

DC, RF 마그네트론 코스퍼터링법으로 증착한 ZTO/GZO 투명전도성막의 열처리 조건이 박막의 물성에 미치는 영향

Effect of annealing on the electrical and optical properties of ZTO/GZO double-layered TCO films deposited by DC, RF magnetron co-sputtering

김민제*, 송풍근

*부산대학교 재료공학과(E-mail: kimminje@pusan.ac.kr)

초 록: GZO(Ga-doped ZnO) 및 ZTO (zinc tin Oxide) 박막을 DC, RF magnetron sputtering 공정을 이용하여 증착한 후, 대기 및 진공상태에서 200, 300°C 조건으로 30분 동안 열처리하였다. ZTO/GZO 박막의 전기적 특성은 ZTO 층과 GZO 층의 두께 비에 의존함을 확인 할 수 있었다. 본 연구에서는 GZO단일 박막과 ZTO/GZO double layer 박막의 열처리 온도에 따른 구조적, 전기적, 광학적 특성을 비교검토 하였다.

1. 서론

투명전도성 산화물(TCO, Transparent Conductive Oxide)은 높은 전기전도도와 가시광 영역에서의 우수한 투과성을 나타내므로 LCD(Liquid crystal display), PDP(Plasma display panel), OLED(Organic light-emitting diode)등의 다양한 표시소자 및 TFT(Thin film transistor), 태양전지 패널의 투명전극 재료로 널리 사용되고 있다. 대표적으로 ITO가 사용되고 있지만, In의 경우 공급 불안에 따른 가격상승 및 인체에 대한 유해성으로 인한 문제점이 지적 되고 있다. 따라서 보다 가격이 저렴하고 무독성의 친환경 소재인 ZnO계열이 투명전극 재료로 각광받고 있다. 그중에서 Ga를 도핑한 GZO(Ga-doped zinc oxide)는 낮은 저항과 높은 전하 농도 때문에 각광받고 있다. 하지만 GZO 박막은 열적안정성이 상대적으로 취약해 제한적으로 사용되고 있다. 현재 GZO 단일층의 열화현상을 개선시키고자 double layer를 적용 시키는 연구가 계속 진행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 single, double layer 박막을 대기 및 진공 분위기에서 post annealing하여 그 전기적 및 광학적 물성을 비교 검토 하였다.

2. 본론

기판으로는 non-alkali 유리 (Corning E2000)을 사용하였으며, GZO박막은 GZO타겟(Ga₂O₃: 5.7wt%)을 사용하여 DC magnetron sputtering법으로 증착하였으며, ZTO박막은 ZnO타겟이 장착된 RF케소드와 SnO₂타겟이 장착된 DC케소드를 동시에 사용하는 magnetron co-sputtering법으로 증착하였다. Base pressure 는 약 5×10⁻⁶ Torr 이하까지 배기하였다. GZO 박막의 경우, 기판과 타겟 사이의 거리는 30mm, DC 파워는 70W 로 유지하여 기판 가열 없이 증착하였다. ZTO박막은 ZnO 타겟과 SnO₂타겟을 이용하여 0.5Pa의 working pressure에서 증착하였고, 타겟과 기판의 거리는 각각 90mm, 60mm, ZnO타겟은 DC파워 25W, SnO₂ 타겟은 RF 파워 45W에서 증착하였다. ZTO/GZO박막의 총 두께는 약 300nm로 일정하게 유지하기 위하여, GZO박막의 두께는 250nm로, ZTO 박막의 두께는 50nm로 증착하였다. 박막의 구조적, 전기적 특성을 조사하기위해 Hall effect measurements (HMS-3000, ECOPIA)를 사용하여 비저항, 캐리어 농도, 홀 이동도를 측정하였고 박막의 미세구조는 X-ray diffraction (XRD, BRUKER GADDS)으로 측정하였고 가시광 영역에서의 투과도는 190nm에서 1100nm 영역 대에서 자외선 광학 측정기 (UV-Vis, HP-8453, AGLIENT)를 사용하여 측정하였다.

3. 결론

대기 분위기에서 GZO 단일층과 ZTO/GZO double layer를 post annealing 했을 때 단일층의 전기적 특성이 더 많이 저하되는 것을 확인 할 수 있었다. ZTO층이 GZO층의 보호막층 으로서의 역할을 할 수 있다고 판단된다. 진공분위기에서 GZO 단일층 및 ZTO/GZO double layer를 annealing 했을 시에는 GZO 단일층이 ZTO/GZO double layer보다 더 좋은 전기적 특성을 나타내었다. GZO 단일층의 경우 XRD peak의 intensity가 상승하고 고각으로 이동하였으며, FWHM값도 작아졌다. 하지만 ZTO/GZO double layer의 경우엔 FWHM은 변화 없이 XRD peak만 저각으로 이동했다. 이는 상부의 ZTO층이 하부의 GZO 단일층의 grain 성장을 방해하고 열팽창 계수의 차이에 의해 ZTO/GZO double layer의 peak가 저각으로 이동한다고 생각 된다. 대기 및 진공 중 post annealing을 함으로써 가시광 영역에서의 투과율 또한 향상되었다. 이를 통해 GZO 단일막의 열화현상을 개선시키고자 double layer를 적용 시에는 고온 공정이 필요한 태양전지 및 device 등 많은 영역에서의 ITO를 대체할 투명전도성 박막으로의 활용이 기대된다.

참고문헌

1. Y. H. Jung, E. S. Lee, K. H. Kim, J. Kor. Inst. Surf. Eng. 38 (2005) 150.
2. Z. C. Jin, I. Harmberg, C. G. Granqvist, Thin Solid Films, 64 (1988) 381.
3. J. W. Moon, D. W. Kim, J. Kor. Inst. Surf. Eng. 40 (2007) 117.
4. D. R. Sahu, J.-L. Huang, Microelectron. J. 38 (2007) 299.
5. Y. S. Park, S. H. Lee, P. K. Song, J. Kor. Inst. Surf. Eng. 40 (2007) 107.
6. S. J. Henley, M. N. R. Ashfold, D. Cherns, Surf. Coat. Technol. 177-178 (2004) 271.
7. C. S. Hong, H. H. Park, J. Moon, H. H. Park, Thin Solid Films, 515(3) (2006) 957.
8. H. D. Ko, W. P. Tai, K. C. Kim, S. H. Kim, S. J. Suha, and Y. S. Kima, "Growth of Al-doped ZnO thin films by pulsed DC magnetron sputtering", J. Cryst. Growth, 277 (2005) 352.
9. Y. Hayashi, K. Kondo, K. Murai, T. Moriga, I. Nakabayashi, H. Fukumoto, and K. Tominaga, Vacuum, 74, 607 (2004).