

열처리 조건에 따른 ZnO:Al 박막의 전기적 광학적 특성

이동진, 이재형, 선호정, 이종인, 정동수, 송준태*
 군산대학교, 성균관대학교*

Electrical and Optical properties of ZnO:Al films with Heat treatment

Dong-Jin Lee, Jae-Hyeong Lee, Ho-Jung Sun, Jong-In Lee, Dong-Su Jong, Jun-Tae Song*
 Kunsan Nat. Univ., Sungkyunkwan Univ.*

Abstract : We have studied the structural and electrical, optical properties of Al doped ZnO(AZO) thin films which were fabricated by rf reactive magnetron sputtering method with various heat treatment conditions.

The heat temperatures of specimen fabrication were corning 7059 glass is 200~500℃ and Polyimide films are 200~350℃ respectively.

The variations of the electrical and optical properties with heat treatment temperature and ambient were studied

Key Words : ZnO:Al, Sputtering, TCO, Heat tretment

1. 서 론

박막 태양전지나 평판 표시소자와 같은 관전소자에서는 가시광 영역에서 투과도와 전기 전도도가 우수한 투명 전도막이 아주 중요한 요소이다. 현재 이러한 투명전도막으로 사용되는 여러 가지의 투명전도성 산화물 (transparent conducting oxide : TCO)이 개발 연구되고 있으며, ITO(indium tin oxide), ATO(antimony tin oxide), FTO(flourine tin oxide), ZnO(zinc oxide)등이 있다. 이들중 ITO는 비저항이 $\sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 으로 낮고, 가시광 투과도가 평균 80% 이상으로 우수하여 현재 가장 널리 이용되고 있으나 ITO는 수소 플라즈마내에서 열화현상을 나타내고 [1,2], 원료물질인 In 의 값이 비싼 문제가 단점으로 여겨진다. 이러한 문제점을 해결할수 있는 대체물질로 ZnO가 있으며 이에 대한 연구가 많이 보고되고 있다.

ZnO는 3.4eV 의 큰 밴드 갭 및 가시광 영역에서 높은 광투과성을 가지며, 제조조건에 따라서 비저항의 범위가 폭넓게 변화하므로 그에따른 광범위한 응용성은 이미 잘 알려진 사실이다.

ZnO 박막의 제조 방법으로는 RF 또는 DC 스퍼터링[3], CVD(Chemical vapor Deposition)[4]등이 있으며, 본 실험에서는 RF 마그네트론 스퍼터링 방법을 이용하여 ZnO 박막을 제작하였고, ZnO 박막의 응용분야에 있어 유리기판보다 파손 및 기판두께등의 문제점을 위하여 Polyimide 기판을 함께 사용하여 제작하였다. 또, 제작된 박막을 후 열처리를 하였는데 온도를 변화시켜 관찰하였으며, 열처리 중의 분위기를 공기중과 Ar 가스 주입의 변화에 따른 변화도 함께 관찰하였다.

2. 실험

본 실험에서 사용된 제작 물질로는 ZnO 에 2.5wt.%의 Al_2O_3 가 함유된 세라믹 타겟(ESC, USA, 99.99%)이 사용되

었으며, RF 마그네트론 스퍼터 장비를 이용하여 ZnO:Al 박막을 제조하였다.

우선 ZnO:Al 박막 제조에 사용된 기판 재료는 Corning 7059 Glass 와 Polyimide film 이 사용되었다.

ZnO:Al 박막의 제조를 위하여 챔버 내부의 진공도를 10^{-6}Torr 이하로 유지한후 Ar 가스를 주입후 공정압력을 유지후 박막을 증착시켰다. 표 1은 ZnO:Al 박막의 제조 조건과 그후 열처리 공정 조건을 나타낸 것이다.

표 1. ZnO:Al 박막의 제조와 후 열처리 조건

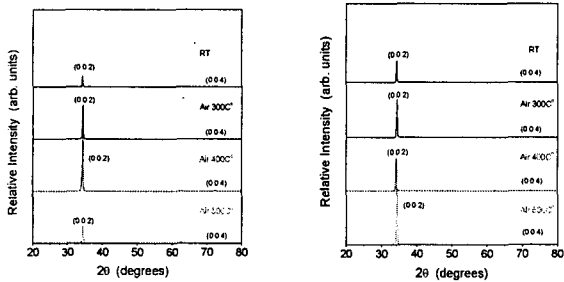
Deposition parameter	Condition
T - S distance	7cm
Sputtering Power	170W
Working pressure	20mT
Substrate temperature	Room temperature
Heat treatment Condition (in Air and Ar)	
Heat temperature	
- Glass	200 ~ 500℃
- Polyimide	200 ~ 300℃

3. 결과 및 검토

그림 1은 제조된 ZnO:Al 박막을 각각의 Air와 Ar 분위기로 열처리를 한 상태의 XRD 분석을 하여 나타낸 그림이다.

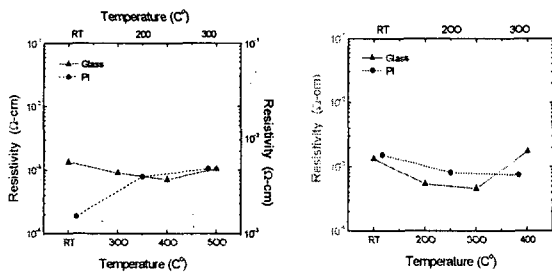
그림에서 알 수 있듯이 박막의 피크는 열처리 온도와 열처리 분위기에 관계없이 (002) 면의 우선 배향성을 보여준다. 하지만 열처리 온도가 상승할수록 피크의 세기는 감소하는 것을 볼수 있는데, 이는 증착된 박막과 이에 사용된 기판과의 다른 열팽창 계수의 차이로 발생한것이라 생각된다. 박막의 평행한 압력과 기판의 수직인 방향으

로 발생되는 팽창력으로 기계적인 응력이 발생, 피크의 세기가 감소한것이라고 볼수 있다. 하지만 Ar 분위상에서의 열처리된 XRD 패턴은 이와 반대로 나타내었다.



(a) Heat treatment in Air (b) Heat treatment in Ar
 그림 1. 열처리된 ZnO:AL 박막의 XRD 분석

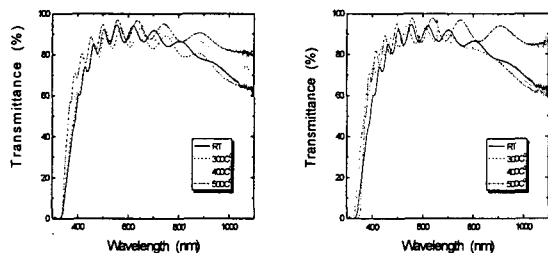
그림 2는 유리기판 및 PI 기판상에 증착된 ZnO:Al 박막의 열처리에 따른 비저항의 변화를 나타낸 그림이다.



(a) Heat treatment in Air (b) Heat treatment in Ar
 그림 2. 열처리된 ZnO:AL 박막의 XRD 비저항 변화

그림 3에서는 Air 분위기의 glass 기판은 400도 까지 감소폭을 갖는것을 볼수 있다. 400도 까지의 열처리중에서는 격자결함의 증가로 인해 캐리어가 증가함에 따른 현상으로 생각되고 그이후의 온도에서 상승되는 것은 과도한 열처리 온도로 인하여 고온에서의 산화가 촉진되어 ZnO:Al 박막의 표면 화학양론적 조성 비율이 증가하여 이와함께 저항율이 증가한 것으로 보인다.

그림 3은 ZnO:Al 박막의 열처리에 따른 광 투과도를 스펙트럼과 가시광 영역에 대한 평균 광 투과율을 나타낸 그림이다.



(a) Heat treatment in Air (b) Heat treatment in Ar
 그림 3. 열처리된 ZnO:AL 박막의 광투과율

그림 3에서 나타낸것과 같이 열처리 온도가 상승할수록 분위기에 상관없이 가시광선 영역의 광 투과도가 향상되는것을 볼수 있는데 이것은 결정성이 개선되고 결정입자가 성장하였기 때문이라고 생각된다.

4. 결론

RF 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 ZnO:Al 박막을 제조후 열처리의 온도 및 분위기에 따른 변화를 비교하여 조사하였다.

열처리의 조건에 상관없이 모두 (002)면 방향으로 우선 방위를 갖는 피크들이 관찰되었으며 피크들의 변화는 Air와 Ar분위기에 따라 반대의 변화를 보였다.

Ar 분위기에서 열처리된 ZnO:Al 박막이 가장 낮은 저항률을 보였으며 열처리 온도가 높아짐에 따라 광투과율이 증가하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(R-2005-7-147) 주관으로 수행된 과제임.

참고 문헌

- [1] R. Banerjee, S. Ray, N. Basu, A. K. Batabyal and A. K. Barua, "Degradation of Tin-Doped Indium Oxide Film in Hydrogen and Argon Plasma", J. Appl. Phys., 62, 912-916 1987)
- [2] O. Kuboi, "Degradation of ITO Film in Glow-Discharge Plasma," Jpn J. Appl. Phys., 20, L783-786 1981
- [3] M. Miura, Jpn. Appl. Phys. 21, 264 1982
- [4] M. Matsumoto, I. Kah and Y. Murayama, Tech. Group Ultra, IECE Jpn. 78-4 7, 17 1979