

ITO막의 두께 제어를 위한 투과율 측정

Transmittance measurement for thickness control of ITO layer

°박 정 규*, 이 무 영**

* 두원공과대학 공장자동화과(Tel : 81-031-670-7262; Fax : 81-031-670-7269 ; E-mail: parkjg@doowon.ac.kr)

** 두원공과대학 전자과(Tel : 81-031-670-7177; Fax : 81-031-670-7179 ; E-mail: mylee@doowon.ac.kr)

Abstract : A sensor system which can measure the transmittance of ITO(Indium Tin Oxide) layered glass is proposed. The sensor system includes a single wavelength laser beam source, photo diodes and electronic circuit processing sensor signal. The wavelength of laser is 543.5 nm, this is most sensitive wavelength to photopic and scotopic vision. We applied the sensor to measure transmittance of ITO layer on general manufacturing environment and verified the effectiveness of sensor through experimental measurement.

Keywords : single laser, optical sensor, transmittance measurement, ITO layer, photopic vision

1. 서론

최근 첨단 정보기기의 발달에 따라서 전달된 정보를 시각적으로 표현하기 위한 디스플레이 기기의 중요성이 인식되어 새로운 디스플레이 디바이스의 개발에 많은 연구 인력을 투입하고 있다. 디스플레이 기기의 여러 특성 중에서 화면의 밝기를 나타내는 휘도 및 휘도의 분포특성은 정보의 표현에 있어서 중요한 요소이며 특히 밝은 환경에서 저소비전력으로 정보를 표현하기 위해서는 휘도특성의 개선이 중요하다. 디스플레이 디바이스(display device)의 제조공정에는 정보를 나타내는 화면 쪽의 전극으로서 투과 도전막인 ITO(Indium Tin Oxide)라는 금속을 많이 사용하고 있다.

ITO 투과 도전막은 TFT-LCD(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), 태양전지 등의 제품 분야에서 전극의 배선용으로 많이 사용되고 있으며 또한 적외선의 반사막으로서도 사용되고 있다[1],[2]. 디스플레이의 투명전극으로 사용되는 ITO박막은 주로 스펀터링장치를 사용하여 유리기판에 ITO금속을 성막하며 박막 형성을 위한 성막조건으로서 유리기판의 온도를 $100\text{ }[\text{^{\circ}C}]$ ~ $300\text{ }[\text{^{\circ}C}]$ 의 사이에서 적당한 온도조건을 설정하고 진공도, Ar 가스량 및 산소량을 조정하여 박막을 형성한다[3]. 유기금속분해법에 의한 ITO 박막의 형성공정은 스핀 코터의 회전 속도와 소성온도에 의해 막질이 결정되는데 양호한 투과율을 나타내기 위하여는 $600\text{ }[\text{^{\circ}C}]$ 이상의 고온으로 소성할 필요가 있다[4].

따라서 ITO박막을 디스플레이용 투명전극으로 이용하기 위해서는 균일한 전기적 특성과 광투과율을 가지도록 양산라인에서 품질을 관리할 필요가 있다. 양산라인에서의 품질관리는 일정한 환경조건이 제어되는 상황 하에서 시편을 사용하여 각 파장대역에 따른 투과율 및 ITO박막의 두께를 측정하는 샘플검사를 하고 있다. 균일한 제품을 생산하기 위해서는 전수검사를 하여야 하나 투과율 측정센서의 제작조건 때문에 전수검사를 할 수가 없다. 또한 투명전극을 사용한 디스플레이의 제품은 환경이 제어되는 상황에서 정보를 표현하는 것이 아니라 일반적인 환경(낮,밤) 하에서 사람에게 정보를 표현하고 있으므로 주간시력(550 nm) 및 야간시력(510 nm)과 밀접한 관계가 있는 파장대역을 가진 센서를 사용하여 일반적인 환경 하에서 투과율을 측정하여 ITO박막의 투과율을 관리할 필요가 있다.

본 연구에서는 유리기판 위에 ITO박막을 형성하는 양산라인에서 광투과율을 측정하여 ITO박막의 두께를 관리할 수 있도록 센서의 적용환경을 설정하여 광학식 투과율 측정센서를 개발한다. 사람

의 눈으로 감지하기 위한 빛의 파장대역으로서 주간에 최대감도를 나타내는 주간시력은 550 nm ~ 560 nm 이고 야간에 최대감도를 나타내는 야간시력은 510 nm 이다. 이 외의 파장대역에서는 동일한 파워를 가지고 빛을 발광하더라도 사람은 어둡게 감지를하게 된다[5]. 주간시력과 야간시력에 대한 최대감도를 고려하여 543.5 nm의 단파장을 가진 레이저를 사용한다. 단파장의 레이저는 사용환경에 있어서 발생하는 형광등의 빛에 의한 가시광선의 영향을 감소시키는 이점이 있다. 단파장의 레이저를 가진 광학식 투과율 측정센서를 사용하여 1.1 nm의 얇은 유리판 위에 두께가 50 nm인 ITO박막이 형성되어 있는 시편을 사용하여 광투과율을 측정하는 실험을 통하여 센서의 유효성을 검증한다.

2. 투과율 측정센서

스피터링장치는 금속의 박막을 형성하기 위하여 많이 사용되는 장비로서 고온상태의 진공 중에서 박막을 형성한다. ITO박막을 형성하는 생산환경은 형광등 조명을 사용하고 ITO박막 형성 후의 유리기판의 표면온도는 약 $100\text{ }[\text{^{\circ}C}]$ 이상의 고온을 가지고 있다. 고온으로 가열된 유리기판은 실온에 노출되면서 서서히 냉각된다. ITO박막을 성막한 다음 공정에서 ITO박막의 광투과율을 측정하기 위해서는 형광등 조명과 표면온도가 약 $80\text{ }[\text{^{\circ}C}]$ 정도인 얇은 유리기판의 투과율을 측정하도록 센서의 적용 환경을 설정하여야 한다.

그림 1은 광투과율을 측정할 수 있는 광학식 센서의 개념도를 나타낸다. 형광등 및 태양광에 의한 가시광선의 영향을 최소화하기 위하여 543.5 nm의 단파장을 가진 레이저를 광원으로 채용하였다. 광원(laser source)에서 발사되는 레이저는 광로 변경을 위한 반사미러(reflect mirror)에 의해 반사되어 ITO금속이 형성되어 있는 유리기판 위에 조사된다. 유리기판의 하부에는 가시광선의 유입을 최소화할 수 있도록 펀홀(pin hole)을 형성하여 레이저빔이 통과하도록 구성한다. 펀홀을 통과한 레이저빔은 유리기판의 하부에 고정되어 있는 센서 헤드(sensor head)에 일정한 광세기로 조사된다. 센서 헤드에는 광세기를 전류로 변환하는 포토다이오드(photo diode)를 사용하였다. ITO박막의 두께에 따라 광세기가 변화하므로 포토다이오드는 두께의 변화에 따른 전류를 검출한다. 포토다이오드에 의해 검출된 전류값은 투과율을 나타내는 백분율[%]로 검출한다. ITO박막의 표면에 먼지와 같은 이물질이 있을 경우에는 난반사가 일어나서 투과율에 영향을 미치므로 실제 측정할