

## 마그네트론 스퍼터링에 의해 phosphorous 도핑된 ZnO 박막의 전기적, 광학적, 구조적 특성의 연관성

안철현, 김영이, 강시우, 공보현, 한원석, 조형균  
성균관대학교 신소재공학과

### Correlation of the electrical, optical and structural properties of P-doped ZnO films grown by magnetron sputtering

Cheol Hyoun Ahn, Young Yi Kim, Si Woo Kang, Bo Hyun Kong, Won Suk Han and Hyung Koun Cho  
School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University

**Abstract :** ZnO는 3.36eV의 넓은 밴드갭을 가지는 II-IV족 반도체로써 태양전지, LED와 같은 광학적 소자로 이용이 기대가 되는 물질이다. 더욱이, 상온에서의 60meV에 해당하는 큰 엑시톤 에너지와 밴드갭 엔지니어링이 가능하다는 장점으로 광학적 소자로 널리 이용되고 있는 GaN을 대체할 수 있는 물질로 주목을 받고 있다. 하지만, p-type ZnO는 형성이 어렵고 낮은 이동도와 캐리어 농도의 특성을 보이고, 대기 중에 장시간 노출할 경우 n-type ZnO의 특성으로 돌아가는 불안정성을 보이고 있다. 최근에 몇몇의 연구자들에 의해 V족의 원소인 P(phosphorous), N(nitrogen), As(arsenic)를 도핑하여 p-type ZnO의 형성에 대한 논문이 발표되고 있다. 또한, V족 원소 중에 P는 p-type ZnO형성에 효과적인 도핑 물질로 보고되고 있다.

본 연구는 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 다양한 온도에서 성장된 P도핑 ZnO 박막의 특성에 대해 연구하였다. P도핑된 ZnO 박막은 사파이어 기판에 buffer층을 사용한 Insulator 특성의 ZnO박막위에 400, 500, 600, 700°C에서 성장되었다. 박막의 특성 분석에는 325nm의 파장을 가지는 He-Cd의 레이저 광원을 사용하여 10K의 저온 PL과 0.5T의 자기장을 사용한 van der Pauw configuration에 의한 Hall effect 측정, 그리고 결정성 분석에는 XRD와 TEM을 이용하였다. 상온 Hall-effect 측정 결과, 400~600°C에서 성장된 박막은 n-type의 특성을 보였고, 700°C에서 성장된 Phosphorous 도핑 ZnO박막은  $1.19 \times 10^{17}$ 의 캐리어 농도를 가지는 p-type의 특성을 보였다. 그리고 XRD분석과 TEM분석을 통하여 박막의 성장온도가 증가 할수록 P도핑된 ZnO박막의 결정성이 향상되는 것을 알 수 있었다. 또한 10K의 저온 PL분석을 통해 p도핑에 의한 엑셉터에 관련된 피크들을 관찰할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] P. Wang, N. Chen, and Z. G. Yin, Appl. Phys. Lett. 88, 152102, 2006.
- [2] G. Hu, H. Gong, E. F. Chor, P. Wu, Appl. Phys. Lett. 89, 251102, 2006.
- [3] H. S. Kang, G. H. Kim, D. L. Kim, H. W. Chang, B. D. Ahn, and D. Y. Lee, Appl. Phys. Lett. 89, 181103, 2006.