

ZnO 나노막대 굽힘 변형에 의존하는 전기적 특성 Electrical properties of ZnO nanorods during bending test

*장훈식, #남승훈, 김호종, 이석철, 정인현, 박종서

*H. S. Jang, #S. H. Nahm(shnahm@kriss.re.kr), H. J. Kim, S. C. Lee, I. H. Jeong, J. S. Park
한국표준과학연구원 재료측정표준센터

key words : ZnO nanorods, bending test, electrical properties

1. 서론

과학기술이 발전함에 따라 나노기술이 많은 관심사가 되었고, 특히 나노소재의 우수한 물리, 화학적 특성으로 인해 여러 산업분야에 응용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다 [1]. 하지만 많은 연구에도 불구하고 나노소재의 측정 기술은 매우 미흡한 실정으로 측정 기술에 대한 신뢰성이 부족하고, 표준화된 측정방법이 확립되어 있지 않다. 나노소재는 별크소재와는 다르게 특유한 특성을 가지는 소재이므로 역학 물성뿐만 아니라, 전기적 물성, 변형 중 발생하는 특성변화를 측정하는 것이 매우 중요하다[2]. 따라서 본 연구에서는 주사전자현미경 내부에서 나노조작기에 이용하여 ZnO 나노막대에 대한 실시간 굽힘 시험을 진행하여 ZnO 나노막대의 전기적 물성을 측정하였다.

2. 실험방법 및 결과

본 실험에 사용된 ZnO 나노막대는 Si 기판위에 화학적 반응을 통해 얻는 sol-gel 방법으로 성장된 나노막대를 사용하였고, 지름은 100 ~ 500 nm 까지 다양하다. 분말 상태로 존재하는 ZnO 나노막대를 한 가닥에 대하여 굽힘 물성을 측정하기 위해 에탄올에 넣고 초음파 처리를 통하여 나노 막대간의 인장력을 최대한 배제시킨 후, 투과전자현미경용 그리드를 절반으로 잘라 그 위에 ZnO 나노막대들을 분산시켜 오븐에 약 80 °C에서 1시간 정도 건조하였다. 분산되어 투과전자현미경용 끝 부분에 걸쳐진 ZnO 나노막대를 선택하여 고정시키기 위한 방법으로 한 쪽 끝 부분을 전자빔으로 주사하여 그림핑을 하였다. 그 후 투과전자현미경용 그리드를 주사전자현미경 내부의 시편홀더에 장착을 하였다.

나노조작기는 X, Y, Z 3축으로 성되어 있

며 X, Y 축은 최대 120 mm, Z축은 150 mm의 이동이 가능하고, 각 축의 최소 구동 단위는 약 2 nm 이내이다. 나노조작기는 주사전자현미경 외부에 있는 조이스틱(Joystick)을 이용하여 제어되고, 구동 속도 또한 조절이 가능하다.

ZnO 나노막대에 굽힘력을 가하기 위해 금 박막을 입힌 텅스텐 팁을 사용하였다. 텅스텐 팁은 0.5 mm의 텅스텐 선을 KOH 용액을 이용하여 전해 연마로 가공하여 팁의 끝이 반경 100 nm 정도가 되게 제작하였다. 텅스텐 팁은 전기적 물성 측정의 접촉전극으로 사용하는데, 가공부위 표면이 부식되어 전도성이 현저히 떨어지기 때문에 잔류 KOH 용액을 초음파 세척한 뒤, 표면에 도금처리를 하여 전도성을 보강하여 주었다.

텅스텐 팁은 주사전자현미경과 완전히 절연된 상태로 멀티미터에 연결하고, 나노조작기를 이용하여 투과전자현미경 그리드의 절단면에 걸쳐있는 ZnO 나노막대에 그림 1과 같이 접촉시켰다. 접촉여부는 접촉 시 접촉저항에 의한 전기적 신호의 변화를 통해 확인 할 수 있다.

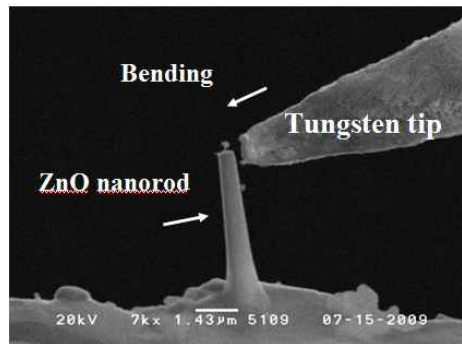


Fig. 1. Bending test of ZnO nanorod with tungsten tip.

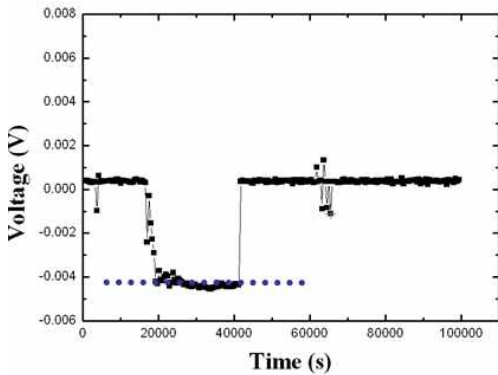


Fig. 2. Electrical properties as bending test of ZnO nanorod

그림 2는 ZnO 나노막대의 굽힘 시험에서 접촉 전/후 시간에 따른 전압의 변화를 나타냈다. 그림에서 보는 것처럼 텅스텐 팁과 ZnO 나노막대의 접촉 시에 약 5 mV의 전압 강하가 일어나는 것을 확인 할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 주사전자현미경 내부에서 나노조작기와 텅스텐 팁을 이용하여 ZnO 나노막대 한 가닥에 대한 굽힘 실험을 통해 ZnO 나노막대의 전기적 물성을 측정하였다. 텅스텐 팁과 ZnO 나노막대의 접촉에 따른 전압의 변화를 측정하였고, 접촉 시 약 5 mV의 전압 강하가 일어나는 것을 확인 하였다. 따라서 본 실험을 통해 구축된 시스템으로 다른 종류의 나노막대, 나노와이어 등의 굽힘 시험과 전기적 물성 측정 또한 가능할 것으로 기대한다.

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011K000774).

참고문헌

1. Li, S. Y., Lin, C. Y. and Tseng, T. Y., "Field Emission and Photofluorescent Characteristics of Zinc Oxide Nanowires Synthesized by a Metal Catalyzed Vapor-Liquid-Solid Process," *J.Appl.Phys.*, **95**, 3711-3716, 2004.

2. Tseng, Y. K., Huang, C. J., Cheng, H. M., Lin, I. N., Liu, K. S. and Chen, I. C., "Characterization and Field-Emission Properties of Needle-like Zinc Oxide Nanowires Grown Vertically on Conductive Zinc Oxide Films," *Adv.Funct.Mater.*, **13**, 811-814, 2003.