

질소, 산소, 아르곤 플라즈마와 자외선에 의하여 표면 처리한 ITO의 특성
Characteristics of ITO with surface treatment by N₂, O₂, Ar Plasma and UV

배경태^{a*}, 정선영^a, 강성호^a, 김현기^a, 김병진^a, 주성후^a
^a대진대학교 신소재공학과(E-mail:sunghooju@daejin.ac.kr)

초 록 : 디스플레이는 다수의 가로 전극과 세로 전극으로 구성되고, 전극에 신호를 주어 동작하도록 하는 원리이다. 이 디스플레이에는 전기가 통하고 투명한 전극이 필수적으로 사용되고 있고, 대표적인 투명 전극으로 ITO (Indium Tin Oxide)가 있다. ITO 박막은 In₂O₃에 Sn을 첨가하여 Sn⁴⁺ 이온이 In³⁺ 이온을 치환하고 이 과정에서 잉여 전자가 전기전도에 기여하는 구조이다. ITO 박막은 표면 처리 방법에 따라 표면 상태가 크게 변화한다. 플라즈마를 이용한 표면 처리는 환경오염이 적으며 강도, 탄성률 등과 같은 재료의 기계적 특성을 변화시키지 않으면서 표면 특성만을 변화시킬 수 있는 방법으로 알려져 있다[1]. UV (Ultraviolet)를 조사한 표면처리는 ITO 표면의 탄소를 제거하고, 표면 쌍극자를 형성하며, 표면의 조성을 변화시킬 수 있으며, 페르미 에너지 준위를 이동시킬 수 있어 ITO의 일함수를 증가시킬 수 있다[2]. ITO에 대한 다양한 연구가 수행되었음에도 불구하고 보다 다양한 관점에서의 연구가 지속될 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 다양한 조건으로 표면 처리한 ITO 표면의 일함수, 면저항, 표면 형상, 평탄도, 접촉각 등에 대해 알아보려고 한다.

세정한 ITO, 세정 후 UV 처리한 ITO (UV 처리 시간 2분, 4분 6분, 8분), 세정 후 N₂, O₂, Ar의 공정 가스를 사용하여 Plasma 처리한 ITO로 표면 처리 조건을 변화하였다. 표면 처리한 ITO의 특성은 Kelvin Probe를 이용한 일함수, 물방울 형상의 각도를 측정된 접촉각, AFM (Atomic Force Microscope)을 이용한 평탄도, 가시광선 (380~780 nm) 파장에 대한 투과도와 면저항을 측정하였다. 접촉각은 세정한 ITO의 경우 45.5° 에서 세정 후 UV를 조사한 ITO의 경우 UV 8분 조사 시 27.86° 로 감소하였고, N₂, O₂, Ar 가스를 사용하여 Plasma 처리한 ITO는 모두 10° 미만을 나타내었다. 플라즈마 처리에 의하여 접촉각이 현저하게 개선되었다. ITO의 면저항은 표면 처리 조건에 따라 9.620 ~ 9.903 Ω/□로 그 차이가 매우 적어 표면처리에 의하여 면저항의 변화는 없는 것으로 판단된다. 가시광선 영역에서의 투과도는 공정 조건에 따라 87.59 ~ 89.39%로 그 차이가 적어 표면처리에 의한 변화를 나타내지는 않은 것으로 판단된다. 표면 처리 조건에 따른 평탄도 R_{rms}는 세정한 ITO의 경우 4.501 nm로부터 UV 2, 4, 6, 8분 처리한 경우 2.797, 2.659, 2.538, 2.584 nm로 평탄도가 개선되었다. N₂, O₂, Ar 가스를 사용하여 플라즈마 처리한 ITO의 경우 평탄도 R_{rms}는 2.49, 4.715, 4.176 nm로 사용한 가스의 종류에 따라 다른 경향을 나타내었다. 표면 처리 조건에 따른 평탄도 R_a는 세정한 ITO의 경우 3.521 nm로부터 UV 2, 4, 6, 8분 처리한 경우 1.858, 1.967, 1.896, 1.942 nm를, N₂, O₂, Ar 가스를 사용하여 플라즈마 처리한 ITO의 경우는 1.744, 3.206, 3.251 nm로 평탄도 R_{rms}와 유사한 경향을 나타내었다.

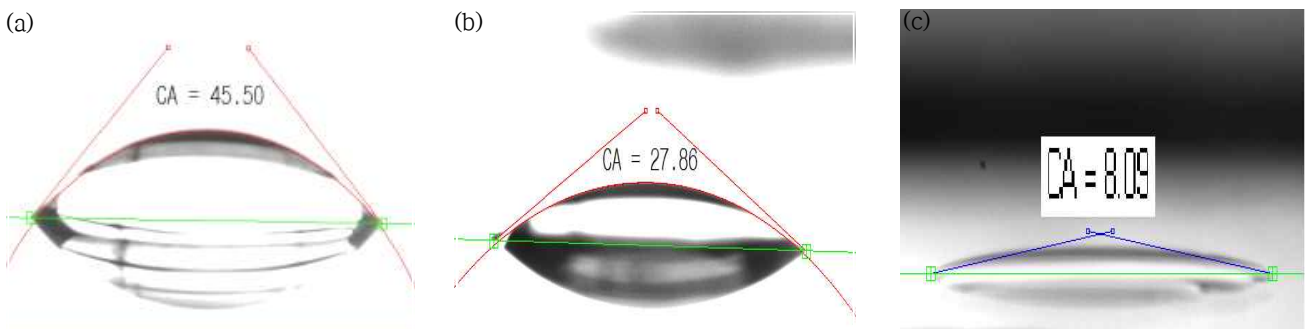


Fig. Contact angle of ITO (a) wet cleaning, (b) uv treatment during 8 minutes (c) O₂ plasma treatment.

[1] Ki-Sung Yang, Byoung-Sang Kim, Doo-Seok Kim, Hoon-Kyn Shin, Young-Soo Kwon, “A Study on Electrical • Optical Properties of Organic Light Emitting Diode by Oxygen Plasma Surface Treatment of Indium-Tin Oxide Substrates”, Trans. KIEE. 54C (2005) 8-12.

[2] Byoung-Sang Kim, Dong-Eun Kim, Yoon-Ki Jang, Nam-Suk Lee, Oh-Kwan Kwon and Young-Soo Kwon, “ UV-Ozone Surface Treatment of Indium-Tin-Oxide in Organic Light Emitting Diodes”, Journal of the Korean Physical Society, 50 (2007) 1858-1861.