

SnO<sub>2</sub> 나노선 네트워크 센서의 제작과 특성Preparation and Characterization of SnO<sub>2</sub> Nanowire Network Sensor

박재영, 최선우, JhangJin, 김상섭\*  
 인하대학교 금속공학과(E-mail:sangsub@inha.ac.kr)

**초 록:** 단일 나노선 적용 센서의 단점을 극복하고 신뢰성이 높은 센서를 구현하고자 vapor-liquid-solid (VLS) 법을 이용하여 SnO<sub>2</sub> 나노선의 선택적 성장을 통한 나노선 네트워크 구조의 센서를 제조하였다. 분리된 전극층의 변화에 따른 나노선의 접합 특성 변화와 이에 따른 나노선 네트워크 센서의 가스감지 특성을 고찰하였다.

## 1. 서론

쾌적하고 안전한 환경을 유지하기 위해 유해가스에 대한 법적규제가 강화되고 있는 추세이며, 환경오염 문제의 주원인이 되고 있는 극미량의 독성, 폭발성 가스를 선택적으로 검지할 수 있는 가스 센서의 개발이 국내외적으로 중요한 이슈가 되고 있다. 최근 다양한 종류의 금속 산화물(metal oxide)을 1차원 (1-dimensional) 나노구조물 즉, 나노선(nanowire), 나노막대(nanorod), 나노튜브(nanotube), 나노리본(nanoribbon) 등의 형태로 제조하고 이를 응용하고자 하는 연구가 국내외적으로 매우 활발하게 이루어지고 있으며 각종 나노소자의 실현에 많은 연구그룹들이 경쟁하고 있다. 어떤 화학종에 대한 감응도, 반응속도, 회복속도 측면에서 저차원 산화물 나노재료를 이용한 나노형 가스 감지소자 및 나노바이오 감지소자는 기존의 벌크 및 박막재료에 비해 본질적으로 유리한 특성을 지니고 있다. 첫째로, 1차원 나노구조물은 벌크나 박막에 비해 체적-표면적비가 매우 커서 월등히 많은 흡착 위치(site)를 제공해 줄 수 있고, 따라서 미량의 화학물질에 대해 감응할 가능성이 많게 된다. 두 번째로는 나노재료는 벌크나 박막에 비해 전기전도 변화를 측정하는 체적이 매우 작다는 것이다. 이는 미량 존재하는 화학종의 흡착 혹은 탈착으로 야기될 수 있는 전도전자의 개수 변화율이 매우 크다는 것을 의미한다. 즉 나노재료는 체적이 작아 전도전자의 개수가 절대적으로 적어 어떤 화학종이 흡착 혹은 탈착하게 되면 그 전도전자의 개수에 큰 변화율을 주게 된다는 것이다. 이는 전기전도의 큰 변화율을 야기하며, 따라서 감응도, 반응속도, 회복속도 측면에서 매우 유리하게 된다. 그러나 저차원 산화물 나노재료의 합성 및 소자적용에서 많은 기술적 진보가 있음에도 불구하고 여전히 해결해야 할 문제점들이 있다. 기 보고된 연구들을 살펴보면 대부분의 경우 여러 가지 방법으로 제조한 저차원 산화물 나노재료, 즉 나노선 혹은 나노막대를 매우 어려운 포토리소그래피(photolithography) 공정을 사용하여 나노형 전계효과트랜지스터(field effect transistor, FET) 소자를 제작한 다음 이 소자의 전기적 특성을 여러 화학가스 및 생체물질(예를 들면 DNA)에 대한 변화거동을 조사한 것이다. 단일 나노형 전계효과트랜지스터 소자는 특성 측면에서는 매력적이지만 소자 구현을 위해 복잡한 포토리소그래피 공정이 요구되고, 제작된 나노소자와 전극간의 접합문제, 각 나노소자의 기하학적 모양에 따른 측정 값의 오차, 그리고 전기전도의 변화량이 매우 미세(물론 변화율은 매우 큼)하여 이를 측정하기 위한 고가의 정밀 측정장비가 필요한 이유로 실제 사용되는 소자 제작에는 이르지 못하고 있는 상황이다. 본 연구에서는 나노선 네트워크 구조의 나노선 센서 플랫폼을 제작하여 매우 많은 양의 나노선 접합이 형성됨과 동시에 제작된 플랫폼의 전극 넓이 변화에 따른 나노선의 접합수 조절을 통한 센서의 특성을 보이고자 한다.

## 2. 본론

본 연구에서는 단일 나노선 적용 센서의 단점을 극복하고 신뢰성이 높은 센서를 구현하고자 vapor-liquid-solid (VLS) 법을 이용하여 실리콘 기판위에 SnO<sub>2</sub> 네트워크 구조의 나노선 센서 플랫폼을 제작하였다. 성장된 나노선 네트워크 센서의 전극 간격을 10, 20, 50, 그리고 100 um로 변화시켜 네트워크 구조 변화를 관찰하였으며 (그림 1참조), 이러한 변화에 따른 가스 감응특성을 조사함으로써 최적 네트워크 구조 도출을 시도하였다. (그림 2는 10 um의 분리 전극 간격을 가지는 SnO<sub>2</sub> 나노선 네트워크 센서의 NO<sub>2</sub> 가스 감응 특성을 나타낸다.

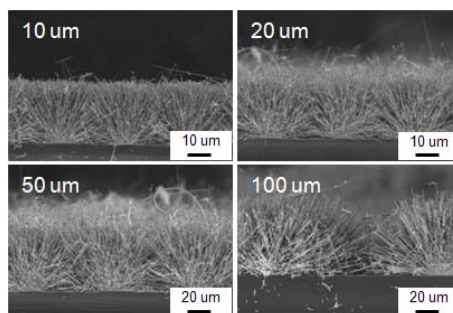


Fig. 1. Typical SEM images of nanowire network structures depending on the electrode gap; 10, 20, 50, and 100 um.

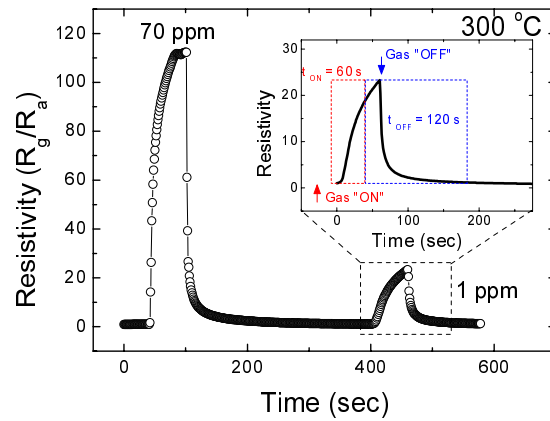


Fig. 2. Dynamic response of an SnO<sub>2</sub> nanowire network sensor to NO<sub>2</sub>. The inset is the enlarged part of the data obtained at 1 ppm NO<sub>2</sub>.

### 3. 결론

선택성장된 SnO<sub>2</sub> 나노선 분리된 전극 넓이에 따른 나노선 센서 플랫폼을 제작하였다. 구축된 센서들은 접합수가 많은 즉 분리전극의 간격이 좁은 나노선 네트워크구조에서 유해가스(NO<sub>2</sub>, CO)의 감지특성이 우수하였다.

### 참고문헌

- 1 G. Yu, A. Cao and C. M. Lieber, Nature Nanotech., 2 (2007) 372.
- 2 H. M. Lin, Y. L. Chen, J. Yang, Y. C. Liu, K. M. Yin, J. J. Kai, F. R. Chen, L. C. Chen, Y. F. Chen and C. C. Chen, Nano Lett., 3 (2003) 537.
- 3 O. Hayden, A. B. Greytak and C. BellD, Adv. Mater., 17 (2005) 701.
- 4 Q. Kuang, Z. Y. Jiang, Z. X. Xie, S. C. Lin, Z. W. Lin, S. Y. Xie, R. B. Huang and L. S. Zheng, J. Am. Chem. Soc., 127 (2005) 11777.
- 5 D. W. Kim, I. S. Hwang, S. J. Kwon, H. Y. Kang, K. S. Park, Y. J. Choi, K. J. Choi and J. G. Park, Nano Lett., 7 (2007) 3041.