

## Carbon nitride 를 이용한 실리콘 팁의 전계방출 특성에 관한 연구 (Field emission properties of silicon tips coated with carbon nitride)

지웅준, 심재엽, 백홍구  
연세대학교 금속공학과

### 1. 서론

진공 미세전자소자(vacuum microelectronic devices)에 사용되는 전계방출 재료 중에서 실리콘은 뾰족한 팁의 형상으로 제조하기가 용이하고, 기존의 반도체 공정과의 호환이 가능하여 가장 넓게 응용되고 있다. 그러나 실리콘은 산화물 형성, 낮은 전계방출 효율이라는 단점을 갖고 있어서, 이를 개선하기 위하여 새로운 물질로 표면을 코팅하려는 시도가 이루어지고 있다[1,2]. 본 연구에서는 carbon nitride 를 새로운 전계방출 재료로 채택하여 그 성능을 평가하였다. Carbon nitride 는 여러 물리적 특성들이 다이아몬드와 매우 유사한 물질로서[3], 현재까지 완전한 결정질로 제조되지는 못하고 있다. 그러나 비정질일 경우라도 약 1000 °C까지 열적 안정성을 나타내는 재료이다. Carbon nitride 의 코팅에는 Helical resonator PECVD 를 이용하였으며, 제조된 팁의 전계방출 특성 및 재료특성을 평가하였다.

### 2. 실험 방법

본 실험에서는 Vapor-Liquid-Solid 방법[4]으로 제조된 실리콘 팁 위에 helical resonator PECVD 의 방법으로 carbon nitride 를 코팅하였다. 증착압력은  $9 \times 10^{-4}$ Torr, rf power 는 100W, CH<sub>4</sub> 와 N<sub>2</sub> 의 유량은 각각 3 및 10sccm 이었다. 전계방출 특성은  $5 \times 10^{-9}$ Torr 이하의 초고진공 하에서 측정되었다. 증착된 carbon nitride 의 미세 구조를 평가하기 위하여 SEM, Raman spectroscopy, XPS 등의 분석을 수행하였다. 또한 UV/Visible spectrophotometer 를 이용하여 carbon nitride 의 optical bandgap 을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Helical resonator PECVD 방법은 낮은 압력하에서도 플라즈마가 유지되므로, 실리콘 팁을 전혀 손상하지 않으면서도 매우 균일한 carbon nitride 의 코팅을 형성하였다. 증착된 carbon nitride 는 비정질상이며 탄소와 질소가 화학적으로 결합하고 있음을 확인하였다. Carbon nitride 가 증착된 팁은 증착되지 않은 실리콘 팁에 비하여 전계방출 특성이 크게 향상되었다. 즉, turn-on voltage 는 230V 에서 150V 로 감소하였고, 방출전류는  $10^{-7}$ A 수준에서  $10^{-5}$ A 수준으로 증가하였다. UV/Visible spectrophotometer 결과로부터 계산된 carbon nitride 박막의 bandgap 은 1.75eV 였다. Carbon nitride 는 다이아몬드와 많은 유사한 특성을 가지고 있을 뿐 아니라, AlN 등과 같은 여러 nitride 들이 음의 전자친화도를 갖는 것으로 미루어 보아 carbon nitride 역시 음의 전자친화도를 가질 수도 있을 것이다. 그러나 carbon nitride 가 전계방출 특성을 향상시키는 기구에 대해서는 아직 명확하지 않고, 현재 연구가 진행 중이다.

### 4. 참고문헌

- [1] V. V. Zhirmov, E. I. Givargizov and P. S. Plekhanov, *J. Vac. Sci. Tech.* **B 13**(2), 418 (1995)
- [2] R. A. King, R. A. D. Mackenzie and G. D. W. Smith, *J. Vac. Sci. Tech.* **B 13**(2), 603 (1995)
- [3] A. Y. Liy and M. L. Cohen, *Phys. Rev.* **B 41**, 10727 (1990)
- [4] E. I. Givargizov, *J. Vac. Sci. Tech.* **B11**(2), 449 (1993)