

DBD-PLD 방법을 이용하여 N 도핑된 ZnO 박막의 특성 조사

임재현, 강민석*, 송용원, 이상렬
한국과학기술연구원, *광운대학교

Properties of N doped ZnO grown by DBD-PLD

Jaе Hyeon Leem, Min Seok Kang*, Wong-Won, Song, Sang Yeol Lee
KIST, *Kwangwoon Univ.

Abstract : We have grown N-doped ZnO thin films on sapphire substrate by employing dielectric barrier discharge in pulsed laser deposition (DBD-PLD). DBD guarantees an effective way for massive *in-situ* generation of N-plasma under the conventional PLD process condition. Low-temperature photoluminescence spectra of the N-doped ZnO film provided near band-edge emission after thermal annealing process. The emission peak was resolved by Gaussian fitting and showed a dominant acceptor-bound exciton peak (A^0X) that indicated the successful *p*-type doping of ZnO with N.

Key Words : ZnO, XPS, PL, nitrogen, *p*-type doping

3. 결과 및 검토

1. 서론

ZnO는 II-VI족의 화합물 반도체로써 상온일 때 3.37eV의 넓은 밴드갭을 갖는다. [1-2] 특히, ZnO는 발광 소자로 사용하는데 상온에서 큰 엑시톤 결합 에너지를 갖는다(60meV). [1-2] 이러한 ZnO의 특성을 활용하고자 발광소자 제작에 많은 연구자들이 연구를 진행하고 있으며 특히 발광 소자 제작에 필수라고 할 수 있는 *p*형 ZnO 박막을 성장하는데 많은 연구들이 진행되고 있다. 본 연구에서는 *p*형 도핑을 위하여 N을 이용하였으며 PLD 성장중에 DBD 방법을 이용하여 박막에 N이 주입되도록 하여주었다. 이렇게 성장된 박막의 특성을 PL 및 XPS 등의 측정을 통하여 확인하였다.

2. 실험

(0001) 사파이어 기판위에 N doped ZnO 박막을 증착하기 위하여 PLD system을 사용하였다. 1 inch ZnO disk target을 이용하여 ZnO 박막을 성장하였으며 성장중 N의 주입을 위하여 DBD 장치를 사용하였다. 성장시 기판과 타겟을 나란한 위치에 부락을 하고 타겟과 기판과의 거리는 45 mm 이다. 355 nm Nd:YAg laser를 사용하고 에너지 밀도는 1.4 J/cm² 이고 5 Hz의 repetition rate이다. 성장중 N 주입을 위하여 DBD 장치를 이용하였고 N의 해리를 돕기 위하여 N 가스와 함께 Ar 가스를 주입하여 주었다. 도핑된 N의 활성화를 위하여 박막 성장후 800 °C에서 15분간 N 분위기에서 열처리를 진행하여 주었다.

XPS 측정을 통하여 박막에 N이 주입되었음을 확인하였고 325 nm의 파장을 가지고 있는 He-Cd Laser를 이용하여 PL spectrum을 저온에서 측정하여 광학적 특성을 확인하였다.

그림 1은 DBD-PLD 방법을 사용하여 N이 주입된 ZnO 박막을 성장하고 N이 주입되어있음을 XPS 측정을 통하여 확인하여 본 결과이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 398 eV 근방에서 N 1s에 관련된 피크를 관찰할 수 있었으며 이것을 통하여 ZnO 박막 내에 N이 안정적으로 주입되었음을 확인할 수 있었다.

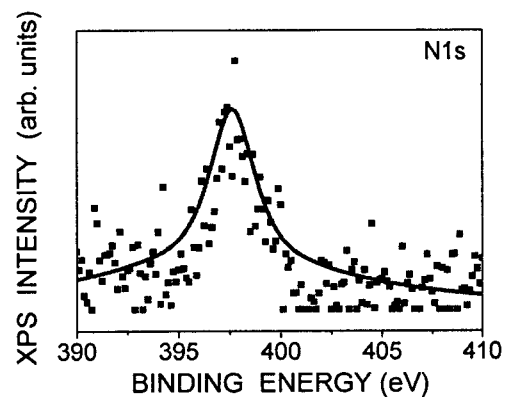


그림 1. DBD-PLD 방법으로 성장된 N 주입된 ZnO 박막의 XPS 특성

그림 2는 저온에서 측정한 PL 경과를 나타내었다. 일반적인 Undoped ZnO 박막과 DBD PLD 방법을 사용하여 성장된 N doped ZnO 박막의 PL 측정 결과를 비교하였다. 그림에서 볼 수 있는 바와 마찬가지로 undoped ZnO 박막의 경우 3.357 eV에서 (D^0X)가 주된 피크로서 나오고 있는 것을 확인할 수 있었으나 N이 주입된 ZnO 박막의 경우 3.315 eV에서 (A^0X)가 주된 피크로서 나오고 있는 것을 확인하였다. PL 측정을 통하여 N이 ZnO 박막내에 주입되어 acceptor로서 작용되고 있는 것

을 확인할 수 있었다.

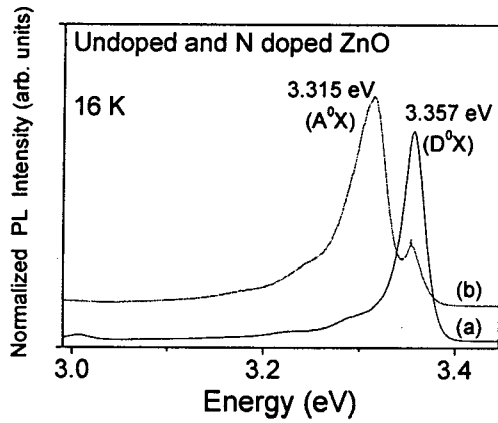


그림 2. Undoped ZnO 와 N doped ZnO 박막의 PL 특성 조사

4. 결론

본 연구에서는 DBD-PLD 방법을 이용하여 N 이 주입된 ZnO 박막을 성장하였다. XPS 측정을 통하여 ZnO 박막내에 N이 안정적으로 들어가 있음을 확인할 수 있었으며 PL 측정을 통하여 undoped ZnO 박막의 특성과 비교함으로써 N 이 ZnO 박막에 주입되어 acceptor로서 작용하고 있는 것을 확인하였다. 이러한 실험들을 통하여 DBD-PLD 성장법을 이용하여 안정적인 N doping 법을 확인할 수 있었으며 향후 안정적인 p-type doping 및 p-n junction 연구에 큰 도움이 될수 있음을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Y. Zhao, Y. Jiang, Y. Fang, J. Cryst. Growth 307, 278(2007)
- [2] B. L. Zhu, X. H. Sun, X. Z. Zhao, F. H. Su, G. H. Li, Z. G. Wu, J. Wu, R. Wu, J. Liu, Vacuum 27, 1007(2007)