

기상이동법으로 간격 변화에 따라 성장한 산화아연 나노구조의 구조적, 광학적 특성

Structural and optical properties of ZnO nanostructures with various distance condition by vapor phase transport

김소아람^{a*}, 김민수^a, 남기웅^b, 박형길^b, 윤현식^b, 임재영^{a,b}

^{a*}인제대학교 나노메뉴팩처링 나노시스템공학과(E-mail:ksar8661@nate.com), ^b인제대학교 나노공학부

초 록: 산화아연 나노구조를 금을 금속촉매로 사용하여 실리콘 기판위에 기상이동법으로 성장하였다. 성장할 때 소스(source)와 기판 사이의 거리는 5에서 50 mm로 변화를 주며 아르곤과 산소 분위기에서 900℃로 성장하였다. 산화아연 나노구조의 구조적 및 광학적 특성을 조사하기 위해 field-emission scanning electron microscopy, X-ray diffraction (XRD), 그리고 photoluminescence (PL)를 이용하였다. 산화아연 나노구조는 나노선과 나노입자의 형태로 성장하였다. 산화아연 나노구조의 광학적 특성은 소스와 기판사이의 거리가 가까울수록 향상되었다. 특히, 소스와 기판사이의 거리가 5 mm 일 때, 산화아연 나노선이 관찰되었으며 XRD 와 PL 분석에서 나타난 반가폭 (full width at half maximum)은 0.061° 와 96 meV 로써 가장 작았다. 산화아연 나노선은 산화아연 나노입자와 비교하여, 결정성 및 광학적 특성이 우수하였다.

1. 서론

산화아연은 밴드갭이 3.37 eV이며 상온에서 엑시톤 결합에너지가 60 meV로써 단파장 광소자분야에 많은 응용이 되고 있다. 일반적으로, 산화아연 나노구조를 성장하기 위해 분자선 에피택시 (molecular beam epitaxy, MBE), 화학 기상 증착법 (chemical vapor deposition, CVD), 라디오 주파수 스퍼터 (radio frequency sputter, RF sputter), 펄스레이저 증착 (pulsed laser deposition, PLD), 원자층 증착 (atomic layer deposition, ALD), 수열합성법 (hydrothermal methods), 그리고 기상이동법 (vapor phase transport, VPT) 등과 같은 여러 가지 방법으로 성장 가능하다. 이러한 방법들 중, 기상이동법은 가장 간단하면서도 우수한 결정질을 갖는 산화아연 나노구조를 성장할 수 있기 때문에 널리 사용되고 있다. 지난 몇 년 동안 기상이동법을 이용하여 나노선, 나노막대, 나노벨트, 나노튜브, 나노마늘, 나노입자 등 다양한 나노구조를 갖는 산화아연이 보고 되고 있으며, 구조에 따라 다양하고 독특한 전기적 및 광학적 특성을 나타내고 있다. 이에 본 연구에서는, 금을 금속촉매로 사용하여 산화아연 나노구조를 기상이동법으로 거리의 변수를 주어 성장하였으며 산화아연 나노구조의 구조적 광학적 특성을 연구하였다.

2. 본론

SEM 이미지를 통하여 산화아연 나노구조는 나노선 및 나노입자로 성장된 것을 확인 할 수 있었으며, 특히 나노입자 주위에 존재하는 wetting zone을 관찰 할 수 있었다. 일반적으로, 실리콘 기판위의 금은 용융점 이상에서 구형의 작은방울로 변화하여 나노선을 형성시킨다. 이는 기상이동법의 성장 메커니즘인 VLS (vapor-liquid-solid) 메커니즘이다. XRD 데이터를 통해, 산화아연 (002) 피크를 확인하여 산화아연이 기상이동법으로 성장된 것을 확인하였으며, 소스와 기판사이의 거리가 가까울수록 반가폭 및 스트레스 값이 작았다. PL 분석을 통해, 소스와 기판사이의 거리가 줄어들수록 자유엑시톤의 재결합에 의해 생기는 near-band edge emission (NBE)의 세기가 점차 증가하였다. 그리고 소스와 기판사이의 거리가 50 mm일 경우에는 구조적 결함에 의해 나타나는 deep-level emission (DLE)피크가 존재하였다. 이는 소스와 기판사이의 거리가 가까울수록 결정성이 증가하고 광학적 특성이 향상됨을 의미한다.

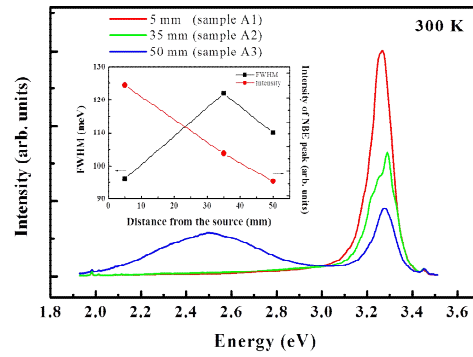


Fig.1. 소스와 기판사이의 거리에 따라 성장된 산화아연 나노구조의 상온 PL. 삽화는 NBE피크의 반가폭 및 세기를 나타낸다.

3. 결론

산화아연 나노구조를 금을 금속촉매로 사용하여 실리콘 기판위에 기상이동법으로 성장하였다. 성장할 때 소스(source)와 기판 사이의 거리는 5에서 50 mm로 변화를 주며 아르곤과 산소 분위기에서 900℃로 성장하였다. SEM을 통하여 기상이동법으로 성장된 나노구조는 나노선과 나노입자임을 확인하였으며, 나노선은 소스와 기판사이의 거리가 가장 가까운 5 mm 일 때 성장되었다. 산화아연 나노선이 나노입자보다 XRD 및 PL 분석을 통해 구조적 광학적 특성이 우수한 것으로 조사되었다.

참고문헌

1. Z.Zhang,S.J.Wang,T.Yu,T.Wu,J.Phys.Chem.C 111, (2007) 17500
2. G.Nam,S.Kim,J.-Y.Leem,M.S.Kim,K.G.Lim,D.Y.Kim,S.-O.Kim,J.Korean.Phys.Soc. 59, (2011) 129.