

산소 플라즈마 이온 조사에서 원뿔형 다중벽 탄소나노튜브 팁의 형성기전 연구

임선택¹, 조정현¹, 허성렬¹, 정구환², 김곤호¹

¹서울대학교 원자핵공학과, ²강원대학교 신소재공학과

플라즈마 이온 조사를 통하여 열화학기상증착법에 의해 수직성장된 다중벽 탄소나노튜브의 형상을 변형시켜 X-선원, 전계방출디스플레이(FED), 유기발광다이오드(OLED) 백라이트 등의 전자빔원으로 적용될 수 있는 원뿔형 탄소나노튜브 팁 제조에 관한 연구가 진행되고 있다[1]. 향상된 전계방출을 위하여 원뿔형 탄소나노튜브 팁의 형상 제어가 필요하고 이를 위하여 원뿔형 탄소나노튜브 팁의 생성 메커니즘과 조사되는 플라즈마 이온의 역할에 대해서 이해하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 입사되는 이온의 에너지, 조사량, 입자종을 독립적으로 조절하여 원뿔형 탄소나노튜브 팁이 생성되는 메커니즘과 이온의 역할을 밝혀내었다. 70 eV의 이온 에너지, $7.6 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ 의 조사량에서 산소, 질소, 수소, 알곤 플라즈마 이온 조사를 독립적으로 수행하였고 전자주사현미경(SEM)과 X-선 광전자 분광기(XPS)를 통해 산소 또는 질소 플라즈마 이온 조사에서 원뿔형 탄소나노튜브 팁이 생성되고 탄소나노튜브 끝단에 산소 및 질소가 흡착되는 것을 관측하였다. 산소가 흡착된 원뿔형 탄소나노튜브 팁의 개별 탄소나노튜브의 극갈림율이 산소 흡착에 의해 향상되며[2] 그 값이 다른 시뮬레이션 논문과 유사한 값을 가진다. 이로부터 산소 또는 질소 이온 조사에서 탄소나노튜브 끝단에 생성되는 C-O, C-N 등의 결합에 의한 향상된 유도 쌍극자와 쉬스 전기장에 의해 탄소나노튜브 끝단이 모여 원뿔형 탄소나노튜브 팁이 생성됨을 밝혀내었다. XPS 결과를 통하여 산소가 질소보다 탄소나노튜브에 흡착되기 쉬워 질소 이온 조사에 의한 C-N 결합보다 C-O 결합의 세기가 크고 개수가 많아 유도 쌍극자의 크기가 클 것임을 유추하였고 이는 산소 이온 조사에 의한 원뿔형 탄소나노튜브 팁의 직경과 높이가 질소 이온 조사보다 큰 것으로 증명되었다. 산소 플라즈마 이온 조사에서 입사 이온의 에너지 조절에 의한 쉬스 전기장 조절과 조사량 조절을 독립적으로 수행하여 원뿔형 팁의 직경 및 높이가 쉬스 전기장 및 조사량에 따라 증가함을 보였고 이로부터 입사하는 이온의 입자종, 쉬스 전기장 및 조사량 조절을 통하여 원뿔형 팁의 형상 제어가 가능함을 보였다.

[1] Y. Liu et al., *Diamond & Related Materials* **13**, 1609 (2004)

[2] S. Hou et al., *Chem. Phys. Lett.*, **373**, 308 (2003)