DC Magnetron Sputtering 공정변수에 따른 GxZO박막의 성장 거동

박문기, 서경한, 김철우, 유용우, 임경남, 유상전
LG 디스플레이 공정개발담당

Abstract : In the present study, impurities doped GxZO thin films were prepared by dc-magnetron sputtering on glass substrate and effect of processing variables on the growth behavior was investigated.

Key Words : ZnO, Ga, GxZO

1. 서 론

ITO란 C-type rare-earth (or bixbyite) 구조를 갖는 In_2O_3와 SnO_2의 고용 화합물을 의미하는데, ITO박막은 가시광 영역에서의 우수한 광학적 투명성과 전기전도 특성으로 인하여 flat panel display, photovolatics, smart window, light-emitting diode등에 사용되고 있다.[1] 하지만, 최근 ITO의 사용량 증대 및 공급의 부족으로 인하여 주원료인 인듐의 가격이 급속히 상승하고 있으며, 이에 따라 인듐을 함유하지 않거나, 인듐의 함유량이 적은 투명전도체의 개발에 많은 연구가 집중되고 있다. 이러한 관점에서, 인듐을 함유하지 않으면서도 높은 전기전도 특성과 광학적 투과도를 가지는 산화아연(ZnO)계 투명전도체에 대한 관심이 높아지고 있다.[2]

이 연구에서는 Al, Ce등의 불순물이 첨가된 GZO 박막을 DC magnetron sputtering법을 이용하여 제조하였으며, 증착온도, 후열처리 방식, 하지 막의 종류, Ar유량 등 공정변수에 따른 박막의 성장거동 변화를 살펴보았다.

2. 실 험

불순물이 첨가된 GZO 박막을 $100\times100mm^2$ 크기의 유리기판 및 LCD 제조용으로 사용되는 RGB PR (Photo Resist)이 도포된 유리 기판에 DC magnetron sputtering법을 이용하여 제조하였다. 연구에 사용된 산화물 target은 일반적인 소결법을 이용하여 220×180mm plate 형상으로 제조하였으며, III족 원소인 미량의 Al, Ce등을 첨가물로 사용하였다. Sputtering 법에 의한 증착은 순수한 Ar gas를 이용하여 5×10^{-1} Pa의 압력 하에서 시행되었으며, 다양한 O_2/Ar gas비율과 1.3kW의 DC power를 사용하였으며, sputtering chamber의 초기 진공도는 약 10^{-4}Pa의 범위로 유지시켰다. 사용된 유리 기판은 target 표면과 평행하게 위치시켰으며, 성막 시 기판표면의 온도는 상온에서 230℃의 범위로 측정되었다.

3. 결과 및 검토

불순물이 첨가된 GZO 박막은 액정 디스플레이 제조 공정을 고려하여 온도변화, 열처리 조건 변화 및 이중성막조건으로 증착하였으며, 모든 시료의 두께는 1500Å으로 제조하였다. 증착된 박막의 후열처리는 대기와 진공 조건에서 15분 동안 성막 되었으며, Inline sputtering 장비의 증착방식 재현을 위하여 상온성막(750Å)과 고온성막(750Å)의 연속된 이중증착 방식도 채용되었다. Fig 1에는 sputtering 공정조건에 따른 결정화 경향 및 전기적 특성을 나타내었다. GZO 박막을 상온으로 증착시킬 경우, 약한 (002) peak가 나타나며, c축 성장인 (002), (004) peak 이외에 (103) peak도 관찰된다. 그러나 고온 성막 또는 후열처리를 통해 박막이 받는 열에너지를 증가시킬 경우, c축 방향의 성장을 나타내는 (002), (004) peak만이 관찰되며, peak의 강도도 상온 성막에 비해 강해짐을 알 수 있다. 즉 고온에서 성막한 GZO 박막의 경우 완전한 c축 성장거동을 나타내지만, 성막온도가 낮을 경우 random한 성장거동을 나타남을 알 수 있다. 또한, HMS측정 결과로서 증착 온도의 증가와 함께 비저항은 연속적으로 감소하는데, 이 결과는 박막의 결정화 정도 및 입자크기의 변화로서 설명할 수 있다. 불순물이 첨가된 GZO 박막은 기판이 가열된 성막조건에서 c 축 결정화 경향이 강해지며, 입자크기 또한 증가한다. 입자의 크기가 증가할 경우, grain boundary scattering의 감소에 따라 이동도가 증가하며, 이에 따라 비저항은 감소하게 되는 것이다.[3]

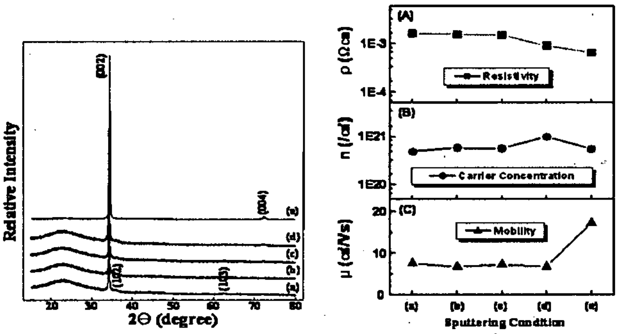

그림 1. Sputtering 공정조건 변화에 따른 XRD Pattern 및 (A) 비저항 (B)캐리어 농도 및 (C) 이동도의 변화.

4. 결 론

불순물이 첨가된 GZO박막의 sputtering 공정 변수에 따른 성장거동 및 전기적 특성의 변화를 연구하였다.

GZO박막은 기판온도의 증가에 따라 비저항은 감소되었는데, 이는 증착온도가 GZO 박막의 결정 배향성과 입자의 성장거동에 영향을 주며, 이에 따른 이동도의 변화가 박막의 전기적 특성에 영향을 주었기 때문이라 판단되며 DC magnetron sputtering으로 GZO 박막의 증착 시, 전기전도 특성의 향상을 위해서는 200℃이상의 고온 성막, 산소분압의 최소화가 필수 공정요건이라 판단된다.

참고 문헌

[1] S. J. Wen, G. Couturier, G. Campet, J. portier, J. Claverie, *Phys. Stat. Sol.* **130,** p.407, 1982.

[2] M. Nakamura. N. Kimizuka, T. Mohri, *J. Solid State Chem.* **86** p.16, 1990.

[3] H. Kim, S. S. Horwitz, S. B. Qadri, D. B. Chrisey, *Thin Solid Films* **420** p.107, 2002.