

저온공정에서 제작한 ZnO:Al 박막의 특성 분석

정유섭^{1,a}, 김상모¹, 홍정수¹, 손인환², 김경환¹

¹ 경원대학교 전기공학과, ² 신성대학 디지털전기계열

Yu Sup Jung, Jung Soo Hong, In Hwan Son and Kyung-Hwan Kim

¹ Department of Electrical Engineering, Kyungwon University.

² Department of Digital & Electrical Engineering, Shinsung College.

Abstract : ZnO:Al transparent conductive films for solar cells were deposited on the glass substrates at room temperature by facing target sputtering (FTS) method. The sputtering targets were 100 mm diameter disks of 2w.t.%. AZO and Zn metal. ZnO:Al thin films were deposited as a function film thickness. A base pressure was 2×10^{-6} torr, and a working pressure was 1mTorr. The properties of thin films on the structural, electrical and optical properties of the deposited films were investigated using a four-point probe (Chang-min), an X-ray diffraction (Rigaku), a Hall Effect measurement (Ecopia), an UV/VIS spectrometer (HP) and a α -step (Tencor). The lowest resistivity of film was $5.67 \times 10^{-4} [\Omega\text{-cm}]$ at 500nm. The average transmittance of over 80% was seen in the visible range

Key Words : ZnO:Al, FTS, Low temperature process

1. 서론

ZnO(Zinc Oxide)는 대칭 육방정계(hexagonal)의 wurzite 결정구조를 가지는 II-IV족 화합물, n-type 반도체로서 결정구조에서의 이방성, 비화학양론적 결함구조, 높은 굴절률과 압전 결합계수, 다양한 전기적, 광학적 그리고 탄성파적 성질 때문에 현재 여러 응용분야에서 각광받고 있는 재료중의 하나이다. 이러한 특성을 이용해, 디스플레이용 투명전도성 박막, 태양전지용 투명 전극 등 넓은 분야에서 응용되고 있다. 또한 Zn이 풍부하기 때문에 상대적으로 고가의 In을 사용하는 ITO 박막보다 ZnO 박막의 제조단가가 상대적으로 저렴한 특징도 가지고 있다[2]. ZnO의 전기적 특성을 향상시키기 위해 B, Al, Ga 등의 3족 물질을 도핑하기도 한다. Al이 도핑된 ZnO:Al 박막을 제작하는 방법에는 CVD법, 진공증착법, 스퍼터링법등이 있으며 본 연구서는 스퍼터링법의 한 종류인 대향타겟식 스퍼터링법을 이용하여 저온공정에서 제작된 ZnO:Al 박막의 특성을 분석하였다.

2. 실험

그림 1은 ZnO:Al 박막을 증착하기 위해 사용된 대향타겟 스퍼터링 (Facing Target Sputtering, FTS) 장비이다. 이 장비의 경우 고밀도의 플라즈마를 형성 하여 높은 증착률과 낮은 가스 압에서도 안정적인 방전을 유지 할 수 있으며, 기관과 타겟이 마주보고 있는 기존의 스퍼터링 장비와는 달리 플라즈마가 기관에 직접적으로 닿지 않기 때문에 증착시 기관의 손상을 최소화 할 수 있는 특징이 있다.[3]. ZnO:Al 박막의 증착 조건은 표 1과 같으며, 전기적, 광학

적, 구조적 특성은 α -step (Tencor), Hall effect measurement(Ecopia), four-point probe(Chang-min). UV-VIS spectrometer(HP), X-ray diffractometer (XRD, Rigaku)를 통해 분석되었다.

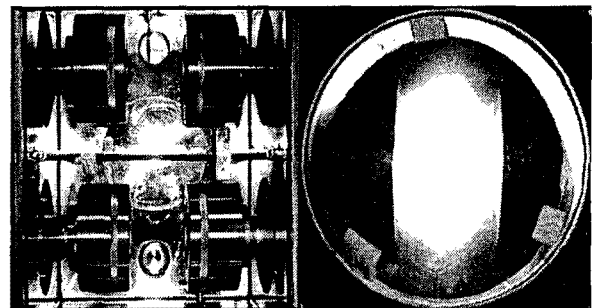
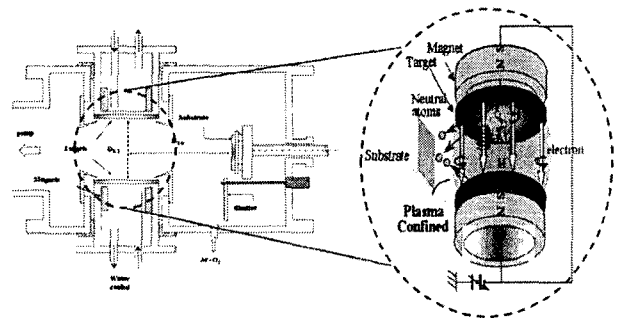


그림 1. 대향타겟식 스퍼터링 장비

3. 결과 및 고찰

그림 2는 ZnO:Al 박막의 두께에 따른 전기적 특성을 나타낸 것이다. 박막의 두께가 증가 될수록 전기적 특성이 향상되는 것을 볼 수 있으며, 500nm 일 때 가장 좋은 특성

을 보임을 그래프를 통해 알 수 있다. 이는 박막의 두께가 증가할수록 결정성이 향상되어 발생하는 결과라 볼 수 있다.

표 1. ZnO:Al 박막의 증착 조건

Deposition Parameter	Conditions
Targets	ZnO:Al (2wt%, 5N)
	Zn (5N)
Substrate	Slide glass
D _{T-T}	100mm
D _{T-S}	100mm
Base pressure	2×10 ⁻⁶ Torr
Working gas pressure	1mTorr
Substrate temperature	R.T
PO ₂ = P(O ₂)/P(Ar)+P(O ₂)	0.2
DC Power	360W
Thickness of thin films	100-500nm

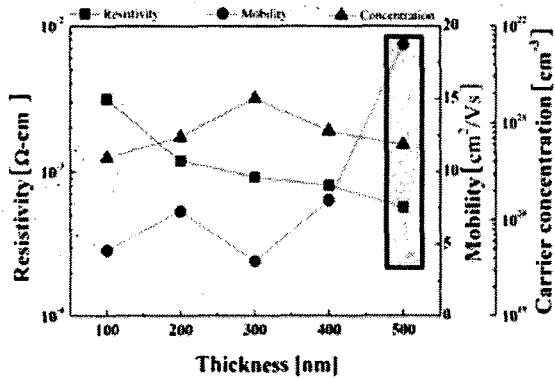


그림 2. ZnO:Al 박막의 전기적 특성

그림 3은 ZnO:Al 박막의 두께에 따른 XRD pattern을 나타낸다. 박막의 두께가 증가할수록 34.2° 부근에서의 (002) 증가 함을 그래프를 통해 알 수 있다. 이는 두께가 증가할수록 우수한 C-축 배향성을 지닌 것으로 사료 된다. 그림 4는 ZnO:Al 박막의 광학적 투과율을 나타낸 것이다. 제작된 박막은 가시광선 영역대에서 80%이상의 높은 투과율을 나타내었으며, 두께가 증가할수록 장파장 영역으로 shift 함을 볼 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 대향타겟식 스퍼터링 장비를 이용하여 저온에서 제작한 ZnO:Al 박막의 두께에 따른 특성 변화를 조사 하였다. ZnO:Al 박막의 비저항의 경우 100nm 일 때 3.14×10⁻³ [Ω-cm], 500nm 일 때 5.67×10⁻⁴ [Ω-cm]를 나타내

었으며 박막의 두께가 증가 할수록 좋은 특성을 나타냄을 볼 수 있다. XRD pattern은 두께가 증가 할수록 (002) 피크가 상승함을 볼 수 있으며, 모든 제작된 ZnO:Al박막은 가시광선 영역대에서 80%이상의 투과율을 보임을 실험을 통해 알 수 있었다.

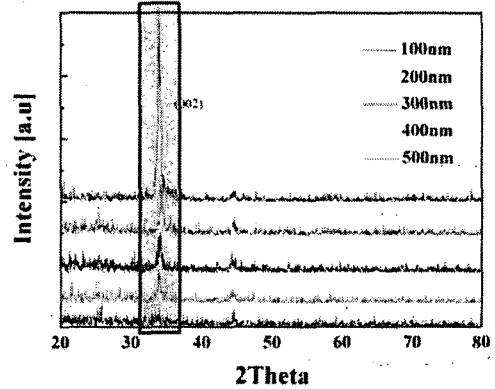


그림 3. ZnO:Al 박막의 XRD Pattern

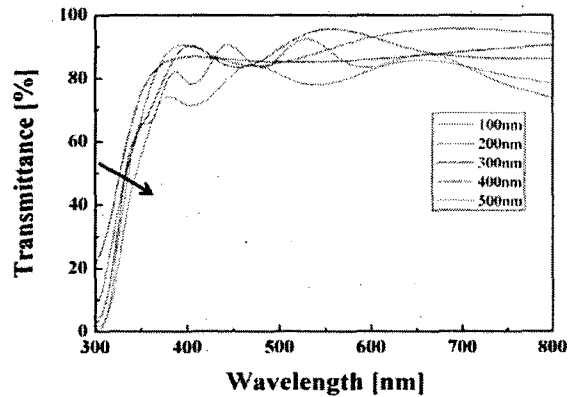


그림 4. ZnO:Al 박막의 광학적 특성

감사의 글

본 논문은 2009년 에너지 인력양성사업에서 지원받아 수행되었음.

참고 문헌

- [1] Y. Igasaki and H. Saito, J.Appl.Phys., 70. p3613, 1991
- [2] T. Minami, H. Nanto and S. Takata, Thin solid films. 124, p.43-47, 1985
- [3] 조병진, 금민중, 서화일, 김광선, 김경환 “투명전극용 AZO 박막의 막 두께 의존성”, 한국반도체 및 디스플레이장비학회 추계학술 대회용 논문집, p93-96, 2005