

산소 가스 유량비에 따라 제작한 Al이 도핑된 ZnO 박막

조범진*, 금민중**, 김경환*

*경원대학교, **플라즈마 응용 표면기술 연구센터

Al doped ZnO thin film deposited with O₂ gas flow rate

Bum-Jin Cho*, Min-Jong Keum**, Kyung-Hwan Kim*

*Kyungwon University, **Center for Advanced Plasma Surface Technology

Abstract - We prepared the AZO thin film with different O₂ gas flow rate. the AZO thin films were deposited on glass substrate at room temperature, working gas pressure of 1mTorr. the electrical, structural and optical properties of AZO thin films were investigated by using Hall Effect measurement system, X-ray Diffractometer (XRD) and UV-VIS spectrometer. From the results, we could obtain that AZO thin film with low resistivity of $8.5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ was exhibited in specific O₂ gas flow rate. Also, the transmittance of over 80% in visible range was observed in specific O₂ gas flow rate. In all of the AZO thin film with the transmittance of over 80%, diffraction peak of (002) direction was observed, while amorphous peak was observed in the AZO thin film with the low transmittance.

1. 서 론

투명 전도막은 안정성과 우수한 전기적, 기계적 특성 때문에 반도체성 금속산화물 박막이 대표적으로 사용되고 있다. 대표적인 재료들로는 In₂O₃, SnO₂, ZnO계 박막을 들 수 있다. 그러나 순수한 박막들은 비교적 비저항이 높기 때문에 Sn, F, Al등의 불순물을 도핑시킨 In₂O₃:Sn (ITO), SnO₂:F (FTO), ZnO:Al (AZO) 박막들이 주로 연구 되어 왔다.

그 중 ITO 박막은 낮은 비저항과 우수한 가시광 투과 특성을 가지고 있어 LCD, OLED, 태양전지등의 투명 전극으로 널리 사용되고 있다. 그러나 ITO는 수소 플라즈마 내에서 열화현상을 나타내고 원료 물질인 In의 값이 비싼 문제가 있다[1]. 그러한 문제들을 극복하기 위해 투과도가 우수하고, Al을 도핑하여 비저항을 낮춘 AZO 박막에 대한 연구가 많이 보고되고 있다[2].

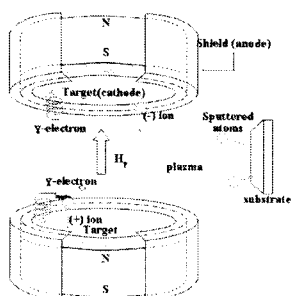
AZO 박막은 화학기상증착법[3], 진공증착법[4], 스퍼터링법[5]방법 등으로 제작되고 있는데 주로 스퍼터링법이 많이 연구되고 있다. 스퍼터링법으로 AZO 박막을 제작하는 경우, 증착 조건에 의해 결정학적, 전기적, 광학적 특성이 영향을 받게 된다[6]. 본 연구에서는 대향 타겟 스퍼터링법[7, 8]을 이용하여 다른 산소가스 유량비에서 AZO 박막을 제작하여 전기적, 구조적, 광학적 특성을 조사하였다.

2. 본 론

2.1 실험

AZO 박막은 그림1과 같은 대향 타겟 스퍼터링방법을 이용하여 제작하였다. 이 장치는 자계에 의해 고밀도의 플라즈마를 형성하므로 높은 증착율과 낮은 가스 압에서도 안정적인 방전을 유지할 수 있으며, 기판이 플라즈마로부터 이격되어 있는 구조로 되어 있다.

AZO 박막의 세부 제작 조건은 표 1과 같으며, 기판은 증류수-IPA 순으로 초음파 세척후 질소 송풍 건조하였다. 제작된 박막의 특성은 Hall Effect measurement system, X-ray Diffractometer (XRD), UV-VIS spectrometer 등을 사용하여 알아보았다.



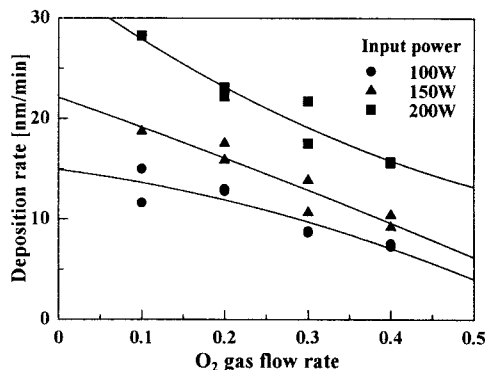
〈그림 1〉 대향 타겟 스퍼터링 장치의 구조

〈표 1〉 AZO박막의 제작조건

Deposition parameter	Conditions
Targets	Zn(5N) ZnO:Al(Al ₂ O ₃ :2wt%)
Substrate	slide glass
Target-target distance	100
Target-substrate distance	100
Base pressure	2×10^{-6} Torr
Working gas pressure	1mTorr
O ₂ gas flow rate(O ₂ /O ₂ +Ar)	0.1 - 0.4
Substrate temperature	R.T
Input power	100W - 200W (DC)

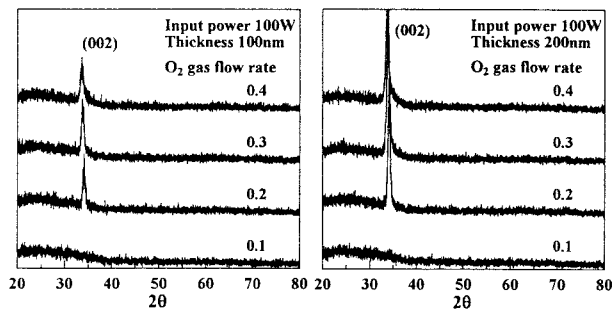
2.2 결과 및 토의

그림2는 산소 가스 유량비에 따라 입력 전력 100W, 150W, 200W에서 제작한 AZO 박막의 증착율을 나타낸 그림이다. 입력 전력이 증가할수록 스퍼터 입자의 에너지가 증가하므로 증착율은 증가한다. 산소 가스의 유량비가 증가할수록 증착율은 감소하였다.



〈그림 2〉 AZO박막의 증착율

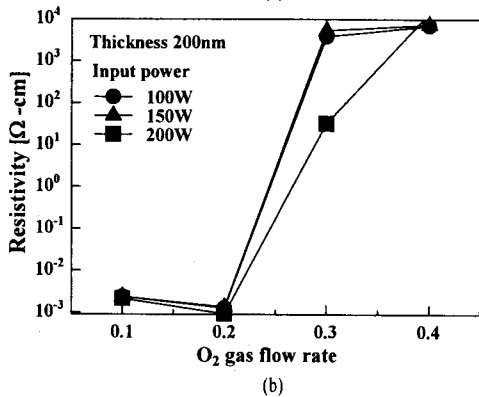
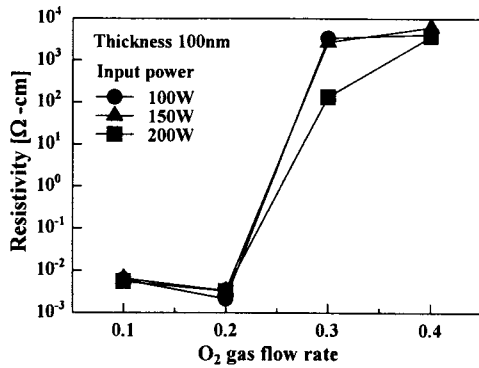
그림3은 입력 전력 100W에서 산소 가스 유량비에 따라 제작된 AZO 박막의 XRD 패턴이다. 산소 가스 유량비 0.1을 제외한 모든 박막에서 (002) 방향의 회절 피크가 관찰되었으며, 두께 100nm 보다 200nm에서 더 큰 회절피크가 관찰되었다. 입력 전력 150W, 200W에서도 비슷한 XRD패턴을 얻을 수 있었다.



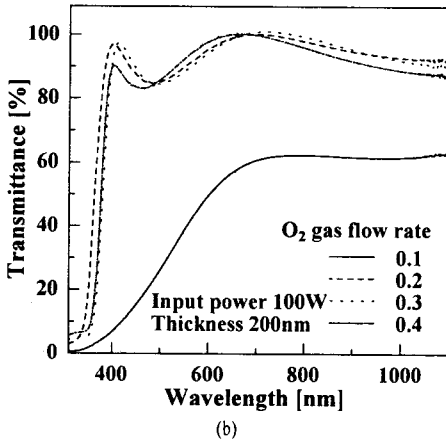
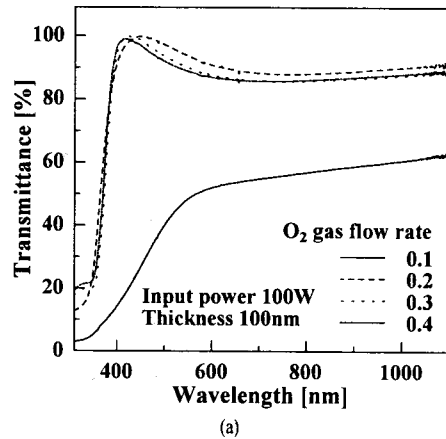
〈그림 3〉 AZO박막의 XRD 패턴

그림4는 입력 전력 100W, 150W, 200W에서 산소 가스 유량비에 따라 두께 100, 200nm로 제작한 AZO 박막의 비저항을 나타낸다. 박막 두께 200nm에서 좀 더 낮은 비저항 값을 얻었으며, 산소 가스 유량비 0.2를 기준으로

증가하였을 때 큰 폭으로 비저항이 증가하였고, 감소하였을 때 비저항이 소폭 증가하였다. 입력 전력에 따라 비저항 값은 큰 차이가 나타나지 않았다.



〈그림 4〉 AZO박막의 비저항 (a)두께 100nm, (b)두께 200nm



〈그림 5〉 AZO박막의 투과율 (a)두께 100nm, (b)두께 200nm

그림5는 입력 전력 100W, 150W, 200W에서 산소 가스 유량비에 따라 두께 100, 200nm로 제작한 AZO 박막의 투과율을 나타낸다. 산소 가스 유량비 0.1을 제외한 모든 박막이 가시광 영역에서 80%이상의 투과율을 나타내었다. 산소 가스 유량비 0.1에서 제작한 AZO 박막은 Zn 과잉이 되어 투과

율이 감소하였다.

3. 결 론

AZO 박막을 대향 타겟 스퍼터링 법을 이용하여 제작한 결과, 산소 가스 유량비 0.1을 제외한 모든 박막이 (002)방향의 회절피크를 나타냈으며, 두께 200nm의 박막에서 더 우수한 결정성을 얻을 수 있었다. 비저항은 산소 가스 유량비 0.2를 기준으로 이하에서는 과잉 Zn로 인한 투과율 감소와 함께 소폭 증가하였으며, 이상에서는 과잉 산소로 인하여 비저항이 크게 증가하였다. 두께 200nm, 산소 가스 유량비 0.2에서 가장 낮은 비저항 $9.3 \times 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ 을 얻었다. 투과율은 산소 가스 유량비 0.1에서 증착한 박막을 제외하고 모든 박막에서 가시광 영역에서 80%이상의 값을 얻었다.

대향 타겟 스퍼터링 법을 이용하여 기판에 가열 없이 실온에서 AZO 박막을 제작할 수 있었으며, 일정한 산소 가스 유량비에 우수한 박막을 얻을 수 있었다.

[감사의 글]

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

[참 고 문 헌]

- [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", Journal of crystal growth, 274, 453-457, 2005
- [3] M. Lab'beau, P. Rey, J. L. Deschanvres, J.C. Joubert and G. Delabouglise, "Thin films of high-resistivity zinc oxide produced by a modified CVD method", Thin Solid Films, .213, 94-98, 1992
- [4] Masaru Shimizu, Yoojiro Matsueda, Tadashi Shiosaki and Akira Kawabata, "Growth of ZnO films by the plasma-enhanced metalorganic chemical vapor deposition technique", Journal of Crystal Growth, 71, 209, 1991
- [5] K. Ellmer, R. Cebulla and R. Wendt. "Transparent and conducting ZnO(Al) films deposited by simultaneous RF- and DC-excitation of a magnetron", Thin Solid Films, 317, 413-416, 1998
- [6] Takashi Tsuji, Mitsuji Hirohashi, "Influence of oxygen partial pressure on transparency and conductivity of RF sputtered Al-doped ZnO thin films", Applied Surface Science 157, 47-51, 2000
- [7] K.H.Kim, M.J.Keum, "Thin Film Properties by Facing Targets Sputtering System", Applied Surface Science 169-170, p. 410-414, 2001
- [8] 금민중, 김경환, "대향타겟스퍼터링법에 의한 FBAR용 AZO(ZnO:Al) 박막의 제작", 전기전자재료학회 논문지, 17, 4, 422, 2004