

## RF magnetron sputtering system 으로 성장시킨 OLED용 IZTO 박막의 특성연구

박호균, 정순욱, 김한기  
금오공과대학교, 정보나노소재공학

### Characteristics of Indium Zinc Tin Oxide films grown by RF magnetron sputtering for organic light emitting diodes

Ho-Kyun Park, Soon-Wook Jeong, and Han-Ki Kim

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

**Abstract :** We report on the electrical, optical, and structural properties of indium zinc tin oxide (IZTO) anode films grown at room temperature on glass substrate. The IZTO anode films grown by a RF magnetron sputtering were investigated as functions of RF power, working pressure, and process time in pure Ar ambient. To investigate electrical, optical and structural properties of IZTO anode films, 4-point probe, Hall measurement, UV/Vis spectrometer, Field Emission Scanning Electron Microscopy (FE-SEM), and X-ray diffraction (XRD) were performed, respectively. A sheet resistance of  $13.88 \Omega/\square$ , average transmittance above 80 % in visible range were obtained from optimized IZTO anode films grown on glass substrate. These results shown the amorphous structure regardless of RF power and working pressure due to low substrate temperature.

**Key Words :** Transparent Conducting Oxide, Indium Zinc Tin Oxide, RF magnetron sputtering,

#### 1. 서론

최근 평판 디스플레이의 급속한 발달에 따라 낮은 저항을 가지며 투명한 특성을 지니고 있는 투명 전도막은 광전소자, 태양전지, 유기발광 다이오드 등 다양한 산업분야에 널리 사용되고 있다. 특히, Indium Tin Oxide (ITO) 박막은 우수한 전기적, 광학적 특성을 지니고 있어 차세대 디스플레이로 각광받고 있는 유기발광 다이오드의 애노드 물질로 가장 널리 사용되고 있다. 그러나, 인듐의 단점인 타겟의 쉬운 열화, 고온 성막의 필요성과 같은 문제점과 함께 보다 높은 일함수, 계면흡착성 등이 요구되고 있어 ITO를 대체할 수 있는 물질 개발에 많은 관심이 집중되고 있다 [1-2].

이에 본 연구에서는 5 wt % ZnO and 5 wt % SnO<sub>2</sub> co-doped In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 으로 된 IZTO 타겟을 RF 마그네트론 스퍼터 시스템을 이용하여 기존의 ITO와 유사한 전기적, 광학적 특성을 가지며 일함수가 높은 IZTO 애노드 박막을 성막하였다. RF 파워, 작업압력, 공정시간 등을 변수로 두어 IZTO 박막의 특성을 연구하였다.

#### 2. 실험

먼저 IZTO 박막을 성막하기 위해서 유리 기판을 이소프로필 알콜 (10min) - 아세톤 (10min) - 메탄올 (10min) - 끓는 이소프로필 알콜 (2min) 순으로 초음파세척을 하여 유리 기판에 있는 불순물들을 제거하였다. 세척한 유리 기판을 IZTO 타겟이 장착되어 있는 RF 마그네트론 스퍼터 시스템에 로딩한 후 IZTO 박막을 RF 파워, 작업압력, 공정시

간 등 조건변화에 따라 성막 하였다. 그림 1은 RF 마그네트론 스퍼터 시스템의 개략도를 나타낸 것이다. RF 마그네트론 스퍼터를 이용하여 IZTO 박막을 증착하는 동안 초기 진공도는  $3 \times 10^{-6}$  Torr, Ar Gas 유량은 20 sccm, IZTO 타겟과 기판사이의 거리는 70 mm로 고정하였다. 공정 조건으로 작업 압력과 공정시간을 5 mTorr, 15분으로 각각 고정시키고 IZTO 타겟에 인가된 파워를 50, 80, 100, 120W로 변화 하였으며, IZTO 타겟에 인가된 파워와 공정시간을 120W, 15분으로 각각 고정 시켜 작업압력을 3, 5, 8, 10 mTorr 로 변화 시켰다. 그리고 IZTO 타겟에 인가된 파워와 작업 압력을 120W, 5 mTorr 로 각각 고정시키고 공정시간을 5, 10, 15, 30 분으로 변화시켜 박막을 증착하였다. 박막의 전기적, 광학적, 구조적 특성을 4-point probe, Hall measurement, UV/Vis spectrometer, FE-SEM, 그리고 XRD를 이용하여 분석하였다.

#### 3. 결과 및 검토

그림 2는 RF 마그네트론 스퍼터 시스템으로 성막한 IZTO 박막의 타겟에 인가된 파워 증가에 따른 면저항 및 비저항 결과를 나타낸 것이다. 그림 2에서 IZTO 타겟의 파워를 50, 80, 100, 120W로 증가시킴에 따라 IZTO 박막의 면저항과 비저항이 감소함을 나타내었다. IZTO 타겟에 인가된 RF파워가 120W일 때 면저항과 비저항은  $13.88 \Omega/\square$ ,  $4.02 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  의 값을 나타내었다.

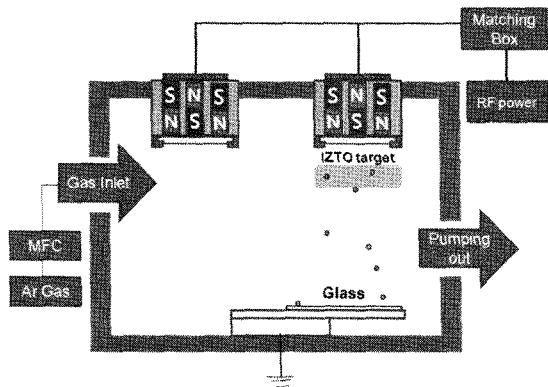


그림 1. RF magnetron sputtering system의 개략도

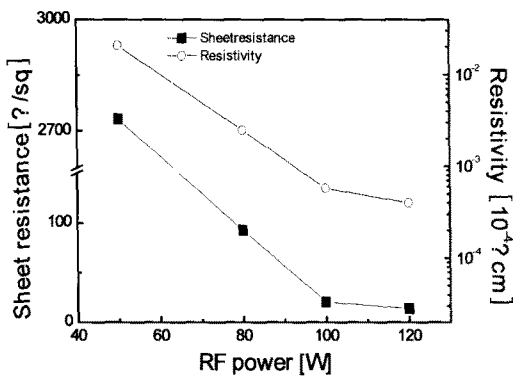


그림 2. RF power 변화에 따른 면저항과 비저항 결과

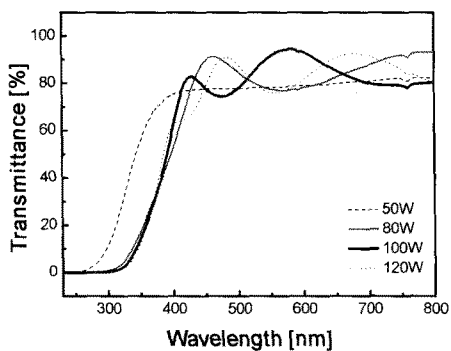


그림 3. RF power 변화에 따른 투과도 측정 결과

그림 3은 IZTO 타겟에 인가된 RF 파워를 50, 80, 100, 120W로 변화하여 이에 따른 광투과율 결과를 나타낸 것이다. 일반적으로 높은 광투과율을 얻기 위해서는 미량의 산소 주입공정 또는 열처리 공정이 필수적인데 비해 RF 마그네트론 스퍼터링 방식으로 성막한 IZTO 박막의 경우 상온에서 산소 주입 없이 아르곤 가스만으로 성막 했음에도 불구하고 가시광선 영역에서 평균 80% 이상의 높은 투과도를 나타내었다.

그림 4는 RF 파워 변화에 따른 IZTO 박막의 표면 이미지를 나타낸 FE-SEM 분석 결과이다. 그림에서 알 수 있듯이 RF 파워 변화에 관계없이 IZTO 박막의 표면이 평탄하며 크랙이나 핀 홀과 같은 결함이 없고 상온에서 증착하였기 때문에 결정화가 일어나지 않았음을 알 수 있다. 또한

비정질 구조의 IZTO 박막은 낮은 표면조도를 가지고 있어 기계적 평탄화 공정없이 유기발광다이오드의 애노드 전극으로의 적용 가능성을 보여준다.

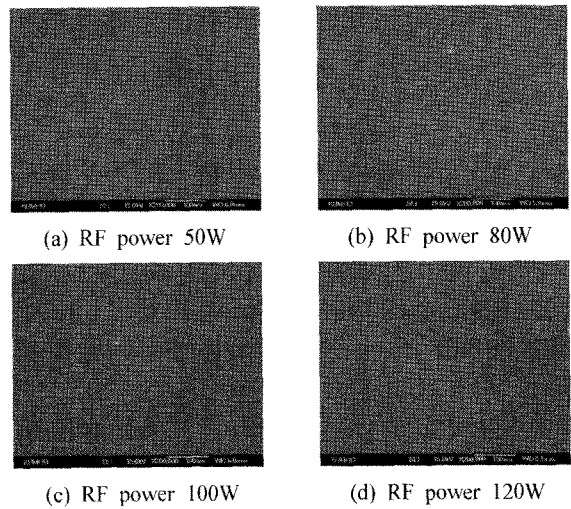


그림 4. RF power 변화에 따른 IZTO 박막의 표면 이미지 분석(FE-SEM)

#### 4. 결 론

본 연구에서는 RF 마그네트론 스퍼터 시스템을 이용하여 RF 파워, 작업압력, 공정시간 등의 조건변화에 따라 상온에서 성막한 비정질 구조의 IZTO 박막의 전기적, 광학적, 구조적 특성을 조사하였다. Hall measurement에 의한 전기적 특성 분석결과 RF power 120W에서 각각  $13.88 \Omega/\square$ ,  $4.02 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 의 낮은 면저항과 비저항 값을 나타내면서 우수한 전기전도성을 나타내었다. 또한 광투과율 결과 가시광선 영역 내에서 80% 이상의 높은 투과도를 나타내었고 FE-SEM과 XRD 분석에서 IZTO 박막은 실험 조건에 관계없이 모두 비정질 구조임이 확인되었다. 실험결과 IZTO 박막은 비정질 구조임에도 불구하고 ITO 박막에 비해 뒤떨어지지 않는 우수한 전기적, 광학적 특성을 보였다. 이는 다성분계 화합물인 IZTO 박막은 ITO를 대체할 수 있는 새로운 유기발광소자용 TCO 재료로서 적용될 수 있음을 보여준다.

#### 참고 문헌

- [1] J.-H. Bae, J.-M. Moon, J.-W. Kang, H.-D. Park, J.-J. Kim, W.-J. Cho, and H.-K. Kim, "Transparent, low resistance, and flexible amorphous ZnO-doped  $\text{In}_2\text{O}_3$  anode grown on a PES substrate", J. Electrochem. Soc., Vol. 154 No. 1, p. J81-J85, 2007
- [2] Bhupendra Kumar, Hao Gong, "A study of conduction in the transition zone between homologous and ZnO-rich regions in the  $\text{In}_2\text{O}_3$ -ZnO system", Journal of Applied Physics, Vol. 97, p. 063706, 2005