

Super-growth of Carbon Nanotubes by O₂-assisted Microwave Plasma Chemical Vapor Deposition

박상은, 김유석, 김성환, 이수일, 조주미, 박종윤

성균관대학교 물리학과, BK21 물리연구단, 수원 440-746

탄소 나노튜브(Carbon nanotubes, CNTs)는 육각형 모양의 구조로서 오직 탄소만으로 이루어진 소재이다. CNT는 열전도율이 다이아몬드보다 약 2배 우수하고, 전기 전도는 구리에 비해 1,000배 높으며, 강도는 강철보다 100배나 뛰어나다. CNT의 이러한 특성을 이용한 트랜지스터, 태양전지, 가스 검출을 위한 고감도 센서, 나노 섬유, 고분자-탄소나노튜브 고기능 복합체 등 많은 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 수직으로 성장된 탄소 나노튜브는 일반적인 재료에서는 보기 드물게 힘들게 직경이 나노 크기인 반면 길이는 수 mm까지 합성 되기 때문에 앞서 언급한 분야로의 활용이 더욱 유리하며, 그 중에서도 나노 섬유, 나노 복합체로서의 활용에 극히 유용하다. 이러한 이유로 수직 배열된 CNT 합성에 많은 연구가 집중되고 있다. 여러 합성 방법 중 성장 변수를 비교적 용이하게 조절 가능한 열 화학 기상 증착법(Thermal chemical vapor deposition, TCVD)을 이용하여 수직 배열된 수 mm의 CNT를 합성한 연구 결과들이 보고된 바 있다. 그러나 앞선 연구결과들은 CNT의 성장속도가 느릴 뿐만 아니라 합성 시간이 길어질수록 성장 속도가 감소하는 경향을 보였다. 반면, 마이크로웨이브 플라즈마 화학 기상 증착법(Microwave plasma CVD, MPCVD)은 기존의 다른 TCVD에 비해 낮은 온도에서 CNT를 합성할 수 있는 장점을 가지며, 고출력(~600 W 이상)의 플라즈마를 사용하기 때문에 성장률이 높고 고밀도의 CNT 합성이 가능하다. 본 연구에서는 철을 촉매금속으로 사용하고 MPCVD를 이용하여 얇은 다중벽 CNT를 합성하였다. 철은 직류 마그네트론 스퍼터(D.C magnetron sputter)를 사용하여 증착하였다. 합성시 가스는 탄소 공급원인 메탄(CH₄)과 함께 플라즈마 공급원인 수소(H₂)를 사용하였다. 또한 산소(O₂)의 주입 여부에 따른 CNT의 성장 속도와 성장 길이를 비교하였다. 산소를 주입하였을 때, CNT의 성장 속도와 길이 모두 크게 향상됨을 확인 할 수 있었다. 이는 촉매금속 표면의 비정질 탄소의 흡착으로 인해 활성화된 촉매 금속의 반응시간을 증가시키기 때문이다. 성장된 CNT는 주사전자 현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)과 라만 분광법(Raman spectroscopy)을 통해 표면형상과 결정성을 분석하였다.

Keywords: 탄소나노튜브, MPCVD, Super-growth