

Ag 두께에 따라 코팅한 ZnO 박막의 특성

이지훈, 임유승, 김상모, 금민중*, 장경욱, 김경환
 경원대학교 전기공학과, 플라즈마 응용 표면기술 연구센터*

Properties of ZnO thin film coating Ag thickness

Ji-Hoon Lee, You-Seung Rim, Sang-Mo Kim, Min-Jong Keum*, Kyung-Wook Jang, Kyung-Hwan Kim
 Kyungwon University, Center for Advanced Plasma Surface Technology*

Abstract : We prepared ZnO thin films coating Ag on glass substrates at room temperature by using facing targets sputtering (FTS) method. ZnO thin films were deposited with same conditions. Ag with various thickness of thin films were used as intermediate layers. The electrical, optical and crystallographic properties of thin films were investigated by Four-Point probe, UV/VIS spectrometer and XRD. From the results, we could confirm that the thickness of Ag layer changes the electrical and optical performances of the multilayers.

Key Words : TCO, FTS, Sputtering, ZnO, Ag

1. 서론

최근 투명 전도성 산화물(Transparent Conductive Oxide : TCO)이 평판 디스플레이, 태양전지, 광전자분야 등 다양한 분야로의 적용 가능한 잠재력으로 많은 주목을 받고 있다[1]. TCO 연구에 대한 목표 중 하나는 향후 플렉시블 디스플레이 구현을 위한 높은 전도도와 투명성을 가진 박막을 저온공정을 통해 제작하는 것이다. 이러한 TCO 박막 연구에 주로 이용되고 있는 물질로써 In_2O_3 , SnO_2 , ZnO에 다양한 물질을 도핑한 산화물이 주로 이용되며, 현재 ITO(Indium Tin Oxide) 박막이 널리 쓰이고 있다. 하지만 공정 환경에서 화학적, 열적 불안정한 요소들을 가지기 때문에 다양한 응용분야에 적용하기에 제한적인 요소를 가지고 있어 기존의 산화물에 Ge, Ti, Sb, Zr 등의 또 다른 원소를 도핑 시키거나 박막 내부에 얇은 금속 층을 삽입하여 다층박막을 형성하는 방안이 시도되어지고 있으나, 이로 인한 전기적, 광학적, 결정학적 특성에 관한 연구는 미비한 실정이다.[2,3]. TCO박막을 제작하는 방법으로는 화학기상증착법, 펄스레이저 증착법, 스퍼터링법 등의 여러 방법이 있다. 그 중 스퍼터링 방법은 대량 생산과 높은 균일도의 장점 때문에 많이 사용되고 있다.

본 실험에서는 종래의 스퍼터링 방법과는 다른 형태인 대향 타겟 스퍼터링(FTS) 방법[4,5]을 사용하여 상온에서 유리기판위에 Ag 층을 도입한 ZnO박막을 제작하였다. ZnO는 무독성이고 풍부한 자원 량에 따른 낮은 비용, 대면적 증착 용이성, 자외선 차단 능력이 뛰어나며, 수소 플라즈마 분위기에서 매우 안정적이고, 낮은 온도에서 박막 형성이 가능하다[6]. 다양한 장점을 가진 ZnO 박막에 전도도 향상을 위한 Ag 층을 도입하여 Ag 두께에 따른 박막의 전기적 특성, 광학적 특성, 결정학적 특성을 조사하였다.

2. 실험

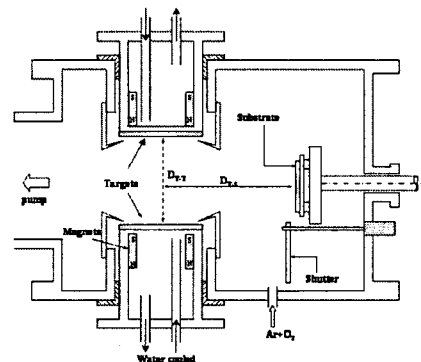


그림 1. 대향타겟 스퍼터링 장치

그림1은 Ag 층을 도입한 ZnO박막 제작에 사용된 대향 타겟식 스퍼터링(FTS) 방법의 구조이다. 이 장치는 두 개의 타겟이 서로 마주보며 타겟 뒷면에 영구 자석을 장착하여 타겟으로부터 방출되는 2차 전자 등을 구속하여 고밀도 플라즈마를 형성한다. 따라서 낮은 가스압력 하에서도 안정적인 방전이 가능하다. 진공은 로터리 펌프와 터보 펌프를 사용하여 2×10^{-6} Torr를 유지하였으며, 타겟은 Zn(5N)과 ZnO(5N), Ag(5N)과 Ag(5N)을 사용하였다. 초음파 세척기를 이용하여 증류수와 이소프로필알콜(IPA)에서 각각 15분씩 세척을 한 후 오븐에서 130°C 온도로 건조시켰다.

막의 구조는 3층으로 구성하였으며, 표1과 같은 조건으로 증착하였다. ZnO 층 사이에 Ag층을 두께 변화를 주어 중간층으로 사용하였다. 제작된 박막을 분석하기 위해 XRD thin film attachment(Rigaku), UV-VIS spectrometer(HP), Four point prove (Changmin), α -step(Tencor)을 사용하여 박막의 전기적, 광학적, 구조적 특성을 알아보았다.

표1. ZnO/Ag/ZnO 박막의 증착 조건

Deposition parameter	Conditions	
Targets	ZnO(5N)-Zn(5N) Ag(4N)-Ag(4N)	
Substrate	Glass	
Base pressure	2×10^{-6} Torr	
Working gas pressure	1 mTorr	
Substrate temperature	R.T	
O ₂ gas flow rate	9.5	0
Deposition time	17m (상), 17m(하)	30-120s (중)
Input current	0.3A	0.05A

3. 결과 및 검토

그림2은 Ag 두께에 따라 코팅된 ZnO 박막의 저항변화를 나타낸 그림이다. Ag층 도입에 따라 상온에서 ZnO 박막의 저항이 큰 폭으로 감소하는 것을 확인할 수 있는데, 이는 Ag층이 ZnO 박막의 전도도에 상당한 영향을 끼치는 것으로 사료된다.

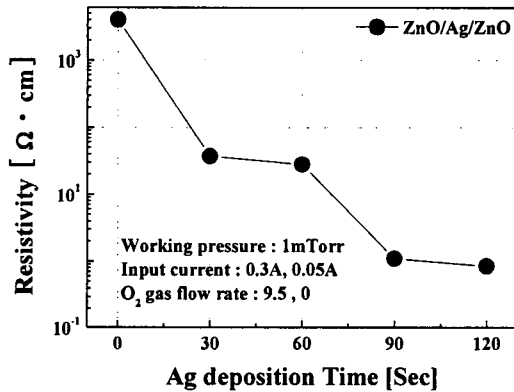


그림 2. Ag 증착 시간에 따른 ZnO/Ag/ZnO 박막의 저항

그림3은 Ag 증착 시간 변화 투과율을 나타낸 그래프이다. Ag 증착 시간이 증가할수록 전도도는 증가하는데 반면, 투과율은 감소하는 것으로 나타났다.

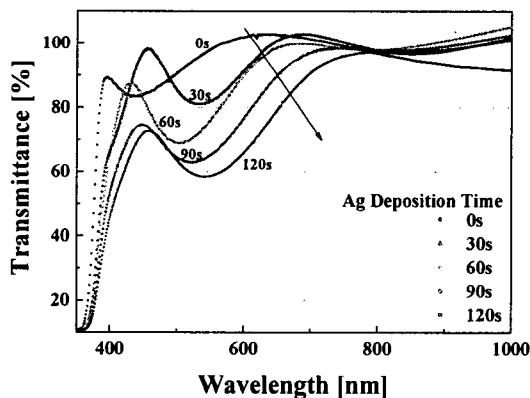


그림 3. Ag 증착 시간에 따른 ZnO/Ag/ZnO의 투과율

그림4는 Ag 증착시간에 따라 코팅된 ZnO 박막의 XRD 패턴을 나타낸 그림이다. 제작된 박막은 (002) 방향의 피크를 나타내었으며, Ag 증착시간이 증가할수록 피크 강도가 증가함을 알 수 있었다. Ag 피크는 증착시간의 증가에도 불구하고 나타나지 않았다.

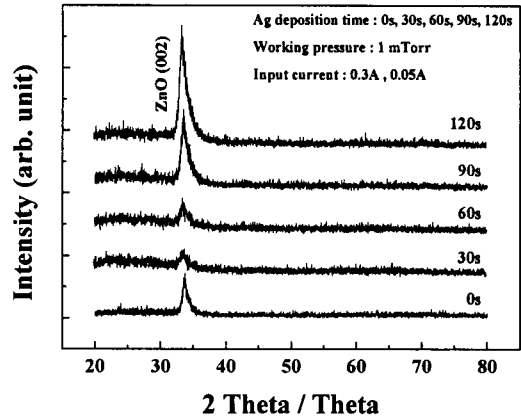


그림 4. Ag 증착시간에 따른 ZnO/Ag/ZnO 박막의 XRD 패턴

4. 결론

본 연구에서는 대향 타겟식 스퍼터링법을 이용하여 ZnO에 Ag를 두께 변화에 따른 다층막을 제작하였다. ZnO의 전기전도도와 투과도는 Ag층의 증착시간에 따라 큰 변화를 보였으며, Ag 증착시간 30초에서 평균 80% 이상의 투과율을 나타내며, 전기전도도가 Ag층의 삽입 이전의 ZnO 박막에 비해 크게 감소하는 것을 알 수 있었다. 모든 박막은 (002) 방향의 회절 피크를 보여주고 있으며, Ag의 증착시간 증가에 따라 (002) 방향의 회절 피크의 강도가 증가함을 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 두뇌 한국 21 사업에 의하여 지원되었음.

참고 문헌

- [1] S.H. Park, H.M. Kim, B.R. Rhee, E.Y. Ko, S.H. Shon, Jpn. J. Appl. Phys. 40 (2001) 1429.
- [2] E. Bertran, C. Corbella, M. Vives, A. Pinyol, C. Person and I. Porqueras Solid State Ionics, Vol. 165, Issues 1-4 (2003) 139-148.
- [3] Chih-Hao Yang, Shih-Chin Lee, Tien-Chai Lin and Wen-Yan Zhuang, Materials Science and Engineering: B, Vol.134, Issue 1, 25 (2006) 68-75.
- [4] K.H.Kim, M.J.Keum, Applied Surface Science Vol. 169-170 (2001) 410.
- [5] J.S. Yang, M.J. Keum, K.H. Kim, Surface and Coating Technology, Vol.169-170, (2003) 575.
- [6] K.L. Chopra, S. Major, Thin Solid Films 102 (1983) 1.