

가스압 변화에 따라 flexible 기판상에 제작한 Al 이 첨가된 ZnO 박막의 특성

김경환*, 조범진*, 금민종*

*경원대학교 전기정보공학과

초록

In this paper, we prepared Al doped ZnO thin films by using facing targets sputtering method. Al doped ZnO thin film was deposited with different working pressure on flexible substrate. We prepared Al doped ZnO thin film at room temperature, because the flexible substrate has weak thermal resistance. From the results, we could obtain thin film with a resistivity of $8.4 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$, an average transmittance of over 80% and a film thickness of 200nm.

1. 서론

Al 이 도핑된 ZnO(AZO)박막은 상온에서 에너지 띠 간격이 약 3.37eV 인 직접 천이형 반도체인 ZnO 에 3 족 원소인 Al 을 첨가하여 제작한 박막이다[1]. AZO 박막은 원료 물질의 가격이 낮고, 수소플라즈마 아래에서도 열화현상이 없고, 독성이 없으며, 넓은 밴드갭과 가시광 영역에서 높은 투과율을 가지며 증착조건에 낮은 비저항을 가지므로 태양전지, 디스플레이의 투명전극으로서의 연구가 진행되고 있다. 또한, 최근 flexible 한 기기들에 대한 관심이 증가하면서 flexible 기판상에 증착한 박막의 특성 연구가 진행되고 있다[2]. AZO 박막을 제작하는 방법으로는 졸겔법[3], 화학기상증착법[4], 스퍼터링법, 펄스레이저 증착법[5]등이 있다.

본 연구에서는 대향 타겟 스퍼터링(FTS) 방법[6]을 사용하여 polyethersulfon(PES)기판상에 AZO 박막을 제작하여, AZO 박막의 전기적, 구조적, 광학적 특성을 조사하였다.

2. 실험 방법

AZO 박막은 표 1 과 같은 조건에서 제작하였으며, 기판은 PES(200um)를 사용하였다. PES 기판은 증류수와 IPA 에서 각각 10 분씩 초음파 세척 후, 오븐에서 130℃로 30 분간 건조하였다.

그림 1 은 AZO 박막 증착에 사용된 대향 타겟 스퍼터링 장치를 나타낸 그림이다. 대향 타겟 스퍼터링 방법은 기판이 플라즈마로부터 떨어져 있기 때문에 AZO 박막 제작 중에 발생할 수 있는 기판 손상을 줄일 수 있으며, 기판의 온도 상승이 작은 특징이 있다.

제작된 박막의 특성은 XRD(Rigaku), UV-VIS spectrometer(HP), Hall effect measurement system(ECOPIA), α -step(Tencor)을 이용하여 알아보았다.

표 1. AZO 박막의 제작 조건

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

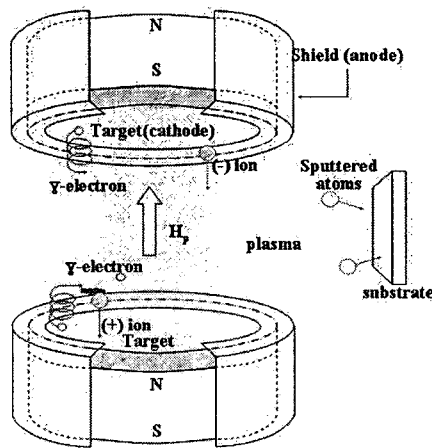


그림 1. 대향 타겟 스퍼터링 장치의 구조

3. 실험결과 및 고찰

그림 2 는 AZO 박막의 증착률과 XRD 패턴을 나타낸 그림이다. 1mTorr 에서 10nm/min 증착률을 보이며, 작업 압력이 증가할수록 증착률이 감소하여 9mTorr 에서 6.7nm/min 까지 감소함을 알 수 있다. 압력이 증가할수록 스퍼터 입자들의 평균 자유 행로가 짧아지기 때문에 AZO 박막의 증착률은 감소한다. 또한, 제작된 모든 박막에서 (002)방향의 회절 피크를 관찰할 수 있었다.

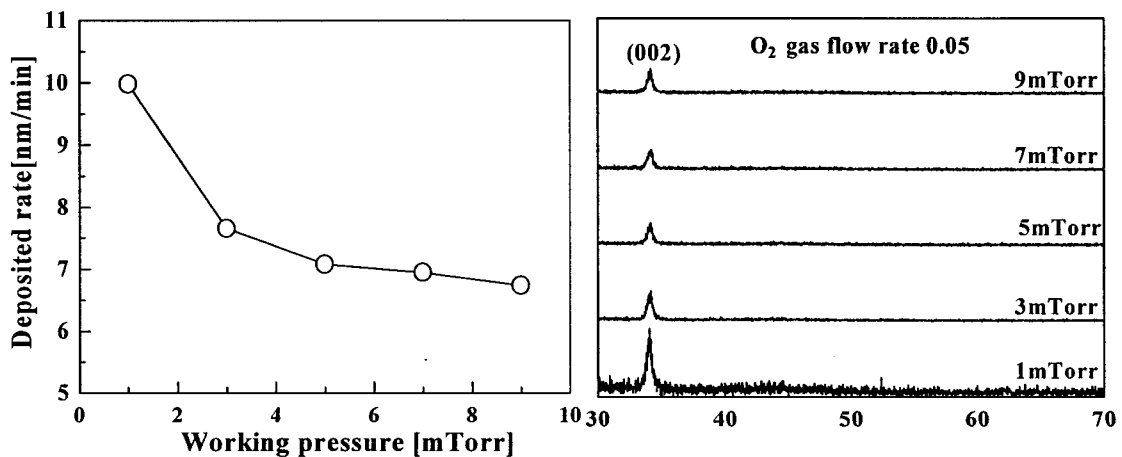


그림 2. 작업 압력에 따라 제작한 AZO 박막의 증착률과 XRD 패턴

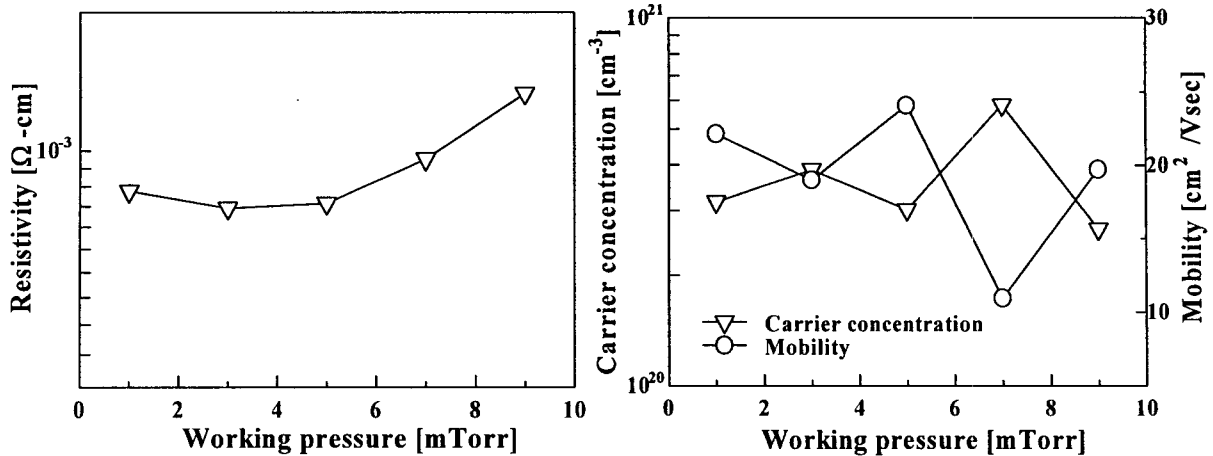


그림 3. 작업 압력에 따라 제작한 AZO 박막의 비저항과 캐리어농도 및 이동도

그림 3 은 AZO 박막의 비저항과 캐리어 농도 및 이동도를 나타낸 그림이다. AZO 박막의 비저항은 3mTorr 에서 가장 낮은 값인 $8.4 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ 을 얻을 수 있었다. 3mTorr 이상의 압력에서 비저항이 증가하는 경향을 보여주었다. AZO 박막의 캐리어 농도는 7mTorr 에서 가장 큰 캐리어 농도를 보였으나, 이동도는 가장 낮은 값을 보였다. AZO 박막의 비저항은 캐리어농도와 이동도의 영향을 같이 받는 것으로 생각된다.

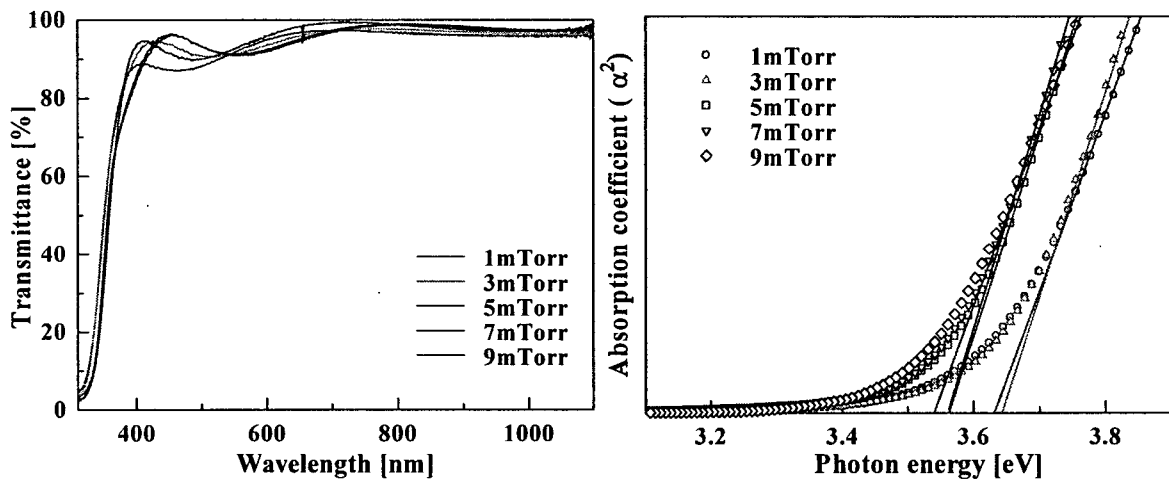


그림 4. 작업 압력에 따라 제작한 AZO 박막의 투과율 및 흡수율 대 입사에너지

그림 4 는 AZO 박막의 투과율과 흡수율 대 입사에너지 그래프를 나타낸 그림이다. 제작된 모든 박막이 가시광 영역에서 80% 이상의 투과율을 보이며 압력에 따른 흡수단의 이동은 미미하다. 또한, 1,3mTorr 에서의 광학적 밴드갭은 약 3.65eV 로 다른 조건에서 제작한 샘플과 약 0.1eV 의 차이를 보인다.

4. 결론

본 실험에서 대향 타겟 스퍼터링 방법을 이용하여 flexible 기판상에 실온에서 AZO 박막을 제작하였다. 제작된 AZO 박막은 기판이 변형되는 등의 기판손상이 없었으며, XRD 측정 결과

한국반도체및디스플레이장비학회 2006년도 춘계학술대회용 논문집

(002)방향의 회절 피크를 보여주었다. 비저항은 3mTorr 제작한 박막에서 가장 낮은 값이 $8.4 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 를 얻었으며, 제작된 모든 박막이 가시광영역에서 80%이상의 투과율을 보여주었다. 대향 타겟 스퍼터링 방법을 사용하여 실온에서 flexible 기판에 우수한 특성을 가진 AZO 박막을 제작할 수 있었다.

참고문헌

- [1] T. Minami, S. Suzuki, T. Miyata, Thin Solid Films, Vol.53, pp.398, 2001
- [2] E.Fortunato, P. unes, D. Costa, D. Brida, I. Ferreira, R. Martins, Vacuum, Vol.64, pp.233, 2002
- [3] J.H. Lee, B.O. Park, Thin Solid Films. Vol. 426, p. 94, 2003
- [4] J. Hu, and R.G. Gordon, J. Appl. Phys. Vol. 71, p. 880, 1992
- [5] F.K. Shan, Y.S. Yu, Thin Solid Films. Vol. 435, p. 174, 2003
- [6] K.H. Kim, M.J. Keum, Appl. Surf. Sci. Vol. 169-170, p. 410, 2001