

대향 타겟식 스퍼터링으로 증착한 ITO 박막의 Bending에 의한 특성 분석

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

The investigation of ITO thin film prepared by Facing Targets Sputtering (FTS) by Bending

Sang-Mo Kim, You-Seung Rim, Min-Jong Keum*, Myung-gyu Choi and Kyung-Hwan Kim
 Center for Advanced Plasma Surface Technology*, Kyungwon University

Abstract: In this study, we prepared ITO thin film on the polycarbonate (PC) substrate by using Facing Targets sputtering (FTS) system. After the external bending force was applied to as-deposited ITO thin films with fixed face-plate distance (L), we investigated how properties of those change. As a result, the crack density of films was increasing as bending frequency increased. In accordance with crack distribution, we observed that the resistivity value of ITO thin film increased.

Key Words : ITO, FTS, PC, Bending

1. 서 론

LCD, PDP 등과 같은 평판 디스플레이 (Flat Panel Display) 시장에서 업체간 경쟁이 치열한 가운데, 차세대 디스플레이인 Flexible display에 대한 관심이 증가하는 한편, 이 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. Flexible display에는 휘어지고, 광투과율이 좋은 고분자 기판을 사용한다. 고분자 기판에는 polycarbonate (PC), PES (polyethersulphone), PET (polyethylene) 등이 있다. 고분자 기판은 유리 기판에 비해서 두께가 얇고 (<200um), 가볍고, 가격이 저렴하다. 하지만 고분자 기판은 수분과 열에 약하여 LCD, PDP, OLED 등의 ITO 투명전극 패턴 형성시 기판의 변형을 가져올 수 있다. 그리고 평판 디스플레이 사용되는 물질은 흠이나 외부 충격에 의하여 깨지기 쉬운 물질로 되어 있다. 따라서 flexible display에 적용시 기판의 손상 뿐만 아니라, 기판의 휨에 따라 물질의 깨짐 (brittle)으로 인한 미소 크랙(micro-crack)이 발생하여 원치 않는 전기적 short 혹은 open 현상이 발생할 수 있고, 폴리머 기판과 박막 사이의 낮은 adhesion strength 때문에 생기는 박막 및 기판 사이의 박리(debonding) 현상으로 소자의 동작이 불가능하게 된다. 따라서 폴리머 기판의 휨에 대한 물질의 상태 분석 실험이 선행되어야 한다[1].

이번 실험에서는 디스플레이 투명전극 재료로 널리 사용되는 ITO 박막을 대향 타겟식 스퍼터링 (Facing Target Sputtering) 장치를 이용하여 PC 기판위에 증착시킨 후 bending 한 후에 박막의 crack 정도를 분석하고, 이 부분에 대한 전기적 변화를 관찰하였다.

2. 실험

그림 1은 실험에 사용된 대향 타겟식 스퍼터링 (Facing Targets Sputtering, FTS) 장치이다. FTS 장치는 기판을 두 타겟 사이의 중앙에서 이격된 위치하여, 스퍼터링시 발생

되는 고에너지 입자에 대한 충돌로 인한 기판 손상을 최소화시킬 수 있는 장점을 가지고 있다 [2].

실험에 사용된 PC 기판을 증착 실험에 앞서, 증류수와 IPA에서 초음파 세척한 후 오븐에서 100°C의 온도로 30분 동안 건조하여 준비하였다. PC 기판상에 제작한 ITO 박막의 스퍼터링 조건은 표 1에 나타내었다.

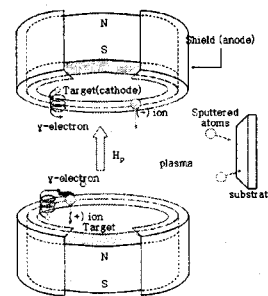


그림 1. 대향타겟식 스퍼터링 장치

표 1. 스퍼터링 조건.

Parameters	Conditions
Targets	ITO(SnO ₂ 10wt.%)
Substrate	PC (polycarbonate)
Substrate Temperature	R.T.
Base pressure	2.1×10 ⁻⁶ Torr
Working pressure	1 mTorr
O ₂ Gas flow	0.1 sccm
Input power	100 W

그림 2는 Bending machine를 나타낸 것이다.



그림 2. Bending machine

3. 결과 및 고찰

ITO 박막은 산소에 대한 의존성이 큰 것으로 알려져 있어서, 사전 실험을 통하여 최적의 조건의 ITO 박막을 PC 기판 상에 제작하였다.[3] 그림 3은 유리 기판상에 ITO 박막의 산소 유량비에 따른 전기적 특성을 나타낸 것이다. 사전 실험을 통하여, 표1의 스퍼터링 조건으로 PC 기판상에 제작하였다.

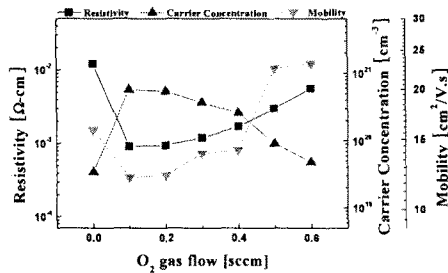


그림 3. 산소 유량비에 따른 ITO 박막의 전기적 특성

Bending시 제작한 ITO 박막 샘플 face-plate 길이 (L)를 60mm로 고정하고, 횡수를 증가시켜서, 박막의 특성을 분석하였다. 측정부분은 bending시 막의 stress가 가장 많이 발생하는 샘플의 중앙부분을 측정하였다.[4]

그림 4는 Bending에 따른 박막의 광학현미경 사진이다. 10회이하시, ITO 박막은 약간의 crack을 확인할 수 있지만, 50회의 bending 후에는 ITO 박막의 crack로 인한 박막의 손상이 심하여, 전극등의 소자 사용시 동작 불능의 원인으로 작용할 것으로 사료된다.

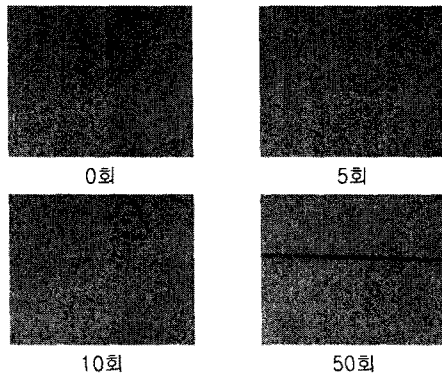


그림 4. 증착한 ITO 박막의 Bending후 사진

그림 5는 Bending 횟수에 따른 박막의 비저항값의 변화를 나타낸 것이다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 기판의 휨에 따른 박막의 crack 수는 점차 늘어나고, 이에 따라서 ITO 박막의 비저항값은 1.2×10^{-4} 에서 $1.9 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 로 증가됨을 알 수 있었다.

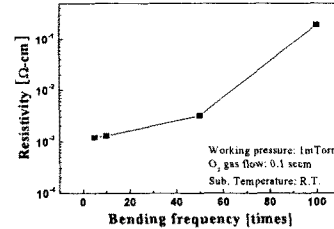


그림 5. Bending 횟수에 따른 비저항값 변화

4. 결론

본 연구는 실온에서 대향 타겟식 스퍼터링 (FTS) 장치를 이용하여 Polycarbonate (PC) 기판위에 ITO 박막을 Bending에 따른 특성을 분석하였다.

제작한 ITO 박막에 Bending 횟수가 증가함에 막에 stress가 가해짐에 따라 crack이 발생하며, 이와 함께 비저항값도 급격히 증가함을 알 수 있었다. 따라서 Bending에 의한 ITO 박막의 손상을 방지하기 위해서 기판과 박막 사이에 seedlayer를 삽입해야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 두뇌 한국 21 사업 및 경기도 협력 센터 (GRRC)에 의하여 지원되었음.

참고 문헌

- [1] Z. Chen, B. Cotterell, W. Wang, "The fracture of brittle thin films on compliant substrates in flexible displays", Engineering Fracture Mechanics Vol. 69, p597-603, 2002
- [2] K. H. Kim, I. H. Son, K. B. Song, S. H. Kong, M. J. Keum, S. Nakagawa and M. Naoe, "Thin film properties by facing targets sputtering system" Applied Surface Science, Vol. 169-170, p. 410-414, 2001.
- [3] K. H. Kim, "The preparation of indium tin oxide films as a function of oxygen gas flow rate by a facing target sputtering system", Journal of Ceramic Processing Research. Vol.8, No.1, 2007.
- [4] J. B. Park, J. Y. Hwang, D. S. Seo, S. .K. Park, D. G. Moon, The Stress Distribution of Indium-tin-oxide (ITO) Film on Flexible Display Substrates by Bending", Journal of the Korean Institute of Electrical Material Engineers, Vol. 16, No. 12 p.1115, 2003.