

AC 이중전기영동법에 의한 나노팁 제작용 탄소나노튜브 시편

최재성*(KAIST), 이준석(KAIST), 강경수(KAIST), 곽윤근(KAIST), 김수현(KAIST)

주제어 : 탄소나노튜브(carbon nanotube), AC 이중전기영동(AC electrophoresis), 나노팁(nano-tip)

AC 이중전기영동(AC electrophoresis)의 원리를 이용하여 탄소나노튜브 팁 제작용 탄소나노튜브 시편의 기초 실험을 수행하였다. 본 연구에서 사용한 방법은, 끝이 뾰족한 다수의 팁(tip)에 탄소나노튜브를 비교적 균일하게 부착시킬 수 있는 공정의 기반이 된다. 이것은 탄소나노튜브를 이용한 나노팁(nano-tip)이나 탄소나노튜브 나노그리퍼(nanogripper) 제작 공정에 균일성을 확보할 수 있는 중요한 방법으로 활용될 수 있다. 탄소나노튜브 시편의 제작을 위해, 끝단이 곡률반경이 50nm 정도인 텅스텐 팁과 직경 1.5 mm, 길이 1.5 mm의 실린더형 금속전극을 사용했다. 금속전극에 탄소나노튜브 현탁액(suspension)을 채우고, 현탁액의 표면에 끝이 뾰족한 텅스텐 팁의 끝단을 접촉시킨다. 이 때 팁과 금속전극 사이에 교류전원을 걸면 이중전기영동 작용에 의해 텅스텐 팁의 끝단에 탄소나노튜브들이 섬유(fiber) 형태로 부착되게 된다. 끝단에 탄소나노튜브가 부착된 텅스텐 팁을 여러 개 배치하여 단일 탄소나노튜브 팁의 제작을 위한 탄소나노튜브 시편로 사용한다. 개념도 및 실제 시스템의 구성은 아래와 같다. 실험 결과, 텅스텐 팁의 끝단에 탄소나노튜브 섬유가 형성되었으며, 섬유의 끝단에 탄소나노튜브들이 하나 또는 소량 붙었음을 확인했다. 이는 먼저 붙은 탄소나노튜브들이 팁의 새로운 끝단이 되고, 주변에 비해 전기장의 분포가 상대적으로 더 강해져서, 새로 붙은 탄소나노튜브들이 먼저 붙어 있던 탄소나노튜브에 붙기 때문이다. 또한 탄소나노튜브들이 전기장이 강한 영역에 붙으려는 효과가 더해져서, 텅스텐 팁의 길이 방향으로 섬유 구조를 형성하게 된다. 섬유 내의 탄소나노튜브들은 반데르발스(van der Waals) 인력으로 붙어 있게 된다. 이것을 탄소나노튜브 팁을 물리적으로 제작하기 위한 탄소나노튜브 시편으로 사용하게 된다.

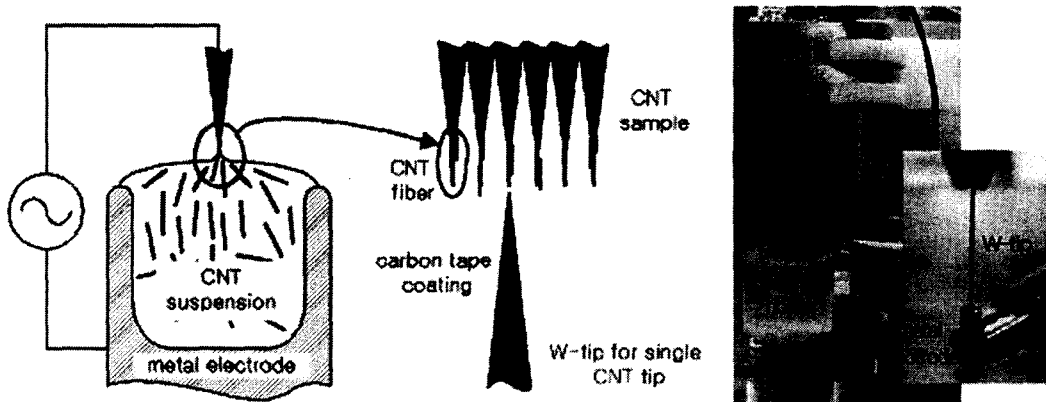


Fig. 1 Schematic diagram and experimental set-up.

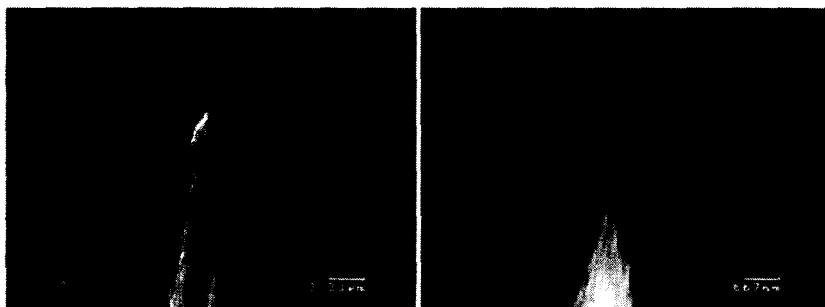


Fig. 2 Experimental result at 10 V_{pp} and 10 MHz for 60 sec