

## 폴리머 기판상에 제작한 Indium Zinc Oxide 박막의 특성

임유승\*, 김상모\*, 이원재\*\*, 김경환\*  
 경원대학교 전기공학과\*, 경원대학교 전자공학과\*\*

### Characteristics of Indium Zinc Oxide thin films deposited on polymer substrate

You-Seung Rim\*, Sang-Mo Kim\*, Won-Jae Lee\*\* and Kyung-Hwan Kim\*  
 Dept. of Electrical Engineering, Kyungwon Univ.\*, Dept. of Electronic Engineering, Kyungwon Univ.\*\*

**Abstract:** The amorphous indium zinc oxide (IZO) thin films were deposited on polyethersulfone (PES) and glass substrates by facing targets sputtering. IZO thin films deposited as functions of gas flow ratio on PES and glass substrates, respectively. The electrical, optical and structural properties of IZO thin films were evaluated by a Hall Effect Measurement, an X-Ray Diffractometer, UV/VIS spectrometer in visible range and a scanning electron microscopy, respectively. As-deposited IZO thin films exhibited resistivity of  $5.4 \times 10^{-4}$  and  $4.5 \times 10^{-4}$  [ $\Omega$ -cm] on PES and glass substrates, respectively. The optical transmittance showed over 85% in the visible region on PES and glass substrates.

**Key Words :** TCO, Polymer substrate, Facing Targets Sputtering

### 1. 서론

투명전도성산화물(TCOs)는 높은 전도도와 가시광 영역에서의 투명한 특성을 가지고 있어 유기발광다이오드(OLEDs), 액정디스플레이(LCDs), 전기발광소자, 태양전지 등의 다양한 응용분야에 투명전극재료로 사용되고 있다. 최근, LCD, OLED와 같은 평판 디스플레이(FPD)의 대면적화, 고품질, 고효율의 특성을 나타내기 위한 조건과, 플렉서블 디스플레이로의 전환점을 찾고 있는 지금, TCO 박막의 높은 퀄리티와 저온증착에 관심이 높아지고 있다. 현재 TCO 박막으로 널리 사용되고 있는 Indium Tin Oxide(ITO) 박막은 250℃ 이상의 조건에서 박막을 형성하거나, 300℃ 이상의 높은 온도에서 열처리를 시행할 경우 높은 투과율과 전도도를 얻을 수 있다 [1]. 반면, 고온성장 혹은 열처리를 통해 제작된 ITO 박막은 거친 표면을 지니므로써, 상부에 유기물 다층 박막이 증착된 OLED 소자 제작 시 층간 접촉면의 두께 편차에 기인한 Dark Spot 등이 발생되어 소자의 신뢰성을 저하시킬 수 있다. 또한, 플렉서블 디스플레이에 적용하기 위해서는 저온공정을 통해 상대적으로 열에 취약한 고분자 기판위에 고품질의 투명전극의 제작이 불가피한 상황이다. 이러한 문제점들을 극복하기 위한 대체 재료가 다방면으로 연구되고 있으며, 그 중 Indium Zinc Oxide(IZO)는 ITO를 대체할 TCO 재료로써 각광받고 있다[2]. IZO는 디스플레이 응용분야의 중요한 요소들인 습열에 대한 저항성, 투과율, 전기적 안정성, 높은 균일도 요구에 대해 우수한 특성을 나타낸다. 또한, 350℃에 가까운 고온에서도 전기적, 광학적 특성의 변화가 거의 없는 특징을 가지고 있으며, 비정질상으로 저온 제작된 상태에서 우수한 전기적, 광학적 특성 및 낮은 표면 거칠기 특성을 나타낸다[3-4]. 비정질로 제작된 박막은 낮은 잔류 스트레스와 낮은 표면 거칠기는

OLED 및 플렉서블 디스플레이 응용에 매우 적합하다 [5]. 본 연구에서는 OLED 및 플렉서블 디스플레이의 투명전극으로써, 낮은 거칠기와 높은 전기적, 광학적 특성을 지닌 TCO 막의 제작을 위하여, 대향타겟식 스퍼터링법 [6]을 이용, 고분자 기판 중 하나인 Polyethersulfone(PES)에 IZO 박막을 제작하였다. 폴리머 기판 상에 제작된 IZO 박막은 유리 기판에서 제작된 박막과 전기적, 광학적, 구조적 특징을 비교 분석을 하였다.

### 2. 실험

IZO 박막을 제작하기에 앞서 실험에 사용될 기판을 다음과 같은 세척과정을 실시하였다. 세정제를 이용하여 손으로 1차적으로 세척을 한 후, 증류수 및 IPA를 이용하여 초음파 세척을 20분간 실시하였으며, N<sub>2</sub> 가스를 이용하여 습기를 제거하였다. 마지막으로 잔류 수분을 제거하기 위하여 오븐에서 100℃에서 20분간 대기 중에 건조시켰다.

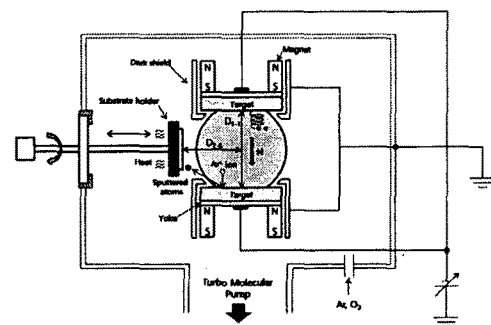


그림 1. 대향타겟스퍼터링 장치

실험에 사용한 FTS 장치는 일반적인 스퍼터 장치와는 달리, 2개의 타겟이 서로 마주보고 있는 형태를 취하고

있으며, 타겟 사이에 구속자계를 형성, 플라즈마를 발생시킨다. 발생된 플라즈마로부터 증착될 기판은 수직으로 이격되어, 플라즈마로부터 노출이 없는 plasma-free 형태로 증착을 통해 하부기판의 손상을 최소화하여 고품질의 박막을 제작할 수 있다. 그림 1은 FTS 장치의 모식도이다. 제작된 박막은 XRD(Rigaku), UV-VIS spectrometer(HP), Hall effect measurement system (ECOPIA)을 이용하여 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

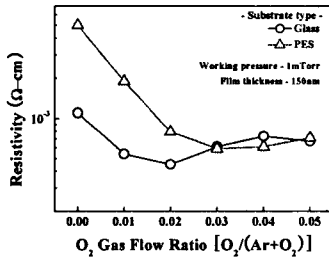


그림 2. 산소분압에 따른 PES, Glass 기판에서의 IZO 박막의 비저항 값

그림 2는 제작된 박막의 산소비율에 따른 비저항 값을 나타낸 그래프이다. 산소분압이 증가할수록 급격히 비저항이 감소하는 것으로 나타났으며, Glass 기판에서는 0.02, PES 기판에서는 0.03의 산소비율에서 가장 낮은 값을 나타내었다.

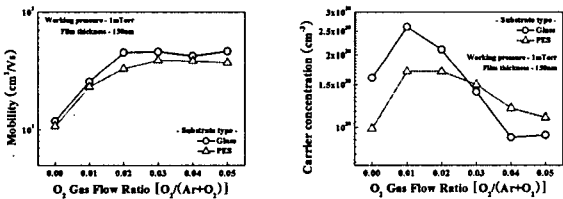


그림 3. 산소분압에 따른 PES, Glass 기판에서의 IZO 박막의 이동도 및 캐리어 농도

그림 4는 제작된 박막의 XRD 그래프를 나타낸 것이다. 실온에서 제작된 IZO 박막은 기판의 종류와 산소유량비에 관계없이 모두 비정질상의 구조를 나타내었다.

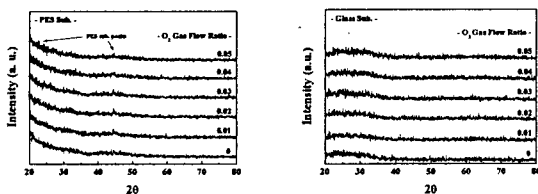


그림 4. 산소분압에 따른 PES, Glass 기판에서의 IZO 박막의 XRD 그래프

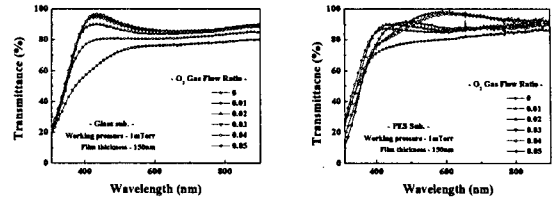


그림 5. 산소분압에 따른 PES, Glass 기판에서의 IZO 박막의 광투과율

그림 5는 산소분압에 따른 IZO 박막의 광투과율을 나타낸 그래프이다. 산소유량비가 증가할수록 점차 투과율이 상승하는 것을 알 수 있었으며, 유량비 0.2이상에서 평균 85%이상의 투과율을 나타내었다.

### 4. 결론

대향타겟스퍼터법을 이용하여 실온에서 IZO 박막을 PES, Glass 기판상에 제작하였다. 제작된 박막의 비저항 값은 Glass 기판에서는 산소비율 0.02, PES 기판에서 0.03일 때, 각각 가장 우수한 4.5 x 10<sup>-4</sup>, 5.9 x 10<sup>-4</sup> Ω-cm를 나타내었으며, 광투과율은 평균 85%이상의 높은 투과율을 나타내었다. 또한, AFM 분석결과 Glass, PES기판에서의 평균 거칠기는 각각 0.496, 0.891nm를 나타내어 우수한 표면 특성을 갖는 것으로 나타났다. 본 실험결과 대향타겟스퍼터링 장치는 OLED 및 플렉서블 디스플레이 분야의 저온증착 공정에 적합한 것으로 사료된다.

### 감사의 글

이 연구는 2008년도 두뇌 한국 21 사업 및 경기도 지역 협력 연구센터 (GRRC)에 지원받아 수행되었음.

### 참고 문헌

- [1] B. Yaglioglu, Y.-J. Huang, H.-Y. Yeom, D.C. Paine, A study of amorphous and crystalline phases in In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-10 wt.% ZnO thin films deposited by DC magnetron sputtering, Thin solid Films Vol. 89, p. 496, 2006.
- [2] Z.L. Pei, C. Sun, M.H. Tan, J.Q. Xiao, R.F. Huang, L.S. Wen, J. Appl. Phys. Vol. 90, No. 7, p. 3432, 2001.
- [3] J. S. Hong, B. R. Rhee, H. M. Kim, K. C. Je, Y. J. Kang, J. S. Ahn, Thin Solid Films Vol. 467, p. 158-161, 2004.
- [4] T. Minami, T. Kakumu, S. Takata, J. Vac. Sci. Technol. A Vol. 14, p. 1704, 1996.
- [5] Shang-Chou Changa, Ming-Hua Shiao, Microelectronics Journal Vol. 38, p. 1202-1206, 2007.
- [6] Y. S. Kim, W. H. Park, S. H. Kong, S. Nakagawa, K. H. Kim, Surface & Coatings Technology Vol. 169-170 p. 532, 2003.