

# 분광타원계측법을 이용한 유기발광디스플레이용 박막의 광물성 측정

## Determination of Optical Properties of Thin Films for Organic Light Emitting Display using spectroscopic ellipsometry

조용재, 김현중, 이정익\*, 제갈원, 조현모, 이윤우, 오지영\*, 추혜용\*  
한국표준과학연구원 광기술표준부, \*한국전자통신연구원 기반기술연구소  
yjcho@kriss.re.kr

유기발광디스플레이(Organic Light Emitting Display; OLED) 소자에서 발광층으로 사용중인 유기 소재인 Alq3[tris-(8-hydro-xyquinoline) aluminium]의 광학 및 구조적 특성, 즉 복소유전함수(complex dielectric function), 표면 거칠기, 박막두께, 에너지 갭 등을 ellipsometry를 사용하여 얻는 방법을 소개하고자 한다.

유기발광디스플레이는 1963년 anthracene 단결정으로부터 유기발광현상, 즉 유기물 단분자 또는 고분자 박막에 전자와 정공의 주입으로 형성된 여기자로부터 특정한 파장의 빛을 방출하는 현상이 발견된 후, 1987년 효율과 안정성이 개선된 이중층 구조 유기발광소자의 발견을 계기로 현재 가장 각광받는 차세대 디스플레이가 되었다. 현재, 효율과 안정성이 높은 유기 발광 디스플레이의 개발을 목표로, full color화를 위한 색순도 높은 red, green, blue 발광(형광)물질 개발과 성능을 향상시키기 위한 공정기술의 최적화에 대한 연구들이 주로 진행되고 있다.<sup>[1-2]</sup>

OLED는 기본적으로 정공 관련층, 전자 관련층 그리고 발광층(emission layer)의 다층 박막구조로 되어 있다. 정공관련 층에는 정공주입층(hole injection layer; HIL)과 정공 운송층(hole transfer layer; HTL)이 있으며, 전자 관련 층에는 전자주입층(electron injection layer; EIL)과 전자운송층(electron transfer layer; ETL)이 있다. 이와 같이 OLED의 각 박막층에서 사용되는 유기물질의 유전함수 또는 굴절률의 분산특성에 대한 실험 데이터는 발광파장의 결정 및 효율적인 소자설계 등에 반드시 필요하다. 특히, 녹색 발광층으로 사용되는 Alq3의 경우에는 효율을 높이기 위해 quinacridone류와 같은 양자 효율이 높은 물질을 도핑하여 사용하고 있다. 본 연구에서는 표1에서처럼 300 nm 두께의 SiO<sub>2</sub> 박막이 성장된 실리콘 웨이퍼를 기판으로 사용하였고, 그 위에 40~50 nm 두께의 Alq3 박막이 성장된 시료 3개를 준비하였다.

측정장비는 타원계측기(ellipsometer)인 VUV SE(VU-302, J.A. Woollam Co. Inc.)를 사용하였다. 측정 조건으로써 빛 에너지의 분광영역은 OLED분야의 관심영역이 주로 가시광선 영역이므로 1.5 eV에서 6.0 eV 까지로 선택하였고, 유전함수의 분산특성이 파장에 따라서 급격히 변화될 것으로 예상되었기 때문에 0.02 eV 간격으로 세밀하게 측정하였다. 유전함수 또는 굴절률의 분산특성을 얻는 것이 목적이므로 그 신뢰성을 높이기 위해서 65도, 70도, 75도의 세 개의 입사각에서 측정하는 가변 입사각 측정법을 사용하였다. 일반적으로 유기박막은 자외선에 의해서 쉽게 손상 또는 변질이 되는 것으로 잘 알려져 있으므로

로 먼저 1.5 eV~3.5 eV의 적외선 및 가시광선 영역에서 측정을 한 후에 1.5 eV~6.0 eV의 자외선 영역을 포함한 측정을 하였고 그 뒤에 1.5 eV~3.5 eV의 영역에서 다시 측정을 한 후에 세 개의 측정값들을 비교한 결과 1.5 eV~6.0 eV 영역의 측정에서 자외선이 박막시료에 영향을 주지 않았음을 확인하였다.

타원계측 매개변수(ellipsometric parameters:  $\Psi$ ,  $\Delta$ )의 측정 데이터로부터 Alq3 박막의 유사 유전함수(pseudo dielectric function)를 얻기 위해서 먼저 기관으로 사용된 시료에 대한  $\Psi$ 와  $\Delta$ 의 측정값으로부터 SiO<sub>2</sub> 박막의 두께를 분석하였더니 313.4 nm로 주어졌다. 따라서 분석에서는 SiO<sub>2</sub> 박막의 두께를 313.4 nm로 고정하였고, SiO<sub>2</sub> 및 c-Si 웨이퍼의 복소 유전함수 스펙트럼의 값들은 이미 잘 알려진 문헌의 값들을 사용하였다. 먼저 Alq3 박막의 유전함수는 3개의 generalized Tauc-Lorentz oscillator<sup>[3]</sup>들을 사용하여 기술되었고 자외선 영역의 분석을 향상시키기 위해 표면 거칠기층을 도입하였다. 표면 거칠기층은 Alq3와 공기가 각각 50:50의 부피비율로 섞여있다고 가정하였고 유전함수 계산에는 Bruggeman effective medium approximation<sup>[4]</sup>을 사용하였다. 그러므로 분석에서의 미지의 변수는 3개의 generalized Tauc-Lorentz oscillator에서 13개 그리고 Alq3 박막두께와 거칠기층 두께로 총 15개이었다. 이와 같은 분산함수를 사용한 분석에서 얻어진 두께결과는 표1에 요약하였다. Alq3 박막의 유사 유전함수는 위에서 얻어진 박막과 표면 거칠기층의 두께를 고정하고 각 파장에서의 측정된  $\Psi$ 와  $\Delta$ 로부터 직접 계산하는 역방기술<sup>[4]</sup>(inversion technique)을 사용하여 그림2와 같이 얻었다.

표1 분산함수를 사용한 분석으로부터 얻어진 각층의 박막두께

시료명	SiO <sub>2</sub> 박막두께(nm)	Alq3 박막두께(nm)	표면 거칠기층 두께(nm)
Alq3-1	313.4	55.6	2.0
Alq3-2	313.4	44.4	1.0
Alq3-3	313.4	57.3	2.8

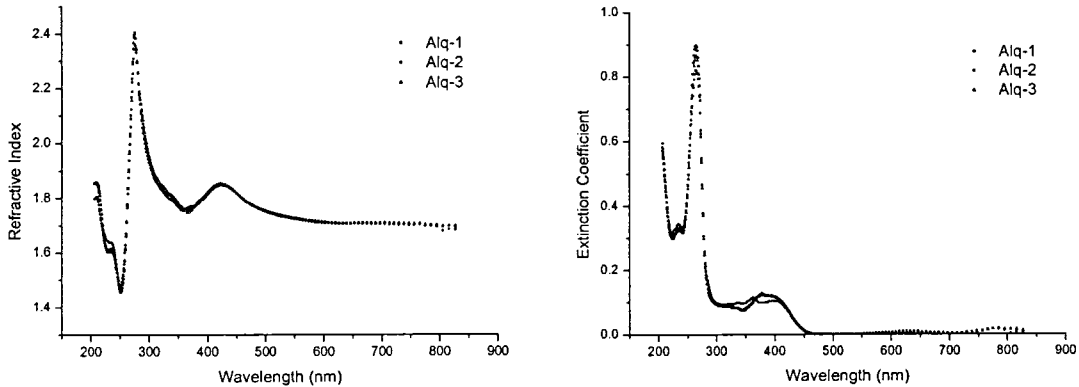


그림1. Alq3 박막에 대하여 역방기술을 사용하여 분광 타원계측 매개변수(ellipsometric parameters:  $\Psi$ ,  $\Delta$ ) 스펙트럼에서 직접 계산한 유사 유전함수 결과값

[참고문헌]

1. B. Y. Jung, N. Y. Kim, C. Lee, C. K. Hwangbo, and C. Seoul, Appl. Opt. **41**, 3312 (2002).
2. S. Y. Kim, S. Y. Ryu, J. M. Choi, S. J. Kang, S. P. Park, S. Im, C. N. Whang, and D. S. Choi, Thin Solid Films **398-399**, 78 (2001).
3. Y. J. Cho and N. V. Nguyen, unpublished.
4. 김상열, 타원법 (아주대학출판부, 수원, 2000).