 와 SEM 을 이용하여 분석하였다. 본 연구에서는 이러한 분석을 통하여 다이아몬드와 비정질 탄소의 전계방출특성을 비교하였다.

1. F. J. Himpsel, I. A. Knapp, J. A. Van Vechten and D. E. Eastman, Phys. Rev., **B20**, 624 (1979).
2. Z.-H. Huang, P. H. Cultler, N. M. Miskovsky, and T. E. Sullivan, Appl. Phys. Lett. **65**(20), 2562 (1994)
3. N. S. Xu, R. V. Lantham, and Y. Tzeng, Electron. Lett. **29**(18), 1596 (1993).
4. V. V. Zhirnov, E. I. Givargizov, and P. S. Plekhanov, J. Vac. Sci. Technol. **B13**(2), 418(1995)
5. W. Zhu, G. P. Kochanski, S. Jin, and L. Seibles, J. Appl. Phys. **78**(4), 2707 (1995).