플라즈마 전처리 조건에 따른 폴리머 기판위에 증착된 GZO 박막의 특성변화

어웅준, 박승범, 이석진, 김병국, 임동건, 박재환*
충주대학교 전자공학과

The Effect of Plasma Treatment on the Properties of GZO Thin Films Fabricated on Polymer Substrate

Woong-joon Aeo, Seung-beom Park, Seok-jin Lee, Byeong-guk Kim, Dong-gun Lim, Jea-hwan Park*
Department of Electronic Engineering, Chung-ju National University

Abstract : 폴리머 기판위에서 ICP-RIE 방법을 이용하여 O_2 플라즈마 전처리효과에 따른 GZO박막의 전기적, 광학적인 특성을 고찰 하였다. ICP-RIE 방법을 이용하여 폴리머 기판 위에 O_2 플라즈마 전처리의 공정 값은 공정압력은 20 mTorr, 파워는 100 W로 하고 변수로는 시간을 60초 ~ 600초로 하였다. O_2 플라즈마 전처리한 기판위에 RF Sputtering 방법을 이용하여 4인치의 GZO(ZnO: 95 wt%, Ga_2O_3: 5 wt%) 타겟을 사용하여 공정압력은 5 mTorr, 파워는 150 W, 박막의 두께는 500 nm의 조건으로 박막을 증착 하였다. PET 기판의 600초의 O_2 플라즈마 처리 후 증착한 GZO 박막의 비저항이 6.2×10^{-3} Ω-cm 이었고, PEN 기판의 120초의 O_2 플라즈마 처리 후 증착한 GZO 박막의 비저항이 1.1×10^{-3} Ω-cm 이었다. 또한 300 nm 이하의 자외선 영역에서는 뛰어난 광 차단 효과를 가지고 있었으며, 가시광선 영역(400 nm ~ 700 nm)에서 증착 된 시편들이 80 % 광 투과율을 나타내었다..

Key Words : GZO, ICP-RIE, 폴리머기판, O_2 플라즈마

1. 서 론

ITO(indium tin oxide)는 가시광선 영역에서 높은 투과도(~90% at 550 nm)와 높은 일함수(~4.8 eV) 낮은 비저항($\sim2\times10^{-4}$ Ωcm)을 가지는 장점을 가지고 있어 태양전지 등에 쓰이는 투명전극과 같은 광전자 소자와 평판 디스플레이 소자에 널리 사용된다[1]. 그러나 원료 물질인 In의 희소성으로 인한 고가격과 플라즈마에 노출되면 열화로 인한 특성 변화가 문제점으로 지적되고 있다[2]. 이를 대체하기 위해 불순물 도핑을 한 ZnO에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중에서 3족 원소인 Ga은 ZnO 격자의 변형이 적어 유리 하다. 본 연구에서는 폴리머 기판을 ICP-RIE로 시간에 따른 O_2 플라즈마 전처리를 한 후 RF magnetron sputtering 방법으로 GZO박막을 증착, 박막의 전기적, 광학적 특성을 조사하였다.

2. 실 험

ICP-RIE 방법을 이용하여 폴리머 기판의 표면을 O_2 플라즈마 처리를 한 후 RF Sputtering 방법으로 GZO 박막을 증착 하였다. O_2 플라즈마 처리를 하기 전 폴리머 기판을 초음파세척기를 이용하여 메탄올, 초순수로 각 10분씩 세척한 후 질소가스로 건조 시켰다. 폴리머 기판의 O_2 플라즈마처리 공정 압력은 20 mTorr, 파워는 100 W, 처리시간을 60초 ~ 600초로 변화 하였다. O_2 플라즈마 처리한 폴리머 기판에 RF Sputtering 방법으로 공정압력은 5 mTorr, 파워는 150 W, 박막의 두께는 500 nm를 가지는 조건으로 4인치의 GZO(ZnO: 95 wt%, Ga_2O_3: 5 wt%) 타겟을 사용하여 GZO 박막을 증착 하였다. 증착한 GZO 박막은 Hall 효과 측정 장치(HMS-3000)을 이용하여 비저항 값, 캐리어 농도 및 이동도를 측정 하였고, SEM(JSM-6700)을 이용해 증착 된 GZO 박막의 미세구조를 관찰 하였고, UV/VIS 분광기(HP8453)로 투과도를 측정 하였다.

3. 결과 및 검토

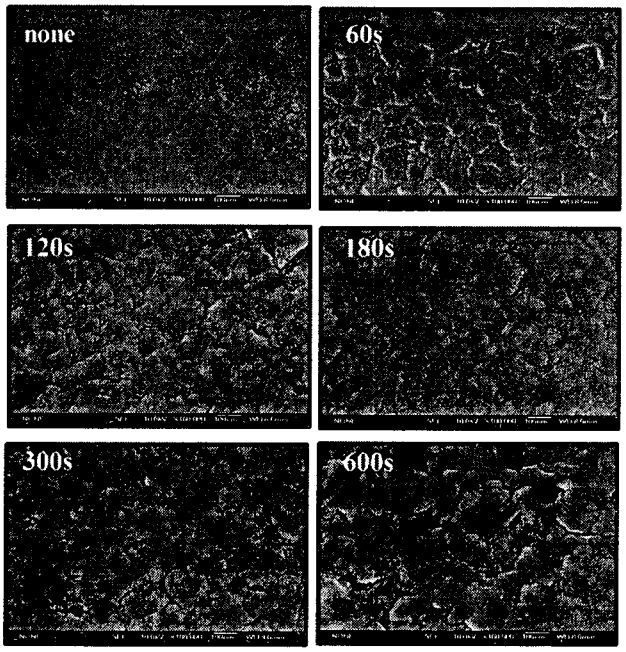

그림 1. O_2 플라즈마 처리 시간에 따른 PET 기판의 SEM 이미지

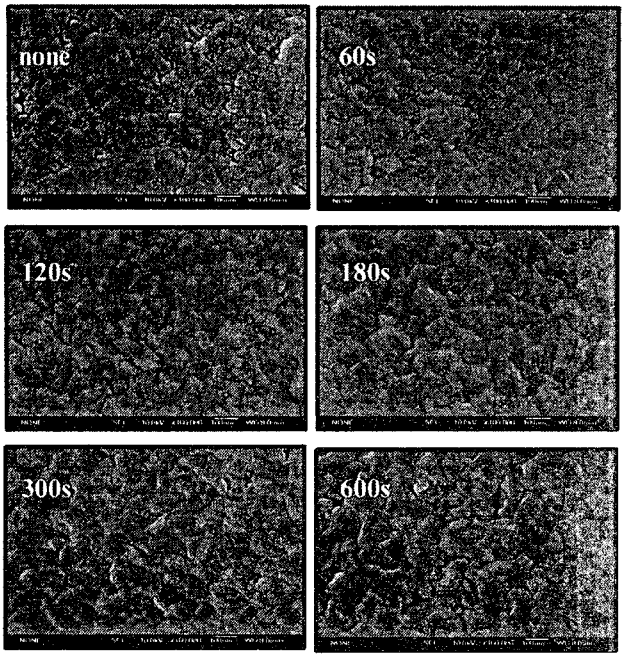

그림 2. O_2 플라즈마 처리 시간에 따른 PEN 기판의 SEM 이미지

그림 1과 그림 2는 O_2 플라즈마 전처리 시간에 따른 SEM 이미지이다. 그림에서도 볼 수 있듯이 PET 기판은 600초, PEN 기판은 120초의 조건으로 O_2 플라즈마 처리를 하였을 때 증착한 GZO박막의 결정립이 가장 우수한 것으로 관찰된다.[3] 그림 3과 그림 4는 PET 기판과 PEN 기판의 O_2 플라즈마 전처리시간에 따라 측정된 전기적 특성의 결과이다. PET 기판은 O_2 플라즈마 처리 시간이 증가 할수

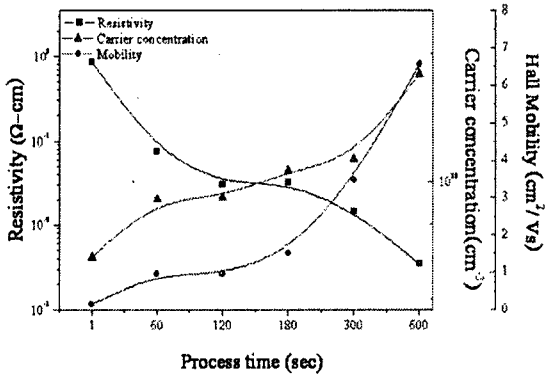

그림 3. O_2 플라즈마 처리 시간에 따른 PET 기판의 전기적 특성

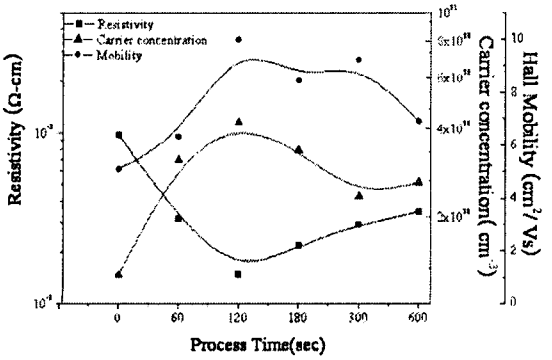

그림 4. O_2 플라즈마 처리 시간에 따른 PEN 기판의 전기적 특성

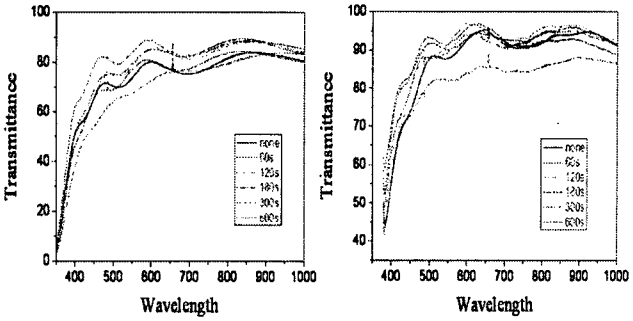

그림 5. PET 기판과 PEN의 광학적 특성

록 비저항 값은 감소하고, 캐리어농도와 이동도는 증가하는 것으로 측정 되었다. PEN 기판은 120초를 기준으로 비저항 값은 감소하다 증가하고, 캐리어농도와 이동도는 증가하다 감소하는 것으로 측정 되었다. PET 기판의 가장 낮은 비저항과 가장 높은 캐리어 농도와 이동도를 나타내는 조건은 600초로 비저항이 6.2×10^{-3} Ω-cm, 캐리어 농도 및 이동도가 2.7×10^{20} cm^{-3}, 6.5 cm^2/Vs 으로 가장 우수하게 측정 되었다. 또한 PEN 기판의 가장 낮은 비저항과 가장 높은 캐리어 농도와 이동도를 나타내는 조건은 120초로 비저항이 1.1×10^{-3} Ω-cm, 캐리어 농도 및 이동도가 4.2×10^{20} cm^{-3}, 9.9 cm^2/Vs 으로 가장 우수하게 측정 되었다. 그림 5는 GZO박막의 투과도를 나타낸 그림이다. 300 nm 이하의 자외선 영역에서는 뛰어난 광 차단 효과를 가지고 있었으며, 가시광선 영역(400 nm ~ 700 nm)에서 증착 된 시편들이 80 % 광 투과율을 나타내고 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 폴리머 기판위의 ICP-RIE 방법을 이용하여 O_2 플라즈마 전처리를 하고 RF sputtering 방법으로 증착한 GZO 박막의 전기적, 광학적 특성을 조사하였다. O2 플라즈마 전처리가 PET 기판은 600초에서 PEN 기판은 120초에서 각각 우수한 비저항(PET: 6.2×10^{-3} Ω-cm, PEN: 1.1×10^{-3}Ω-cm) 및 투과도를 특성을 나타내었다. 폴리머 기판의 O_2 플라즈마 전처리를 하면 접촉각이 감소, 표면에너지 증가 등의 효과로 인해 GZO 박막과의 접착 및 응착력이 증가하여 접착성이 좋아 진 것이 확인되었다.

참고 문헌

[1] H. L hartnagel, A. L. Dawar, A.K. Jain, and C. jagadish, Semiconducting Transparent Thi. Fil. Ins. of Phy. Pub. (1995) 152-155

[2] T. minami, H. Sato, S. Takata, Jpn. J. App. Phy. 24 (1985) L781

[3] H. Kim, S. J. Jung, Y. H. Han, H. Y. Lee, J. N. Kim, D. S. Jang, J. J. Lee, Thin solid Films, Vol. 516, No. 11, 2008