

[II-16] 열처리에 따른 ITO 박막의 전기적 광학적 특성

이재형, 박용관, 신재혁,* 신성호,* 박광자,* 이주성**
성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부, *기술표준원, **한양대학교

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.^{1,2)}

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, 열처리 온도 및 열처리 분위기에 따른 ITO 박막의 전기적 광학적 특성을 조사하였다.

열처리 온도가 100°C 이하인 경우 열처리하지 않은 시편과 동일하게 In₂O₃의 (411)면에 해당하는 peak가 관찰되었다. 그러나 200°C의 온도로 열처리 할 경우 (411)면 peak의 세기는 상대적으로 감소하고 대신 이전에 나타나지 않았던 (222)면에 대응하는 peak 세기가 현저하게 증가함을 알 수 있다. 이것은 ITO 박막의 결정성장이 열처리 전 (411)면 방향으로 이루어지나 200°C의 온도로 열처리 후 재결정화에 의해 (222)면 방향으로의 우선방위를 갖고 성장함을 의미한다. 또한 주로 높은 기판온도에서 관찰되었던 (211), (400), (411), (440), (622)면 등에 해당하는 peak가 나타남을 볼 수 있었다. 열처리 온도를 300°C로 증가시킴에 따라 결정구조에는 큰 변화 없이 (222)면 peak 세기가 증가하였다. 한편 열처리 온도를 더욱 증가시킴에 따라 (222)면 peak 세기가 상대적으로 조금 감소할 뿐 XRD회절 결과에는 큰 변화를 관찰할 수 없었다. 이러한 결과로부터 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. 열처리 전 비저항은 $1.1 \times 10^1 \Omega\text{-cm}$ 의 값을 가지나 100°C의 온도로 열처리에 따라 $9.8 \times 10^2 \Omega\text{-cm}$ 로 약간 감소하였다. 열처리 온도를 200°C로 높임에 따라 비저항은 급격히 감소하여 $1.7 \times 10^3 \Omega\text{-cm}$ 의 값을 나타내었다. 이러한 비저항의 급격한 감소는 열처리에 의한 ITO 박막의 우선성장 방위의 변화 때문으로 생각된다. 열처리 온도를 더욱 증가시킴에 따라 200°C의 경우처럼 큰 비저항의 변화는 관찰되지 않았으나 점차 감소하는 경향을 보였으며, 500°C의 열처리 온도에서 $9.1 \times 10^4 \Omega\text{-cm}$ 의 최소값을 나타내었다. 열처리 온도가 100°C인 경우 가시광 영역에서의 광투과율은 열처리하지 않은 시편과 비교해 볼 때 약간 증가하였다. 열처리 온도를 200°C로 증가시킴에 따라 투과율은 크게 향상되어 흡수단 이상의 파장영역에서 90% 이상의 투과율을 나타내었다. 이러한 광투과율의 향상은 앞서 증착된 ITO 박막이 열처리 중 재결정화에 의해 우선 성장 방위가 (411)면 방향에서 (222)면 방향으로 변화되었기 때문으로 생각된다. 그러나 열처리 온도를 200°C 이상으로 증가시켜도 광투과율은 큰 변화를 나타내지 않았다.

[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