

RF sputter를 이용하여 성장시킨 IZTO박막과 Co-sputter 방법을 이용하여 성장시킨 IAZO 박막의 급속 열처리 효과

박용석, 김한기

금오공과대학교, 정보나노소재공학

Rapid thermal annealing effect on electrical and optical properties of Indium Zinc Tin Oxide grown by RF sputter and Indium Aluminum Zinc Oxide grown by co-sputtering method

Young-Seok Park, Han-Ki Kim

Department of Information and Nano Materials Engineering, Kumoh National Institute of Technology

Abstract : The rapid thermal annealing effect of transparent IZTO(indium zinc oxide) and IAZO(indium aluminium zinc oxide) films grown on glass substrate for solar cell or flat panel displays(FPDs) was studied. We prepared IZTO using RF magnetron sputtering and IAZO using DC co-sputtering method. Subsequently, using rapid thermal annealing(RTA) system, prepared IZTO and IAZO films were annealed at 300, 400, 500, 600°C for 90sec. In addition, Electrical and optical characteristics were measured by Hall effect measurement and UV/Vis spectrometer examinations, respectively. To analyze structural properties and surface smoothness of the IZTO and IAZO films, XRD and SEM examinations were performed, respectively. It was shown that IZTO and IAZO films exhibited microcrystalline structure over 400°C and amorphous structural regardless of RTA temperature, respectively.

Key Words : IZTO, IAZO, RTA, thermal effect, Sputtering system

1. 서론

현재 평판디스플레이 및 광전소자용 애노드 전극으로 가장 많이 사용되고 있는 ITO 애노드 전극의 경우 우수한 전기적, 광학적 특성에도 불구하고 In의 높은 가격, 결정질 천연이온도의 낮음으로 인한 구조적 불안정성, 최적화된 특성의 박막을 얻기 위한 고온공정의 필요성과 같은 단점을 가지고 있어 새로운 애노드전극의 개발 필요성이 대두되고 있는 실정이다. 또한, 산화아연을 기반으로 하는 IZO 애노드 전극의 경우 상온 제작을 통해 기존의 ITO와 유사한 전기적 광학적 특성을 가질 뿐만 아니라 비정질/결정질 천연이온도가 500°C 이상으로 구조적으로 우수한 특성을 가지고 있어 평판디스플레이 및 광전소자용 애노드 전극뿐만 아니라 향후 형성될 플렉시블 디스플레이용 애노드 전극으로도 각광받고 있다.[1] 하지만, IZO 애노드 전극 또한 고가의 Indium이 필요하기 때문에 Indium양을 줄이면서 기존의 애노드 전극과 유사한 특성을 가지는 TCO 재료의 개발이 시급한 실정이다.

이에 본 실험에서는 구조적으로 우수하다고 알려진 산화아연을 기반으로 한 IZTO 및 IAZO 애노드 전극을 RF sputter 및 DC co-sputter 방법을 이용하여 유리 기판위에 각각 성막 하여 In양을 줄이면서 기존의 ITO 및 IZO 애노드 전극과 유사한 전기적 광학적 특성을 가지면서도 구조적으로도 우수한 특성의 박막을 얻고자 하였다.

2. 실험

2.4 X 2.4cm 크기의 유리 기판을 이소프로필 알콜(10min)-

아세톤(10min)-메탄올(10min)-끓는 이소프로필 알콜(2min) 순으로 초음파세척을 하여 유리 기판에 있는 불순물들을 제거하였다. 세척된 유리기판위에 RF sputter 방법을 이용하여 IZTO박막을 성막 하였으며 DC co-sputter 방법을 이용하여 IAZO박막을 증착 하였다. 또한, 최적조건의 IZTO 및 IAZO 박막을 이용하여 300, 400, 500, 600°C 급속열처리를 90초 동안 실행 하였다. 열처리 시 Base pressure는 5.0×10^{-6} torr로 고정하였고 1000sccm의 고순도 Ar gas을 흘려주어 chamber를 Ar분위기의 상압상태에서 진행하였다. 이렇게 제작된 IZTO 및 IAZO 애노드의 전기적, 광학적 특성을 알아보기 위해 Hall measurement effect와 UV/Vis spectrometer 분석을 각각 진행 하였으며 구조적 특성을 조사하기 위해 XRD 실험을 진행 하였다. 또한, 표면 특성을 조사하기 위해 SEM 분석을 진행하였다.

3. 결과 및 검토

그림1은 최적조건의 IZTO 및 IAZO 애노드 전극의 RTA 온도에 따른 Hall measurement 분석 결과이다. IZTO 애노드 전극의 경우 300°C 까지 전기적 특성의 변화는 거의 없었으나 열처리온도가 400°C 이상일 경우 전기적 특성이 크게 저하되는 것을 관찰 할 수 있었다. 또한, IAZO 애노드 전극의 경우 열처리 온도가 증가함에 따라 비저항이 점점 증가함을 알 수 있었으나 $\sim 10^{-4} \Omega\text{-cm}$ 의 우수한 전기적 특성을 유지하였다.

그림.2은 최적조건의 IZTO 및 IAZO박막의 열처리 조건

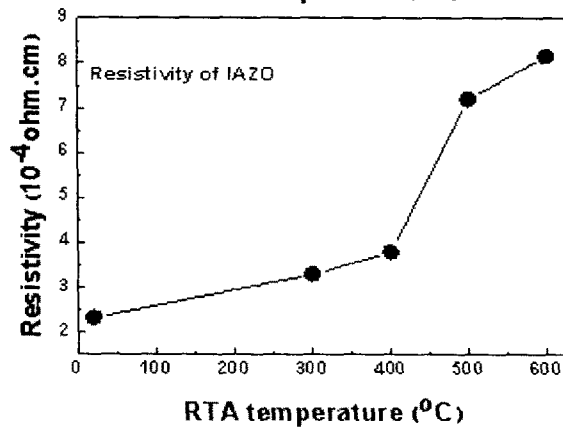
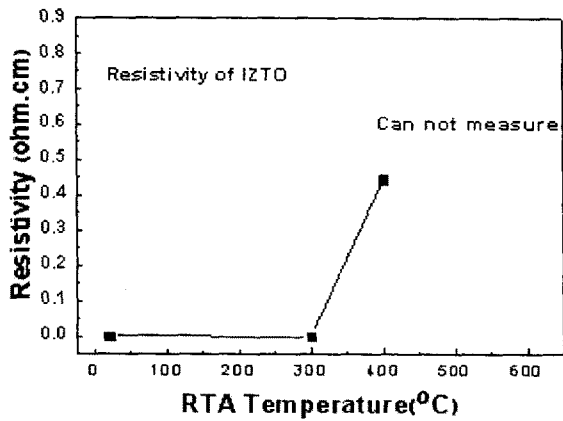


그림 1. RTA온도에 따른 IZTO, IAZO박막의 비저항 결과

에 따른 XRD분석 결과이다. IZTO 애노드 전극의 경우 비저항이 급격히 증가하는 400°C 부터 결정화가 일어났음을 알 수 있었으며 IAZO 애노드 전극의 경우 600°C까지 결정화가 일어나지 않았다. 기존의 IZO 애노드 전극의 경우 500°C 이상의 비정질/결정질 천이 온도 특성을 나타내는 것에 반해 본 실험에서 제작된 IZTO 애노드 전극의 경우 비정질/결정질 천이온도가 400°C 특성을 나타내었다. 하지만, IAZO 애노드 전극의 경우 600°C의 열처리 조건에서도 비정질 구조를 가지는 특성을 나타내어 우수한 구조적 안정성을 나타내었다. [1]

IZTO 애노드 전극과 ITO 애노드 전극의 XRD 분석 결과를 비교해보면 ITO의 경우 온도 증가에 따라 (222) 면이 감소하며 (400)면이 증가함을 볼 수 있으며 두 면이 유사한 강도를 보이는 400°C에서 가장 우수한 전기적 특성을 보인다. [2] 반면 IZTO 애노드 전극의 경우 (222)면의 강도가 가장 강하며 높은 온도에서도 변화하지 않는다.

최적화된 IZTO 및 IAZO 애노드 전극의 광학적 특성을 알아보기 위해 UV/Vis spectrometer 분석을 진행하였다(not shown in here). IZTO 및 IAZO 애노드 전극으로 부터 열처리 온도가 증가함에 따라 80~85%이상의 우수한 투과율을 얻을 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 IZTO 및 IAZO 애노드 전극을 RF sputter

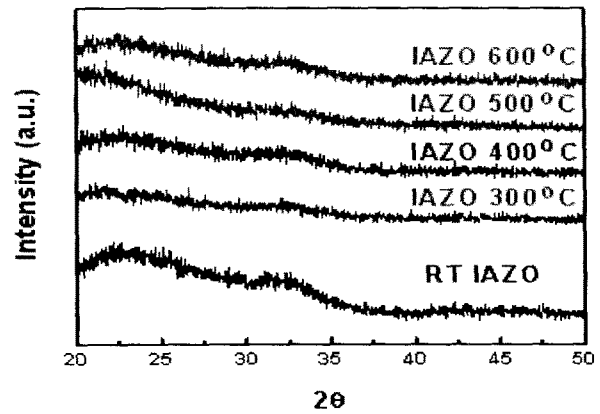
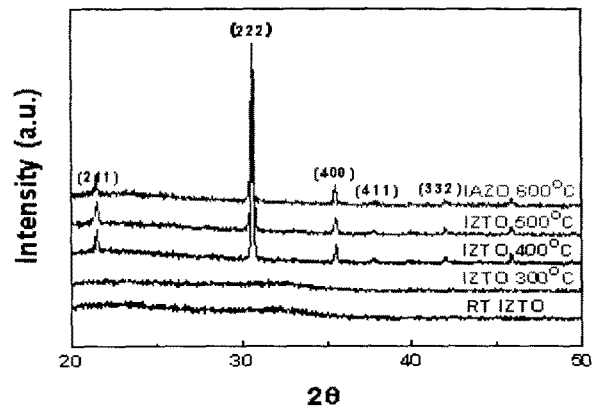


그림 2. RTA온도에 따른 IZTO,IAZO박막의 XRD분석 결과

및 DC co-sputter 방법을 이용하여 유리기판위에 각각 성막 하였으며 최적화된 IZTO 및 IAZO 애노드 전극을 이용하여 rapid thermal annealing을 통해 특성변화를 알아 보았다. IZTO박막의 경우 400°C이상의 열처리온도에서 결정화가 일어났으며 전기적 특성이 현저히 나빠지는 특성을 나타내었고 IAZO박막의 경우 열처리온도에 상관없이 (300~600°C) 비정질 구조의 우수한 전기적 특성을 나타내었다. 또한, 열처리 온도에 상관없이 IZTO 및 IAZO 박막으로부터 가시광선 영역에서 80~85%의 우수한 투과율을 얻을 수 있었다.

참고 문헌

- [1] H.-K. Kim, K.-S. Lee, and J. H. Kwon, "Transparent indium zinc oxide top cathode prepared by plasma damage-free sputtering for top emitting organic light-emitting diodes", J. Electrochem. Soc., Vol 153 p. 29, 2006.
- [2] A. S. A. C. Diniz, C. J. Kiely, "Crystallization of indium-tin-oxide(ITO) thin films", Renewable Energy, Vol. 29, P. 2037, 2004
- [3] K. Suzuki, N. Hashimoto, T. Oyama, J. Shimizu, Y. Akao, H. Kojima, Thin Soild Films 226 (1993) 104