P-72

직류바이어스가 인가된 ICPHFCVD법에 의한 다중벽 탄소나노튜브의 합성 및 전계방출 특성

(Synthesis and Field Emission Property of Multi-walled Carbon Nanotubes by DC Bais-assisted ICPHFCVD)

김광식[1], 류호진[1], 장건익[2]
한국화학연구원 화학소재연구부[1], 충북대학교 재료공학과[2]

1.서론

탄소나노튜브는 1991년 일본 전기회사(NEC)의 Iijima 박사가 arc-discharge에 의해 제조된 탄소 물질에 대해 TEM 관찰 중 최초로 발견하였다. 탄소나노튜브는 여러 가지 다양한 방법들로 합성되고 있는데, 특히 1997년 미국의 버클리 대학의 Ren 교수에 의해 플라즈마를 이용한 플라즈마 열선 화학기상증착법(PEHFCVD)이 소개되었다. 산업의 적용으로 field emission display emitter, electrochemical capacitor 그리고 수소저장 재료 등 다양한 응용 연구가 활발히 진행되고 있다. 탄소나노튜브를 FED의 emitter로 적용키 위해서 경제적이고, 집적도를 높이기 위해 600 ℃이하의 저온에서 유리 기판 위에 직접 성장시키는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 탄소나노튜브를 FED의 emitter로 적용하기 위해 RF를 이용한 고밀도 플라즈마 장치인 직류 바이어스가 인가된 ICPHFCVD를 이용하여 탄소나노튜브를 수직 배향 시켜, 이들에 대한 전계방출 특성에 중점을 두어 연구하였다.

2. 실험방법

탄소나노튜브를 성장시키기 위한 촉매층의 형성은 Ni층의 에칭 처리를 통해 실시하였다. 기판을 CVD장치에 삽입한 후에 챔버의 진공을 10^{-6} torr의 초기진공 상에서 NH_3 가스를 주입하여 1~3 torr에서 1~7 min 동안 실시하였다. 기판의 촉매층 형성 이후에 탄소나노튜브를 성장시키기 위해 C_2H_2와 NH_3의 혼합 가스를 성장부에 동시에 흘려주어 5~10 torr에서 5~30 min 동안 성장 시켰으며, 이때 텅스텐 필라멘트와 DC bias의 power는 각각 7~8 A와 80~90 W이다. 그리고 RF power는 에칭과 성장 시에 동일하게 150 W로 인가하였다. 성장된 탄소나노튜브의 특성 평가를 위해 SEM과 TEM 관찰을 통해 성장시킨 탄소나노튜브의 형태학적 조사를 실시하였고, Raman spectroscopy를 이용하여 분광학적 특성을 조사하였고, F-E 특성평가는 Keithely 248과 Multimeter 2000으로 구성한 시스템에서 측정하였다. Field emission 측정은 두께 200 ㎛의 spacer를 사용하여, 1~5 $\times 10^{-6}$ torr의 진공 챔버 내에서 실시하였다.

3. 실험결과

본 연구에서는 직류 바이어스가 인가된 ICPHFCVD를 이용하여 탄소나노튜브를 수직성장 시키는 최적의 요건을 알 수 있었다. 성장된 탄소나노튜브는 속이 비어있는 구조를 이루고 있으며, 다중벽 탄소나노튜브인 것을 확인하였다. 그리고 합성된 탄소나노튜브의 전계방출 특성 또한 저온에서 더 나쁜 특성을 기대했으나 공정 변수의 조절로 더 높은 온도에서의 방출 특성에 미치는 효과를 이루었다. 측정된 작동전압은 약 3 V/㎛이고, 전류밀도는 약 10^{-4} A/cm^{2}였다. 이의 조건에 따라서 저온에서 성장된 탄소나노튜브는 수직적으로 잘 배향되었으며, 전계방출 소자의 emitter로써 기대가 된다.