

# 하이브리드 공정을 이용한 다중 연결 ZnO 나노와이어 패턴 제작 Fabrication of multi-connected ZnO nanowire pattern using hybrid process

\*이지혜<sup>1</sup>, 이원석<sup>2</sup>, 박인규<sup>2</sup>, 최대근<sup>1</sup>, 이응숙<sup>1</sup>, 정준호<sup>1</sup>

\*J. Lee(jihyelee@kimm.re.kr)<sup>1</sup>, W. S. Lee<sup>2</sup>, I. K. Park<sup>2</sup>, J. H. Choi<sup>1</sup>, D. G. Choi<sup>1</sup>, J. H. Jeong<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>한국기계연구원 나노공정장비연구실, <sup>2</sup>한국과학기술원 기계공학과

Key words : ZnO nanowire, nanoimprint, multi-connect, hydrothermal synthesis

## 1. 서론

산화아연(ZnO)은 밴드갭이 3.37eV인 반도체 물질이다. 밴드갭이 넓어 가시광선 영역에서 투명도가 높고, 압전 특성이 있으므로 최근 광전자소자, 전자소자, 화학 물질 검출소자, 촉매, 광화학 분야, 자가 발전기 등으로 응용하기 위해 널리 연구가 진행되고 있다. 그 중에서도 화학센서로 사용될 때 반응성을 높이기 위해 ZnO 나노와이어를 사용하는 연구가 진행되고 있다. 이때 ZnO 나노와이어를 전극사이에 정렬한 전계효과소자를 제작하고 전극사이에 정렬된 ZnO 나노와이어의 반도체 특성을 이용하여 UV, 암모니아 가스 등을 검출하게 된다. 이러한 소자를 제작하기 위해서는 ZnO 나노와이어를 화학적으로 합성하고 용액상에 분산시킨 후, 반도체 공정으로 제작된 전극 위에 나노와이어를 정렬하고, 어닐링 또는 금속 증착 등의 방법으로 접합을 개선하는 공정이 필요하다. 이러한 방법은 공정이 복잡할 뿐만 아니라, 수율이 매우 낮은 단점이 있다.

최근 졸-겔 방법으로 ZnO 박막을 형성하고, E-beam을 이용하여 나노와이어로 패터닝하여 가스 센서로 응용한 연구가 발표되었다. 이 방법은 ZnO 나노와이어 패터닝 수율은 높은 반면, 졸-겔 방법의 특성상 나노와이어의 전기전도도가 낮은 단점이 있다.

본 연구에서는 이러한 단점을 극복하기 위해 하이브리드 공정을 이용한 다중 연결 ZnO 나노패턴 제작을 제안하였다. 기판위에 ZnO 졸 용액을 도포한 후 나노임프린트 리소그래피를 이용하여 나노와이어패턴을 형성한다. ZnO 나노패턴의 전기적 특성을 향상시키기 위해 수열합성(hydrothermal synthesis)을 수행함으로써 ZnO 나노와이어가 다중연결된 ZnO 나노패턴을 제작할 수

있다. 분산된 나노와이어를 정렬하지 않고, 나노와이어를 패터닝 한 후 수열합성에 의해 나노와이어를 성장시키므로 공정이 단순하고 수율이 높을 뿐 아니라, ZnO 전기전도도가 높은 장점이 있다. 쉽게 측정이 가능한 범위에 있다.

## 2. 실험

ZnO 졸 용액 준비: Zinc acetate dihydrate 0.3M, monoethylalcohol 0.3M을 2-methoxyethanol에 희석하여 ZnO 졸 용액을 준비한다.

나노임프린트 리소그래피: 2" 석영기판에 ZnO 졸을 스핀코팅한다. 200nm폭, 800nm 간격의 나노선패턴이 테프론 몰드를 도포된 ZnO 졸 위에 덮는다. 0.3bar의 압력을 가하고 UV(ultra violet)를 5분간 조사하여 ZnO 졸을 겔로 변화시킨다. 테프론 몰드를 분리한 후 솔벤트와 잔유 유기물을 제거하기 위해 400도씨에서 1시간동안 어닐링을 수행한다. 건식식각 방법으로 Residual layer를 제거한다.

수열합성: Zinc acetate dihydrate 용액에 침지 한 후, 70도씨에서 1시간 동안 수열합성을 수행한다.

## 3. 결과

그림 1에 나타난 바와 같이 ZnO sol에 나노임프린트가 성공적으로 수행되었음을 알 수 있다.

나노패터닝된 ZnO에 열 어닐링을 수행한 결과, 나노패턴사이에 기공이 형성된 것을 볼 수 있다. 이것은 ZnO sol에 포함되어 있던 솔벤트와 유기물 등이 증발하면서 생성된 것으로 판단된다.

그림 2에 ZnO 나노선 패턴을 시드(seed)층으로 수열합성을 수행한 결과를 나타내었다. 나노선 패턴을 중심으로 하여 방사형으로 ZnO 나노와이어가 성장된 것을 볼 수 있다. 수열합성에 의해 ZnO 나노와이어가 다중연결 되므로, ZnO 나노선의 전기적 특

성이 향상 될 것으로 기대된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 나노임프린트와 수열합성의 하이브리드 공정을 이용하여 3차원 구조의 ZnO 나노패턴을 형성하였다. 수열합성에 의해 ZnO 나노와이어가 다중연결 되므로, ZnO 나노선의 전기적 특성이 향상 될 것으로 기대된다.

Richards, M., " Highly sensitive room temperature sensors based on the UV-LED activation of zinc oxide nanoparticles", Sens. Actuators B 134 (2008) 945-952.

2. Fan, S., Srivastava, A. K., Dravid, V. P., "Nanopatterned polycrystalline ZnO for room temperature gas sensing", Sens. Actuators B 144 (2010) 159-163

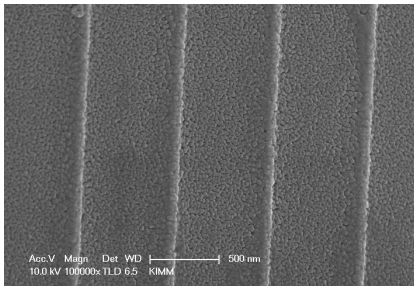


Fig. 1 Scanning electron microimage of ZnO patterned using nanoimprint lithography and annealed by thermal annealing

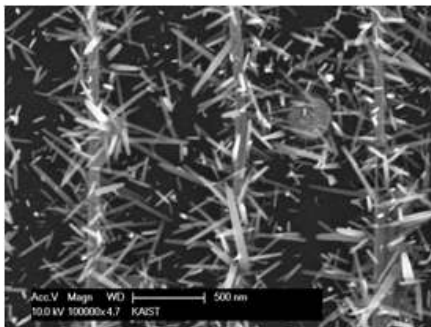


Fig. 2 Scanning electron microimage of ZnO nanowire grown by hydrothermal synthesis on line-shaped ZnO nanopattern.

#### 후기

본 연구는 한국연구재단 KRF 2010-0019167과 21c 프론티어 사업 나노메카트로닉스 사업단 07K1401-00210의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. Costello, B.P.J., Ewen, R.J. , Ratcliffe, N.M. ,