

후열처리에 따른 Indium Zinc Oxide(IZO) 박막의 특성변화

김대현, 김상모, 최형욱, 김경환
경원대학교

Effect of annealing on the properties of zinc doped indium oxide(IZO) films

Dae-Hyun Kim, You-Seong Rim, Hyung-Wook Choi and Kyung-Hwan Kim
Kyungwon University

Abstract: In this study, we investigated the properties of Indium Zinc Oxide (IZO) films prepared in facing targets sputtering (FTS) system at room temperature as function of oxygen contents. All as-deposited films were rapidly thermal annealing on air atmosphere of 400°C for 30s.

As a result, the transmittance of IZO films increased with increasing oxygen flow in the visible range. After rapidly thermal annealing to films, the optical properties of films improved than films deposited at R.T, but the electrical properties decreased. Before RTA treatment, the lowest resistivity IZO is 5.4×10^{-4} [$\Omega \cdot \text{cm}$] at oxygen gas flow. But, after RTA treatment, IZO films have the value of lowest resistivity at the lower oxygen gas ratio in compare with before RTA treatment. The resistivity of IZO films is 7.29×10^{-4} [$\Omega \cdot \text{cm}$] at pure argon atmosphere.

Key Words : IZO, FTS, annealing, oxygen

1. 서 론

최근 컴퓨터, TV, 멀티미디어 등 마이크로 전자공학의 발전과 더불어 많은 정보를 효율적으로 전달할 수 있는 시각 표시 장치에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다 [1]. 현대는 정보화 사회로써 정보처리 시스템의 발전과 보급에 따른 정보 표시 소자로서의 디스플레이의 중요성이 강조되고 있다. 이러한 정보 표시 소자 중, 현재까지 CRT가 주종을 이루고 있었으나 부피, 구동전압의 측면에서 불리한 점이 많아 새로운 표시 소자의 개발이 요구되어 LCD, PDP, OLED 등의 장치들이 개발되고, 현재 상용되고 있다. 나아가 차세대 디스플레이로 인식되고 있는 유연하고(flexible) 투명한(transparent) 디스플레이의 개발에 연구가 집중되고 있다. 이러한 차세대 디스플레이의 투명 전극으로 사용되는 산화물(TCO: transparent conducting oxide) 박막은 ITO(Indium Tin Oxide) 박막이 우수한 전기적, 광학적 특성을 지니고 있어 현재 널리 사용되고 있다. 그러나 공정 환경에서 화학적, 열적 불안정한 요소가 보이고 있어 ITO를 대체할 수 있는 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[2].

현재 IZO(Indium Zinc Oxide) 박막은 우수한 전도성과 투과성을 갖고 있으며, 화학적으로도 매우 안정한 것으로 보고되고 있다[3,4]. 본 연구에서는 이러한 IZO 박막의 고온 열처리에 의한 전기적 안정성과 구조 변화에 대해서 알아보았다.

2. 실험

2.1 실험장치

IZO 박막을 제작하기에 앞서 사용될 유리 기판을 다음과 같은 방법으로 세척하였다. 먼저 세정제를 사용하여 손으로 세척한 후, 증류수에 초음파 세척을 30분간 실시

하였다. 다음 IPA에 다시 초음파 세척을 30분간 실시하였고 N₂가스로 건조시켰다. 세척한 기판을 대향타겟식 스퍼터링 장치(FTS)를 이용하여 IZO 박막을 제작하였고, 제작 후 RTA(Rapid Thermal Process System; Model: RTA66A)에서 400°C로 후열처리 하였다. 자세한 스퍼터링 조건은 표 1에 나타내었다.

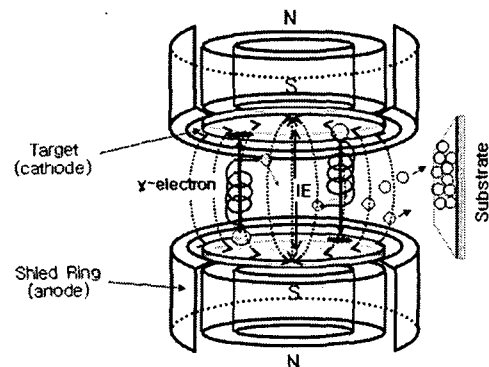


그림 1. 대향타겟식 스퍼터링 장치 구조

그림 1은 대향타겟식 스퍼터링법(FTS)의 구조이다. 대향타겟식 스퍼터링법은 두 타겟이 마주보고 있는 구조를 가지고 있으며 타겟 뒷면에 영구 자석을 장착하여 타겟으로부터 방출되는 2차 전자 등을 구속하여 고밀도 플라즈마를 형성한다. 따라서 낮은 가스압력 하에서도 안정적인 방전이 가능하며 기판은 플라즈마로부터 이격되어진 plasma-free 위치에 놓여 산소 음이온 등의 고에너지 입자에 의한 기판 손상을 억제 할 수 있기 때문에 고품위의 박막 제작이 가능하다.[5]

표 1. 스퍼터링 조건.

Parameters	Conditions
타겟	IZO(In ₂ O ₃ 90wt.%, ZnO 10wt.%)
초기 압력	6.0×10 ⁻⁷ Torr
작업 가스 압력	1[mTorr]
D _{T-T}	50mm
D _{T-s}	90mm
Gas flow	0~0.8[sccm]
투입전력(DC)	45W
기판	Glass(Coring 2948)
기판 온도	R.T.
후열처리 온도	400°C

3. 결과 및 고찰

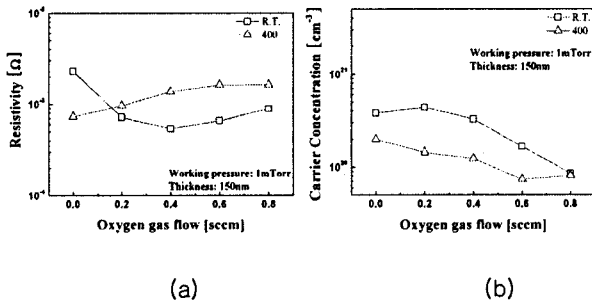


그림 2. 산소 분압 변화에 따라 제작된 IZO 박막의 열처리 전후 전기적 특성 변화. (a) 열처리 전 IZO, (b) 열처리 후 IZO

그림 2는 산소 분압을 변화시키며 제작한 IZO 박막의 열처리 전후의 전기적 특성 변화를 나타낸 그래프이다. 열처리 후 캐리어 농도가 감소하고 비저항이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 열처리 시 산소 흡착으로 인해 산소 공공이 줄어들어 캐리어가 감소되고 비저항이 상승한 것으로 사료된다.

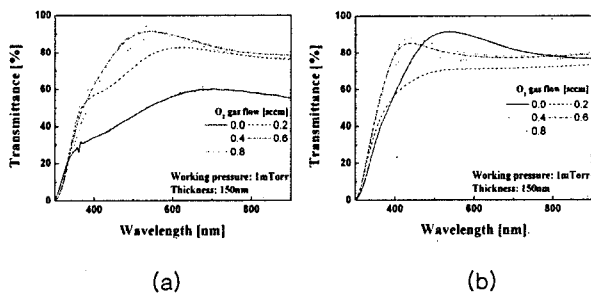


그림 3. 산소 분압 변화에 따라 제작된 IZO 박막의 열처리 전후 광투과율. (a) 열처리 전 IZO, (b) 열처리 후 IZO

그림 3은 산소 분압에 따른 IZO 박막의 광투과율을 나타낸 그래프이다. 산소 분압이 증가할수록 투과율이 상승하는 것을 볼 수 있으며, 열처리 후 산소 흡착으로 인해 투과율이 전반적으로 상승한 것을 볼 수 있다.

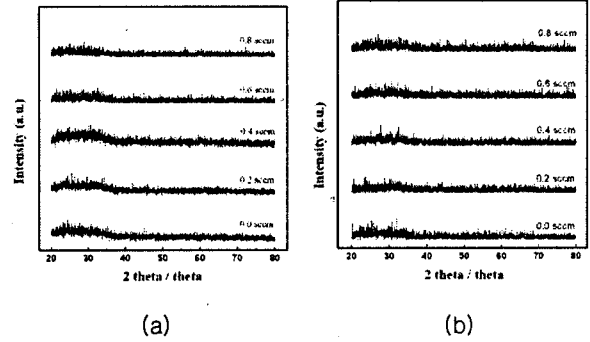


그림 4. 산소 분압 변화에 따라 제작된 IZO 박막의 열처리 전후 XRD 회절피크. (a) 열처리 전 IZO, (b) 열처리 후 IZO

그림 4는 제작된 IZO 박막의 XRD 회절피크를 나타낸 그래프이다. 투입된 산소 분압과 열처리에 상관없이 모든 박막이 비정질 구조를 나타내었다.

4. 결론

본 연구는 대향타겟식 스퍼터링법을 이용하여 IZO 박막을 실온에서 유리 기판에 제작한 후 RTA(Rapid Thermal Process System; Model: RTA66A)를 이용하여 400°C로 후열처리 하였다. 제작된 박막의 비저항 값은 산소 분압이 0.4[sccm]일 때 $5.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 로 가장 우수한 값을 나타내었다. 그러나 열처리된 박막은 Ar분위기에서 제작된 박막이 열처리 시 산소 흡착으로 인해 박막 내 혼재되어 있는 In, Zn등과 반응하여 비저항 값과 투과율이 개선되어 가장 우수한 값을 나타내었다.

참고 문헌

- [1] 김정훈, 박이순, 박세광, 경북대학교. "EL/Display용 유기/고분자 재료 및 Device 특성.
- [2] O. Kuboi, "Degradation of ITO Film in Glow-Discharge Plasma," Jpn. J. Appl. Phys., 20, L783-786 1981.
- [3] T. Minami, S. Takata, T. kakumu, and H. Sonohara, Thin Solid Films 270, 22(1995)
- [4] T. Minami, H. Sonohara, T. kakumu, and S. Takata, Jpn. J. Appl.Phys 34, L971(1995)
- [5] K.H.Kim, M.J.Keum, "Thin Film Properties by Facing Targets Sputtering System", Applied Surface Science 169-170, p. 410-414, 2001