

접촉으로 인한 ZnO nanowire 의 파손특성 고찰 Observations of contact damage characteristics of ZnO nanowires

*강경희¹, 김해진¹, #김대은¹

*K. H. Kang¹, H. J. Kim¹, #D. E. Kim(kimde@yonsei.ac.kr)¹

¹연세대학교 기계공학과

Key words : friction, wear, SEM, ZnO nanowire

1. 서론

ZnO nanowire 는 전기적, 광학적, 기계적, 열적으로 우수한 특성을 가지기 때문에 FET, 발광소자, 논리회로 등 다양한 나노소자의 기초 물질로 활용 가능하다. 이러한 다양한 활용에 대한 연구는 국내외 연구진들에 의해 활발하게 진행되고 있다 [1-4]. 그러나 이러한 나노물질에 대한 활발한 연구에 비해 기계적 내구성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구에서는 ZnO nanowire 를 성장시킨 표면에 하중을 가하여 nanowire 가 파손되는 특성을 Scanning Electron Microscopy (SEM)으로 분석하였다.

2. 실험시편 및 실험장치

본 연구에서는 Si wafer 위에 ZnO nanowire 를 성장시킨 시편을 준비하였다. 먼저, ZnO seed layer 를 coating 하기 위하여 EtOH 과 Zinc acetate dihydrate ((C₂H₃O₂)₂Zn·2H₂O) 수용액을 si wafer 위에 스펀코팅 하였다. 다음으로 de-ionized water 에 Zinc nitrate hexahydrate, Hexamethylenetetramine (HMT, C₆H₁₂N₄)을 일정한 비율로 녹인 수용액에 seed coating 한 Si wafer 를 넣고 ZnO nanowire 를 성장시켰다 [5]. Fig. 1 은 본 실험에 사용된 ZnO nanowire 의 SEM 사진이다.

본 실험에서는 접촉으로 인한 ZnO nanowire 의 파손특성을 파악하기 위해 실험장치를 자체 제작하여 접촉실험을 수행하였다. Steel ball 이 부착된 캔틸레버를 사용하여 시편 표면에 수직하중을 가하여 ZnO nanowire 의 파손특성을 고찰하였다. 접촉으로 인한 ZnO nanowire 의 파손특성을 실시간으로

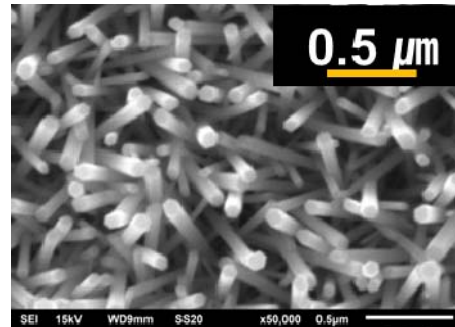


Fig. 1 Morphology of ZnO nanowires grown on Si wafer

관찰하기 위해, SEM 내부에서 직접 접촉 실험을 진행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

자체 제작한 실험장치를 이용하여 SEM 내부에서 효과적으로 ZnO nanowire 시편 표면에 하중을 가할 수 있었으며 nanowire 가 파손되는 현상을 관찰할 수 있었다. 또한, actuator 를 이용하여 접촉하고 있는 두 물체 간의 상대운동을 유발할 수 있었다.

ZnO 의 파손특성은 예상한 바와 같이 접촉하중과 접촉조건에 따라 크게 좌우되었다. 특히 상대운동을 동반한 접촉을 할 경우 파손의 정도가 더욱 심해졌으며 0.5 gf 미만의 하중에서도 현저하게 파손되었다. 이는 하중이 높아지면 접촉압력이 상승하여 ZnO nanowire 의 파괴강도를 초과하게 되며 상대운동으로 인하여 마찰력이 추가될 경우 접촉응력 조건이 더욱 악화되기 때문이다.

4. 결론

본 연구에서는 ZnO nanowire 의 접촉에 의한 파손 특성을 파악하기 위해 SEM 내부에서 접촉실험을 진행하여 ZnO nanowire 의 파손을 실시간으로 관찰하였다. Nanowire 의 파손특성은 접촉하중과 접촉조건에 크게 좌우되었으며 상대운동을 동반한 접촉이 발생할 경우 0.5 gf 이하의 하중에서도 심한 파손이 발생함을 알 수 있었다.

and structural and optical properties”, Nanotechnology, **18**, 2007.

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2011-0000409)

참고문헌

1. Woong-Ki Hong, Jung Inn Sohn, Dae-Kue Hwang, Soon-Shin Kwon, Gunho Jo, Sunghoon Song, Seong-Min Kim, Hang-Ju Ko, Seong-Ju Park, Mark E. Welland, and Takhee Lee, “Tunable Electronic Transport Characteristics of Surface Architecture-Controlled ZnO Nanowire Field Effect Transistors”, Nano Lett., **8**, 950-956 2008.
2. Sheng Xu, Yong Qin, Chen Xu, Yaguang Wei, Rusen Yang and Zhong Lin Wang, “Self-powered nanowire devices”, Nature Nanotechnology, **5**, 366-373, 2010.
3. Li-Yu Lin, Ji-Min Seo, Min-Chang Jeong, Kyung-Jin Koo, Dea-Eun Kim, Jae-Min Myoung, “Wear rate of vertically grown ZnO nanowires sliding against steel micro-sphere”, Materials Science and Engineering A, **460-461**, 370-376, 2007.
4. Koo-Hyun Chung, Hyun-Joon Kim, Li-Yu Lin, Dea-Eun Kim, “Tribological characteristics of ZnO nanowires investigated by atomic force microscope”, Applied Physics A, **92**, 267-274, 2008.
5. Q Ahsanulhaq, A Umar, Y B Hahn, “Growth of aligned ZnO nanorods and nanopencils on ZnO/Si in aqueous solution: growth mechanism