

졸-겔 스피닝법에 의해 제조한 ITO박막의 전기적, 광학적 및 구조적 특성

Electrical, Optical and Structural Properties of ITO Thin Films Prepared by Sol-Gel Spin Method

안진수, 김동진, 김의정*, 고승국, 한성홍
 울산대학교 물리학과, *화학공학과
 anjinsoo@mail.ulsan.ac.kr

ITO(indium tin oxide)는 높은 투과도와 우수한 전도성을 가지고 있어 LCD, solar cell 등에 많이 이용되고 있다. ITO 박막은 스프레이 열분해법, CVD, 전자 빔 증착법, 스퍼터링법 등에 의하여 주로 제작되고 있으나 고가의 장비 등의 사용으로 대면적의 전극재료에 많은 제약을 받고 있다.⁽¹⁾ Sol-gel법은 기판의 형상이나 크기의 제한이 적고 저가의 제조공정으로 박막을 제작할 수 있는 장점이 있어서 이를 이용한 연구가 많이 이루어지고 있다.⁽²⁾ 본 연구에서는 spin coating법을 이용하여 ITO박막을 제작하여 전기적, 광학적, 구조적인 특성을 조사하였다.

먼저 출발물질인 질산인듐($\text{In}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 99.9%, KANTO CHEMICAL)과 염화주석($\text{SnCl}_4 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ 99.9%, HIGH PURITY CHEMICALS)을 에탄올(99.9%, BAKER ANALYZED)용매에 넣어 콜로이드 입자를 석출한 후 100°C에서 24시간 건조하여 ITO 수화물분말을 제조하였다.⁽³⁾ 균일한 박막을 형성하기 위해서 알코올, 증류수 및 몇 가지 첨가제에 분산시켜 안정된 졸을 제조하였으며 기판은 slide glass로 아세톤, 알코올, 증류수로 세척하여 준비하였다. 또한 spinning 속도를 300~3000 rpm으로 조절하여 원하는 두께의 wet film을 코팅한 후 150°C에서 10분간 drying oven에서 건조하였다. 박막의 열처리온도는 250°C~600°C의 온도범위에서 20~80 min동안 실시하였다.

형성된 박막의 전도성을 측정하기 위해 four point probe를 이용하여 측정하였고, XRD를 사용하여 ITO 박막의 결정상태를 분석하였다. 또한 FE-SEM을 사용하여 박막의 두께와 표면상태를 관찰하였으며 분광광도계를 이용해 박막의 투과율을 확인하였다.

Fig.1은 제조된 ITO 분말의 TG/DTA 결과를 나타낸 것이다. DTA곡선에서 300~350°C부근에서 나타난 2개의 발열피크 중에 첫 번째 피크는 유기물의 열분해, 두 번째 피크는 결정형성과 관련 있는 것으로 판단된다. TG곡선에서 350°C이상의 온도에서는 질량감소가 거의 없으므로 350°C 부근에서 결정이 형성됨을 알 수 있다. Fig.2은 500°C에서 열처리 한 ITO 분말의 회절패턴을 나타내었으며, 결정성이 나타나 있음을 알 수 있다. Fig.3은 ITO박막의 열처리 온도에 따른 표면상태를 나타낸 것으로 열처리 온도가 증가할수록 표면이 조밀해지는 것을 확인할 수 있다. 이 같은 현상은 남아있는 입자간의 유기물이 증발하면서 입자간의 기공이 소멸하여 박막이 치밀해진 것으로 판단된다. Fig.4은 열처리시간에 따른 투과율의 변화를 나타낸 것으로 열처리 시간이 60분까지 증가할수록 투과율이 증가하였으며 80분에서는 투과율이 다소 감소하였다. Fig.5는 열처리시간 변화에 따른 면저항을 측정한 것으로 열처리시간이 증가함에 따라 전도도가 향상되다가 60분 이후에서는 낮아지는 것을 보여준다. 500°C에서 1시간동안 열처리한 ITO 박막의 두께는 약 120nm

이며, 비저항은 $6 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 이며, 평균적으로 85%이상의 투과율을 나타내었다.

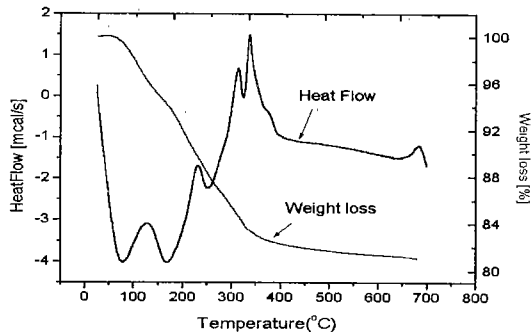


Fig.1 TG/DTA curves of ITO powder.

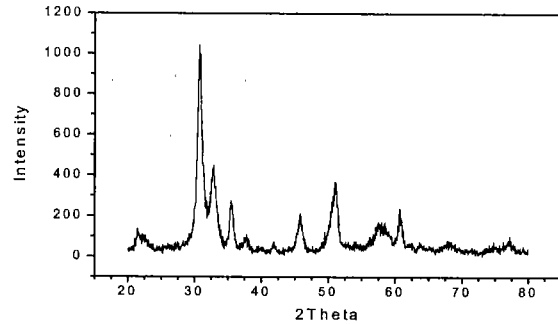
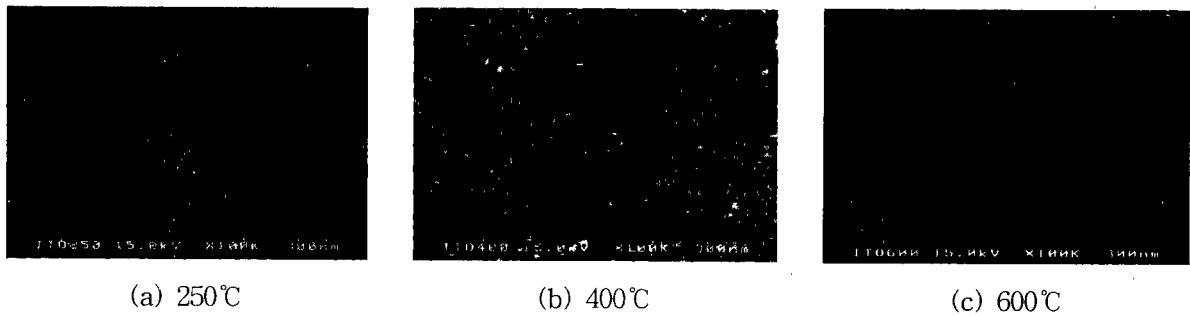


Fig.2 XRD patterns of ITO powder calcined at 500°C.



(a) 250°C

(b) 400°C

(c) 600°C

Fig.3 SEM images of ITO thin films with calcination temperature.

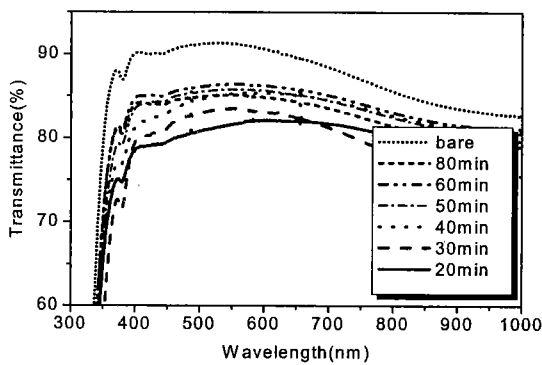


Fig.4 Transmittance of ITO thin films versus calcination time at 500°C.

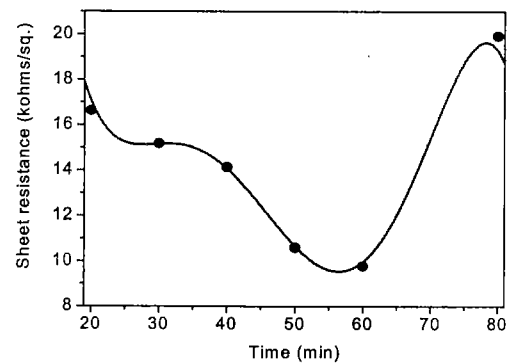


Fig.5 Variation of sheet resistance for ITO thin films as calcination time at 500°C.

Reference

- (1) S.R. Ramanan, "Dip coated ITO thin-films through sol-gel process using metal salts", Thin solid Films 389, 207-212 (2001).
- (2) M.J. Alam, D.C. Cameron, "Optical and electrical properties of transparent conductive ITO thin films deposited by sol-gel process", Thin solid Films 377-378, 455-459 (2000).
- (3) R.B. Heslop and K. Jones, *inorganic Chemistry* (Elsevier Scientific publishing Company, Amsterdam, 1976).