

대향 타겟 스퍼터링 법을 이용한 투명전극용 AZO/Ag/AZO 다층 박막의 제작

조병진, 김경환
경원대학교

Preparation of AZO/Ag/AZO multilayer for transparent electrode by using facing targets sputtering method

Bum-jin Cho, Kyung-hwan Kim
Kyungwon University

Abstract : We prepared the multilayer with Al doped ZnO (AZO) / Ag / AZO structure. The multilayer were deposited with various thickness of Ag layer on glass substrates at room temperature by using facing targets sputtering (FTS) method. To investigate the electrical, optical and structural properties, we used Hall Effect measurement system, four-point probes, UV-VIS spectrometer with a wavelength of 300 – 1100nm, X-ray Diffractometer(XRD) and scanning electron microscopy (SEM). We obtained multilayer thin film with the low resistivity of $5.9 \times 10^{-5} \Omega \text{cm}$ and the average transmittance of 86% in the visible range (400 – 800nm).

Key Words : ZnO, FTS, AZO, multilayer, Ag

1. 서 론

Al이 도핑된 ZnO (AZO) 박막은 높은 광 투과율과 재료의 경제성, 안정성 등이 우수하여 현재 평판 디스플레이에 가장 많이 사용되고 있는 ITO박막을 대체하기 위해 많은 연구가 이루어지고 있다[1]. AZO 박막을 제작하는 방법으로는 펄스레이저 증착법[2], 화학기상증착법[3], 스퍼터링법등의 여러 방법들이 있지만, 스퍼터링 방법이 대량 생산에 적합하기에 많이 사용되고 있다.

AZO 박막은 ZnO 박막보다 우수한 전기적 특성을 가지고 있다. 그러나 상온에서 제작한 AZO 박막의 경우 동일 두께의 ITO 박막과 비교했을 때 전기적 특성이 좋지 않은 단점을 가지고 있다.

본 실험에서는 그러한 단점을 극복하여 전기적 특성을 향상시키기 위하여 AZO 박막의 중간에 수 나노두께의 금속 층을 삽입하여 박막을 제작하였다. AZO 박막의 방법은 대향 타겟 스퍼터링법이며[4], AZO/Ag/AZO구조의 3층 막인 다층박막을 상온에서 제작하여 박막의 특성을 분석하였다.

2. 실험

AZO/Ag/AZO 다층박막 증착에 사용된 대향 타겟 스퍼터링 장치는 그림1과 같은 구조로 되어있다. 기판은 coming 2948 유리 기판을 사용하였으며, 증류수와 IPA에서 초음파세척을 실시한 후 질소 송풍 건조하여 사용하였다. 타겟은 AZO를 증착하기 위해 ZnO:Al(Al₂O₃: 2t%)과 Zn(5N)을 사용하였으며, Ag를 증착하기 위해 Ag(4N)을 사용하였다. AZO/Ag/AZO 다층박막은 작업 압력 1mTorr, 입력 전력 100W에서 제작 되었으며 상하 AZO층의 두께는 동일하게 증착하였고, Ag층의 두께는 다양한 두께로 증착하였다.

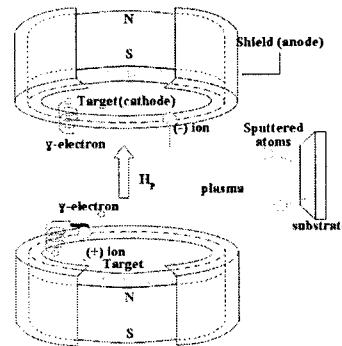


그림 1. 대향 타겟 스퍼터링 장치의 개략도

표 1. 다층 박막의 제작 조건

Deposition parameter	Conditions	
	AZO	Ag
Targets	Zn(5N) ZnO:Al(Al ₂ O ₃ :2wt%)	Ag(4N)
Substrate	slide glass	
Target-target distance	100mm	
Target-substrate distance	100mm	
Base pressure	2×10^{-6} mTorr	
Working gas pressure	1mTorr	
Working gas	8:2(Ar:O ₂) sccm	10(Ar) sccm
Thickness	50nm(상+하)	4 - 16nm
Substrate temperature	R.T	
Input power	100W	

제작된 박막의 특성은 X-ray Diffractometer (XRD), Hall Effect measurement system, UV-VIS spectrometer, Scanning Electron Microscopy (SEM)를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 검토

그림1은 박막의 XRD패턴을 나타낸 것이다. 모든 박막

에서 AZO의 회절 피크인 (002)방향의 피크가 비슷한 크기로 관찰되었다. Ag 두께가 증가함에 따라 Ag의 (111)방향 회절 피크가 증가하였다.

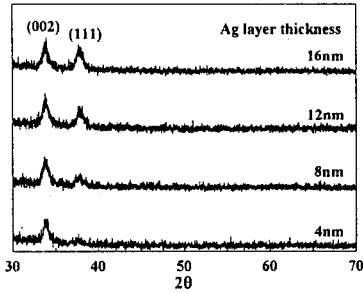


그림 2. Ag 두께에 따라 제작한 AZO/Ag/ AZO 박막의 XRD 패턴

그림3은 다층 박막의 비저항과 면저항을 나타낸 것이다. Ag의 두께가 4nm에서 16nm로 증가했을 때 비저항은 $3.39 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 에서 $3.1 \times 10^{-5} \Omega \text{cm}$ 로 감소하였다.

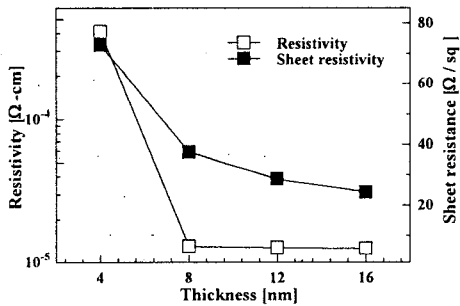


그림 3. Ag 두께에 따라 제작한 AZO/Ag/ AZO 박막의 비저항

그림4는 다층 박막의 캐리어 농도와 이동도를 나타낸 그림이다. Ag의 두께가 증가함에 따라 캐리어 농도와 이동도가 증가하는 경향이 나타났다.

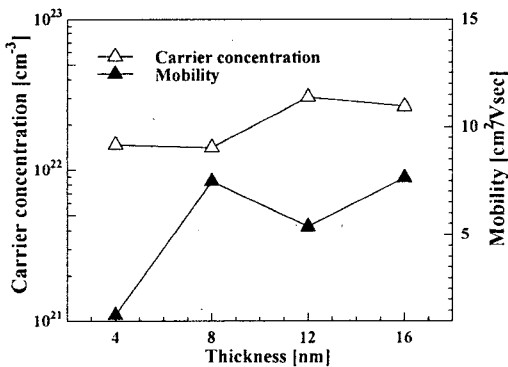


그림 4. Ag 두께에 따라 제작한 AZO/Ag/AZO 박막의 캐리어 농도와 이동도

그림5는 다층박막의 투과율을 나타낸 것이다. 가시광

영역(400 - 800nm)에서의 평균 투과율이 Ag두께 4, 8, 12, 16nm일 때 각각 72.9, 86.4, 72.7, 58.0%였으며, Ag두께 8nm에서 가장 좋은 투과율을 나타내었다.

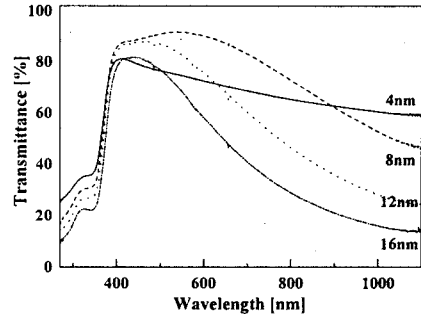


그림 5. Ag 두께에 따라 제작한 AZO/Ag/AZO 박막의 투과율

4. 결론

AZO/Ag/AZO 구조를 갖는 다층박막을 대향 타겟 스퍼터링 장치를 이용하여 실온에서 제작하였다. 그 결과, Ag의 두께가 증가할수록 Ag의 결정성은 항상 되었으며, 비저항은 낮아지고 캐리어농도 및 이동도는 증가하는 경향을 보였다. 또한, Ag의 두께가 8nm일 때 가시광 영역 평균 광 투과율 86.4%를 나타내었다.

본 실험에서 다층박막을 제작한 결과, Ag의 두께가 8nm일 때, 가장 최적의 조건이었으며, 이 조건으로 증착하여 비저항 $5.9 \times 10^{-5} \Omega \text{cm}$, 투과율 86.4%인 다층박막을 제작할 수 있었다.

감사의 글

"이 논문은 2006년도 두뇌 한국 21 사업에 의하여 지원 되었음."

참고 문헌

- [1] B.Y.Oh, M.C.Jeong, W. Lee, J.M.Myung "Properties of transparent conductive ZnO:Al films prepared by co-sputtering", Journal of crystal growth, 274, 453-457, 2005
- [2] F.K. Shan, Y.S, Yu, "Optical properties of pure and Al doped ZnO thin films fabricated with plasma produced by excimer laser", Thin Solid Films. Vol. 435, pp. 174, 2003
- [3] J. Hu, and R.G. Gordon, "Textured aluminum-doped zinc oxide thin films from atmospheric pressure chemical-vapor deposition", Journal of Applied Physics, Vol. 71, pp. 880, 1992
- [4] K.H.Kim, M.J.Keum. "Thin Film Properties by Facing Targets Sputtering System", Applied Surface Science Vol. 169-170, pp.410, 2001