

열화학기상합성한 탄소나노튜브의 pulse에 따른 전계방출 특성
(Field emission characteristics of carbon nanotubes synthesized by thermal chemical vapor deposition under pulse conditions)

세종대학교 김법권, 공병윤, 선전영, 이내성
삼성종합기술원 김하진, 한인택, 김종민

탄소나노튜브는 지금까지의 많은 연구를 통해 다양한 분야에 대한 응용 가능성이 확인되었으며, 그 중에서도 특히 탄소나노튜브를 이용한 전계방출표시소자(carbon nanotube field emission display, CNT-FED)는 상용화를 눈앞에 두고 있는 상황이다. 본 연구에서는 탄소나노튜브를 합성할 수 있는 여러 가지 방법 중에서 열화학기상증착법(thermal chemical vapor deposition, thermal CVD)을 이용하여 유리기판 위에 탄소나노튜브를 합성하였다. Electron beam evaporation으로 유리기판 위에 전극층으로 Cr을 150nm를 증착하고 연속하여 촉매층인 Invar(Fe-52%Ni-6%Co 합금)를 10nm의 두께로 형성하였다. 사진식각으로 Cr층을 line 패턴한 후 Cr line 내의 Invar층을 line 및 dot 패턴하였다. 나노튜브 합성을 위해 480-580°C까지 진공 분위기 또는 질소 분위기에서 20분간 승온한 후 CO(150sccm)와 H₂(1200sccm)를 주입하여 20분간 성장시키고 질소 분위기에서 냉각시켰다. 성장된 탄소나노튜브는 SEM, TEM, Raman spectroscopy 등을 통하여 구조 및 형상분석을 하였다. 진공승온의 경우 탄소불순물인 a-C이 많은 양 증착되었으며 탄소나노튜브는 온도에 따라 1-5 μ m의 두께로 성장하였으나, 질소분위기 승온의 경우는 a-C이 거의 증착되지 않았으며 나노튜브의 두께가 10-20 μ m였다. 본 연구에서는 diode구조를 갖는 탄소나노튜브 에미터의 수명예측을 위해 여러 가지 가속측정조건에서 전계방출 특성을 연구하였다. Anode와 cathode 간의 간격을 400 μ m로 유지한 diode 구조에 대해 10⁻⁶ torr 이하의 진공에서 전계방출을 측정하였다. 100 line의 에미터를 60Hz의 주파수에서 1/100 duty로 구동하였으며, duty비 증가에 따라 pulse의 on-time을 고정하고 frequency를 변화시켰다. dc까지 duty비가 증가됨에 따라 방출전류의 양이 선형적으로 증가하였다. 전압을 일정하게 고정시키고 각 duty비에서 시간에 따라 방출전류를 측정한 결과 duty비가 높을수록 방출전류가 시간에 따라 급격히 감소하였다. 각 duty비에서 방출전류의 양이 1/2로 감소하는 시점을 에미터의 수명으로 볼 때 duty비 대 에미터 수명관계를 구해 높은 duty비에서 전계방출을 시킴으로써 실제의 구동조건인 낮은 duty비에서의 수명을 단시간에 예측할 수 있었다.