

카본나노튜브 AFM의 비접촉측정에 관한 연구

한창수*(KIMM), 이형우(KAIST), 김수현(KAIST), 박윤근(KAIST), Mark Strus(Purdue University), Arvind Raman(Purdue University)

주제어 : 카본나노튜브, AFM, 비접촉측정, 비선형

카본나노튜브는 나노튜브의 종류에 따라 1~10nm의 직경과 수 μm 정도의 길이를 가지는 고종횡비 (high aspect ratio)가 가능하며, 고강성, 전기화학적 내성, 마모에 대한 강인성 때문에 원자력간 현미경 (AFM)의 프로브로서 이상적인 재료로 인식되어 왔다. 따라서 단백질이나 DNA를 측정하는 바이오 분야, 나노 일렉트로닉스 분야, 나노 구조 측정분야 등 나노 관련 측정분야에서 점차 그 활용도가 높아져가고 있다. 특히 100nm이하의 반도체의 CD(critical Dimension)을 측정하는데 있어서 나노튜브는 가장 이상적인 후보라고 할 수 있겠다. 이러한 나노튜브는 가늘고 길기 때문에 기존의 범용 실리콘 팁보다 상대적으로 좁고 깊은 형상의 협곡을 측정하는데 매우 유리한 장점이 있지만, 현재로서는 이러한 장점을 확인하는 정도의 기초적인 연구만 되어있으며, 나노튜브를 이용한 비접촉식 AFM 측정에 대해 체계적인 접근을 통한 연구는 시도된 적이 없다.

카본나노튜브를 이용한 측정이 널리 확산되기 위해서는 일단 프로브의 가격을 낮추기 위한 기술 개발이 선행되어야 하며, 이러한 연구는 현재 여러 곳에서 진행되고 있다. 본 과제에서는 나노튜브의 길이가 1 μm 정도인 나노튜브 팁과 본 연구팀에 의해 제작된 250nm 정도의 길이를 가지는 나노튜브 팁을 이용해 비접촉(Non-contact) 방식으로 샘플을 측정하는 측정 조건을 분석하였다. 협곡 구조를 측정 한 결과 나노튜브 샘플과의 각도에 따른 측정된 결과에 오류가 발생할 수 있음을 발견하였고, 이와 같은 결과가 도출되는 원인을 체계적으로 분석하였다. 또한 협곡의 벽면을 측정할 때 이동방향에 따른 Van Der Waals 힘 때문에 생기는 접착현상으로 측정결과에 노이즈가 발생함을 알 수 있었다. 본 비접촉식 AFM 측정 연구에서 발견된 현상과 이에 대한 분석은 이제까지 보고된 예가 없는 것으로서 향후 나노튜브를 이용한 측정분야에 매우 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

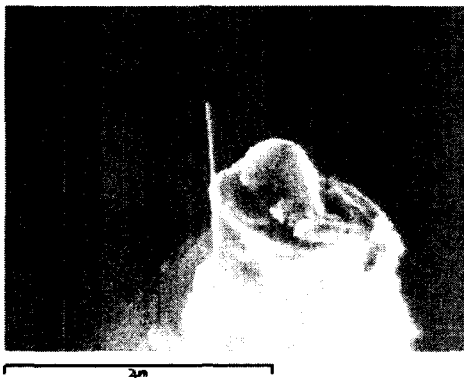


Fig. 1 Nanotube AFM tip fabricated by dielectrophoresis

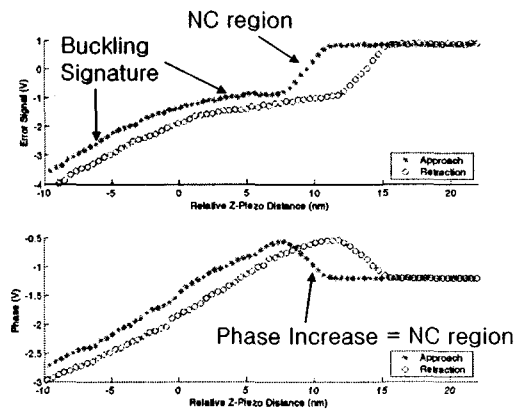


Fig. 2 Side wall effect in non-contact mode AFM