

기판온도 및 후 열처리에 따른 AZO(ZnO:Al) 박막의 특징

김경환, 조범진, 금민중, 손인환*, 최형욱, 최명규**
 경원대학교, 신성대학*, 경원전문대학**

Characteristics of AZO(ZnO:Al) thin film with the substrate temperature and post-annealing

Kyung-Hwan Kim, Bum-Jin Cho, Min-Jong Keum, In-Hwan Son*, Wook-Hyung Choi**, Myung-Kyu Choi**
 Kyungwon University, Shinsung college*, Kyungwon college**

Abstract : In this study, Al doped ZnO(AZO) thin film were prepared on glass substrates by FTS(Facing Targets Sputtering) system. We investigated electrical, optical and structural properties of AZO thin film with the substrate temperature of the R.T, 100°C, 200°C and the post-annealing. The crystallinity of AZO thin film was increased with increasing the substrate temperature and post-annealing temperature 600°C. The remarkable change of the resistivity with the substrate temperature didn't found and the resistivity with post-annealing was increased slightly.

Key Words : FTS, AZO, ZnO, Sputtering

1. 서론

투명 전도막은 안정성과 우수한 전기적, 기계적 특성 때문에 반도체성 금속산화물 박막이 대표적으로 사용되고 있다. 대표적인 재료로는 In₂O₃, SnO₂, ZnO계 박막을 들 수 있으나 순수한 박막은 비교적 비저항이 높으므로 불순물이 도핑된 In₂O₃:Sn(ITO), SnO₂:F(FTO), ZnO:Al (AZO) 등이 주로 연구 되어 왔다.

이들은 LCD, OLED, 태양전지 등의 수요 증가와 더불어 증가하고 있으며, 이 중 ITO는 낮은 비저항과 우수한 투과율을 가지고 있어 투명 전극으로 널리 사용된다. 그러나 ITO는 수소 플라즈마 내에서 열화현상을 나타내고[1], 원료물질인 In의 값이 비싼 문제가 있다. 이러한 문제를 극복할 수 있는 대체물질로 ZnO에 Al을 도핑한 AZO박막에 대한 연구가 많이 보고되고 있다[2].

AZO박막은 진공증착법(vacuum evaporation), 화학기상증착법(CVD), 분무열분해법(spray pyrolysis), 스퍼터링법으로 제작되고 있다.

본 논문에서는 FTS(Facing Targets Sputtering)[3, 4]법으로 AZO박막을 제작하여 전기적, 구조적, 광학적 특성을 조사하였다.

2. 실험

본 실험에서는 그림 1과 같은 FTS장치를 사용하였다. FTS장치는 고밀도의 플라즈마를 형성하므로 높은 증착율과 낮은 가스 압에서도 안정적인 방전을 유지할 수 있으며, 플라즈마가 기판에 직접적으로 닿지 않기 때문에 증착시 기판의 손상을 최소화 할 수 있는 특징이 있다[3,4].

AZO박막의 제작 조건은 표 1과 같으며, 후 열처리는 3mTorr에서 150초 동안 하였다. 전기적 특성은 Hall effect measurement(EGK)장비를 사용하였고 박막의 두께는 α -step(Tencor)을, 광투과율은 UV-Vis spectrometer(HP)를 사용하여 측정하였다. 구조적 특성은 XRD(Rigaku)를 사용하여 알아보았다.

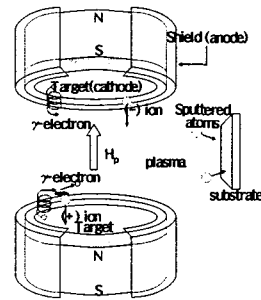


그림 1. FTS(Facing Targets Sputtering) 개략도

표1. 스퍼터링 조건

Deposition parameter	Conditions
Targets	Zn(5N) ZnO:Al(Al ₂ O ₃ :2wt%)
Substrate	slide glass
Target-target distance	100mm
Target-substrate distance	100mm
Base pressure	2×10 ⁻⁶ mTorr
Working gas pressure	1mTorr
Thickness	100 nm
O ₂ gas flow rate(O ₂ /O ₂ +Ar)	0.2
Substrate temperature	R.T, 100°C,200°C
Post-annealing temperature	200°C, 400°C, 600°C
Sputtering current	0.8A

3. 결과 및 검토

그림 2는 투입전류 0.8A, 1mTorr, 두께 100nm 박막의 XRD패턴을 본 것이다. 기판온도 100°C, 200°C에서 XRD 피크가 실온보다 증가하였으며, 후 열처리 온도 600°C에서 XRD피크가 200°C, 400°C보다 증가하였다. 이는 온도 증가로 인한 에너지 공급에 의해 결정성이 증가함을 의미한다.

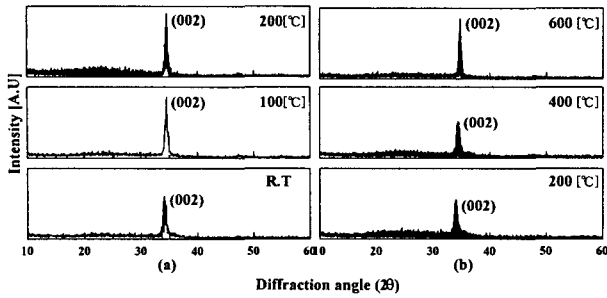


그림 2. 투입전류 0.8A, 1mTorr, 두께 100nm에서 증착한 AZO박막의 (a)기판 온도 및 (b)후 열처리에 의한 X선 회절 피크

그림 3은 투입전류 0.8A, 1mTorr, 100nm, 산소가스 유량비 0.2에서 증착한 박막의 이동도와 캐리어 농도를 나타낸 그림이다. 이동도는 기판온도가 증가함에 따라 약간 증가하며, 캐리어 농도는 기판온도가 가해졌을때 더 낮은 농도를 보였다. 이동도의 감소는 결정성 향상으로 인한 입자 경계 감소가 원인으로 생각된다. 후 열처리시 열처리 온도 상승에 따라 캐리어 농도는 감소하고, 이동도는 400°C까지 감소하였으며, 600°C에서 다시 증가하였다. 캐리어 농도의 감소는 표면에서의 산소 흡착이 원인으로 생각된다.

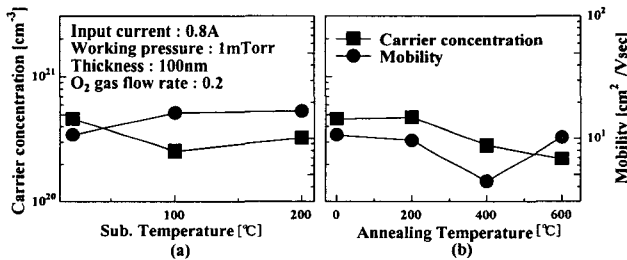


그림 3. AZO박막의 (a)기판온도 (b)후 열처리에 따른 캐리어 농도와 이동도

그림 4는 투입전류 0.8A, 1mTorr, 100nm, 산소가스 유량비 0.2에서 증착한 박막의 비저항을 나타낸 그림이다. 기판 온도 변화시는 큰 변화는 보이지 않으며, 후 열처리 시에는 비저항이 증가하는 경향이 보인다. 이는 캐리어 농도의 감소와 이동도의 감소가 원인으로 생각된다.

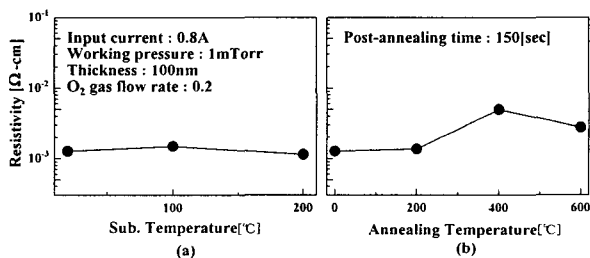


그림 4. AZO박막의 (a)기판온도 (b)후 열처리에 따른 비저항

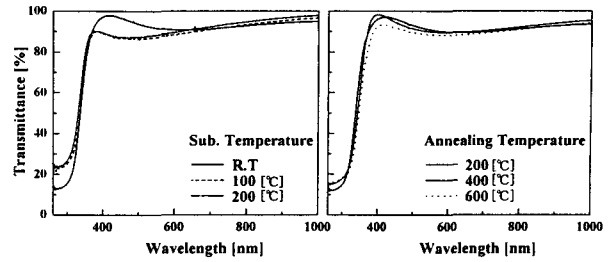


그림 5. 투입전류 0.8A, 1mTorr, 두께 100nm에서 증착한 AZO박막의 (a)기판온도 (b)후 열처리에 따른 투과도

그림 5는 투입전류 0.8A, 100nm, 1mTorr, 산소가스 유량비 0.2에서 증착한 박막의 투과도를 나타낸 그림이다. 기판 온도 변화와 후 열처리 한 샘플모두 가시광 영역에서 80%이상의 투과율을 보였으며, 캐리어 농도의 변화 폭이 작기 때문에 뚜렷한 B-M shift 현상은 나타나지 않았다.

4. 결론

본 연구에서는 투입전류 0.8A, 1mTorr, 두께 100nm에서 AZO박막을 기판 온도 R.T, 100°C, 200°C에서 제작하였으며, 실온에서 만든 AZO박막을 3mTorr에서 200°C, 400°C, 600°C로 후 열처리 하였다.

기판온도가 가해졌을때와 후 열처리 온도가 증가했을때, 모두 결정성이 향상되었으며, 캐리어 농도는 모든 경우에서 감소하는 경향을 보였으며, 비저항은 후 열처리시 증가하는 경향을 보였다.

투과율은 모두 가시광 영역에서 80%이상으로 측정되었다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 경기도 지역 협력 연구센터 (GRR)의 경원대학교 신소재 및 응용 기술 연구 센터의 지원을 받아 이루어 졌음

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] B.Y.Oh, M.C.Jeong, W. Lee, J.M.Myung "Properties of transparent conductive ZnO:Al films prepared by co-sputtering", J. crystal growth
- [3] K.H.Kim, M.J.Keum, "Thin Film Properties by Facing Targets Sputtering System", Applied Surface Science 169-170, p. 410-414, 2001
- [4] 급민중, 김경환. "대향타겟스퍼터링법에 의한 FBAR 용 AZO(ZnO:Al) 박막의 제작". 전기전자재료학회 논문지, 17, 4, p. 422, 2004