

## 실리콘 기판위에 성장된 다이아몬드의 전계방출특성 (Field emission characteristics of diamond grown on silicon substrate)

심재열, 지용준, 백홍구  
연세대학교 공과대학 금속공학과

다이아몬드는 음의 전자친화도와 높은 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 다이아몬드의 전계방출현상을 규명하게 되면 다이아몬드의 전계방출특성을 향상시킬 수 있을 것이다. 본 연구에서는 다이아몬드박막 증착시의 메탄농도 변화와 진처리 입자크기 변화 그리고 증착후처리를 통하여 다이아몬드 박막의 특성을 변화시켰으며 이에 따른 전계방출특성변화와 그 원인을 조사하고자 하였다.

기판은 p-type 실리콘을 사용하였으며 20 $\Omega$ -cm 정도의 저항을 갖고 있다. 진처리는 에탄올 용액속에 다이아몬드분말을 넣고 초음파에서 30 분간 하였다. 진처리 입자크기에 따른 다이아몬드박막의 결정성과 입자형상의 변화와 이에 따른 전계방출특성의 변화를 조사하고자 두 종류의 다이아몬드분말을 진처리 매질로 사용하였다. 다이아몬드분말의 입자크기는 각각 2-4 $\mu\text{m}$  와 15-25 $\mu\text{m}$  였다. 다이아몬드박막은 hot-filament chemical vapor deposition 장치를 사용하여 증착하였다. 후처리에 따른 다이아몬드박막의 전계방출특성변화를 관찰하고자 900  $^{\circ}\text{C}$  30 분 진공열처리와 수소분위기 열처리를 하였다. 실리콘 기판위에 증착된 다이아몬드박막의 전계방출특성은  $5 \times 10^{-9}$  torr 이하의 초고진공하에서 평가하였다. 양극은 텅스텐을 사용하였으며 음극과 텅스텐 양극간의 거리는 50 $\mu\text{m}$  로 유지하였다. 전계방출특성은 음극과 양극간의 거리가 고정된 상태에서 인가전압을 증가시키면서 측정하였다. 다이아몬드의 결정성은 Raman spectroscopy 로 분석하였으며 표면형상 및 두께는 SEM 으로 관찰하였다. 본 연구에서는 이러한 분석을 통하여 다이아몬드박막의 물성에 따른 전계방출특성을 조사하였다.

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. Zhirmov, 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).