

탄소나노튜브를 이용한 나노 Gripper의 운동에 관한 연구

이준석*(한국과학기술원), 최재성(한국과학기술원), 강경수(한국과학기술원),
 박윤근(한국과학기술원), 김수현(한국과학기술원)

주제어 : 탄소 나노 튜브, 전해에칭, 정전기력

본 연구에서는 전해에칭을 통해 제작된 텅스텐 팁에 탄소 나노 튜브를 부착하여 단일 탄소 나노 튜브를 제작한 후, 제작된 단일 탄소 나노 튜브를 결합하여 나노 gripper를 만들어 이에 대한 운동 특성을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 예측하였다. 전해 에칭을 통해 미리 제작된 텅스텐 팁은 끝단 반경이 서브 마이크로미터이며, 탄소 나노 튜브는 탄소 접착제를 이용하여 텅스텐 팁에 광학현미경 환경 하에서 부착하였다. 여기서 사용된 탄소 나노 튜브는 화학 기상 증착법에 의해 성장시킨 것으로 직진성은 떨어지나 광학현미경으로 조작 가능한 지름을 갖는다. 시뮬레이션에서는 두개의 단일 탄소 나노 튜브 모두 실린더 형태이며 서로 평행하게 배치되어 있는 것으로 가정하였다. 두개의 단일 탄소 나노 튜브에 텅스텐 팁을 통해 직류전압을 인가하면, 가해진 전압에 따라 두 탄소 나노 튜브는 정전기력에 의해 그 위치가 가까워진다. 또한, 사용된 탄소 나노 튜브를 외팔보로 고려할 경우 휘어짐에 따라 굽힘 모멘트가 발생한다. 즉, 정전기력에 의한 탄소 나노 튜브간의 힘으로 발생하는 모멘트와 외팔보의 굽힘 모멘트가 서로 평형을 이루는 지점에서 두개의 탄소 나노 튜브의 위치가 결정되며, 이것을 이용하여 두 탄소 나노 튜브 사이의 거리를 계산할 수 있다. Fig. 1은 제작된 단일 탄소 나노 튜브를 보여주며, Fig. 2는 두 탄소 나노 튜브를 평행한 실린더로 가정할 경우 인가된 전압에 따른 두 탄소 나노 튜브의 끝단 사이의 간격을 보여준다. 그림에서도 알수 있듯이, 인가된 전압이 증가하면 점점 탄소 나노 튜브 팁이 가까워지다가 어느 임계 전압을 넘어서는 순간 순간적으로 두 튜브는 붙게 된다. 본 연구에서는 이러한 임계전압을 계산할 수 있는 방법을 제시함으로써 추후 제작될 나노 Gripper의 구동 특성을 파악하는데 효과가 있을 것으로 판단된다.

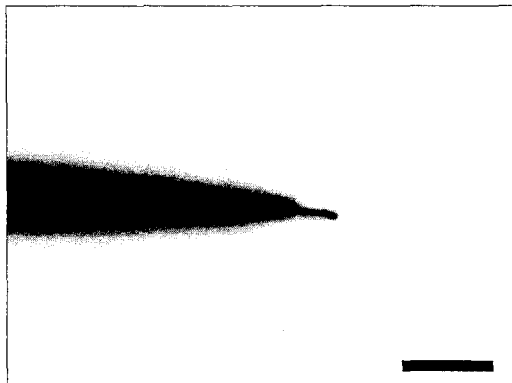


Fig. 1 Single CNT Tip captured by Optical Microscope (scale bar : 10 μ m)

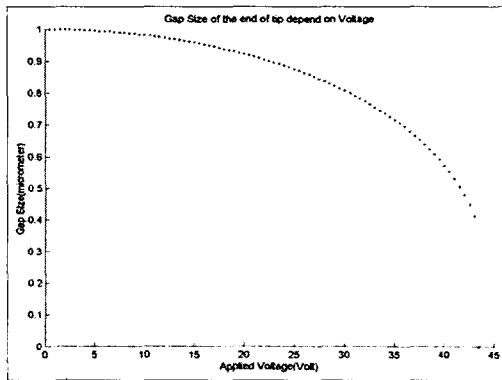


Fig. 2 The Gap Size of Nano Gripper depend on Applied Voltage