

## 나노튜브 탐침을 이용한 미세 광소자 측정 개선

## Nanotube-tip AFM for the application of photonic devices

정기영, 송원영, 오범환, 박병천\*  
 인하대학교 정보통신공학과, 표준과학연구원\*  
 e-mail : [obh@inha.ac.kr](mailto:obh@inha.ac.kr)

원자간력-현미경(Atomic Force Microscope)은 비파괴적인 방법으로 광소자의 단면 형상과 거칠기에 관한 정보를 원자단위의 해상도로 얻어낼 수 있다. 그러나 탐침의 형상에 의해서 공간분해능에 제한을 받는다. 이 문제를 해결하기 위해, 원자간력-현미경 탐침의 끝부분에 나노튜브를 부착하였다. 주사형 전자현미경에 설치한 나노조작기를 사용하여 나노튜브를 탐침에 밀착하도록 이동시킨 후에, 탄화물 증착으로 접착시키는 방법을 사용하였다.

키워드 : 나노튜브 탐침, 원자간력-현미경, 나노조작기

원자간력 현미경은 금속 및 부도체, 생물시료의 형상측정에 우수한 분석 장비이다. 그러나 탐침의 형태에 의해서 일부 시료에서는 분해능이 제한을 받는다. 이상적인 탐침의 형태는 직경이 작고, 종횡비가 크며, 마모에 의해서 측정결과의 변화가 없어야 한다. 따라서 이에 관한 연구가 지속되어 왔고 여러 대안이 제시되었다. 먼저 탐침의 끝부분에 탄소 나노튜브를 부착하거나, 탐침의 끝부분에 탄소입자를 집속하여 깔때기 형태로 만든 High dense carbon 탐침, 실리콘 탐침의 자체를 식각하여 끝부분을 좀더 가늘고 길게 만든 Super cone 탐침, Focused ion beam machined 실리콘 탐침 등의 고종횡비 탐침들이 그 대안으로 개발되어 상용화 되었다.

나노튜브 탐침은 기계적인 조작에 의해 나노튜브를 실리콘 탐침에 부착하는 방법, 화학기상증착을 이용해 탐침에 나노튜브를 직접 성장시키는 방법 등을 이용하여 제작한다. 본 연구팀은 주사형 전자현미경에 그림 1의 개략도와 같은 형태의 나노조작기를 제작하여 설치하고, 나노튜브를 직접 조작하는 방식으로 탐침을 제작하였다. 본 나노조작기는 탐침과 나노튜브가 부착되어 있는 각각의 이송대가 3축의 자유도를 가지며, 30 nm의 정밀도를 갖는 picomotor에 의해서 움직이게 되어 있다. 또한 탐침과 나노튜브의 고정부는 회전이 가능하여 부착 방향의 조절이 가능하도록 설계 및 제작되었다.

나노튜브를 조작기 고정부에 부착하기 위해 전도성 테이프를 이용하였고, 탐침도 역시 전도성 테이프를 이용하여 고정시켰다. 전자현미경으로 관찰하며 나노튜브와 탐침의 부착부위가 밀착하도록 이동시킨 후에, 전자빔을 부착부위에만 집속시켜 그 부위에만 탄화물을 쌓아 부착하였다. 만들어진

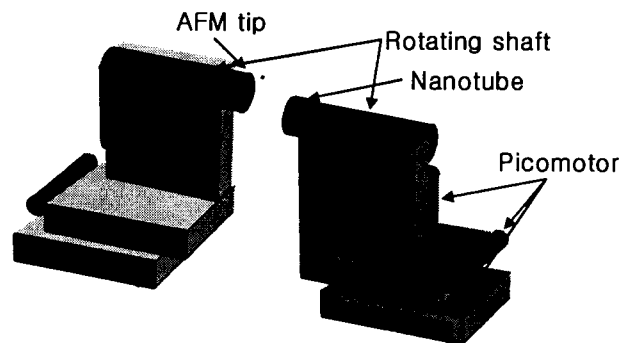


그림 1. 나노조작기 개략도

나노튜브의 직경은 30 nm 이하이고, 길이는 500 nm 이하로 종횡비가 10대 1 이상이 되었다.

그림 2는 앞서 언급한 방법으로 제작된 나노튜브 탐침의 전자현미경 사진으로 실리콘 탐침의 윗부분에 부착되어 있고, 탐침 위에 불룩 솟아 오른 것이 탄화물 증착에 의해서 부착이 강화된 부분이다. 그림 3은 광소자의 단면을 나노튜브 탐침으로 측정된 결과이다. 역삼각형으로 표시된 부분의 각도가 85도로 일관 탐침보다 우수한 경사각 측정능력을 나타냈다. 나노튜브 탐침은 광소자를 절단하여 주사전자현미경으로 관찰하는 대신에 기존의 원자간력 현미경이나 삼차원 측정기를 통해 얻어지는 것보다 높은 해상도로 형상측정과 거칠기를 동시에 할 수 있도록 할 것이다.

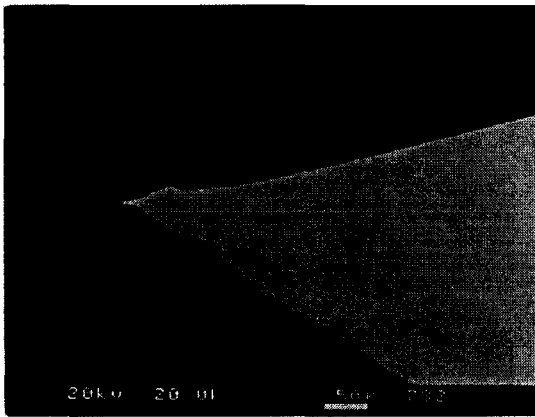


그림 2. 나노튜브 탐침의 전자현미경 사진

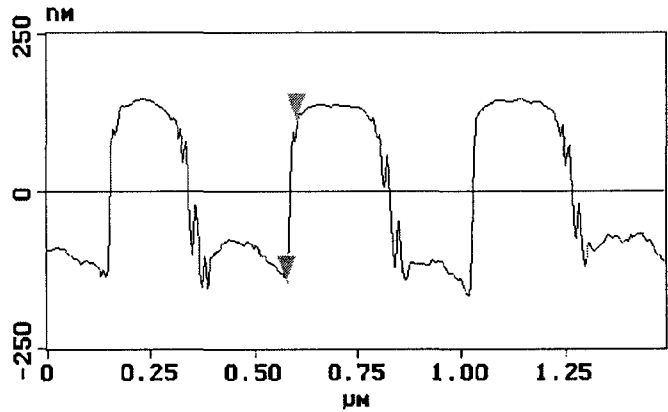


그림 3. 나노튜브 탐침을 사용한 광소자의 측정결과

감사의 글

본 연구는 테라급 나노소자 개발 사업단의 지원으로 수행되었습니다. 사용된 나노튜브를 공급해주신 성균관대학교의 이영희 교수님께도 감사드립니다.

참고문헌

1. Zhiyong Liu, et al., "Magnetic force microscopy using focused ion beam sharpened tip with deposited antiferro-ferromagnetic multiple layers", Journal of Applied Physics, Vol. 91, No. 10, 8843-8845(2002)
2. Hongjie Dai, et al., "Nanotubes as nanoprobe in scanning probe microscopy", Nature 384, 147-150(1996)
3. Nakayama, et al., "Microprocess for fabricating carbon-nanotube probes of a scanning probe microscope", Journal of Vacuum Science and Technology 18, 661-665(2000)
4. Erhan Yenilmez, et al., "Wafer scale production of carbon nanotube scanning probe tips for atomic force microscopy", Applied Physics Letters Vol 80, Number 12, 2225-2227(2000)
5. Cattien V. Nguyen, et al., "Carbon nanotube scanning probe for profiling of deep-ultraviolet and 193 nm photoresist patterns", Applied Physics Letters Vol 81, Number 5, 901-903(2002)