

PES 기판상에 제작한 ITO 박막의 특성

김상모, 임유승, 조범진, 금민종*, 김경환
경원대학교, *플라즈마 응용 표면기술 연구센터

Characteristics of ITO thin films prepared on PES substrate

Sang-mo Kim, You-seung Rim, Bum-jin Cho, Min-jong Keum*, Kyung-hwan Kim
Kyungwon University, *Center for Advanced Plasma Surface Technology

Abstract - The ITO thin films were prepared by Facing Targets Sputtering(FTS) method on polyethersulfon(PES) substrate. The ITO thin films were deposited with the film thickness of 100nm at room temperature and working gas pressure of 1 mTorr. As a function of sputtering conditions, electrical and optical properties of prepared ITO thin films were evaluated by Hall Effect Measurement(EGK) and UV-VIS spectrometer(HP), respectively. From the results, the ITO thin films was deposited was with a resistivity $8.3 \times 10^{-4} [\Omega\text{-cm}]$ and transmittance over 80% in the visible range.

1. 서 론

현재, 액정표시장치 (LCD), 플라즈마 디스플레이 패널 (PDP), 유기EL (OLED) 등과 같은 평판디스플레이에 전도성과 투명성을 동시에 확보해주는 Indium-Tin-Oxide(ITO) 코팅막이 주로 사용되고 있다. ITO 박막은 가지광 영역에서 광투과도가 높고 낮은 저항률을 가지고 있으며, 화학적 안정성이 뛰어나 다양한 분야에서 응용되어 사용되고 있다.[1-4] 특히, 최근에는 Flexible한 장치들에 관심이 증대하면서 Flexible 기판위에 증착한 ITO 박막에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. Flexible 기판의 특성은 휘어지고 가볍고 우수한 투과율을 가지고 있지만, 열에 약한 단점을 가지고 있기 때문에, 모든 공정이 반드시 실온에서 이루어져야 한다. 하지만 우수한 ITO 박막을 얻기 위해서는 통상적으로 기판가열이 필요하다. 그리고 스퍼터링시 타겟에서 방출되는 전자 혹은 고에너지 입자에 의한 기판 충격 때문에 고 품위의 ITO 박막제작에 제한을 가진다.[5-6]

본 연구에서 대표적인 Flexible 기판인 Polyethersulfon (PES)를 Facing Targets Sputtering (FTS) 장치를 이용하여 ITO 박막을 증착하였다. ITO 박막의 중착 두께는 100nm로 고정시키고, 투입전류를 조절하여 제작한 박막의 전기적, 광학적 특성을 살펴보았다.[7-8]

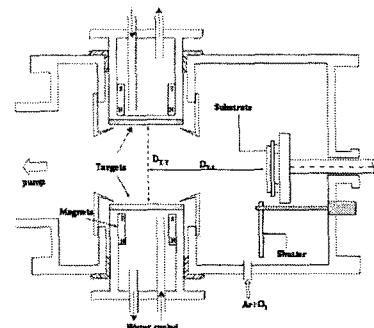
2. 본 론

2.1 실험

ITO 박막의 증착조건은 표 1과 같은 FTS 장비를 사용하여 제작하였다. FTS 장치는 타겟의 뒷면에 영구자석이 부착된 두 개의 타겟이 마주 보고 있으며, 타겟의 뒷면에는 플라즈마로부터 생성된 음이온을 플라즈마 내에 구속시키게 된다. 또한 기판은 플라즈마로부터 이격되어지는 타겟간 중앙부에 위치하여 Plasma-free에 위치하게 되므로, 스퍼터링이 일어날 때 발생하는 고에너지 입자에 의한 박막의 손상을 최소화 시킬 수 있다. 실험에 사용된 PES (두께 200μm) 기판을 중류수와 Isopropyl alcohol (IPA)에서 초음파 세척한 후 오븐에서 100°C의 온도로 30분동안 건조하여 준비하였다. 투입전류를 증가하여 PES 기판상에 제작한 ITO 박막의 결정학적, 광학적, 전기적 특성을 XRD (Rigaku), UV-VIS spectrometer(HP), Hall Effect measurement system (ECOPIA)을 이용하여 조사하였다.

<표 1> ITO 박막의 제작조건

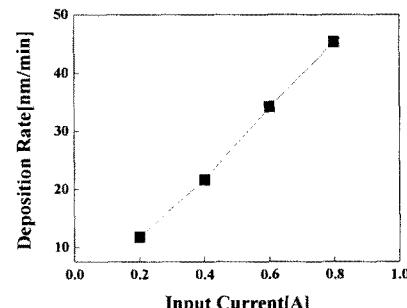
Deposition parameter	Condition
Targets	ITO(90%In ₂ O ₃ -10%SnO ₂)
Substrate	Polyethersulfon(PES)
Target-target distance	100mm
Target-Substrate distance	100mm
Base pressure	2.8×10^{-7} Torr
Working gas pressure	1 mTorr
Ar : O ₂ rate	20 : 0.2 [sccm]
Substrate Temperature	R.T



<그림 2> Facing Targets Sputtering 장비의 구조도

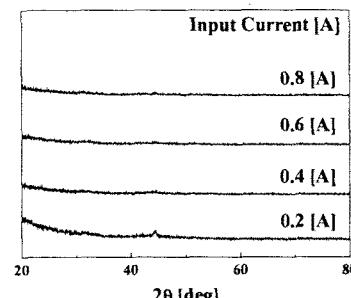
2.2 결과

그림 2는 투입전류를 증가하여 PES 기판상에 제작한 ITO 박막의 증착율을 나타낸 것이다. 투입전류가 0.2[A]에서 0.8[A]로 증감함에 따라 증착율은 11.76[nm/min]에서 45.31[nm/min]로 증가하였다. 이를 토대로 PES 기판상에 ITO 박막의 두께를 100nm로 고정하여 투입전류를 증가하면서 제작한 ITO 박막의 특성을 살펴보았다.



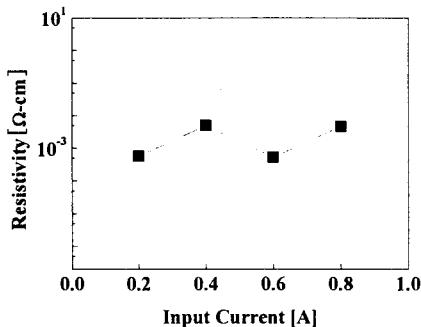
<그림 3> 투입전류에 따라 제작한 ITO박막의 증착율

그림 3은 투입전류에 따라 제작한 두께 100nm인 ITO 박막의 XRD 패턴을 나타낸 것이다. 제작된 모든 ITO 박막에서 XRD 회절피크가 관찰되지 않았다. 즉, 투입전류의 증감에 상관없이 비정질의 ITO 박막의 특성을 얻었다.

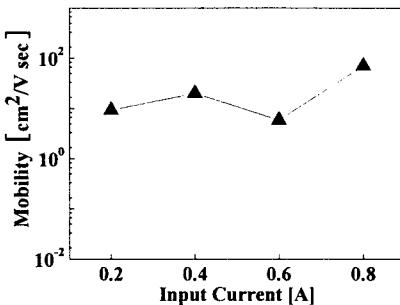


<그림 4> 투입전류에 따라 제작한 ITO 박막의 XRD 패턴

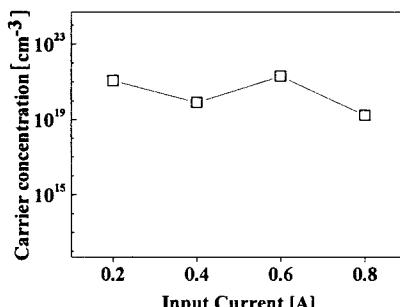
그림 4는 투입전류에 따라 제작된 두께 100nm인 ITO 박막의 전기적 특성인 비저항, 이동도, 캐리어 농도를 나타낸 것이다. 특히 투입전류가 0.6[A]시 비저항은 $5.27 \times 10^{-4} [\Omega\text{-cm}]$, 캐리어 농도도는 $2.01 \times 10^{21} [\text{cm}^{-3}]$, 이동도는 $5.89 \times 10^2 [\text{cm}^2]$ 의 값을 얻을 수 있었다.



〈그림 4-a〉 투입전류에 따른 ITO 박막의 비저항

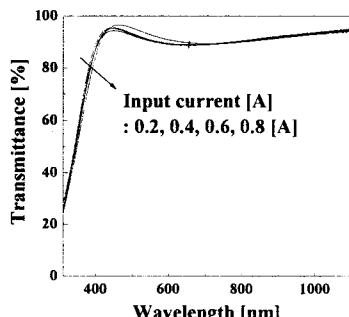


〈그림 4-b〉 투입전류에 따른 ITO 박막의 이동도



〈그림 4-c〉 투입전류에 따른 ITO 박막의 캐리어 농도

그림 5는 투입전류에 따라 제작한 두께 100nm인 ITO 박막의 광학적 특성을 나타낸 것이다. 투입전류에 상관없이 증착된 모든 ITO 박막에서 90% 이상의 투과율을 가졌다.



〈그림 5〉 투입전류에 따른 ITO 박막의 투과도

3. 결 론

본 연구는 FTS 장치를 이용하여 실온에서 Flexible한 PES 기판상에 ITO 박막을 투입전류 변화에 따라 제작하였다. 두께 100nm로 제작된 ITO 박막의 광학적, 구조적 특성을 알아본 결과는 다음과 같다.

투입전류에 상관없이 비정질 ITO 박막을 얻었고, 가시광영역에서 90%이상의 투과율을 가졌다. ITO 박막은 증착시 일정 온도 이상의 기판에서 증착해야 우수한 박막을 얻을 수 있다. 그러나 본 실험에서 사용된 PES 기판의 특성상 기판가열은 기판의 손상을 초래한다. 본 실험에서는 FTS 장치를 이용하여 기판가열 없이, 비저항 $5.27 \times 10^{-4} [\Omega\text{-cm}]$ 을 가진 ITO 박막을 제작할 수 있었다.

【감사의 글】

"이 논문은 2006년도 두뇌 한국 21 사업에 의하여 지원 되었음."

【참 고 문 헌】

- [1] J. Kanazawa, T. Haranoh and K. Matsumoto, "Effect of chemical state of doped Sn on the electrical properties of sputtered ITO films", Vacuum, Volume 41, Issues 4-6 Pages 1463-1465 , 1990
- [2] R. W. Gymer, R. H. Friend, H. Ahmed and A. B. Holmes, "Optical and electrical assessment of an electro-optical intensity modulator from the conjugated polymer poly(2,5-dimethoxy-p-phenylenevinylene)", Synthetic Metals Volume 67 Issues 1-3 Pages 299-302, 1994
- [3] N. Ito, Y. Sato, P.K. Song, A. Kaijio, K. Inoue and Y. Shigesato, "Electrical and optical properties of amorphous indium zinc oxide films", Thin Solid Films, Volume 496, Issue 1 Pages 99-103, 2006
- [4] K. Suzuki, N. Hashimoto, T. Oyama, J. Shimizu, Y. Akao and H. Kojima, "Large scale and low resistance ITO films formed at high deposition rates", Thin solid Films, 226, 104-109, 1993
- [5] T. Maruyama, K. Fukui, "Indium-tin oxide thin films prepared by chemical vapor deposition" J. Appl. Phys., 70, 3848, 1991
- [6] T. Karasawa, Y. Miyata, "Electrical and optical properties of indium tin oxide thin films deposited on unheated substrates by d.c. reactive sputtering", Thin Solid Films, 223, p135, 1993
- [7] 금민종, 김경환, "대향타겟스퍼터링법에 의한 FBAR용 AZO(ZnO:Al) 박막의 제작" KIEEME Vol.17 No.4 p.422, 2004
- [8] 김경환, 손인환, 금민종, "대향타겟식 스퍼터링에 의한 Co-Cr 박막의 제작", 전기전자재료학회논문지 11권 5호 p418, 1998