

공정변수에 의한 flexible 기판상의 ZnO:Al 박막의 제작

조범진, 금민중, 손인환*, 최동진, 김경환
 경원대학교, 신성대학*

Preparation of ZnO:Al thin film on flexible substrate by process variable

Bum-jin Cho, Min-jong Keum, In-Hwan Son*, Dong-Jin Choi, Kyung-Hwan Kim
 Kyungwon University, Shinsung College*

Abstract : We prepared ZnO:Al thin films under various sputtering conditions by using facing targets sputtering (FTS) method. ZnO:Al thin films were deposited on polyethersulfon (PES) substrate which is the thickness of 200um at room temperature. the electrical, optical and crystallographic properties of ZnO:Al were investigated. From the results, prepared all ZnO:Al thin films showed (002) diffraction peaks. ZnO:Al thin film with a resistivity of $8.4 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ and a transmittance of over 80% in visible range was obtained.

Key Words : FTS, flexible, sputtering, thin film, PES

1. 서 론

ZnO:Al(AZO)박막은 ZnO박막에 3가의 Al을 도핑하여 낮은 비저항을 얻은 박막으로 높은 투과율과 수소 플라즈마 분위기에서 안정성을 갖고 있으며, 원료물질이 In보다 저렴하고 독성이 없는 특징이 있다. 또한, 최근 flexible한 장치들에 대한 관심이 증대하면서 flexible 기판위에 증착한 AZO박막에 대한 연구가 진행되고 있다[1]. flexible 기판은 휘어지고 가볍고 우수한 투과율을 갖는 등, 장점들이 있다. 그러나 열에 약하여 박막을 증착하는 데 있어 제한이 있다. AZO박막을 제조하는 방법으로는 화학 기상 증착법[2], 펄스레이저 증착법[3], 스퍼터링법등의 여러 방법이 있으나, 기판 특성상 온도 제한이 있기 때문에 실온에서 증착하여 우수한 특성을 갖는 제작 방법이 필요하다.

본 연구에서는 대향 타겟 스퍼터링(FTS) 방법[4]을 이용하여 polyethersulfon(PES) 기판위에 AZO박막을 증착하여 전기적, 광학적, 결정학적 특성을 조사하였다.

2. 실험

AZO박막의 증착 조건은 표1과 같으며 그림 1과 같은 구조의 FTS장비를 사용하여 제작하였다. 기판은 PES(두께 200um)를 증류수와 IPA에서 초음파 세척한 후 오븐에서 130℃의 온도로 30분 동안 건조하여 준비하였다. 제작된 박막의 결정학적, 광학적, 전기적 특성을 XRD(Rigaku), UV-VIS spectrometer(HP), Hall effect measurement system(ECOPIA)을 이용하여 조사하였다.

3. 결과 및 검토

그림2는 1mTorr에서 산소가스 유량비 변화에 따라, 산소가스 유량비 0.05에서 작업 가스압력에 따라 제작한 AZO박막의 증착율을 나타낸 그림이다. 1mTorr, 0.05의 산소가스 유량비에서 증착율이 10nm/min이며, 산소가스와

가스 압력이 증가할수록 증착율이 감소한다.

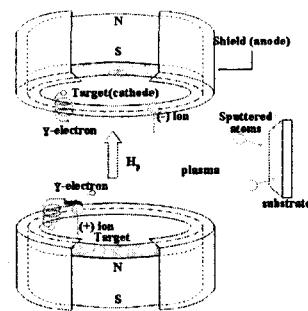


그림 1. 대향 타겟 스퍼터링 장치의 구조

표1. AZO 박막의 제작 조건

Deposition parameter	Conditions
Targets	Zn(5N) ZnO:Al(Al ₂ O ₃ :2wt%)
Substrate	Polyethersulfon(PES)
Target-target distance	100mm
Target-substrate distance	100mm
Base pressure	8×10^{-7} Torr
Working gas pressure	1 - 9mTorr
O ₂ gas flow rate(O ₂ /O ₂ +Ar)	0.05 - 0.5
Film thickness	100, 200nm
Sputtering power	100 W

그림3은 두께 200nm인 AZO박막의 XRD패턴을 나타낸 것이다. 두께 100nm일 때는 매우 미약한 (002) 방향의 회절 피크가 관찰되었으며 두께 200nm에서는 뚜렷한 (002) 방향의 회절 피크를 관찰할 수 있었다. 또한, AZO박막의 두께가 증가할 때 XRD 회절피크의 크기도 증가하였다. 따라서 200nm의 박막이 100nm보다 더 우수한 결정성을 가짐을 알 수 있다.

그림4는 AZO박막의 비저항을 나타낸 그림이다. 산소 가스 유량비 0.05에서 가장 낮은 비저항 $8.8 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 을 얻었으며, 0.2부터는 비저항 값이 크게 증가하였다. 작업 압력이 3mTorr일 때 가장 낮은 비저항 $8.4 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 을 얻었다. 그러나 1, 3, 5mTorr에서 증착한 AZO박막의 비저항 값은 그 차이가 크지 않았다. 5mTorr이상에서는 압력이 증가할수록 비저항이 증가하는 경향이 나타났다.

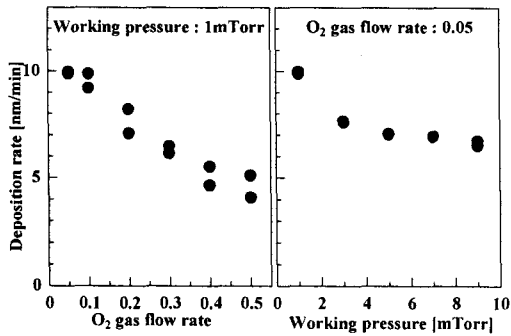


그림2. 산소가스 유량비와 작업압력에 따라 제작된 AZO 박막의 증착률

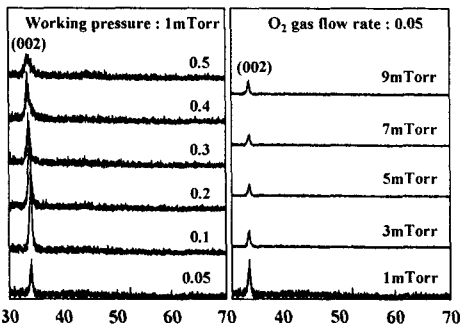


그림3. 산소가스 유량비와 작업압력에 따라 제작된 AZO 박막의 XRD 패턴

표2는 AZO박막의 캐리어 농도와 이동도를 나타낸 것이다. 산소 가스 유량비에 따라 캐리어 농도의 변화가 뚜렷이 나타났다. 그러나 압력변화에 대해서는 변화가 미미했다.

그림5는 두께가 200nm인 AZO박막의 투과도를 나타낸 그림이다. 증착한 모든 박막이 가시광영역에서 평균투과율을 80%이상 보여주었다. 산소 가스 유량비 0.05에서 흡수단이 짧은 파장으로 이동하였다. 이는 표2의 캐리어농도를 볼 때 Burstein-Moss이론을 따른다고 생각된다.

4. 결론

대향 타겟 스퍼터링 방법을 이용하여 AZO박막을 실온에서 PES기판 상에 제작하였다. 제작된 모든 박막이 (002) 방향의 회절 피크를 보였으며, 두께 200nm 박막이 100nm 보다 우수한 결정성을 가짐을 확인할 수 있었다. 비저항은 3mTorr, 산소가스 유량비 0.05에서 제작한 두께200nm의 AZO박막에서 가장 낮은 값인 $8.4 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 을 얻었다.

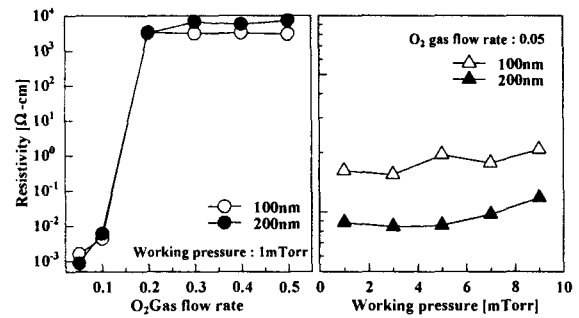


그림4. 산소가스 유량비와 작업압력에 따라 제작된 AZO 박막의 비저항

표2. 1mTorr, 산소 가스 유량비 0.05, 0.1에서 제작된 AZO 박막의 캐리어농도, 이동도

	Thickness [nm]	O ₂ gas flow rate	Carrier concentration [cm ⁻³]	Mobility [cm ² /Vsec]
PES	200	0.05	3.171×10^{20}	22.15
		0.1	1.308×10^{20}	7.812

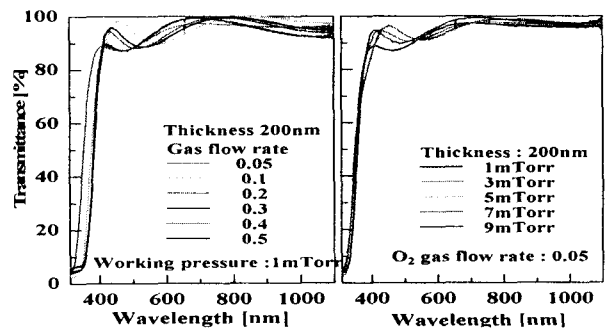


그림5. AZO박막의 투과도

AZO박막의 투과율은 제작된 모든 박막이 가시광영역에서 80%이상을 보여주었으며, 산소 가스 유량비에 따라 제작한 AZO박막에서 Burstein-Moss이론을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 FTS방법을 이용하여 PES기판위에 AZO 박막을 기판의 변형 없이 제작할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 경기도에서 지원하는 경기도지역협력연구센터사업에 의한 것입니다.

참고 문헌

- [1] Z.L. Pei, X.B. Zhang, G.P. Zhang, J. Gong, C. Sun, R.F. Huang, L.S. Wen, Thin Solid Films. Vol. 497, p. 20, 2006
- [2] J. Hu, and R.G. Gordon, J. Appl. Phys. Vol. 71, p. 880, 1992
- [3] F.K. Shan, Y.S. Yu, Thin Solid Films. Vol. 435, p. 174, 2003
- [4] K.H. Kim, M.J. Keum, Appl. Surf. Sci. Vol. 169-170, p. 410, 2001