

화학기상증착법에 의한 탄소 나노튜브의 성장 (Growth of Carbon Nanotube by Chemical Vapor Deposition)

한국과학기술연구원 은광용*, 이광렬, 백영준, 이재갑
한양대학교 정민재, 박종완

열CVD법에 의하여 아세틸렌 가스를 탄소 원으로 사용한 탄소 나노튜브의 성장거동을 조사하였다. 니켈 분말의 직경을 15nm 내지 90nm 범위로 조정하여 기판에 촉매로 배열하였다. 탄소 나노튜브는 질소, 수소, 알곤, 암모니아 등 여러 가지의 가스 분위기에서 증착되었으며 이들 가스의 혼합 분위기가 탄소 나노튜브의 성장에 미치는 영향을 조사하였다. 증착은 대기압 압력하에서 850°C의 온도에서 이루어졌다.

순수한 질소 분위기에서는 탄소 나노튜브의 성장이 이루어지지 않고 두꺼운 탄소 층이 기판 위에 증착되었다. 이 조건에서는 탄소를 뒤덮혀진 니켈 입자가 탄소 나노튜브 형성의 촉매 역할을 담당하지 못했다. 그러나 질소와 수소의 혼합분위기에서는 수소의 농도가 증가함에 따라 탄소 나노튜브의 성장이 증진되었다. 순수한 수소 분위기에서는 일정한 방향이 없이 꼬여진 탄소 나노튜브가 성장되었다.

탄소 나노튜브의 성장은 분위기 가스로 암모니아를 사용하였을 때 훨씬 더 증진되었다. 수직으로 배열된 탄소 나노튜브를 암모니아 분위기에서는 성장시킬 수 있었으나 암모니아와 같은 비율의 수소와 질소 가스의 혼합 분위기 하에서는 탄소 나노튜브의 성장을 얻을 수 없었다.

이러한 결과를 여기에서는 니켈 촉매의 표면에 과도하게 석출된 탄소의 촉매 passivation으로 설명하였다. 탄소 나노튜브의 증착을 위해서는 아세틸렌 가스의 분해율이 너무 과도하지 않게 즉 촉매의 표면이 과도한 탄소의 증착으로 수동태화 되지않도록 조절되어야 한다는 것이다.

이 연구결과는 분위기 가스의 조성이 탄소 나노튜브의 성장에 있어서 그 반응 kinetics에 큰 영향을 미친다는 것을 잘 보여주고 있다. 또한 암모니아 분위기에서는 촉매 니켈입자 표면에 질화물층이 형성되어 탄소 나노튜브의 성장에 영향을 미쳤다는 것도 알 수 있었다.