

# ITO와 IZO 타겟의 Co-sputtering 방법으로 성장시킨 IZTO 박막의 전기적 광학적 구조적 특성연구

정진아, 최광혁, 문종민, 배정혁, 김한기  
금오공과대학교, 정보나노소재공학

## Electrical, optical, and structural properties of IZTO films grown by co-sputtering method using ITO and IZO target

Jin-A Jeong, Kwang-Hyuk Choi, Jong-Min Moon, Jung-Hyeok Bae, Han-Ki Kim

Department of Information and Nano Materials Engineering, Kumoh National Institute of Technology

**Abstract :** The characteristics of a co-sputtered indium zinc tin oxide (IZTO) films prepared by dual target dc magnetron sputtering from IZO and ITO targets at a room temperature are investigated. Film properties, such as sheet resistance, optical transmittance, surface work function and surface roughness were examined as a function of ITO dc power at constant IZO dc power of 100 W. It was shown that the increase of the ITO dc power during co-sputtering of ITO and IZO target resulted in an increase of sheet resistance of the IZTO films. This can be attributed to high resistivity of ITO film prepared at room temperature. Surface smoothness and roughness were investigated by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Atomic Force Microscopy (AFM). The synchrotron x-ray scattering results obtained from IZTO film with different ITO contents showed that introduction of ITO atoms into amorphous IZO film resulted in a crystallization of IZTO film with (222) preferred orientation due to low a/c transition temperature of ITO film. However, the transmittance of the IZTO films with thickness of 150 nm is between 80 and 85 % at wavelength of 550 nm regardless of ITO content. Possible mechanism to explain the ITO and IZO co-sputtering effect on properties of IZTO is suggested.

**.Key Words :** IZO, ITO, IZTO, co-sputtering, dc magnetron sputtering

### 1. 서론

현재 투명 전도막은 다양한 산업분야에서 널리 쓰이고 있으며 낮은 저항을 가지며 투명한 특성을 지니고 있어 평판디스플레이의 급속한 발달에 따라 그 사용범위가 날로 증가되고 있다[1]. 유기발광소자의 전극 재료로써 투명하면서 전도성을 가지는 다양한 산화물이 사용되는데 그중 ITO (Indium Tin Oxide) 박막을 많이 사용하고 있다. 그러나 기존의 ITO 전극의 여러 가지 단점과 유기물과의 계면 부적합성으로 인해 최근 ITO를 대체할 수 있는 IZO (Indium Zinc Oxide), GZO (Gallium Zinc Oxide), ZZO (Zirconium Zinc Oxide), AZO (Aluminium Zinc Oxide) 등과 같이 새로운 재료의 전극 개발에 관심을 두고 있다[2].

이에 본 연구에서는 산화아연을 기반으로 한 IZO 타겟과 ITO 타겟을 DC 마그네트론 스퍼터 시스템을 이용하여 Co-sputtering 방식으로 IZTO박막을 성장하였다. IZO 타겟의 파워를 고정시키고 ITO 타겟의 파워를 증가시켜 Sn의 함량을 증가시킴에 따른 IZTO박막의 특성을 연구하였다.

### 2. 실험

먼저 IZTO박막을 성장하기 위해서 유리 기판을 이소프로필 알콜(10min)-아세톤(10min)-메탄올(10min)-끓는 이소프로필 알콜(2min) 순으로 초음파세척을 하여 유리 기판을

있는 불순물들을 제거하였다. 세척한 유리 기판을 IZO 타겟과 ITO 타겟이 장착되어 있는 DC 마그네트론 스퍼터 시스템에 로딩한 후 IZTO 박막을 Co-sputtering 방법으로 성장 하였다. 박막증착 공정 동안 IZO 타겟에 인가된 파워는 DC 100W로 고정하였으며, ITO 타겟에 인가된 파워는 0, 20, 50, 70, 100W로 변화 시켰다. 그리고 아르곤 가스를 20 sccm으로 고정하고, 기판과 타겟의 거리는 100mm로 고정 하였다. 또 base pressure와 working pressure는  $3.5 \times 10^{-6}$  Torr와  $5 \times 10^{-3}$  Torr로 각각 고정하였다.

### 3. 결과 및 검토

그림 1은 Co-sputtering 방법으로 성장한 IZTO 박막을 Hall measurement를 이용하여 ITO 타겟에 인가된 파워의 증가에 따른 면저항 및 비저항 결과를 나타낸 것이다. 그림 1에서 IZO 타겟의 파워를 100W로 고정하고 ITO 타겟의 파워를 0, 20, 50, 70, 100W로 증가시킴에 따라 IZTO 박막의 면저항과 비저항이 증가함을 보이고 있다.

그림 2는 DC 마그네트론 스퍼터 시스템과 Co-sputtering 사진을 나타내고 있다.

ITO 타겟의 파워 증가에 따른 IZTO 박막의 표면 이미지를 FE-SEM을 이용하여 관찰하였으며 이를 그림 3에 나타내었다. 그림 3에 나타낸 표면 이미지는 IZO 타겟의 파워를 100W에 고정 시킨 후 ITO 타겟의 파워를 증가시킴

에 따라 ITO 타겟의 파워가 0W 일 때는 비정질의 이미지를 나타내다가 ITO 타겟의 파워가 50W, 100W로 증가할 때 결정질의 이미지로 변화할 수 있다. 이는 Synchrotron X-ray scattering 으로도 알 수 있으며, ITO박막이 비정질에서 결정질로의 천이온도가 낮음으로 인해 IZO 보다 ITO가 먼저 결정질로 결정구조가 변화하게 되어 IZO 와 ITO의 Co-sputtering 공정 과정에서 IZTO박막이 결정질로 변화하게 되는 것이다[3]. 또한, AFM을 이용하여 IZTO의 표면 조도를 측정하였는데 0, 20, 50, 70, 그리고 100W에서 0.8 nm, 3.56 nm, 6.6 nm, 1.78 nm, 그리고 3.1 nm의 Rms roughness를 각각 나타내었다.

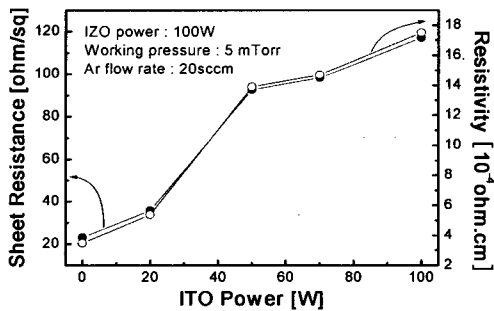


그림 1. Co-sputtering 방법으로 성막한 IZTO 박막의 면저항 및 비저항 결과

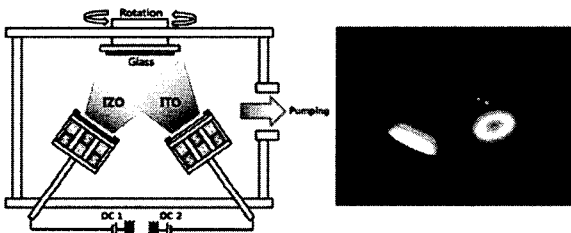
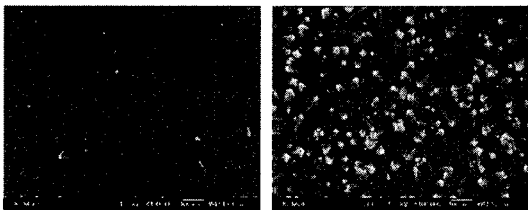
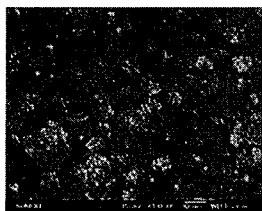


그림 2. DC 마그네트론 스퍼터 시스템 모식도 및 Co-sputtering 사진



(a) ITO power 0W (b) ITO power 50W



(C) ITO power 100W

그림 3. ITO 타겟의 파워 증가에 따른 IZTO 박막의 표면 이미지 분석 (FE-SEM)

그림 4에서는 ITO 타겟의 파워 증가에 따른 Work function을 나타낸 것이며, ITO 타겟의 파워 증가에 따라 Work function의 증가를 보이고 있다

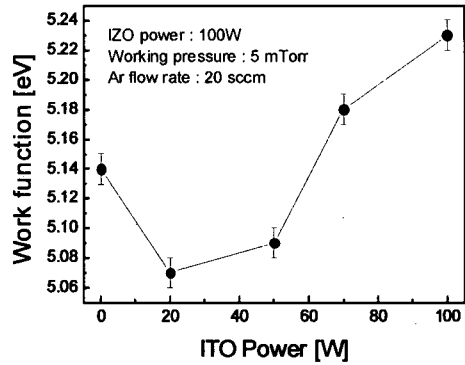


그림 4. ITO 타겟에 인가된 파워의 증가에 따른 IZTO박막의 Work function

IZTO박막의 투과도는 ITO 타겟의 파워 증가와 상관없이 500 nm 에서 550 nm 사이에 80~85% 정도의 투과도를 나타내었다.

#### 4. 결론

본 연구는 IZO 타겟에 100W의 파워로 고정시키고, ITO 타겟에 0, 20, 50, 70, 그리고 100W의 파워를 가해주어 Co-sputtering 방법에서의 IZTO박막의 성막 실험이다. IZTO 박막의 특성연구를 위해 Hall measurement를 이용하여 ITO 타겟의 파워 증가에 따라 면저항과 비저항이 각각 증가함을 알 수 있었다. 또한 Work function 역시 ITO 타겟의 파워 증가로 인해 함께 증가하는 것을 알 수 있었다. FE-SEM과 Synchrotron x-ray scattering, AFM으로 ITO 타겟의 파워 증가에 따라 ITO가 지니고 있는 비정질에서 결정질로 천이온도가 낮음으로 인해 IZO보다 ITO가 먼저 결정질로 변화하게 된다. 이로 인해 Co-sputtering 공정 중 IZTO박막이 ITO 타겟에 인가된 파워가 증가함에 따라 비정질에서 결정질로의 변화를 보이고 있다. 투과도는 ITO 타겟의 파워 증가와 상관없이 80~85%의 투과도를 보여주었다.

#### 참고 문헌

- [1] D. S. Ginley and C. Bright, "Transparent Conducting Oxides", MRS Bull., 25, p. 15, 2006.
- [2] H. Kim, J. S. Horwitz, W. H. Kim, A. J. Makinen, Z. H. Kafafi, D. B. Chrisey, "Doped ZnO thin films as materials for organic light-emitting diodes", Thin Solid Films, Vol. 420, P. 539, 2002
- [3] A. S. A. C. Diniz, C. J. Kiely, "Crystallisation of indium-tin-oxide(ITO) thin films", Renewable Energy, Vol. 29, P. 2037, 2004