

## 스퍼터링 조건 변화에 따라 제작된 ITO 박막의 특성

김경환, 김현웅, 공석현\*, 금민종, 신성권\*\*

경원대학교 전기정보공학과, S.A.I.T\*, 동해대학교 정보통신공학과\*\*

### Characteristics of ITO thin films with sputtering conditions

K.H.Kim, H.W.Kim, S.H.Kong\*, M.J.Keum, S.K.Shin\*\*

Kyungwon Univ. S.A.I.T, Donghae Univ.

**Abstract :** In this work, the ITO thin films were prepared by FTS (Facing Targets Sputtering) system under different sputtering conditions which were varying O<sub>2</sub> gas flow and input current. As a function of sputtering conditions, electrical and optical properties of prepared ITO thin films were measured. The electrical characteristics, surface roughness and transmittance of the ITO thin films were evaluated by Hall Effect Measurement, AFM, and UV-VIS spectrometer respectively. In addition, I-V properties of OLED cells were measured by 4156A(HP).

**Key Words :** FTS, ITO, TCO, Sputtering

### 1. 서 론

투명전도막으로의 응용을 위해 zinc, tin등이 도핑된 TCO(transparent conducting oxide)막이 널리 연구되어지고 있다. 특히 Indium - Tin - Oxide(ITO) 박막은 가시광 영역에서 광투과도가 높고 근적외선 영역에서는 광 반사도가 높을 뿐만 아니라 낮은 저항률을 가지고, 화학적 안정성이 뛰어나 다양한 분야에 응용되어 지고 있으며, 최근에는 디스플레이 분야로의 응용에 많이 사용되어 지고 있다 [1,2]. 이러한 ITO 박막을 제작하는데 있어 스퍼터링법을 사용할 경우, 일반적으로 DC, RF등의 스퍼터링 법이 널리 사용되어졌으나[3,4], 이러한 방법으로 양호한 특성을 가지는 ITO 박막을 얻기 위해서는 통상적으로 기판가열이 필요하며, 스퍼터링시 타겟에서 방출되는 전자 혹은 방전가스에서 방출되는 산소 음이온에 기인하는 고 에너지 입자에 의한 기판 충격 때문에 고품위의 ITO 박막을 제작하는데 어려움이 따른다[5,6]. 따라서 본 연구에서는 두 개의 타겟이 서로 마주 보며 기판은 플라즈마와 이격되어진 위치에 놓여, 저온에서도 고품위 박막을 제작 할수 있는 FTS장치[7-9]를 이용하여 ITO박막을 증착하였다.

### 2. 실험

본 실험에서는 그림 1과 같은 구조의 FTS [Facing Targets Sputtering] 장치를 사용하였다. 대향 타겟식 스퍼터링 장치는 두 개의 타겟이 마주 보고 있으며 타겟의 뒷면에는 영구 자석이 부착되어 플라즈마로 부터 생성되어지는 음이온을 플라즈마 내에 구속시키게 된다. 또한 기판은 플라즈마로부터 이격되어지는 타겟간 중앙부에 위치

하여 plasma-free에 위치하게 되므로, 스퍼터링이 일어날 때 발생하는 산소 음이온에 의한 박막의 손상을 최소화시킬 수 있다.

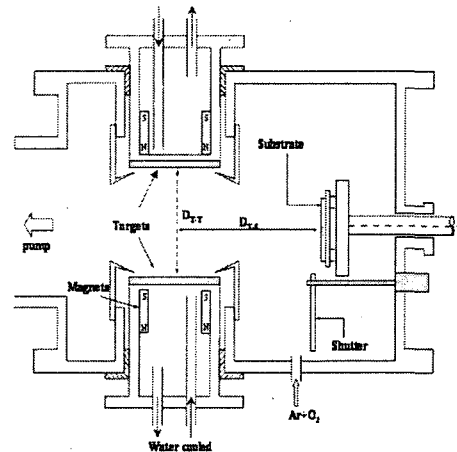


그림 1. 대향타겟식 스퍼터링 장치 개략도

본 실험에서는 ITO 박막을 아르곤과 산소의 혼합가스 [Ar:O<sub>2</sub> : 20:0.2 sccm] 분위기하에서 제작하였다. 기판으로 는 Coming-glass 기판을 사용하여 증착하였으며, 모든 샘플의 기판 온도는 실온, ITO 박막의 두께는 100nm로 하였다. 자세한 증착 조건은 표 1에 나타내었다.

제작되어진 ITO 박막의 전기적 특성을 Hall effect measurement(EGK) 장비를 사용하여 측정 하였으며 박막의 두께는  $\alpha$ -step(Tencor)을, 광투과율은 UV-VIS spectrometer (HP)를 사용하여 측정하였다.

표 1. 스퍼터링 조건.

Parameters	Conditions
Targets	90% In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10% SnO <sub>2</sub>
Working gas	Ar, O <sub>2</sub>
Background pressure	2.0 × 10 <sup>-3</sup> m Torr
Working pressure	1[mTorr]
Ar : O <sub>2</sub> rate	20 : 0.2 [sccm]
Sputtering current	0.2, 0.4, 0.6, 0.8[A]

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 투입 전류에 따른 ITO 박막의 XRD 회절 패턴이다. 투입 전류에 독립적으로 비정질 특성을 보여주었다. 이는 실온에서 결정화를 가지기에는 그 두께가 얇기 때문인 것으로 생각된다.

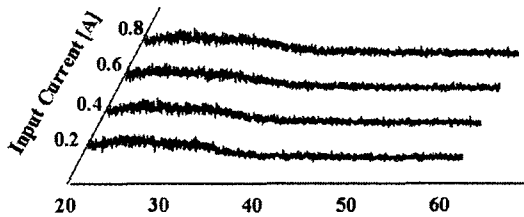


그림 2. 투입 전류에 따른 ITO박막의 XRD 회절 패턴

그림 3은 투입 전류에 따른 ITO 박막의 광투과율이다. 가시광 영역에서 전반적으로 80%대 이상의 투과율을 보인다. 이는 시제품으로 응용하기에도 무리가 없는 정도의 값이다. 자외선 차단 영역의 차이점은 막의 캐리어 농도와 관련이 있었으며, 0.2[A]에서 증착한 막이 가장 많은 영역을 차단하는 것을 관찰할 수 있었다.

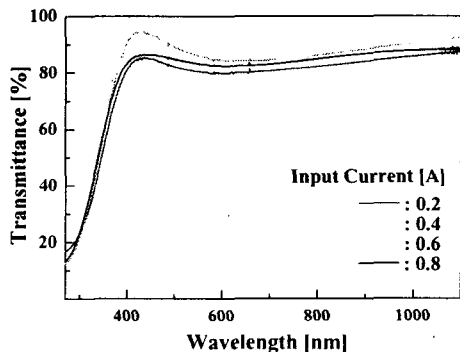


그림 3. 투입 전류에 따른 ITO박막의 광투과율

그림 4는 투입 전류에 따른 ITO 박막의 전기적 특성을 나타낸 그래프이다. 투입 전류 0.4A 이후에서 전류 증가에 따라 캐리어 농도는 증가하였으나, 이동도의 감소에 따라 비저항이 증가하는 것을 알 수 있었다.

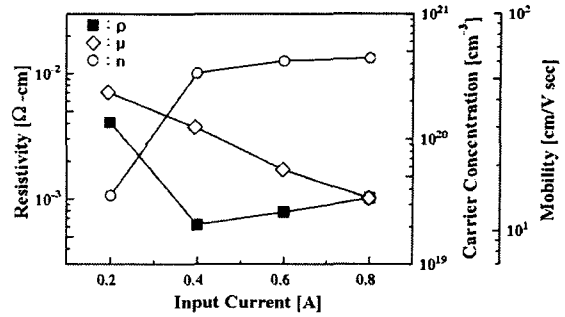


그림 4. 투입 전류에 따른 ITO박막의 전기적 특성

### 4. 결론

본 연구에서는 FTS 스퍼터링 장치를 이용하여 ITO 투명 전도성 박막을 제작하였다. 상기 결과에서 알 수 있듯이 실온에서 제작되어진 모든 ITO 투명 전도막의 광투과율은 80% 이상의 우수한 값을 가졌으며, 전기전도도, 캐리어 이동도 및 캐리어 농도는 1mTorr의 작업압력과 0.4A의 투입전류에서 제작되어진 ITO 투명 전도막의 경우 각각 전기전도도 약 6×10<sup>-4</sup>[Ω·cm], 캐리어 이동도 30.0[cm<sup>2</sup>/V·sec], 캐리어 농도 3.35×10<sup>20</sup>[cm<sup>-3</sup>]의 우수한 값을 가지는 것을 알았다.

### 감사의 글

본 연구는 경기도 지역 협력 연구센터(GRRC)의 경원대학교 신소재 및 응용 기술 연구 센터의 지원을 받아 이루어 졌음

### 참고 문헌

- [1] R.H. Friend, R.W. Gymer, A.B. Holmes, Nature 397(1999)121
- [2] C.C. Wu, C.I. Wu, J.C. Sturm, A.Kahn, Appl. Lett. 70(1997)1384
- [3] K. Zhang, F. Zhu, C.H.A. Huan, A.T.S. Wee, J. Appl. Phys.86 (1999) p.974
- [4] J.K. Sheu, Y.K. Su, G.C. Chi, M.J. Jou, C.M. Chang, Appl. Phys. Lett. 72(1999) p.129
- [5] Y. Hoshi, H. Kato, K. Funatsu, Thin solid films 445(2003) 245-250
- [6] K. Ishibashi, K. Hirata, N. Hosokawa, J. Vac. Sci. Technol. Vol. A10 (4) (1992) 1719-1722
- [7] 금민중, 김경환 “대향타겟스퍼터링법에 의한 FBAR용 AZO(ZnO:Al) 박막의 제작” 전기전자재료학회논문지 17권 4호 442-445 (2004)
- [8] 금민중, 손인환, 최명규, 추순남, 최형욱, 신영화, 김경환 “FBAR용 ZnO/SiO<sub>2</sub>/Si 박막의 결정학적 특성에 관한 연구”, 전기전자재료학회논문지, 16권, 8호 p711 (2003)
- [9] 김경환, 손인환, 금민중, “대향타겟식 스퍼터링에 의한 Co-Cr 박막의 제작”, 전기전자재료학회논문지, 11 권 5호, p418 (1998)