

탄소 나노튜브를 이용한 FED용 이극관, 삼극관 구조에서의 전계방출 특성 연구 (Study on field emission properties of diode, triode structure for carbon nanotube based FED)

충남대학교 재료공학과
홍상영, 조유석, 최규석, 김도진

1. 서론

1991년 발견된 이후로 탄소 나노튜브를 활용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중 한가지가 전계방출 소자로의 응용이다. 이의 응용을 위해서는 선택된 패턴 영역에서의 성장과 삼극관 구조를 위한 trench 구조에서의 성장이 필요하다. 본 연구에서는 여러 가지 패턴 영역에서의 성장과 trench 구조에서의 성장을 시도하였으며, 성장된 나노튜브의 전계방출 특성에 대한 연구를 수행하였다.

2. 실험방법

a) 패턴 영역에서의 탄소 나노튜브 성장

패턴 영역의 면적이 5, 10, 20 μm^2 이며, 패턴 사이의 거리도 5, 10, 20 μm 를 갖는 Si기판을 이용하였다. 각 패턴영역에서의 탄소 나노튜브 성장을 위해 필수적인 촉매금속(Ni, Fe)은 dc magnetron sputtering을 이용하여 증착하였다. 촉매금속이 증착된 시편을 3인치 석영관로에 장입하여 10^3 torr 까지의 진공상태를 유지한 후 H_2 분위기(40 torr)에서 합성온도(800~900 $^\circ\text{C}$)까지 온도를 올린다. 합성온도가 되면 NH_3 60 sccm 흘려주고 5분이 지나면 source 가스인 C_2H_2 30sccm을 NH_3 와 같이 흘려준다. 합성시간은 10분간 유지하였으며, 1 atm의 압력 하에서 수행하였다. 합성이 완료된 후 다시 pumping을 하며 H_2 를 흘려주어 잔류 가스의 지속적인 반응을 막아주었다.

b) Trench 구조에서의 탄소 나노튜브 합성

전계방출 소자의 기본 구조인 삼극관으로의 응용을 위하여 5, 10, 20 μm 의 폭과 5, 10, 20 μm 의 깊이를 갖는 시편을 준비하였다. Si 기판 위에 산화막을 입힌 후 에칭공정을 통하여 구조를 형성하였다. 촉매금속은 trench 내에 증착하였으며, 탄소 나노튜브 합성방법은 패턴에서와 동일하게 이루어졌다. 합성시간의 변화를 통하여 탄소 나노튜브의 길이 제어를 시도하였다.

3. 실험결과

패턴 영역에서 합성된 탄소 나노튜브는 850 $^\circ\text{C}$ 에서 합성하였으며, 패턴 면적에 상관없이 수직 정렬된 양상(fig.1)을 보였다. 그러나 패턴간 거리가 20 μm^2 의 경우 밀집된 구조로의 성장이 이루어지지 않아 수직 정렬이 이루어지지 않았다. Trench 구조에서의 성장시 탄소 나노튜브의 길이 제어가 중요한 요소이다. 5, 10, 20 μm 의 폭과 5, 10, 20 μm 의 깊이를 갖는 trench 구조에 Fe를 증착시킨 후 900 $^\circ\text{C}$ 에서 합성(fig.2)하였다. 성장 시간을 조절하여 10 μm 의 길이의 고밀도의 수직합성이 가능하였다.

성장된 탄소 나노튜브의 전계방출 특성을 측정한 결과 패턴면적에 따라 임계전류 값(fig.3)과 전류밀도의 값에 차이를 발견하였다. 또한 시간에 따른 전계방출의 안정성을 확인하였다.

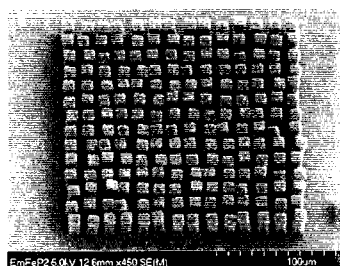


Fig 1. CNT growth on pattern

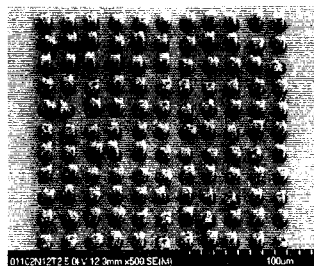


Fig 2. CNT growth in trench

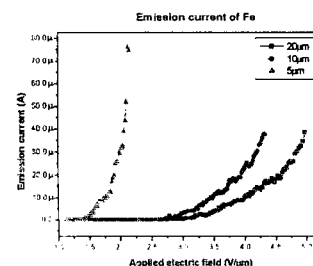


Fig 3. Emission properties of patterned CNTs