

## 기판의 종류에 따라 제작한 ITO 박막의 특성

김상모, 임유승, 조범진, 금민종, 김경환  
 경원대학교

### Characteristics of ITO thin films on different substrates

Sang-Mo Kim, You-Seung Rim, Bum-Jin Cho, Min-Jong Keum, Kyung-Hwan Kim,  
 Kyungwon University

**Abstract :** We prepared ITO thin films using Facing Targets Sputtering(FTS) method with various input currents at room temperature on Polycarbonate(PC) and Polyethersulfon(PES) substrates. As a function of sputtering conditions, electrical and optical properties of prepared ITO thin films were measured. The electrical, optical, structural characteristics of ITO thin films were evaluated by Hall Effect Measurement(EGK), X-Ray Diffractometer(Rigaku) and UV-VIS spectrometer(HP) respectively. From the results, we obtained ITO thin films that have a resistivity of  $4 \times 10^{-4} [\Omega\text{-cm}]$  on PC and  $5.27 \times 10^{-4} [\Omega\text{-cm}]$  on PES. Also, the optical transmittances of all samples were over 80%.

**Key Words :** FTS, ITO, Sputtering, PES, PC

### 1. 서론

차세대 디스플레이 개발에 대한 관심은 근간에 이르러 한층 고조되고 있으며, 이는 디스플레이 분야의 비약적인 발전을 이루도록 하였다. 특히 Flexible 기판을 이용한 디스플레이 개발에 관심이 집중되고 있으며, 이를 사용한 Transparent Conducting Oxide(TCO)의 연구가 널리 진행되고 있다. 산화를 투명전도막으로 현재 상용화되고 있는 Tin doped Indium Oxide(ITO) 박막은 가시광 영역에서 높은 광투과율을 가지며, 밴드갭 천이에 의해 자외선 영역에서 광 흡수, 자유전자에 의한 적외선 영역에서의 높은 광 반사율을 가진다. 뿐만 아니라 낮은 저항 값을 가지며, 화학적 안정성이 뛰어나 다양한 분야에 응용되어지고 있다.[1-2]. 기존의 스퍼터링법으로는 우수한 특성을 가진 ITO 박막을 얻기 위해서는 기판가열 등이 필요하고, 스퍼터링시 타겟과 방전가스에서 방출되는 전자와 고 에너지 입자에 의한 기판 충격 및 산소 결손 donor에 의한 캐리어농도 감소 때문에 고품위의 ITO 박막을 제작하는데 어려움이 있다.[3-4]. 또한 플렉시블 기판을 사용하는 경우 모든 공정을 실온에서 해야 하며, 증착입자의 에너지가 높아 플렉시블 기판의 휨 현상을 방지하기 위해 증착에 관여하는 입자들의 에너지를 낮춰야만 한다. 따라서 본 연구에서는 두 개의 타겟이 서로 마주 보는 형태를 취하며, 플라즈마와 이격되어진 기판을 통해 저온에서도 고품위 박막을 제작할 수 있는 FTS장치[5-6]를 이용하여 ITO박막을 증착하였다.

### 2. 실험

본 실험에서는 그림 1과 같은 구조의 Facing Targets Sputtering(FTS) 장치를 사용하였다. 대향 타겟식 스퍼터링 장치는 두 개의 타겟이 마주 보고 있으며, 타겟의 뒷면에는 영구 자석이 부착되어 플라즈마로부터 생성되어지는 음이온을 플라즈마 내에 구속시키게 된다. 또한 기판은 타겟간 중심으로부터 이격되어 plasma-free에 위치하게 되

로, 스퍼터링이 일어날 때 발생하는 산소 음이온에 의한 박막의 손상을 최소화 시킬 수 있다.

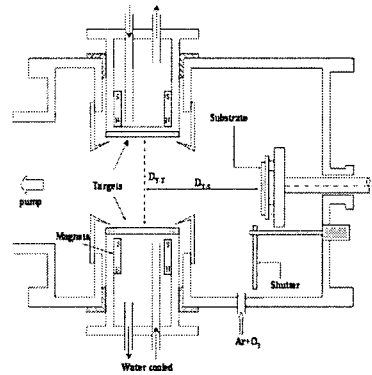


그림 1. 대향타겟식 스퍼터링 장치 개략도

본 실험에서는 ITO 박막을 혼합가스 Ar : 20[sccm] 과 O<sub>2</sub> : 0.2[sccm]의 혼합가스 분위기하에서 제작하였다. 기판으로는 polycarbonate(PC), polyethersulfon(PES)를 사용하여 증착하였으며, ITO 박막의 두께는 100nm로 고정하였다. 자세한 스퍼터링 조건은 표 1에 나타내었다.

제작한 ITO 박막의 전기적 특성은 Hall effect measurement(EGK) 장비를 사용하여 측정 하였으며, 결정구조는 X-ray Diffractometer(Rigaku), 광투과율은 UV-VIS spectrometer (HP)를 사용하여 측정하였다.

표1. 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	$2 \times 10^{-3}$ [mTorr]
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 검토

그림 2는 투입 전류에 따른 ITO 박막의 XRD 회절 패턴이다. 두 기판 모두 비정질 형태를 띠고 있으며, 이는 실온에서의 증착과 얇은 막 두께로 인해 결정성을 가지기에 부족한 것으로 생각된다. 특정 위치의 피크는 기판 자체의 피크로 일정하게 나타남을 알 수 있다.

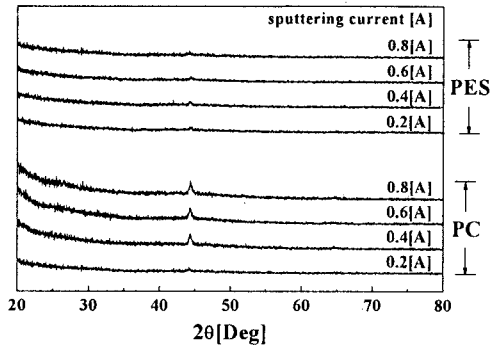


그림 2. 투입 전류에 따른 PC, PES 기판의 XRD 회절 패턴

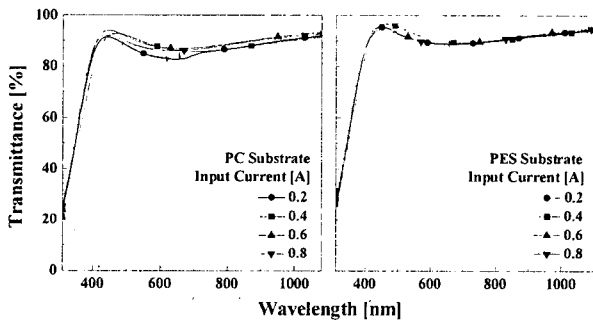


그림 3. PC, PES 기판의 투입전류에 따른 ITO 박막의 광투과율

그림 3은 투입 전류에 따른 ITO 박막의 광투과율이다. 가시광 영역에서 PC, PES 기판 모두 80% 이상의 높은 투과율을 나타냈다.

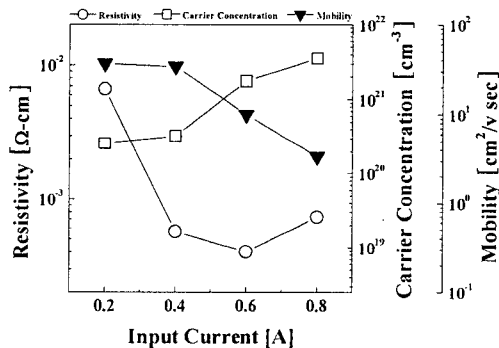


그림 4. PC기판의 투입전류에 따른 ITO 박막의 전기적 특성

그림 4는 투입 전류에 따른 PC 기판에 증착된 ITO 박막의 전기적 특성이다. 투입전류 0.6A 이후 전류 증가에 따라 캐리어 농도는 크게 증가하였으며, 이동도는 감소하였다. 비저항은 투입전류 0.6A까지 캐리어 농도증가의 영향을 많이 받아 감소하는 것을 알 수 있었으며, 투입전류 0.8A에서는 이동도 감소의 영향을 더 받아 비저항이 증가

하였다. 그림 5는 투입 전류에 따른 PES 기판에 증착된 ITO 박막의 전기적 특성이다. 투입전류 0.4A와 0.8A에서 이동도가 증가하였으나 캐리어 농도의 감소로 인해 비저항이 증가하였다.

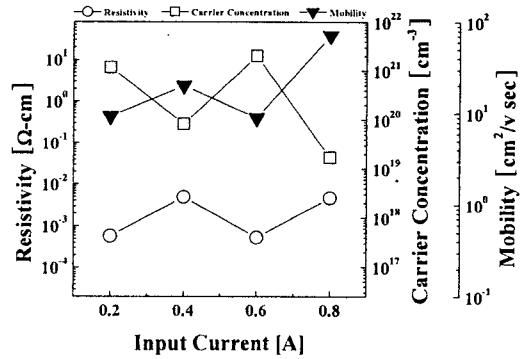


그림 5. PES 기판의 투입전류에 따른 ITO박막의 전기적 특성

### 4. 결론

본 연구에서는 FTS 스퍼터링 장치를 이용하여 플렉시블 기판에 ITO 투명전도막을 제작하였다. 연구결과 실온에서 PC, PES기판을 이용하여 제작된 ITO 투명전도막의 광투과율은 80% 이상의 우수한 값을 가졌으며, 1mTorr의 작업압력과 0.6A의 투입전류에서 제작되었던 ITO 박막은 PC 기판의 경우, 비저항  $4 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}]$ , 캐리어농도  $1.76 \times 10^{21} [\text{cm}^{-3}]$ , 이동도  $9.9 [\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}]$ , PES 기판의 경우, 비저항  $5.27 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}]$ , 캐리어농도  $2.01 \times 10^{21} [\text{cm}^{-3}]$ , 이동도  $5.89 [\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}]$ 의 값을 가지는 우수한 박막을 제작할 수 있었다.

### 감사의 글

이 논문은 2006년도 두뇌 한국 21 사업에 의하여 지원되었음.

### 참고 문헌

- [1] R.H. Friend, R.W. Gymer, A.B. Holmes, Nature, 397, 121, 1999
- [2] K. Zhang, F. Zhu, C.H.A. Huan, A.T.S. Wee, J. Appl. Phys. 86, p. 974, 1999
- [4] J.K. Sheu, Y.K. Su, G.C. Chi, M.J. Jou, C.M. Chang, Appl. Phys. Lett. 72, p.129, 1999
- [3] Y. Hoshi, H. Kato, K. Funatsu, Thin solid films 445, 245-250, 2003
- [4] K. Ishibashi, K. Hirata, N. Hosokawa, J. Vac. Sci. Technol. Vol. A10, No. 4, p. 1719-1722, 1992
- [5] 김민중, 김경환 “대향타겟스퍼터링법에 의한 FBAR용 AZO(ZnO:Al) 박막의 제작”, 전기전자재료학회논문지, 17권, 4호, p. 442-445, 2004
- [6] 김경환, 손인환, 김민중, “대향타겟식 스퍼터링에 의한 Co-Cr 박막의 제작”, 전기전자재료학회논문지, 11권, 5호, p. 418, 1998