

Synthesis of carbon nanotube with a high growth rate by water-assisted MPCVD method

김유석, 송우석, 이승엽, 최원철, 박종윤*

나노튜브 및 나노복합구조 연구센터, BK21 물리연구단, 성균관대학교, 수원 440-776

탄소나노튜브(Carbon nanotubes ; CNTs)는 뛰어난 전기적 특성과 화학적 안전성으로 인해 여러 분야의 활용을 위한 차세대 물질로써 주목받고 있다. 또한 길이 대 직경의 비(aspect ratio)가 매우 크기 때문에 큰 비표면적을 이용한 수소 저장물질이나, 전계방출소자 등의 활용 가능성이 높고, 뛰어난 기계적 강도를 가지고 있어 나노섬유 등의 활용이 가능하다. 이러한 이유로 mm이상의 길이를 가진 수직 성장된 탄소나노튜브를 합성할 경우 길이 대 직경의 비가 비약적으로 증가하여 위에서 언급한 분야로의 활용이 더욱 유리하며, 나노전자 소자로의 활용에 극히 유용하다. 최근에는 화학기상증착법(Chemical Vapor Deposition ; CVD)을 이용하여 합성된 탄소나노튜브의 길이를 증가시키기 위해 성장 과정 중 탄소공급원 이외에 물, 알코올 등을 넣어 주어 활성화된 촉매금속의 반응시간을 향상시켜 성장을 한 방법 등이 보고된 바 있다.[1-3]

본 연구에서는 Si 기판 위에 금속 촉매로 사용된 Fe을 증착한 후 마이크로웨이브 플라즈마 화학기상증착법(Microwave Plasma Chemical Vapor Deposition : MPCVD)을 이용하여 탄소나노튜브를 합성하였다. 탄소공급원인 메탄(CH₄)가스와 함께 물을 공급해 주거나 혹은 미량의 산소를 주입하여 탄소나노튜브를 합성하였다. 실험결과, 약 30 μ m/min.의 뛰어난 성장률을 가진 얇은 다중벽 탄소나노튜브(thin multi-walled CNTs)를 합성할 수 있었다. 이러한 결과는 적절한 양의 산소 공급으로 인하여 촉매금속에 흡착된 비정질 탄소(amorphous carbon)를 산화시켜 활성화된 촉매로서의 역할을 지속시켜주어 같은 시간에 물과 산소를 공급해주지 않은 것에 비하여 성장률 및 길이가 증가된 것이라 생각된다. 성장된 탄소나노튜브의 표면 형상과 내부의 구조를 주사전자 현미경(Scanning Electron Microscopy ; SEM)과 투과전자현미경(Transmission Electron Microscopy ; TEM)으로 확인하였고, 결정성의 향상 및 순도를 라만 분광법(Raman spectroscopy)과 열분석(Thermogravimetric Analysis ; TGA)을 통해 측정하였다.

[참고문헌]

1. R. Saito et al, "Physical Properties of Carbon Nanotubes" Imperial College, London (1998)
2. Guofang Zhong et al, *J. Phys. Chem. B*, 111, 1907-1910 (2007)
3. Kenji Hata et al., *Science*, 306, 1362-1364 (2004)