# PLD로 저온 증착한 Ga-doped ZnO 박막의 산소 분압에 따른 영향

# Effect of Oxygen Pressure on the properties of Ga-doped ZnO Thin Films Prepared by Pulsed Laser Deposition at Low Temperature.

문성준, 김지홍, 노지형, 김재원, 도강민, 문병무†, 구상모†
Sung Joon Moon, Ji Hong Kim, Ji Hyung Roh, Jae Won Kim, Kang Min Do, Byung-Moo Moon, Sang Mo Koo*
고려대학교, 광운대학교*
Korea University, Kwangwoon University*

**Abstract** : Transparent conductive Oxide (TCO) is an essential material in the various optoelectronic applications as a transparent electrode, such as solar cells, flat panel displays and organic light emitting diodes. Currently, Indium tin oxide (ITO) is commonly used in industry due to its low electrical resistivity, high transmittance and high adhesion to substrate. However, ITO is expensive and should be prepared at high temperature, which makes it hard to use ITO in flexible devices. In this regard, Ga-doped ZnO is expected as an ideal candidate for replacing ITO .

**Key Words** : Transparent Conductive Oxide, Ga-doped ZnO, Pulsed laser deposition, Oxygen pressure

## 1. 서 론

투명 전도성 산화물은 flat panel displays, solar cells, touch screen panels 등의 투명 전극으로 다양한 광전자 분야에서 필수 물질로 사용되고 있다. 투명전극 재료로 낮은 저항, 높은 투과도, 기판과의 높은 접착력을 가지는 ITO가 현재 널리 사용되고 있다. 그러나 indium 매장량의 부족으로 인한 높은 가격, 수소 가스에 낮은 안정도, 고온 공정으로 인해 flexible 소자에 적용이 어려운 점을 가지고 있어 ITO를 대체 할 물질들에 대한 활발한 연구가 진행되고 있다. ITO를 대체할 가장 유망한 물질로 낮은 저항과 가시광선 영역에서의 높은 투과도를 가지는 차세대 투명 전도성 산화물인 ZnO가 가장 주목 받고 있다. ZnO는 3.37 eV의 넓은 energy band gap의 육방정계 섬아연광 구조를 가지는 2-4족 반도체 물질이다. ZnO 박막은 표면에서의 산소 흡착으로 인해 전기 전도도가 낮은 경향을 보이기 때문에 전도도 향상을 위해 3족 원소인 Ga, Al, B 등의 물질을 도핑하여 투명 전극 재료로 사용하고 있다. 이들 물질 중 Ga3+ (0.062 nm)의 이온 반경이 Zn2+ (0.060 nm)의 이온반경이 유사하여 ZnO의 격자 변경을 최소화 시킬 수 있는 장점을 지닌 Ga이 가장 주목 받고 있다. 이들 물질 중 Ga 3+ (0.062 nm)의 이온 반경이 Zn2+ (0.074 nm)의 이온반경과 유사하여 ZnO의 격자 변형을 최소화 시킬 수 있는 장점을 지닌 Ga이 가장 주목 받고 있다. 본 논문에서는 flexible display 소자의 적용을 위해 저온에서 다양한 산소 분압으로 Ga-doped ZnO 박막을 증착하여 산소 분압에 따른 박막의 특성에 대해 비교해 보았다.

## 2.결과 및 토의

3wt%의 $Ga_2O_3$가 도핑된 ZnO를 PLD를 이용하여 5m Torr에서 100m Torr 까지의 산소분압에 따라 박막을 증착시켰다. 구조적 특성을 알아보기 위해 XRD 분석 결과, 모든 산소 분압 조건에서 *c*-축 배향성을 나타내었다. Hall measurement system을 통한 전기적 특성 분석에서 20m Torr의 산소 분압 조건에서 가장 최적의 특성을 나타내었다. 20m Torr에서 비저항 값은 $7.96\times10^{-4}$ Ω•㎝ , 이동도는 15㎠/V•s, 캐리어 농도는 $8.9\times10^{20}$ /㎤ 로 측정되었다. 광학적 특성분석에서는 모든 박막의 투과도는 85% 이상을 나타내었고, 3.5 eV 이상의 optical band gap energy를 가지는 것으로 나타났다. 실험 결과를 통해 Ga-doped ZnO의 낮은 비저항 값과, 높은 투과도를 통해서 박막형 태양전지, flexible display 소자 등에 투명 전극으로의 활용 가능성을 확인 할 수 있었다.

## 참고 문헌

[1] K. L. Chopra, S. Major, and D. K. Pandya, Thin Solid Films. 102, 1, 1983
[2] I. Hamburg and C. G. Granquist, J. Appl. Phys. 60, R123, 1986

† 교신저자) 문병무, e-amil: byungmoo@korea.ac.kr, Tel: 02-3290-3689
구상모, e-amil: smkoo@kw.ac.kr, Tel: 02-940-5763