

직류 바이어스가 인가된 ICPHFCVD법에 의한
탄소나노튜브의 저온 성장 특성 연구
(A Study on the Growth Property of Carbon Nanotubes at Low Temperature
by DC Bias-assisted Inductively Coupled Plasma Hot-Filament CVD)

김광식¹, 류호진¹, 장건익²,
한국화학연구원 화학소재연구부¹, 충북대학교 재료공학과²

1. 서론

최근 탄소나노튜브의 많은 특성들이 밝혀지면서 폭넓은 범위의 연구가 진행되고 있다. 탄소나노튜브의 특성은 그 독특한 구조들로 인해 semiconductor devices, field emitter, electrochemical capacitor 등 많은 적용이 가능하고, 더욱이 탄소나노튜브는 field emission display(FED) field emitter로써 유망한 재료이다. 본 연구에서는 다양한 탄소나노튜브의 합성법 중에서 새로운 형태의 직류바이어스가 인가된 유도결합형 플라즈마 열선 화학기상증착법(ICPHFCVD)으로 다양한 공정 조건에서 탄소나노튜브를 합성하였고, 그 중에서도 탄소나노튜브를 저온에서 수직 성장시키는데 중점을 두어 합성하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 탄소나노튜브의 합성시 공정 온도, 가스 조성비, 가스 유량 등의 공정 변수로 성장 특성을 조사하였다. 공정온도는 500~580 °C에서 합성하였고, 가스 조성비, 가스 유량은 Ni 촉매 층의 예칭시 NH₃ 가스 유량(100~150 sccm)에 준하여, source 가스(C₂H₂)와 dilution 가스(NH₃)의 비를 각각 1:1~1:4의 다양한 비율로 조절하였다. 또 다른 공정 변수로써 필라멘트의 가해진 전류에 의한 열분해 온도와 가해진 직류 바이어스의 정도에 따른 성장 특성을 관찰하였다. 또한, 기판은 강화 유리에 Ni 촉매층 두께를 300Å으로 증착하여 탄소나노튜브를 합성하였다. 그리고 F-E 특성의 연구는 탄소나노튜브의 field emitter로써의 적용에 중점을 두고 연구를 하였다. 본 연구에서 분석기구로는 SEM, TEM, Raman Spectroscopy, 그리고 field emission 연구를 위해 Keithley 248을 이용하여 탄소나노튜브의 I-V특성을 연구하였다.

3. 실험결과

본 연구에서는 직류 바이어스가 인가된 ICPHFCVD를 이용해 탄소나노튜브를 성장 시켰고, 합성된 탄소나노튜브를 이용하여 전계방출 특성을 전류전압 특성을 이용하여 측정하였다. 나노튜브의 예칭 시 기판에 어떤 특성을 가했느냐에 따라 생성된 튜브의 직경과 길이의 성장 경향이 달라지는 것을 알 수 있었고, 실험의 진행에서 낮은 온도에서 합성시킨 탄소나노튜브는 성장이 되지 않는 것을 알 수 있었으며, 공정 변수로써 가해진 바이어스에 따라서 성장된 탄소나노튜브의 수직성장률이 차이가 나는 것을 알 수 있었다. 합성된 탄소나노튜브는 multi-wall 구조를 가지고 있으며, 속이 비어있는 것을 알 수 있었다.