

분말 타겟을 이용하여 제조한 ITO 박막의 물성에 미치는 기판온도 및 열처리 효과

Effects of the substrate temperature and heat treatment on properties of ITO films deposited with powdery target

이재형\*, 박용관 (성균관대학교)  
신재혁, 신성호, 박광자 (기술표준원)  
이주성 (한양대학교)

1. 서 론

ITO(Indium-Tin-Oxide)는 n-type 전도 특성을 갖는 산화물 반도체로서 가시광 영역에서의 높은 광투과율 및 낮은 전기 비저항을 나타내기 때문에 태양전지, 액정디스플레이(liquid crystal display), 터치스크린(touch screen) 등의 투명전극 재료, 전계발광(electroluminescent) 소자, 표면발열체, 열반사 재료 등 다양한 분야에 응용되고 있다.<sup>1,2)</sup>

한편, ITO의 경우 산화물 자체가 전류를 통하기 때문에 스퍼터링 타겟으로 사용이 가능하다. 산화물을 타겟으로 사용할 경우 In-Sn 합금을 타겟으로 사용할 경우와는 달리 별도의 산소 공급이 필요하지 않고 재현성이 우수한 물성을 얻을 수 있는 장점이 있다. 그러나 합금 타겟에 비해 취급상의 주의가 요구되며, 지나치게 sputtering power가 높을 경우 타겟이 파괴되는 현상이 발생할 수 있으므로 실험 도중 많은 주의가 요구된다. 또한 ITO와 같이 타겟 가격이 비싼 경우 타겟 이용의 효율성은 박막 제조 비용 측면에서 매우 중요하게 된다. 일반적으로 스퍼터링 타겟의 국부적인 소모로 인해 이용 효율은 보통 20% 이하이다<sup>3)</sup>. 따라서 타겟 이용 효율의 향상은 박막의 제조 비용을 감소시키고, 타겟 교환에 소비되는 시간을 줄여주게 된다.

본 연구에서는 타겟 제작에 드는 비용을 줄이고, 타겟 이용의 효율성을 높이기 위해 기존의 세라믹 타겟 대신 분말 타겟을 사용하여 유리 기판 상에 ITO 박막을 DC magnetron sputtering법에 의해 제조하고, 기판온도 및 열처리온도에 따른 ITO 박막 물성을 조사하였다.

2. 실험방법

분말 타겟을 이용한 ITO 박막 제조를 위해 본 연구에서는 DC magnetron sputtering 장비를 사용하였다. 타겟으로는 ITO( $\text{In}_2\text{O}_3+10\text{wt}\% \text{SnO}_2$ ) powder를 2 inch의 copper holder에 넣고 약간의 압력으로 press하여 사용하였다. ITO 박막을 증착할 기판으로 유

리 기판을 아세톤, 메탄올 순으로 20분간 초음파 세척하고, D. I. water로 rinse한 후 질소 gun으로 물기를 제거하여 사용하였다. 시편 제조를 위해 먼저 chamber 안을 mechanical pump와 turbo pump를 이용하여  $10^{-6}$ Torr 이하로 배기한 후 argon gas를 주입하여 5.8 mTorr의 압력을 유지시킨 상태에서 10 Watt의 sputtering power로 시편을 제조하였다. 이때 기판온도는 상온~450 °C의 범위로 변화시켰다. 또한 열처리에 따른 박막 물성 변화를 조사하기 위해 시편을 공기 중에서 100~500 °C의 온도로 1시간동안 열처리하였다.

### 3. 결과 요약

기판을 가열하지 않거나 낮은 기판온도에서 증착된 ITO 박막의 경우 (411)면 방향으로의 우선방위를 가지고 성장하지만 기판을 300°C 이상의 온도로 가열하면 우선성장 방위가 기판에 평행한 (222)면 방향으로 변화되며, 여러 면 방향으로 결정성장이 이루어짐을 알 수 있었다. 또한 기판을 가열하지 않고 증착한 ITO 박막의 재결정화에 필요한 최소의 열처리 온도는 200°C이며, 그 이상의 열처리온도는 ITO 박막의 결정구조에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

전기 비저항의 경우 기판온도 또는 열처리온도를 증가시키기에 따라 비저항은 감소하여 450°C의 기판온도 및 500°C의 열처리 온도에서 각각  $8.7 \times 10^{-4}$  Ω-cm,  $9.8 \times 10^{-4}$  Ω-cm로 최소값을 나타내었다. 특히, 200°C의 열처리 온도에서 ITO 박막의 재결정화에 의한 우선성장 방위의 변화로 인해 비저항은 급격히 감소함을 관찰할 수 있었다.

ITO 박막의 가시광 영역에서의 투과율은 기판을 가열한 경우 가열하지 않은 시편보다 향상되어 약 80%의 투과율을 나타내었다. 한편, 200°C의 온도로 열처리함에 따라 박막의 우선성장 방위의 변화로 인해 투과율은 크게 향상되어 흡수단 이상의 파장영역에서 90% 이상의 투과율을 나타내었으나 그 이상의 열처리 온도에서는 큰 변화를 나타내지 않았다.

ITO 박막의 IR 영역에서의 반사율은 sputtering power 및 pressure가 증가할수록 낮은 캐리어 농도와 이동도 곱으로 인해 감소함을 알 수 있었다. 또한 기판온도를 증가시키기에 따라 반사율은 크게 향상되었다.

### 참고문헌

1. Bi-Shiou Chiou, Shu-Ta Hsieh, and Wen-Fa Wu, J. Am. Ceram. Soc., 77 (1994), p.1740-1744
2. A. K. Kulkarni, K. H. Schulz, T. S. Lim, M. Khan, Thin Solid Films, 308-309 (1997), p.1-7
3. Y. K. Yang, Surf. Coat. Techol., 37 (1989), p.315