

플라즈마 처리에 의한 원뿔형 다중벽 탄소나노튜브 다발의 형성기전

임선택, 김곤호

서울대학교 공과대학 에너지시스템공학부

플라즈마 처리를 통하여 수직 합성된 다중벽 탄소나노튜브가 원뿔형 다발이 될 수 있으며 원뿔형 탄소나노튜브 다발은 기존의 구조적, 기계적 성질의 향상과 더불어 향상된 전계방출 능력을 가질 것으로 기대되어 이를 X-선원, 전계방출디스플레이(FED), 유기발광다이오드(OLED) 백라이트 등의 전자빔 원으로 적용하기 위한 연구가 진행되고 있다. 원뿔형 탄소나노튜브 다발의 형상 제어를 통하여 전계방출특성을 향상시킬 수 있으며 이를 위해 원뿔형 탄소나노튜브 다발이 생성되는 메커니즘과 조사되는 플라즈마의 역할에 대해서 이해하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 플라즈마 생성부와 조사부를 분리한 유도결합형 플라즈마 원을 사용하여 입사되는 이온의 에너지, 조사량, 입자 종을 독립적으로 제어하였고 이를 통하여 원뿔형 탄소나노튜브 다발이 형성되는 메커니즘과 플라즈마의 역할을 밝혀내었다. 알곤 및 수소 플라즈마 처리에서는 원뿔형 탄소나노튜브 다발이 형성되지 않았으나 질소 및 산소 플라즈마 처리에서는 원뿔형 탄소나노튜브 다발이 형성되었다. 특히 산소 플라즈마 처리가 원뿔형 탄소나노튜브 다발 형성에 효과적이었다. 원뿔형 탄소나노튜브 다발의 형성 메커니즘은 탄소나노튜브의 분극과 쉬스 전기장의 상호작용을 이용한 모델을 사용하여 설명하였다. 질소 및 산소 플라즈마 처리에서는 탄소나노튜브 끝단에 생성되는 C-N, C-O 결합에 의해 향상된 유도 쌍극자와 쉬스 전기장에 의해 탄소나노튜브 끝단이 모여 원뿔형 탄소나노튜브 다발이 생성됨을 밝혀내었다. 산소 플라즈마 처리에서 입사되는 이온의 에너지 조절에 의한 쉬스 전기장 조절과 조사량 조절을 독립적으로 수행하여 원뿔형 탄소나노튜브 다발의 직경 및 높이가 쉬스 전기장 및 조사량에 따라 조절 가능함을 보였다. 이로부터 입사되는 이온의 입자 종, 쉬스 전기장 및 조사량 조절 등의 플라즈마 인자 조절을 통하여 원뿔형 탄소나노튜브 다발의 형상 제어가 가능함을 보였다. 탄소나노튜브의 형상 제어와 더불어 세슘 입자 삽입을 통한 탄소나노튜브의 일함수 감소를 통하여 향상된 전계방출 특성을 갖는 탄소나노튜브 팁의 제조 가능성을 확인하였다.