

고온 필라멘트 화학증착법에 의한 탄소 나노튜브 성장에 미치는 자기장의 영향
 (The Influences of Magnetic Field on the Growth of Carbon Nanotubes which are Grown by Hot Filament Assisted Chemical Vapor Deposition Method)

서울대학교 박철호, 임 혁, 신원식, 한신희, 주승기

1. 서론

고온 필라멘트 화학증착법에 의해 탄소 나노튜브를 성장시킬 때 그 배향성을 조절하려는 시도가 많이 있어왔다. DC 플라즈마에 의한 수직 배향, 마이크로웨이브에 의한 수직 배향 방법 등이 제안되었다. 본 연구에서는 나노튜브 성장시 촉매물질로 선단에 위치하고 있는 Ni이 강자성 물질인 점에 착안하여 탄소나노튜브의 성장 방향을 조절하고자 하였다. 임의의 방향으로 탄소 나노튜브를 성장시킬 수 있게 되면, 탄소 나노튜브의 응용 범위의 확장은 물론 이미 응용되고 있는 분야에 획기적인 영향을 끼치게 될 것으로 전망된다.

2. 실험방법

그림1과 같은 장치를 만들어 C_2H_2 와 NH_3 분위기에서 텅스텐 와이어로 제작한 필라멘트에 전류를 흘려 가열하여 C_2H_2 가스의 분해 및 시편 온도를 높이는데 사용하였다. Ni이 입혀진 SiO_2/Si 기판에 탄소나노튜브를 증착 시켰다. 평면으로 된 필라멘트를 사용하여 넓은 범위에 고르게 탄소나노튜브를 자라게 시도하였다. 자기장은 시편 하부에 위치시킨 전자석을 이용하여 가하였다. 이렇게 증착 시킨 탄소나노튜브를 SEM을 이용해 관찰하였다.

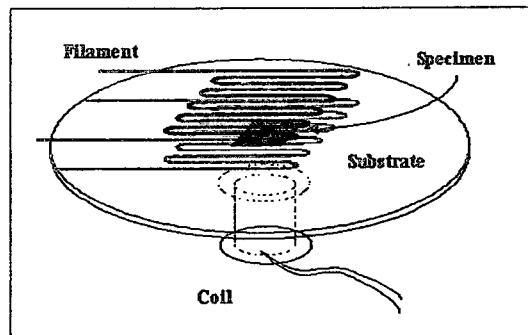


Fig.1 Schematic diagram of the apparatus used in this experiment.

3. 실험결과

시편 위쪽에서 아래쪽으로 자기장의 N극이 향하도록 자기장을 가했을 경우, 전자석의 S극 바로 위쪽에 성장한 나노튜브는 마치 Ni 팁이 전자석에 의해 끌린 것처럼 특징적인 고리모양을 나타내며 아래쪽을 향해 휘어져 성장하였다. 이러한 형태는 자극에서 벗어날수록 없어지다가 자극에서 먼 곳의 나노튜브는 수직하게 오히려 배향하는 경향을 보여주었다.

반대로 시편 아래에서 위쪽으로 N극이 가해지도록 한 경우, N극 바로 위의 나노튜브는 미약하게 수직 배향하려는 경향을 나타내었고 자극에서 먼 곳의 나노튜브는 아래쪽을 향해 휘어져 성장했다.

위 두 결과를 살펴보면 탄소나노튜브의 성장에 자기장이 매우 큰 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다. 보다 심층적인 연구가 필요하겠지만, 자기력선의 방향에 일치하게 나노튜브가 성장하는 경향성이 아주 강함을 추론할 수 있다. 또한 자력의 영향이 강한 부분의 나노튜브는 직경이 100nm 정도로 굵은 반면 영향이 없거나 적은 쪽은 절반 이하의 굵기로 가늘게 성장하여 자기장이 나노튜브의 굵기에도 영향을 준다는 것을 알아냈다.