

Polyimide 기판을 이용한 ZnO:Al 박막 특성에 관한 연구

이동진*, 이재형*, 주정훈*, 이종인*, 정학기*, 정동수*, 송준태**
 군산대학교*, 성균관대학교**

A study on properties of ZnO:Al films on polyimide substrate

Dong-Jin Lee*, Jae-Hyeong Lee*, Jung-Hun Ju*, Jong-in Lee*, Hak-kee Jung*, Dong-su Jung*, Jun-Tae Song**
 Kunsan Nat. Univ.*, Sungkyunkwan Univ.**

Abstract : 현재 투명 전도성 산화물로 널리 사용되고 있는 ITO 등의 물질들이 갖는 문제점을 해결하기 위하여 ZnO 에 Ga 이나 Al 등의 불순물을 첨가하여 투명 전도성 재료로서 이에 대한 연구가 진행중에 있다. 본 연구에서는 RF 마그네트론 스퍼터법으로 Al이 첨가된 ZnO:Al Ceramic 타겟으로 Coring 1737 유리기판과 파손의 우려가 적고 유연성을 갖는 25 μ m 두께의 polyimide(PI) 기판위에 박막을 증착하여 특성을 비교 조사하였다.

Key Words : TCO, ZnO, RF sputtering, Polyimide, optical property

1. 서 론

1907년 Badeker가 CdO 박막이 투명전도성을 처음 확인한 이후 ITO (indium tin oxide), ATO (antimony tin oxide), FTO (flourine tin oxide), ZnO (zinc oxide) 등 여러 가지의 투명전도성 산화물(transparent conducting oxide : TCO)이 개발, 연구되고 있으며, 현재 태양전지나 전기광학소자에서의 사용이 증가추세에 있다[1]. 이 중 ZnO는 3.3eV 근처에서 넓은 밴드 갭을 지닌 전형적인 N형 반도체이며, 가시광 영역에서 높은 광 투과성을 가진 투명 전극 매질로써 아주 적합하다 할 수 있다. 또 풍부한 자원으로 경제적이고, 플라즈마 환경 하에서 다른 재료보다 뛰어난 안정성을 나타내기 때문에 향후 ITO를 대체할 물질로 널리 연구되고 있다.[2]

ZnO 박막의 응용분야에 있어 유리 기판의 경우 파손, 유연성, 기판두께 등의 제한이 있어 이러한 문제점을 해결하기 위하여 근래에는 poly carbonate(PC), polyethylene terephthalate(PET), polyimide(PI) 등과 같은 폴리머 기판위에 ZnO 박막을 증착하는 기술이 연구되어 터치판넬(touch panel), electrochromic device, 위치센서 등에 이용되어지고 있다.[3] 따라서 본 연구에서는 polyimide(PI) 기판을 이용하여 ZnO:Al 박막을 RF magnetron sputtering 법에 의해 제조하였고, RF power와 증착 압력을 가변하여 유리 기판과 특성을 비교 조사하였다.

2. 실험

본 연구에서는 사용된 증착 물질로는 ZnO에 2.5 wt.%의 Al₂O₃가 함유된 세라믹 타겟(SCM Inc... USA, 99.99%)이며, 고주파 마그네트론 스퍼터(RF magnetron sputter) 장비를 이용하여 ZnO:Al 박막을 제조하였다.

ZnO:Al 박막 증착에 사용되어진 기판재료는 Corning 1737 glass와 25 μ m 두께의 Polyimide(PI)를 각각 사용하였다. 사용된 기판의 세척은 유리 기판의 경우 아세톤, 메탄올

로 각각 20분씩 초음파 세척 한후 D.I water로 씻어 질소가스로 건조하였고, Polyimide(PI) 기판의 경우 아세톤과 화학적 반응으로 인하여 메탄올만을 이용하여 세척하였다.

ZnO:Al 박막제조를 위하여 먼저 챔버(Chamber) 내부의 진공도를 10⁻⁶ Torr 이하로 유지 시킨후 Ar gas를 주입하여 원하는 압력을 유지후 RF전원을 인가하여 박막을 증착하였다.

본 실험에서는 Polyimide(PI) 기판을 사용하여 ZnO:Al 박막을 제조, 유리기판과 비교하였다. 표 1은 ZnO:Al 박막 제조에 사용된 조건을 나타낸 것이다.

표 1. ZnO:Al 박막의 제조조건

Deposition parameter	Condition
T - S distance	6.5 cm
Sputtering power (Base pressure)	50~175Watt (2mTorr)
Working pressure (Base power)	2~20mTorr (125Watt)
Substrate temperature	room temperature
Thickness	400 nm

3. 결과 및 검토

Polyimide(PI) 기판과 glass 기판에 증착시킨 ZnO:Al 박막의 결정구조를 알아보기 위하여 X-선 회절스펙트럼으로 검사를 하여 그림 1에 나타내었다.

그림 1. 에서 보는바와 같이 증착된 기판 종류에 관계없이 2 θ =34°와 72° 부근에서 peak이 관찰되었는데, 이를 JCPDS(Joint Committee on Powder Diffraction Standards) card와 비교 분석해보면 이는 각각 hexagonal phase의 (002) 및 (004)면에 대응하는 peak임을 알 수 있다 또한

증착된 ZnO:Al 박막은 $2\theta=34^\circ$ 에 위치한 (002)면에 매우 큰 peak이 존재하는 것은 증착된 ZnO:Al 박막이 (002)면으로 성장되었음을 나타내는데, 이것은 ZnO:Al 박막이 C-축 배양성을 의미한다.

그림 1로부터 관찰된 peak은 ZnO 단결정의 peak 위치와 거의 일치하며 이외 다른 peak이 없는 것으로 보아 ZnO에 첨가된 Al이 Zn의 격자 위치에 완전히 치환되었음을 알 수 있다. 한편 그림 1에 나타난 것과 같이 동일한 조건 하에서 각각 유리기판과 PI 기판에 서의 peak 세기가 거의 비슷하게 나온것을 확인할수 있다.

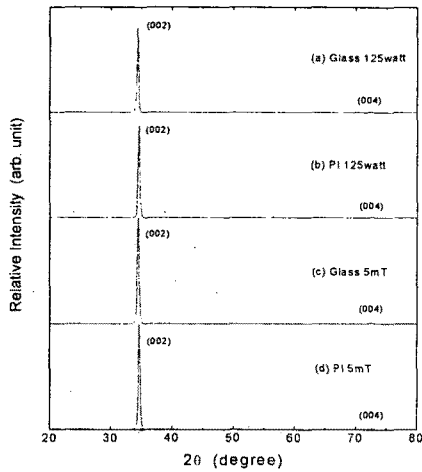


그림 1. ZnO:Al 박막의 기판 종류에 따른 XRD pattern

그림 2는 유리기판 및 PI 기판상에 증착된 ZnO:Al 박막의 SEM 측정 결과를 나타낸 것이다. 그림 2의 (a)와 (b)는 RF 전원을 50Watt에서 175watt 까지 인가하여 증착한 것중 125Watt에서 증착한 샘플의 표면 사진이다. 전력을 증가함에 따라 결정성장이 촉진되어 입자 크기가 증가하는 경향을 보였는데 이는 기판 종류에 관계없이 비슷한 결과를 보였다.

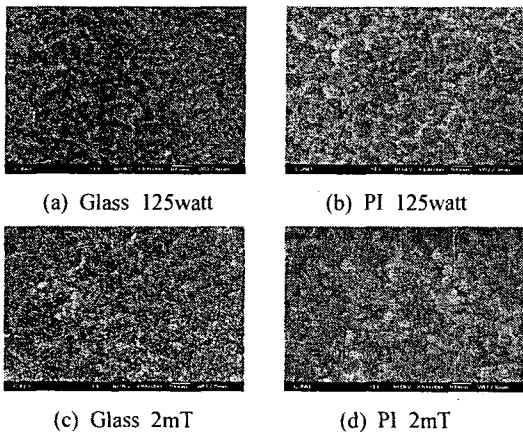


그림 2. 기판종류에 따른 ZnO:AL 박막의 SEM 사진

또한 그림 2의 (c)와 (d)는 증착중의 압력을 2mT-20mT로 변화하여 실험한것중 2mT의 작업압력에서 증착된 샘플의 표면을 나타낸 것으로 이 결과 역시 전력에 따른 실험결과와 사진과 같이 비슷한 결과를 확인할수 있다.

4. 결론

Ceramic 타겟을 이용하여 Glass 및 Polyimide 기판에 RF 스퍼터 법으로 박막을 증착하여 각각 유리 기판과 Polyimide 기판의 박막특성을 비교조사한 결과 ZnO:Al 박막은 사용된 기판 종류에 관계없이 동일하게 hexagonal phase의 (002)면 방향으로 성장하였다.

Glass 와 Polyimide에 증착된 ZnO:Al 박막은 가변된 전력 및 공정 압력의 변화에 따라 표면 변화가 거의 비슷하게 나타난것을 알수있다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(R-2005-7-147) 주관으로 수행된 과제임.

참고 문헌

- [1] Yasuhiro Igasaki and Hiromi Saito, J. Appl. Phys. 69, 2190 1991.
- [2] W.S. Lan, S.J. Fonash, J. Electron. Mater. 16, 141, 1987.
- [3] T. W. Choi and S. C. yoo, "Electrical and mechanical properties of ceramics", J. of KIEEME(in korean), Vol, 15, No. 1, p. 10, 2001.