

유도 결합형 플라즈마 화학기상증착법을
이용한 탄소나노튜브의 성장
(Growth of Carbon Nanotubes using Inductively
Coupled Plasma Chemical Vapor Deposition)

윤형석, 류호진, 조태환*,이내성**, 박경수**
한국화학연구소 화학소재부, 단국대학교 공업화학과*
삼성종합기술원**

1. 서론

탄소나노튜브가 발견된 이후로 그 특성과 응용 분야에 대해 많은 연구가 되어졌다. 특히, 응용분야로서 평판 표시 소자 중 FED(Field Emission Display)의 emitter로 사용하는 것에 관심이 모아지고 있다. 이를 위해서는 저온에서 잘 정열된 양질의 탄소나노튜브의 성장이 필요하다. 대다수의 탄소나노튜브 분말은 아크방전, 레이저 승화법 등에 의해 만들어지고 있으나, 이들은 공정온도가 매우 높기 때문에 온도를 낮추기 위하여 많은 연구가 진행되어졌다. 그 중 CVD(Chemical Vapor Deposition)법에 관심이 모아지고 있다. 그러나 열을 이용한 Thermal CVD인 경우에는 공정 온도가 높기 때문에 플라즈마를 이용한 CVD법이 최근 각광을 받고 있다. 본 연구에서는 RF 플라즈마를 이용한 ICPCVD(Inductively Coupled Plasma Chemical Vapor Deposition)법을 이용하여 다양한 공정 조건에서 탄소나노튜브를 성장시켰다. ICPCVD 법의 특징은 장비가 간단하고, 플라즈마를 사용하기 때문에 저온에서 탄소나노튜브를 성장시킬 수 있다는 점이다. 본 연구에서 사용된 장비는 4인치 기판까지 증착이 가능하며, 플라즈마 가스와 반응가스를 분리하여 반응기에 주입시킬 수 있는 특성이 있다.

2. 실험방법

본 연구에서는 강화유리에 Ni층을 50~500Å으로 증착시킨 시편을 탄소나노튜브 성장용 기판으로 하였다. 기판을 ICPCVD 반응기에 넣고 400~650°C의 공정온도를 유지하였다. 그 후 수소 가스를 이용하여 1~7분 동안 예칭을 한 후, 반응가스로 아세틸렌과 예칭가스로 수소를 다양한 비율로 주입하여 탄소나노튜브를 1시간 이내에 성장시켰다. 이때의 공정압력은 1~20 torr로 유지하였으며, 플라즈마 power은 200W 이하를 사용하였다.

본 연구에서 성장된 탄소나노튜브에 대하여 FESEM, HRTEM, Raman spectroscopy 등을 사용하여 특성을 평가하였다.

3. 실험결과

본 연구에서는 ICPCVD법에 의해 다양한 공정조건에서 탄소나노튜브를 성장시켰다. 탄소나노튜브는 예칭에 의한 Ni 입자의 크기에 따라 성장되는 양상이 달라짐을 알 수 있었다. 예칭이 너무 적게 되거나 과다하게 되어, Ni 입자의 크기가 작거나 크게 되면 탄소나노튜브의 형성이 잘 되지 않는다는 것을 본 연구를 통하여 알 수 있었다. 그리고 TEM분석 결과로 부터 공정온도에 의해서도 탄소나노튜브의 형성이 달라짐을 알 수 있는데, 낮은 공정온도인 450°C 이하에서 생성된 시료는 안이 막힌 rod임을 알 수 있었다. 한편, 공정온도가 높아지면 안이 비어있는 tube로 성장함을 알 수 있었다. 본 연구의 ICPCVD법에 의해 성장된 탄소나노튜브는 multi-wall 구조를 갖고 있는 것을 알 수 있었다.