

PECVD로 성장시킨 카본 나노튜브의 TEM 구조해석

박경수, 김미영, 백현석, 송인용, 송세안, 박운창, 양민호, 한재희*, 유지범*
 삼성종합기술원 AE Center, *성균관대학교 재료공학과

1991년 Iijima가 처음 카본 나노튜브의 TEM image를 발표한 이후, 나노재료로서 독특한 물성과 많은 응용 잠재력을 가진 카본 나노튜브 연구가 다양한 분야에서 진행되어 왔다. 카본 나노튜브는 합성 방법 및 합성조건에 따라 그 구조와 형태가 크게 달라지는데, 그 중에서 PECVD법 (Plasma enhanced chemical vapor deposition)으로 합성한 카본 나노튜브가 최근 FED (Field emission display)의 새로운 전자 방출원으로 널리 주목 받고 있다. 이는 PECVD법으로 성장시킨 카본 나노튜브가 다른 합성방법에 비해 생산성이 높고 수직으로 배향시킬 수 있는 장점 외에 600℃ 이하의 저온에서 성장시킬 수 있어 유리기판 위에서 디스플레이 셀 제조가 가능하기 때문이다. 지금까지 CVD법으로 카본 나노튜브를 성장시키기 위해 여러 종류의 촉매금속 사용이 시도되어 왔으나, Ni이나 Fe 촉매금속을 이용한 성장결과 만이 성공적인 사례로 발표되어 왔을 뿐이다. 사용한 촉매 금속의 크기는 카본나노튜브의 길이, 직경뿐만 아니라 전체구조 등을 결정하는 중요한 인자로 알려져 왔다. 그럼에도 불구하고 이들 촉매금속이 카본 나노튜브 성장에 어떤 촉매역할을 하는지 자세히 보고된 바 없다.

본 연구는 500, 620 ℃에서 PECVD법으로 성장시킨 카본 나노튜브의 구조를 TEM으로 비교 분석하였고, 그 결과를 이용하여 수정된 Ni tip growth mechanism을 제안하였다. 또한, 온도에 따른 카본 나노튜브의 Ni tip 미세구조 변화를 초고압 TEM (가속전압: 1250 kV)으로 관찰하여 500 ℃에서 발견되는 2차 성장 카본 나노튜브의 생성 모델을 제시하였다.

연구결과의 대표적인 예로써 Figure 1은 500 ℃에서 PECVD법으로 성장시킨 카본 나노튜브의 전형적인 형상과 Ni tip 초고압 TEM image를 나타낸다. 또한, Figure 2는 500 ℃ 성장 카본 나노튜브에서만 발견되는 2차 성장 카본 나노튜브의 생성모델을 나타낸다.

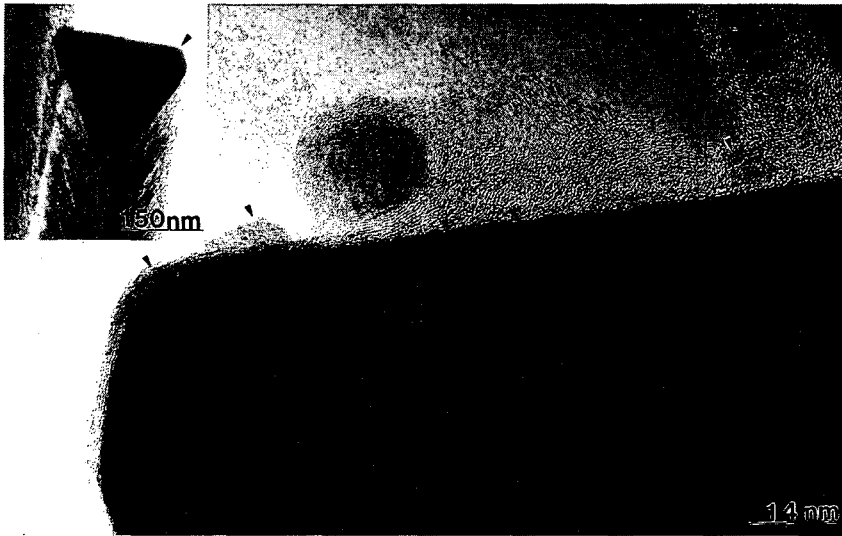


Fig. 1. High-voltage HRTEM image obtained at the tip area indicated by an arrow in the inset. Inset shows a typical tip morphology of the CNT grown at 500°C

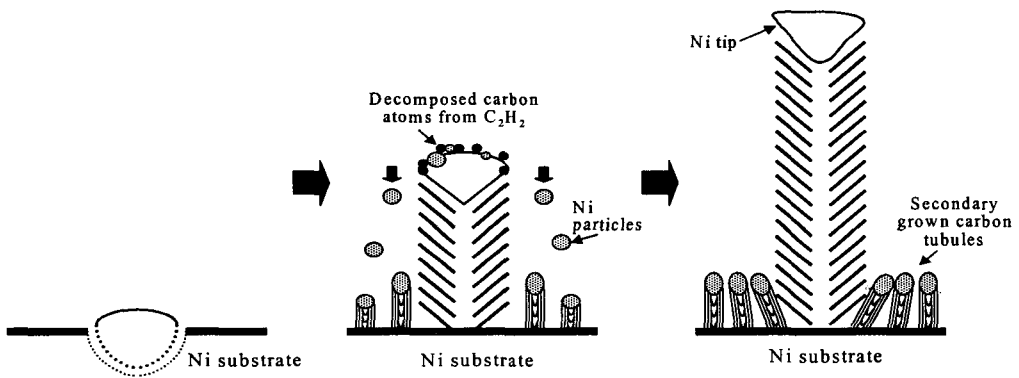


Fig. 2 Phenomenological model showing the secondary growth of CNTs by the fragments of Ni tip.