

## Polyimide 기판 위에 증착된 GZO 박막의 고밀도 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리에 따른 전기적, 광학적 특성 변화

김병국, 권순일, 박승범, 이석진, 정태환, 양계준, 임동건, 박재환, 김명중\*  
충주대학교 전자공학과

### The change of electric and optical properties by high density O<sub>2</sub> plasma treatment of deposited GZO Thin Film on Polyimide substrate.

Byeong-Guk Kim, Soon-Il Kwon, Seung-Beom Park, Seok-Jin Lee, Tae-Hwan Jung, Kea-Joon Yang, Dong-Gun Lim, Jea-Hwan Park, Myeong-Jung Kim\*  
Department of Electronic Engineering, Chungju National University

**Abstract :** 이 논문에서는 Polyimide 기판의 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리효과에 따른 GZO 박막의 구조적, 전기적, 광학적인 특성을 고찰하였다. ICP-RIE 방법을 이용하여 Polyimide 기판의 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리의 변수로 RF power와 처리시간을 각 100 ~ 400 W, 120 ~ 600 초까지 조절하였다. RF 스퍼터링 방법으로 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리효과에 따른 Polyimide 기판을 4인치의 GZO(ZnO : 95 wt%, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 5 wt%) 타겟을 사용하여 RF power 90 W, 공정압력 5 mTorr, Ar gas 20 sccm, 기판거리 5 cm, 박막두께 500nm, 상온의 조건으로 GZO 박막을 증착 하였다. Polyimide 기판에 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리를 하지 않고 증착한 GZO 박막의 비저항은  $1.02 \times 10^{-2}$  Ω-cm 이었고 RF power 100W, 처리시간 120 초로 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리 후에 증착한 GZO 박막의 비저항이  $1.89 \times 10^{-3}$  Ω-cm인 최적의 값이 측정되었으며 RF power가 증가할 수록 투과도는 감소하였지만 처리시간의 변화에 따라서는 투과도 변화가 거의 없었다.

**Key Words :** GZO, ICP-RIE, O<sub>2</sub> Plasma, Polyimide

### 1. 서 론

Polyimide는 고성능의 내열성 고분자로서 우수한 기계적 성질과 내화학성 및 300℃의 고온에서도 열적 안정성을 가지며 낮은 흡습성과 열 팽창성 및 낮은 유전상수를 지니고 있다. 이와 같은 우수한 물성으로 인하여 Polyimide는 전기·전자용 내열필름, 액정 배향막, 반도체용 소재 등으로 사용되고 있다. 그러나 Polyimide는 표면에 극성기가 없어 금속과의 접착력이 낮아짐으로 인한 박리현상이 일어나기 때문에 접착성향에 따른 내구성의 개선이 요구된다. 이 같은 점을 보완하기 위하여 Polyimide의 표면처리를 통해 접착성의 개선에 관한 연구들이 수행되고 있다 [1]. 본 연구에서는 Polyimide의 표면 개질 방법의 하나인 고밀도 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리를 통하여 Polyimide 기판위에 증착한 GZO 박막의 구조적, 전기적, 광학적인 특성들을 고찰하였다.

### 2. 실험

ICP-RIE 방법을 이용하여 Polyimide 기판의 표면을 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리한 후 RF 스퍼터링 방법으로 GZO 박막을 증착하였다. O<sub>2</sub> 플라즈마 처리하기 전 Polyimide 기판을 초음파 세척기를 이용하여 메탄올, 초순수로 각 10분씩 세척한 후 질소가스로 건조 시켰다. Polyimide 기판의 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리 시 기저진공은  $10^{-5}$ , 공정압력은 20 mTorr, O<sub>2</sub> 가스유량은 15 sccm으로 고정하고, RF power를 100 ~ 400 W, 처리시간을 120 ~ 600 초로 변화하였다. O<sub>2</sub> 플라

즈마 처리한 Polyimide 기판에 RF 스퍼터링 방법으로 10분간 pre-sputtering 실시 후 파워 90 W, 공정압력 5 mTorr, 가스유량 20 sccm, 타겟과 기판 사이의 거리 5 cm, 상온, 그리고 500 nm의 두께를 가지는 조건으로 4인치의 GZO(ZnO: 95 wt%, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 5 wt%) 타겟을 사용하여 GZO 박막을 증착 하였다. 증착한 GZO 박막은 Hall 효과 측정 장치(HMS-3000)로 비저항, 캐리어 농도 및 이동도를 측정하였고, UV/VIS 분광기로 투과도를 측정하였으며, SEM(JSM-6700)을 이용해 증착된 GZO 박막의 미세구조를 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

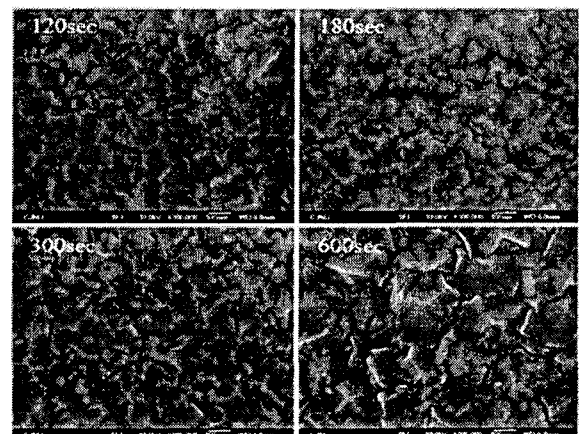


그림 1. O<sub>2</sub> 플라즈마 처리의 시간에 따른 SEM이미지

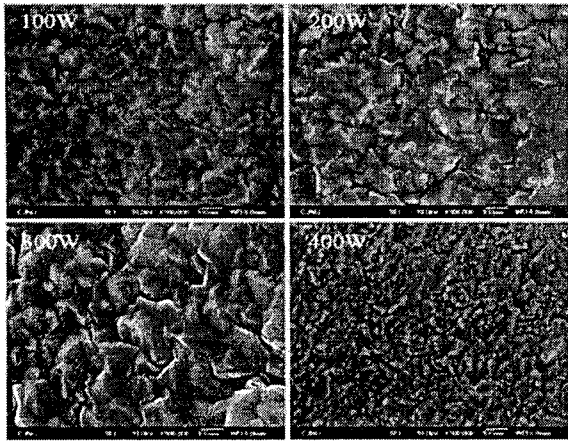


그림 2. O<sub>2</sub> 플라즈마 처리의 파워에 따른 SEM이미지

그림 1과 그림 2는 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리의 파워와 처리시간에 따른 SEM 이미지이다. 그림을 보아도 알 수 있듯이 100 W, 120 초의 조건으로 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리를 하였을 때 증착한 GZO 박막의 결정립이 가장 우수한 것으로 관찰된다[2]. 그림 3은 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리시간과 파워의 변화에 따라 측정된 비저항, 캐리어농도 및 이동도의 전기적 특성 결과이다. O<sub>2</sub> 플라즈마 처리시간과 파워가 증가함에 따라 비저항 값은 증가하였으며, 캐리어농도와 이동도는 감소하는 것으로 측정되었다. 가장 낮은 비저항과 가장 높은 캐리어농도 및 이동도를 나타내는 조건은 100 W, 120 초로 비저항이  $1.89 \times 10^{-3} \Omega\text{-cm}$ , 캐리어농도 및 이동도가  $3.41 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ ,  $9.63 \times 10^0 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 로 가장 우수하게 측정되었다. 이는 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리시간과 파워가 낮아짐에 따라 기판 표면 질의 향상으로 인해 GZO 박막과의 점착 및 응착력의 증가에 의한 것으로 보여진다[3]. 그림 4는 RF power를 100 W로 고정한 후 처리시간을 120 ~ 600 초까지 변화시킨 결과와 처리시간을 120초로 고정한 후 RF power를 100 ~ 400 W까지 변화시킨 결과이다. 그림에서 알 수 있듯이 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리시간의 변화에 따라서는 투과도 변화가 거의 없지만 파워의 증가에 따라 투과도가 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 파워가 증가함에 따라서

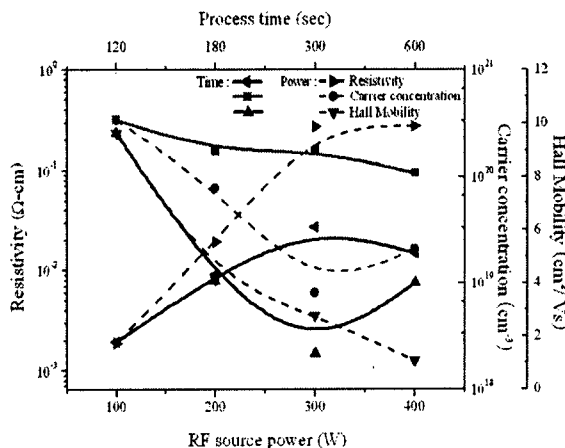


그림 3. O<sub>2</sub> 플라즈마 처리시간, 파워에 따른 전기적 특성

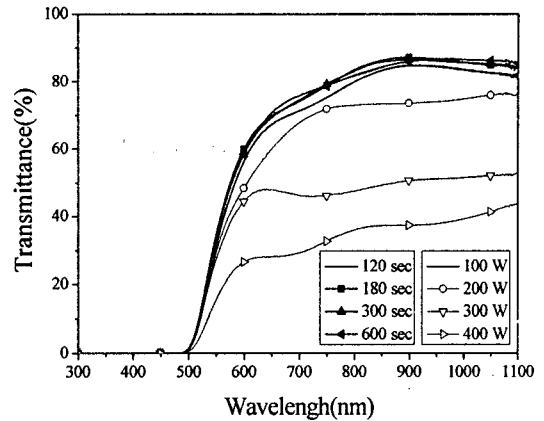


그림 4. O<sub>2</sub> 플라즈마 처리시간, 파워에 따른 광학적 특성

기판의 과도한 식각으로 표면이 손상되어 표면 거칠기 증가에 의한 것으로 그림 2의 SEM 이미지를 관찰해 보아도 알 수 있다[4,5]

#### 4. 결론

본 연구에서는 Polyimide 기판을 ICP-RIE 방법으로 RF power 100 W, 처리시간 120 초의 조건으로 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리를 한 후 RF 스퍼터링 방법으로 증착한 GZO 박막이 가장 우수한 비저항 및 투과도 특성을 나타내었으며 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리를 하지 않았을 때 증착한 GZO 박막의 비저항이  $1.02 \times 10^{-2} \Omega\text{-cm}$ 에서 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리 후 증착한 GZO 박막의 비저항이  $1.89 \times 10^{-3} \Omega\text{-cm}$ 으로 개선된 결과를 얻었다. Polyimide 기판의 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리에서 RF power와 처리시간이 감소할수록 점착각의 감소, 표면에너지 증가 등의 효과로 인해 GZO 박막과의 점착 및 응착력이 증가하여 점착성이 좋아지고 SEM 이미지로 보아도 알 수 있듯 결정립 또한 좋아졌으므로 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리에 의해 Polyimide 기판의 표면 질이 향상된 것으로 확인되었다.

#### 참고 문헌

- [1] S. J. Park, K. S. Cho, S. H. Kim, Korea University HWAHAK KONGHAK Vol. 40, No. 5, 2002
- [2] 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.
- [3] T. N. Chen, D. S. Wu, C. C. Wu, C. C. Chiang, H. B. Lin, Y. P. Chen, R. H. Horng, Thin Solid Films, Vol. 514, No. 1-2, 2006.
- [4] J. B. Han, X. Wang, N. Wang, Z. H. Wei, G. P. Yu, Z. G. Zhou, Q. Q. Wang, Surface and Coatings Technology, Vol. 200, No. 16-17, 2006.
- [5] C. H. Yang, S. C. Lee, J. M. Wu, T. C. Lin, Applied Surface Science, Vol. 252, No. 5, 2005.