

스퍼터링 방법으로 성장시킨 ZnO 박막의 결정질 향상을 위한 고온성장

김영이^{1*}, 안철현¹, 강시우¹, 김동찬¹, 공보현¹, 한원석¹, 전상욱¹, 조형균¹
(¹) 성균관대학교, 신소재공학과

초 록 : ZnO 박막의 결정질을 향상시키기 위해 고온에서 RF 마그네트론 스퍼터링 방법으로 성장시켰다. 성장온도가 증가 할수록 박막의 결정질이 향상 되는 것을 TEM과 XRD 결과로 확인할 수 있었다. 또한 성장온도가 증가 할수록 박막의 표면 형상이 three-dimensional islands 구조를 가지며, grain size와 표면 거칠기가 증가 하는 것을 관찰 할 수 있었다. 위의 실험 결과로 우리는 RF 스퍼터링 방법으로 고온성장하여 ZnO 박막의 결정질을 향상시켰다.

1. 서 론

ZnO는 청색 및 자외선(UV) 발광소자(light emitting diode; LED), 레이저 다이오드(laser diode; LD), 자외선 감지기(detector), 디스플레이 및 태양전지의 투명전극(transparent conducting oxide; TCO), 자외선 에미터(emitter), 각종 센서 등 여러 광전자 분야에 응용이 기대되는 II-VI 산화물 반도체이다. ZnO 박막 내의 결함들과 전위들 그리고 표면 형상들은 광전자 소자 제작 응용에 많은 영향을 미친다. 일반적으로 ZnO 박막은 Si 기판과 사파이어 기판에 주로 성장되고 있으나 ZnO 박막과 Si 기판 사이의 큰 격자상수와 다른 열팽창계수 차이로 인하여 Si 기판 위에 고품위 ZnO 박막을 성장시키는데 어려움이 있다. 그렇기 때문에 일반적으로 ZnO 박막과 Si 기판 사이에 열처리나 homo-buffer 층을 사용하여 박막과 기판 사이에 발생하는 점 결함과 전위를 감소 시켜 ZnO 박막의 결정질을 향상시킨다. 그러나 본 연구에서는 저온 homo-buffer 층과 열처리 없이 성장온도만을 변화시켜 고품질의 ZnO 박막을 성장시켜 고품위의 ZnO 박막을 성장시키고자 하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

본 연구에서는 buffer 층과 열처리 없이 RF 마그네트론 스퍼터링 장비를 이용하여 고온에서 ZnO 박막을 성장 시켰다. p-type Si (100) 기판을 사용하여 ZnO 박막을 성장 시켰고, 기판 세척은 아세톤, 메틸 알콜, 증류수 순으로 각각 10분씩 초음파세척을 하였다. 박막증착은 ZnO (99.999%) target을 이용하여 성장 초기 압력을 5×10^{-6} torr 고정하여 증착했다. RF 파워는 300W로 고정 시켰고, 스퍼터링 가스는 Ar 가스와 O₂ 가스를 2:1 비율로 혼합하여 사용하였다. 그리고 working pressure는 15 sccm 으로 하여 성장온도를 600에서 800°C로 변화시켜가며 2시간동안 약 1 μm 두께로 증착시켰다.

2.3 실험결과 및 분석 장비

본 연구에서는 고온성장에 따른 ZnO 박막의 결정질 및 미세구조 특성을 알아보기 위해 투과전자현미경 (TEM)과 X-ray diffraction (XRD)를 측정하였다. 그리고 박막의 발광 특성을 알아보기 위해 저온 PL을 측정하였고, 성장온도 변화에 따른 박막의 표면 형상변화를 알아보기와 원자 현미경 (AFM)을 tapping mode로 측정 하였다.

2.3.1 실험결과

그림 1은 성장온도가 증가 할수록 UV peak intensity가 증가 하는 것을 알 수 있고, 성장 온도증가와 함께 blue emission peak 또한 같이 감소하는 것을 관찰 할 수 있다. 성장온도 변화에 따른 ZnO 박막의 AFM 결과이다. 결과에서 관찰 할 수 있듯이 성장온도가 증가 할수록 grain size가 커지고 박막의 표면 RMS 값이 증가 하는 것을 관찰 할 수 있다. RMS 값은 그림 2에 나타내었다.

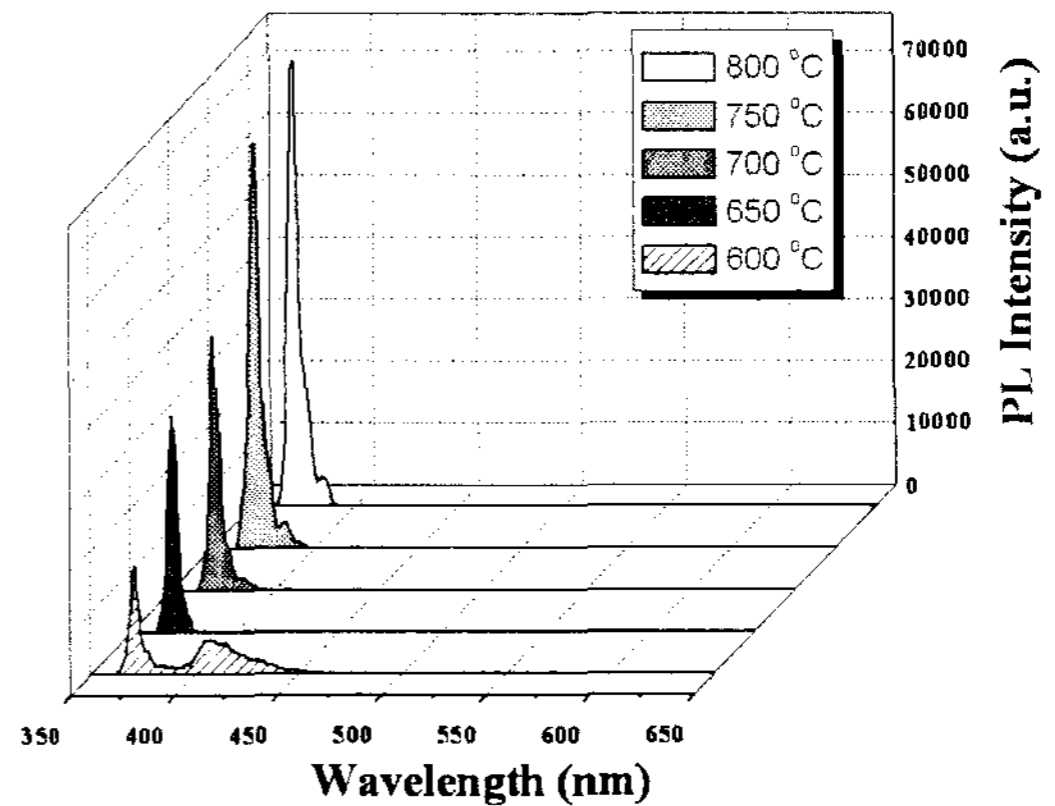


그림 1. 성장온도 변화에 따른 ZnO 박막 저온 PL

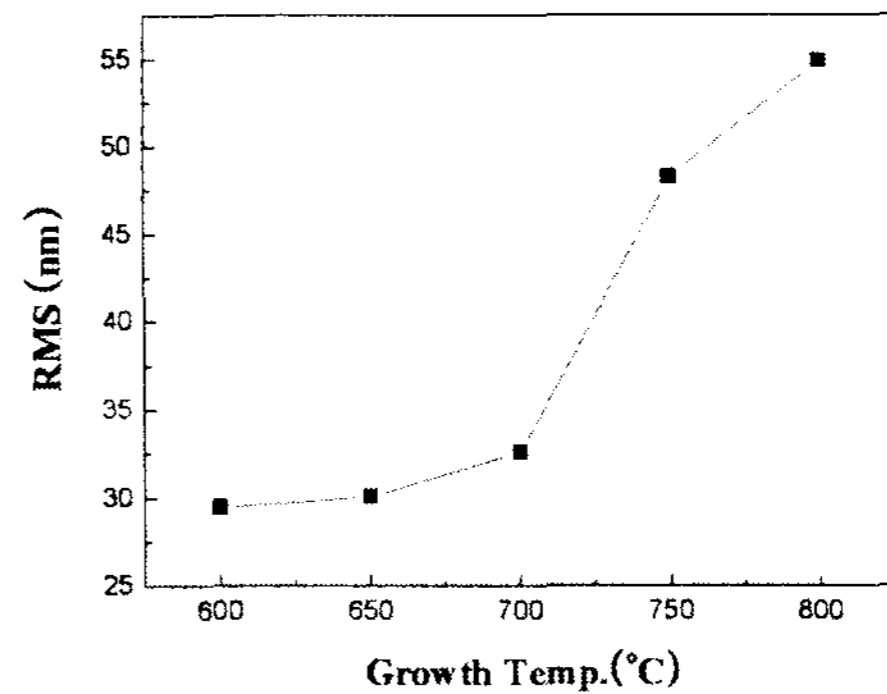


그림 2 성장온도 변화에 따른 RMS 변화

3. 결 론

RF 스퍼터링 방법으로 고온 성장시킨 ZnO 박막의 결정질이 성장온도가 증가 할수록 향상 되는 것을 미세구조 분석과 XRD 그리고 PL 특성을 통해 확인 할 수 있었다. 또한 성장온도가 증가할수록 UV peak intensity가 증가 하는 것을 알 수가 있고, AFM 결과 성장온도가 증가 할수록

박막의 표면 형상이 three-dimensional islands 구조를 가지며, grain size와 표면 거칠기가 증가 하는 것을 관찰 할 수 있었다. 위의 실험 결과로 우리는 RF 스퍼터링 방법으로 고온성장하여 ZnO 박막의 결정질을 향상시켰다.

감 사 의 글

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단 우수연구센터사업 (센터번호 : R11-2000-086-0000-0 플라즈마응용표면기술연구센터)지원으로 수행 되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] D. M. Bagnall, Y. F. Chen, Z. Shu, T. Y. Shen, and T. Goto, Appl. Phys. Lett. 73, 1038 (1998).
- [2] J. W. Sin, J. Y. Lee, T. W. Kim, Y. S. No, W. J. Cho, and W. K. Choi, Appl. Phys. Lett. 88, 091911 (2006).