

RF-스퍼터링의 파워변화에 따른 플라스틱 기판 위에 증착된 ZnO박막의 구조적, 광학적 특성

김준제, 김홍승, 이주영, 이종훈, 이다정, 이원재*, SHAN F.K*, 조채룡**, 김진혁***
 한국해양대학교 나노반도체학과, 동의대학교 나노학과 전자세라믹스센터*, 부산대학교 나노메디칼공학과**,
 전남대학교 재료공학과***

Department of Nano Semiconductor, Korea Maritime University

Jun-Je Kim, Hong-Seung Kim, Joo-Young Lee, Jong-Hoon Lee, Da-Jung Lee, and Won-Jae Lee*, SHAN FK*,
 Chae-Ryong Cho**, Jin-Hyuk Kim***

Korea Maritime Univ, Dong Eui University*, Pusan National Univ**, Chonnam National Univ***

Abstract : Zinc-oxide(ZnO) films were deposited on PC(polycarbonate) and PES(polyethersulphone) substrates by using RF(radio-frequency)sputter with various rf sputtering Power at a room temperature. The effects of rf sputtering Power on the structural and optical properties of ZnO films were investigated by using atomic force microscopy, X-ray diffraction, and UV spectrophotometer. The most excellent structural and properties of a ZnO film are obtained in the condition of an rf-power of 150 W. This film shows larger Grain size and lower surface roughness and a higher optical transmittance of over 80 % in the visible range than other films deposited in the different conditions of rf- power. Regardless of substrate types, The presence of a strong diffraction peak indicates that films have a (0 0 2) preferred orientation associated with the hexagonal phase.

Key Words : ZnO, Plastic substrate, RF-Sputtering

1. 서론

최근들어 투명하고 플렉시블한 성능을 확보할 수 있는 차세대 디스플레이를 위한 전자소자의 제작에 있어서 ZnO는 가장 적합한 물질로 인식되고 있다. 상온에서 3.4eV에너지의 넓은 밴드갭을 가지는 ZnO는 투명전극, 가스센서, UV detector로 사용되고 있다.[1] 기존의 투명전극으로 사용한 ITO는 광학특성과 전기적 특성이 우수하지만 원료물질의 높은 생산단가와 플라즈마에 노출될 경우 열화로 인한 특성변화가 큰 문제점으로 지적된다. 이에 반해 ZnO는 적외선 및 가시광선 영역에서 높은 광투과도 및 전기전도성 그리고 플라즈마에 대한 우수한 내구성과 저렴한 가격 경쟁력으로 인해 투명 전극용 재료로 ITO를 대체하고 있다.[2],[3] 그리고 저온성장이 가능한 ZnO의 특성은 전자장치의 제작에 있어서 플라스틱을 기판으로 사용 가능하게 하여 플라스틱 유기EL, 플라스틱 TFT-LCD, E-paper등 차세대 전자장치 재료로 사용될 수 있다.[4] 본 연구에서는 차세대 전자장치의 구현에 필수적인 ZnO-TFT의 기초연구로서 RF-스퍼터의 파워를 변화하여 플라스틱 기판위에 박막 성장후 ZnO의 구조적, 광학적 특성을 조사하였다.

2. 실험

본 실험에서는 RF-스퍼터를 이용하여 플라스틱 기판위에 ZnO박막을 증착하였다. 스퍼터의 파워변화에 의한 플라스틱 기판위에 증착된 ZnO박막의 특성을 정확하게 조

사하기 위하여 증착하는 동안 스퍼터의 조건은 표1과 같다.

표1. 스퍼터링조건

Target	ZnO
Substrate	PC, PES
RF-Power	100w-200w
Ar Gas	55sccm
Working Pressure	5mTorr
Deposition Time	1hour
Temperature	Room Temperature

증착 후 구조적 특성을 알아보기 위하여 XRD(X-ray diffraction)θ-2θ방식으로 박막의 결정구조 및 배향성을 알아보았다. 광학적 특성은 UV spectrophotometer를 사용하여 가시광 영역에서의 플라스틱 기판위에 증착된 ZnO 플라스틱 기판의 광 투과도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1의 XRD패턴에서는 ZnO박막이 스퍼터의 파워크기과 관계없이 2θ는 34.4°근방에서 매우 강한 피크가 나타나는 것을 볼 수있다. 이 피크는 Hexagonal 구조를 가지는 ZnO의 002면과 관계되고 기판위에 ZnO박막이 c축으로 우선 성장되는 것을 의미한다.[5] PC,PES 두 기판 모두에서 스퍼터의 파워가 100w~175w로 증가 할수록 순차적으로 높은 피크강도를 보였고, 스퍼터의 파워가

175w일 때 가장 높은 피크강도를 나타냈다. 주목할 만한 것은 두 기판 모두에서 스퍼터의 파워가 높을수록 피크 강도가 높아지다가 200w에서 다시 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 스퍼터의 파워가 증가할수록 박막의 결정화가 향상되지만 지나치게 높은 스퍼터의 파워는 입자의 표면 반발과 박막손상을 일으켜 오히려 박막의 결정화를 떨어뜨리는 것을 의미한다.[6]

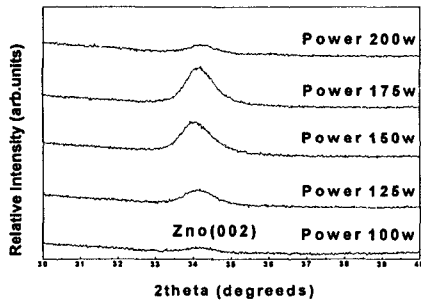


그림 1. 스퍼터 파워변화에 따른 XRD모양

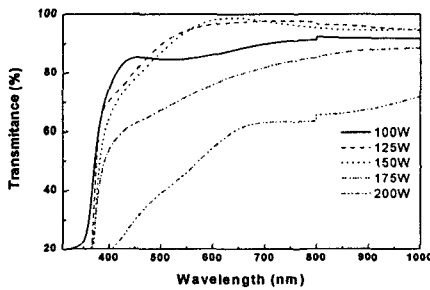


그림 2. 플라스틱기판 위에 증착된 ZnO박막의 광학투과도

그림 2의 500nm이상의 파장영역에서는 스퍼터파워 100w~150w에서 플라스틱 기판위에 증착된 ZnO 박막이 80%이상의 투과율을 보이고 500nm이하의 파장 영역에서는 스퍼터의 파워가 증가 할수록 투과율이 낮아 지는 것을 볼 수있다. 일반적으로 광투과 스펙트럼의 흡수단에서의 투과도 T는 아래 식(1)와 같이 주어진다.

$$T=A\exp(-\alpha t) \quad (1)$$

여기서 A는 상수, α 는 흡수계수, 그리고 t는 박막의 두께를 나타낸다. 식에서 박막의 두께 증가는 투과율의 감소를 나타낸다. 또한 직접천이 반도체의 흡수계수의 광학적 에너지 의존도는 식(2)과 같다.

$$\alpha h\nu=A'(h\nu-E_{0g})^{1/2} \quad (2)$$

여기서 E_{0g} 와 A'은 광학적 밴드갭과 상수이다. 식(1),(2)을 통해 스퍼터의 파워증가는 박막의 두께를 증가시키고 박막의 두께가 커질수록 광학적 밴드갭이 감소되어 흡수율이 증가함을 알 수 있다.[7]

4. 결론

ZnO 박막은 플라스틱 기판의 종류와 관계없이 기판위에 C축 우선 배향되어 성장되었고 광투과율은 PC 기판과 PES 기판 모두 500nm 이상의 파장영역에서 80% 이상의 높은 평균 투과율을 나타냈다. 플라스틱 기판위에 성장된 ZnO박막은 열적안정성, 화학적 취약점 및 높은 광학적 요구특성의 개선점이 많음에도 불구하고 저렴한 공정비용 및 저온공정으로 인한 플라스틱 전자장치의 제작은 차세대 전자장치에 필수적이며 적합한 소재라고 판단된다.

참고 문헌

- [1] Yasuhiro Igasaki and Hiromi Saito, J. Appl. Phys, vol. 2191, p. 69, 1991.
- [2] M.Hiramatsu, K. Imaeda, N. Horio, and M. Nawata, J. Vac. Sci. Technol. A, vol. 669, p. 16(2), 1998.
- [3] M.Chen, Z.L.Pei, C. Sun, J.Gong, R.F. Huang, and L.S. Wen, Materials Science and Engineering B, vol. 212, p. 85(2/3), 2001.
- [4] Jaehyeong Lee, Dongjin Lee, Donggun Lim and Keajoon Yang Thin Solid Films, vol. 6094-6098, p. 515, 2007.
- [5] Hongseun Kim, Sae Mulli, vol. 485-489, p. 48, 2004.
- [6] J. H. Lee, D. J. Lee, D. G. Lim, K. J. Yang, ScienceDirect, Thin Solid Films vol. 6094-6098, p. 515, 2007.
- [7] H.M. KiM, Sae Mulli, vol. 353-359, p.55, 2007.