

O₂ 플라즈마로 처리한 PC기판 위에 성장된 GZOB 박막의 특성

유현규, 이종환 이태용, 허원영, 이경천, 신현창, 송준태*
성균관대학교 정보통신공학부

The characteristics of Ga, B-codoped ZnO (GZOB) thin film on O₂ plasma treated PC substrate

Hyun-Kyu Yu, Jong-Hwan Lee, Tae-Yong Lee, Won-Young Hur, Kyung-chun Lee, Hyun-Chang Shin and Joon-Tae Song
School of Information and Communication Engineering, SungKyunKwan University

Abstract : In this study we investigated the characteristics of GZOB thin film on O₂ plasma treated Polycarbonate substrate using DC magnetron sputtering method. In our experiments results, GZOB thin film on O₂ plasma treated Polycarbonate substrate showed low resistivity than As-grown GZOB thin film, and visible transmission of 85% with a thickness 400 nm. Compared with As-Grown, the electrical properties of GZOB were relatively improved by O₂ plasma treated substrate. From these results, we could confirm the suitable GZOB thin films for transparent electrode.

Key Words : GZOB, Polycarbonate, O₂ plasma

1. 서론

최근 플렉서블 디스플레이 및 태양전지와 같은 소자의 구성에 있어 투명전극은 필수적인 소재로 각광 받고 있다. 대표적인 투명전도막으로는 ITO (Indium Tin Oxide), FTO(Fluorine-doped Tin Oxide) 등이 사용되고 있다. 이 중 ITO는 가시광선 영역의 높은 투과성과 낮은 전기적 비저항의 특성으로 가장 많이 사용되고 있으나, 원료물질인 In의 생산단가가 높고 플라즈마에 노출될 경우 열화로 인한 특성변화가 커다란 문제점이다. 이러한 단점을 보완하기 위해 ZnO나 SnO₂ 등을 이용한 연구가 진행 중이며 최근에는 ZnO 계열이 플라즈마 내에서 화학적 안정성이 더 우수한 것으로 보고되고 있다.

또한 최근 20년간 다양한 플렉서블 디스플레이 기술이 연구되어 왔다. 그 중 얇고 가벼우면서도 투명하고 잘 깨지지 않는 플라스틱 기판 위에 제작하게 되는 플렉서블 디스플레이는 다른 디스플레이 기술에 비해 많은 장점이 있어서 다른 산업 분야까지 적용될 수 있다[1]. 많은 플라스틱 기판 중 PC (polycarbonate)는 기계강도가 대단히 강하고 인장강도, 횡도 뿐만 아니라 충격강도도 대단히 큰 값을 나타내며 또 성형정밀도가 좋고 내열성이 높은 성질을 가지고 있다. 하지만 표면에 극성기가 없어 금속과의 접착력이 낮아짐으로 인한 박리현상이 일어나기 때문에 접착성향에 따른 내구성의 개선이 요구된다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 보완하기 위해 PC의 표면에 고밀도 O₂ 플라즈마 처리를 통해 GZOB 박막의 전기적, 구조적, 광학적 특성들을 고찰하였다.

2. 실험

GZOB 박막의 제작을 위해 PC 기판을 세척 후 고순도 질소가스로 건조시키고, ICP-RIE를 이용하여 파워는 100 W, 시간은 120초 동안 O₂ 플라즈마 처리를 하였다. O₂ 플라즈마 처리한 PC기판에 DC magnetron sputtering 방법으로 2인치의 GZOB(ZnO: 97.8 wt%, Ga: 2.0 wt%,

B: 0.2wt%) 타겟을 이용하여 400 nm의 박막을 증착하였다. PC 기판의 표면처리를 달리하여 제조한 박막의 c축 배향성과 결정학적 특성을 알아보기 위하여 X-선 회절 분석기 (Rigaku Rotaflex D/Max system) 를 사용하여 20~60 ° 구간을 스캔하였다. 전기적 특성은 four point probe system을 이용하였다. 또한 GZOB 박막의 광투과도와 표면현상은 각각 UV-visible spectrophotometer (carry 5000)와 FESEM (JEOL JSM 6700F)을 이용하여 분석하였다.

표 1. GZOB 박막의 증착 조건.

Parameter	Value
Target	Ga: 2.0 wt%, B: 0.2 wt% co-doped ZnO
Power	75 W
Substrate distance	70 mm
Base pressure	1×10 ⁻⁶ torr
Free sputtering	30 W, 15 min
Working pressure	7×10 ⁻² torr
Sputtering gas	Ar, 6 sccm
Substrate temperature	Room temperature

3. 결과 및 고찰

그림 1은 PC 기판에 O₂ 플라즈마 처리 전과 후의 GZOB 박막의 X선 회절 패턴을 나타낸 것이다. XRD 실험 결과에서 GZOB 시편 모두 (002) 피크가 관찰 되었으며, PC 기판에 O₂ 플라즈마 처리를 한 경우 (002) 면에 대한 c-축 결정 배향성이 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 기판의 O₂ 플라즈마 처리가 GZOB의 결정성장에 영향을 미친 것으로 보여진다. XRD 결과로부터 관찰된 결정학적 특성의 변화를 확인하기 위하여 SEM을 이용하여

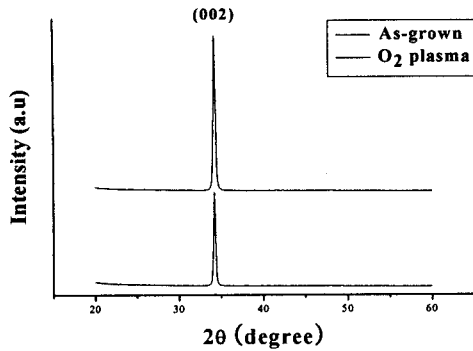


그림 1. PC 기판의 O₂ 플라즈마 처리에 따른 GZOB 박막의 X선 회절 패턴.

GZOB 박막의 표면 이미지를 관찰하였다. 그림 2에서는 ICP-RIE 방법을 이용하여 100 W 파워로 120초 동안 PC 기판의 O₂ 플라즈마 처리 전·후의 SEM 이미지이다. 단순한 표면 결정립 크기의 비교만으로도 PC 기판의 O₂ 플라즈마 처리를 한 것이 결정립 크기가 커진 것을 알 수 있다.

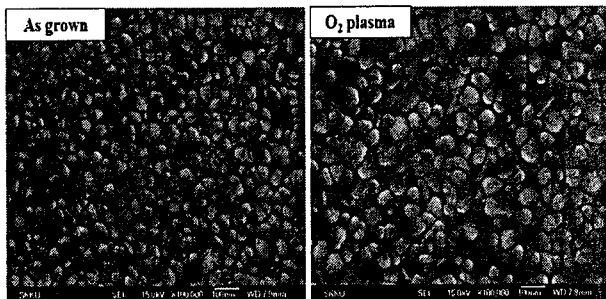


그림 2. PC 기판의 O₂ 플라즈마 처리에 따른 GZOB 박막의 SEM 이미지.

표 2는 four point probe system 장비로 분석한 투명전도막의 전기적 특성에 대한 결과를 나타낸다. PC 기판에 O₂ 플라즈마 처리를 한 경우 $9.0 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$ 로 O₂ 플라즈마 처리를 하기 전보다 비저항이 낮아진 것을 알 수 있다. 이는 기판 표면 질의 향상으로 인해 GZOB 박막과의 점착 및 응착력의 증가에 의한 것으로 보여진다[2].

표 2. PC 기판의 O₂ 플라즈마 처리에 따른 GZOB 박막의 비저항 특성.

Parameter	Resistivity ($\Omega\text{-cm}$)
As-grown	2.1×10^{-3}
O ₂ plasma	9.0×10^{-4}

그 결과로 박막의 전도도 향상에 상당한 기여를 했음을 알 수 있다.

그림 3은 UV-vis spectrophotometer를 이용하여 측정된 GZOB 박막의 광투과도이다. 모든 박막에서 400 ~ 800 nm의 가시광선 영역에서 평균 85 % 이상 정도의 투

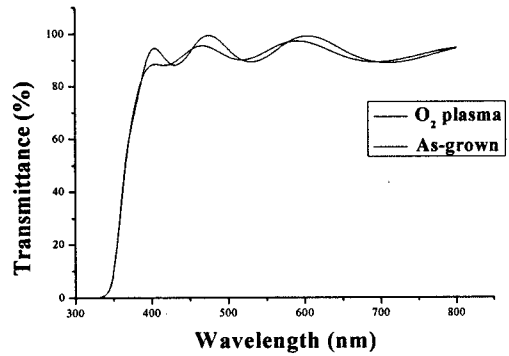


그림 3. PC 기판의 O₂ 플라즈마 처리에 따른 GZOB 박막의 광투과도

과도를 보였다. 그림에서 알 수 있듯이 기판에 O₂ 플라즈마 처리를 한 경우 미소한 투과도 감소가 보여 지는데 이는 기판의 식각으로 표면이 손상되어 표면 거칠기가 증가한 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 플라스틱 기판을 이용하여 투명전극 제작 시 투명전극의 전도도 향상에 목적을 두고, ICP-RIE 방법으로 RF power 100 W, 처리시간 120 초의 조건으로 PC 기판에 O₂ 플라즈마 처리 후 DC sputtering 방법으로 GZOB 박막을 증착시켜 실험 하였다.

XRD 실험 결과 PC 기판에 O₂ 플라즈마 처리를 하지 않았을 때 보다 O₂ 플라즈마 처리를 한 시편에서 (002) 피크가 증가하는 경향을 보였으며 광투과도는 85 % 이상으로 투명전도막으로써 비교적 양호한 결과를 보였다. 전기적 특성의 경우도 기판의 O₂ 플라즈마 처리 후 증착한 GZOB 박막의 비저항이 $9.0 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$ 로 개선된 결과를 얻었다. 이는 PC 기판의 O₂ 플라즈마 처리가 점착력의 감소, 표면에너지 증가 등의 효과로 인해 GZOB 박막과의 점착 및 응착력이 좋아졌고 그로 인해 SEM 이미지로 확인할 수 있듯이 결정성이 향상된 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문 또는 저서는 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2008-313-D00328)

참고 문헌

- [1] 이종환, 유현규, 이규일, 이태용, 송준태, "전력비 변화에 따른 AU Multilayer 위에 증착한 GZOB 박막의 특성", 한국전기전자재료학회 논문집 21권 11호 p.977, 2008
- [2] 김병국, 권순일, 박승범, 김명중, "Polyimide 기판 위에 증착된 GZO 박막의 고밀도 O₂ 플라즈마 처리에 따른 전기적,광학적 특성 변화", 한국전기전자재료학회 2008년도 하계학술대회 논문집, 9권, p.162, 2008