PA-05

MOCVD로 성장한 ZnO 나노막대의 저온 성장과 특성평가
Low-temperature growth and characterization of epitaxial ZnO nanorods by MOCVD

김동찬[1,*], 공보현[1], 조형균[1], 박동준[2], 조형균[2]
(1*) 성균관대학교, 신소재공학과
(2) 한국과학기술원, 신소재공학과

초 록: 여러 가지 응용분야에서 많은 기대를 안고 있는 ZnO를 MOCVD 장비를 이용하여 일차원의 나노막대 구조를 330°C의 저온에서 성장하였다. 이러한 성장온도는 기존 나노막대 성장에 비해 낮은 온도이며, 그 특성평가로 전계방출 특성평가를 하였다.

1. 서 론

최근 정보통신 및 관련소재의 연구방향은 기존의 패러다임을 뛰어넘는 새로운 기능성의 확보, 극한적 제어성 및 정밀성 확보, 복합과 융합이란 경향으로 발전해 가고 있다. 특히 실리콘을 기반으로 하는 반도체 기술 분야에서 공정적 한계를 극복하기 위해 나노구조의 합성과 배열을 기본으로 하여 bottom-up 방식으로 나노소자를 구현하는 것이 큰 주목을 받고 있다. 이러한 가능성을 구현할 수 있는 나노 소재로 0차원 구조의 양자점(quantum dot)과 1차원 구조의 양자선 및 나노선(nanorod)이 제안되고 있다. 나노선의 경우 나노스케일의 dimension, 양자 제한 효과, 탁월한 결정성, self-assembly, internal stress등 기존의 벌크형 소재에서 발견할 수 없는 새로운 기능성이 나타나고 있어서 바이오, 에너지, 구조, 전자, 센서 등의 분야에서 활용되고 있다. 현재 국내외적으로 널리 연구되고 있는 나노선으로는 Si 및 Ge, SnO2, SiC, ZnO 등이 있으며 특히, ZnO는 우수한 물리적 전기적 특성과 함께 나노선으로의 합성이 비교적 쉬워 주목받고 있는 재료이다. ZnO의 합성방법으로는 thermal CVD, MOCVD, PLD, wet-chemistry 등 다양한 방법이 사용되고 있다. 특히 MOCVD 법은 수직 정렬된 ZnO 나노막대를 합성하기가 매우 용이하다.

본 실험에서는 MOCVD를 이용하여 대면적의 수직 정렬된 ZnO 나노막대를 저온 성장하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 실험 방법

본 실험에서는 낮은 온도에서 나노막대를 합성하기 위한 방법으로 additional Ar 가스를 사용하였다. additional Ar 가스는 DEZn 가 유입되는 곳에 추가적으로 공급되어 반응소스의 유속을 증가시키는 도구로 사용되었다. additional Ar 가스의 사용 후, 성장온도에 따라 240°C 이하에서는 박막 성장, 270°C 에서는 columnar, 300°C 에서는 nanorod 형태로 성장되었다. 이러한 온도와 성장 모드는 기존 나노막대 성장온도에 비해 매우 낮고 다른 것이다. 그림 1의 (a)와 (b)는 MOCVD의 공정도와 additional Ar 가스양에 따른 나노막대 성장 그래프이다. 나노막대의 성장온도는 330°C 이며, 반응압력은 1Torr에서 성장하였다. 기판으로는 사파이어기판과 전계방출효과를 측정하기 위한 n-type의 Si(100) 기판을 사용하였다.

2.2 실험 결과

그림 1의 (c)와(d)는 사파이어 기판과 실리콘 기판 위에 성장한 ZnO 나노막대의 SEM 이미지이다. 사파이어 기판 위에 성장한 나노막대의 경우, 수직 정렬되어 성장한데 비해 실리콘 기판 위에 성장한 나노막대는 어느 정도 기울기를 가지고 성장한 것을 볼 수 있다. 이것은 실리콘 기판이 사파이어 기판에 비해 격자상수 불일치도가 큰 것에 기인할 수 있다.

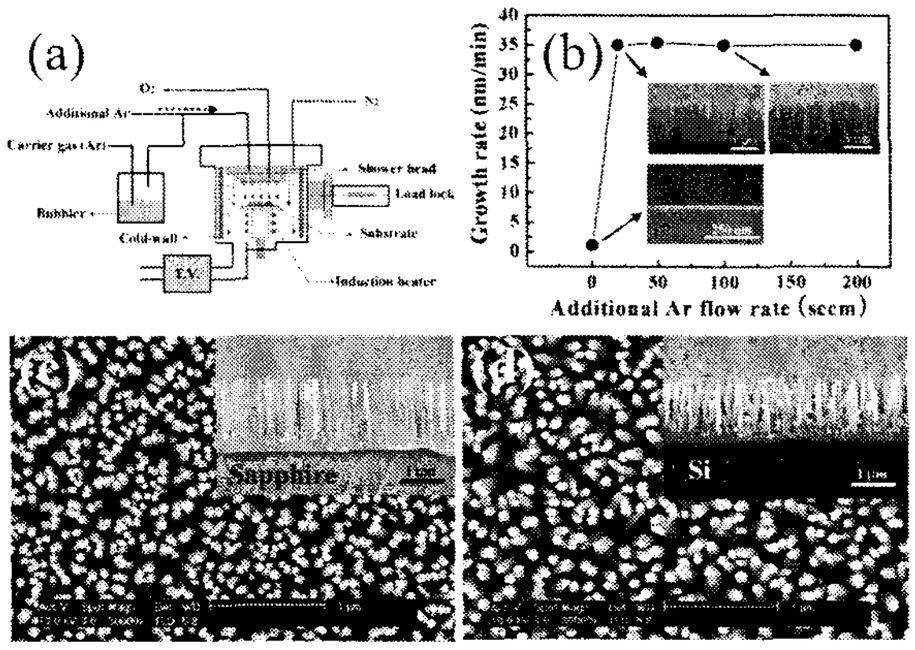

그림 1. (a) MOCVD 공정도, (b) additional Ar 가스에 따른 성장속도 그래프, (c), (d) 사파이어 기판과 실리콘 기판 위에 성장된 ZnO 나노막대의 SEM 이미지

그림 2는 실리콘 기판 위에 성장한 나노막대의 field-emission 측정 결과이다. 음극으로는 n-type Si(100) 기판과 양극으로는 stainless steel rod를 사용하였다. 음극과 양극간 거리는 300㎛였다. 이렇게 측정된 전계방출 정도는 기존 연구에서 보여진 값에 비해 낮은 turn-on field(3.8V/μm) 값과 field enhancement factor (3090) 수치를 가졌다 [1,2].

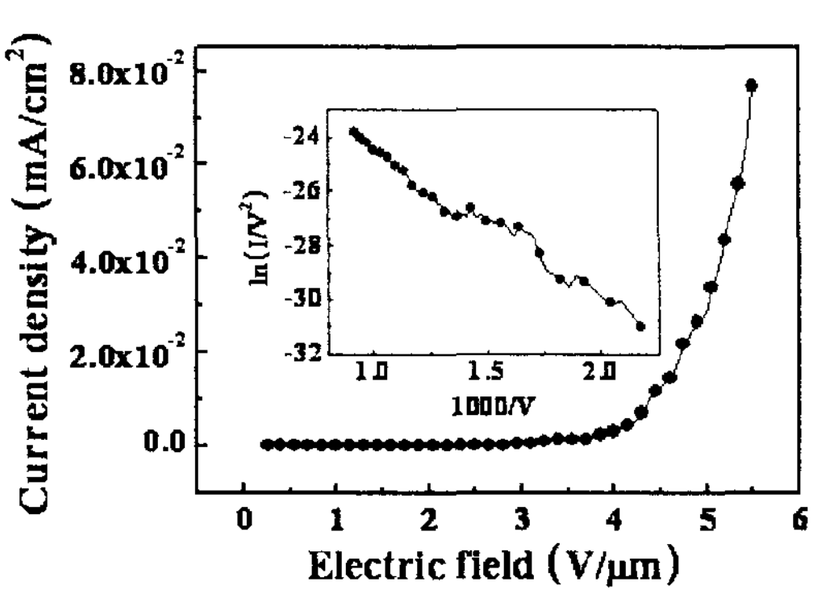

그림 2. n-type Si(100) 기판 위에 성장된 ZnO 나노막대의 전계방출 특성 그래프

3. 결 론

우리는 MOCVD 성장 공정에서 additional Ar 가스를 이용한 방법으로 330°C의 저온에서 수직으로 잘 정렬된 ZnO 나노막대를 성장하였다. 이러한 나노막대의 특성평가의 하나인 전계방출효과 측정에서 기존에 성장된 나노막대에 비해 낮은 turn-on field(3.8V/μm) 값과 field enhancement factor (3090) 수치를 가졌다. 이는 ZnO 나노막대가 전계방출 에미터로 사용될 수 있는 가능성을 제시하는 것이다.

감 사 의 글

본 연구는 에너지관리공단의 지원으로 이루어졌습니다.

참 고 문 헌

[1] S. H. Jo, D. Banerjee, and Z. F. Ren, Appl. Phys. Lett. 85, 1407 2004.
[2] D. Banerjee, S. H. Jo, and Z. F. Ren, Adv. Mater. Weinheim, Ger.16,
2028 2004.