

RF magnetron sputtering 기술로 증착한 Undoped ZnO 박막의 증착 압력에 따른 구조적, 광학적 특성

김재천, 김명춘*, 김좌연*,a)

반도체·디스플레이공학과, *신소재공학과
호서대학교

The Structural and Optical Properties of Undoped ZnO Thin Films Deposited by RF Magnetron Sputtering System as Functions of Working Pressures

Jae-cheon Kim, Myung-chun Kim*, Jwayeon Kim*,a)

Dept. of Semiconductor-display Engineering, *Dept. of Advanced Materials Engineering
Hoseo University

Abstract : We have studied the structural and optical properties of ZnO thin film deposited on glass by RF magnetron sputtering as functions of working pressures. The grain sizes were decreased as the working pressures were increased. The average optical transmissions over all exceeded 80% for ZnO films deposited in 20, 25 and 30nm torr working pressures. And the transmission spectra patterns were almost same. While the transmission spectra pattern of ZnO film deposited in 35nm torr was different with other spectra patterns obtained in 20, 25 and 30nm torr working pressures.

Key Words : undoped ZnO, Sputtering, Work pressure

1. 서 론

ZnO 박막은 hexagonal wurtzite 구조를 가지며 상온에서 3.37eV의 직접 천이형 에너지 띠 간격 (direct energy band gap)을 갖고 있는 II-IV족의 화합물반도체로서 가시광 영역에서 90%이상의 광 투과율을 보이며 특정한 조건의 열처리 후에 높은 전기전도도를 보이기 때문에 전계발광소자나 태양전지 등과 같은 광전자 소자의 재료로서 그 효율 가치가 높은 것으로 평가되고 있다.^{1,2)} 또한 대표적인 투명 전도막인 ITO의 경우 원료 물질인 In의 수급이 불안정하여 원자재의 가격이 높고 수소 플라즈마에 노출에 따른 열화로 인해 광학적 특성의 변화가 문제점으로 지적되고 있다. 이를 대체하기 위한 물질로서 FTO (fluorine-doped tin oxide), ZnO가 활발히 연구되어지고 있으며 특히 ZnO계 산화물 전극은 플라즈마에 대한 내성 및 광학적 특성과 저렴한 원재료의 가격 그리고 열적 안정성 또한 우수한 것으로 보고되어 지고 있다.³⁾ 본 연구에서는 RF 마그네트론 스퍼터링 장치를 이용하여 glass 기판위에 ZnO 박막 증착시 압력에 따른 박막의 구조적, 광학적 특성의 변화를 조사하였다.

2. 실험

ZnO 박막은 RF magnetron sputtering을 사용하여 증착하였다. 증착 전 chamber내의 진공은 rotary pump를 이용해 6.5×10^{-2} Torr까지 진공을 만든 뒤 Turbo펌프를 이용하여 5×10^{-6} Torr를 유지한 후 MFC를 이용하여 반응성 가스인 Ar 가스를 chamber 내로 주입하였다.

기판은 glass 기판을 사용하였고, acetone, ethanol, DI water 순서로 각각 20분씩 초음파 세척 후 질소(N₂)가스를 이용

해 건조 시켰다.

ZnO 박막은 2 inch ZnO타겟(99.99%)을 사용하였으며, 세 부 증착 공정조건은 아래 표와 같다.

표 1. 스퍼터링 조건

Deposition arameters	conditions
R.F power	75W
Gas	Ar 25sccm
Substate temperature	R.T
Distance of target-substate	5 cm
Rotation	3 rpm
Deposition time	60 min
Background pressure	5×10^{-6} (Torr)
Working pressure	(2.0 , 2.5 , 3.0 , 3.5) $\times 10^{-2}$ (Torr)

증착된 ZnO 박막의 결정구조와 미세조직의 분석을 위해 X-ray diffractometer (40kV, 30mA)를 이용 하였으며, 박막 표면 분석을 위해서 FE - SEM (Quanta 200 FEG)을 사용 했다. 또한 UV-VIS-NIR spectrophotometer (Lambda 950 PerkinElmer) 를 이용해서 300-780nm 영역의 투과도를 측정 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 증착 압력에 따른 ZnO 박막의 XRD결과를 나타 내었다. XRD 패턴에서는 모두 2θ는 0°부터 50°까지 동일 하게 2θ = 34.4°의 하나의 피크가 나타났는데 이것은 육방 정(hexagonal) ZnO 결정구조의 (002) 면에 의한 피크와 일치하는 것이다.

a) Corresponding author: jykim@office.hoseo.ac.kr

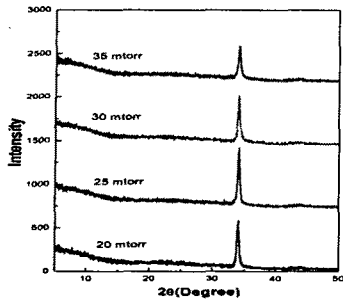


그림 1. 증착 압력에 따른 XRD 회절 패턴

또한 (002)면에 대한 C축 결정 배향성은 25mtorr에서 가장 크고, 압력이 감소함에 따라 감소하는 것을 확인 할 수 있다.

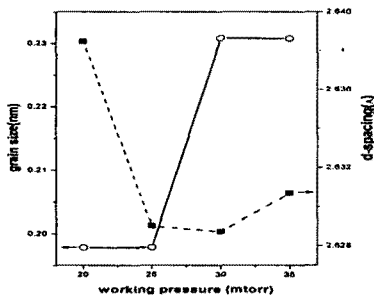


그림 2. Scherrer's equation을 이용해 계산한 grain size와 d-spacing.

그림 2.에서 나타나는 것처럼 작업 압력이 20mtorr에서 25mtorr로 증가 하는 경우에는 grain size는 증가하고 d-spacing은 감소함을 보였다. 하지만 30mtorr에서는 d-spacing은 감소하는 반면 grain size는 증가함을 보였다.

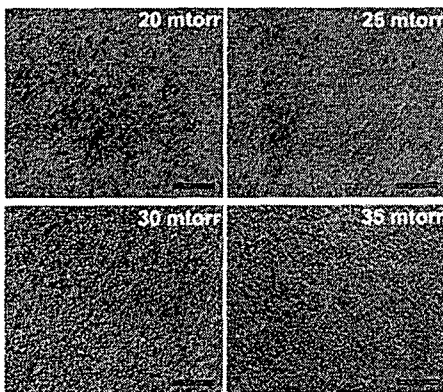


그림 3. 증착된 박막의 SEM 이미지
하지만 그림 3의 SEM 이미지에서 나타난 것처럼 그 증가 폭은 극히 미비하다.

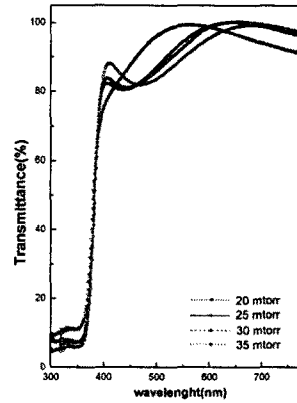


그림 4. UV-VIS-NIR spectrophotometer

그림 4은 박막의 투과도를 비교한 것이다. 380nm ~ 780nm 의 가시광 영역에서는 증착 압력에 상관없이 평균적으로 80%이상의 투과도를 나타내었다.

4. 결론

Glass 기판위에 상온에서 ZnO 박막을 증착 시킬 경우 작업 압력에 따른 구조적, 광학적 특성을 확인 하였다. 작업 압력이 증가함에 따라서 grain size는 SEM 이미지에서는 확인 할 수 없지만 1.98×10^{-8} 에서 2.31×10^{-8} 까지 증가하였다. d-spacing 의 경우 20 mtorr에서 30 mtorr 까지의 구간에서는 감소하였으나 35 mtorr에서는 증가하는 모습을 보였다. 또한 광학적 투과도는 전체적으로 80%이상의 투과도를 나타내지만 파장에 따른 투과도에서는 20, 25, 30 mtorr의 경우 비슷한 패턴을 보이지만 35 mtorr에서는 다른 패턴을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Simon L. King, J. G. E. Gardeniers, and Ian W. Boyd, Appl. Surf. S. 96-98(1996), 811.
- [2] K. B. Sundaram, and Ashammin Khan, J.Vac.Soc Technol. A 15(2) (1997), 3.
- [3] H. D. Ko, W. P. Tai, K. C. Kim, S. H. Kim, S. J. Suha, and Y. S. Kima, "Growth of Al-doped ZnO thin films by pulsed DC magnetron sputtering", J. Cryst. Growth, Vol. 277, p. 352, 2005.