

Preparation of ITO and Insulator Layer Using Shadow Mask Method

서인하, 이종호, 최범호

한국생산기술연구원 나노기술집적센터

유기 발광 다이오드(OLEDs) 자체 발광 소자로서 높은 시야각, 높은 효율, 그리고 빠른 응답속도 등의 장점을 가지고 있어 차세대 디스플레이 및 조명 소자로서 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 유기 발광 다이오드는 차세대 반도체 조명 소자로서 조명의 패러다임을 바꿀 수 있는 기술로 인식되고 있다. 하지만, 유기 발광 다이오드 조명의 상용화를 위해서는 가격 경쟁력을 갖추는 것이 시급하며, 이를 위해 저가 공정 개발이 필요하다. 본 연구에서는 유기 발광 다이오드 조명 제작에 필수적인 전면 전극 및 절연막 증착 공정을 기존의 노광 공정이 아닌 shadow mask 기술을 적용하여 형성하였다.

먼저 유리 기판 상에 150 nm 두께의 ITO 막을 shadow mask를 이용하여 증착하였다. 기존 공정에서는 노광 및 식각 공정을 이용하여 증착하는 것이 일반적이며, 광학적, 전기적 특성 또한 타 공정 방법에 비해 우수하다. 하지만 일련의 복잡한 공정으로 인해 제조 원가를 상승 시키는 단점이 있다. Fig. 1은 shadow mask를 이용하여 ITO를 증착을 수행한 공정의 모식도이다. ITO 박막 증착 후 표면 거칠기 제어 및 면저항 제어를 위해 O₂ plasma 처리와 RTA 공정을 추가 수행하였다. Fig. 2(a)는 플라즈마 처리 및 열처리 공정 수행 후에 측정된 표면 AFM 사진이다. 열처리 및 플라즈마 처리 후에 ITO 박막의 표면 거칠기는 10배 이상 향상되었으며, 이는 유기 발광 다이오드 조명 소자의 전면 투명 전극으로 사용되기에 적합한 값이다. 또한 전기적 특성 중 하나인 면저항 값은 열처리 및 플라즈마 처리 전/후의 값에서 많은 차이를 보인다. 표면 거칠기가 향상됨에 따라 면저항 값 역시 향상되는 결과를 보여주는데, 표면 처리 전후의 면저항 값은 각각 28.17, 13.18 Ω/□이다. 일반적으로 유기 발광 다이오드의 전면 투명 전극으로 사용되기 위해서는 15 Ω/□이하의 면저항 값이 필요한데, 표면 처리 후의 면저항 값들은 이로한 조건을 만족한다. Fig. 3은 shadow mask 기술을 이용하여 절연막까지 형성한 유기 발광 다이오드 소자의 전자 현미경 사진으로, 기존의 공정을 이용한 경우와 큰 차이는 없으며, 다만 shadow tail이 약 30 μm 정도 발생함을 확인할 수 있다. 절연막의 특성 평가 기준인 누설 전류 밀도는 10⁻⁵ A/cm²으로 기존의 공정을 이용한 경우에 비해 95% 수준으로서 shadow mask를 이용한 공정이 기존의 노광 및 식각 공정을 이용한 경우에 비해 공정 수는 9개가 단축됨에도 불구하고, 각 증착 박막의 특성에는 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

Keywords: 유기 발광 다이오드(Organic light-emitting diodes), 플라즈마, 누설전류(leakage current), 절연막(insulating layer)

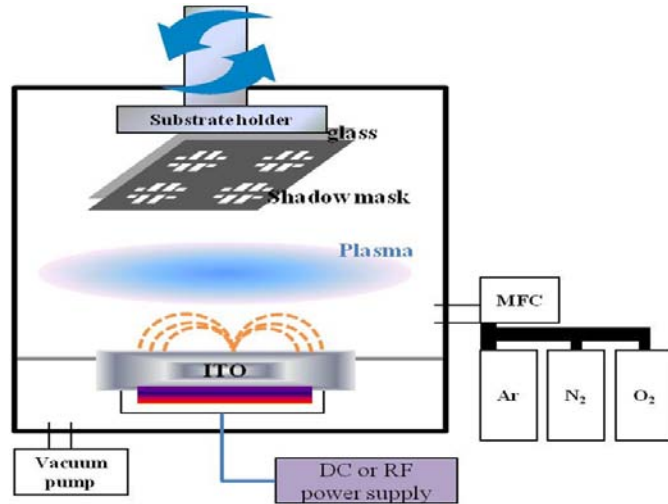


Fig. 1. Shadow mask를 이용하여 ITO 증착을 수행한 공정 모식도.

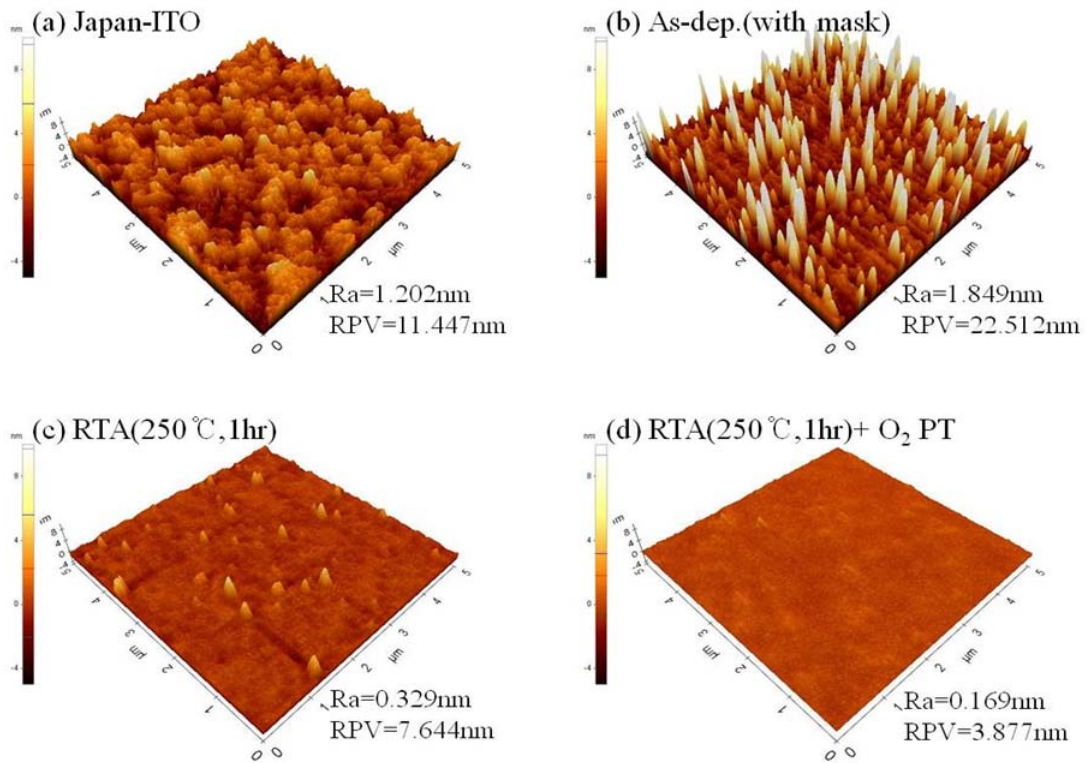


Fig. 2. ITO 박막의 개질 조건에 따른 3D AFM 이미지.

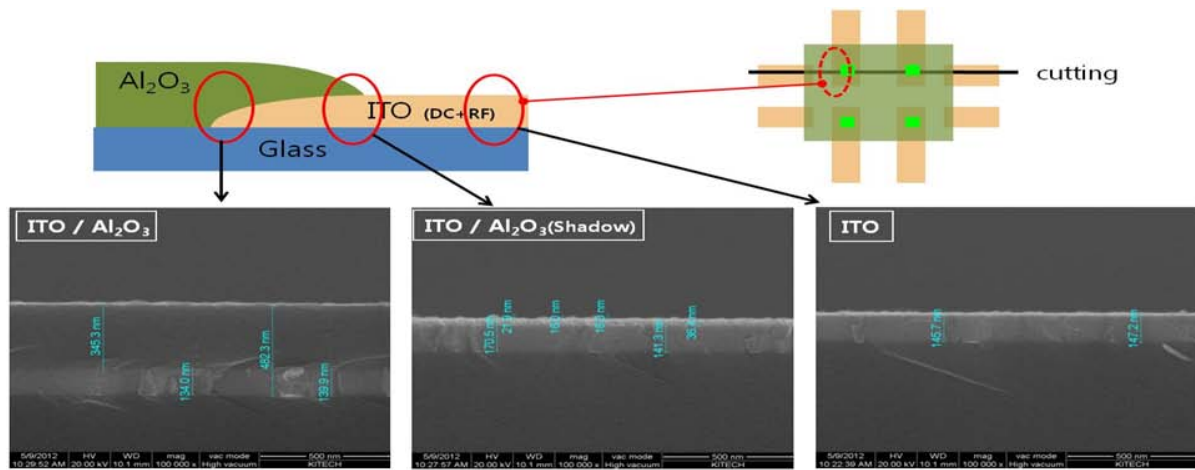


Fig. 3. Shadow mask 기술을 이용하여 절연막까지 형성한 박막의 전자 현미경 사진.