

Alq3 박막의 광학특성과 전계 의존성

이청화*, 박대희
원광대학교 전기·전자공학부

Optical Characteristics and Electric Field Dependency of Alq3 Thin Film

Cheong-hak Lee*, Dae-hee Park
School of Electrical and Electronic engineering wonkwang university

Abstract - In this paper, organic thin film LED(light emitting diode) having ITO glass/Alq3/Al structure using an Alq3 was fabricated by the vacuum evaporation and the absorbance, wave length, I-V characteristics were investigated. Electroluminescence of green and wavelength of 510(nm) were observed in this device. We observed absorbance form 320(nm) to 430(nm) and knew unstability of Alq3 material as light emitting device.

tris(8-hydroxyquinoline), aluminum (Alq3)를 진공 증착법을 이용하여 소자를 제작하고 이 소자에서 Alq3의 광학 특성과 전계 의존성을 연구하였고, 이를 통하여 발광소자 제작에 많은 응용을 기대한다.

1. 서 론

2. 시료 및 실험방법

2.1 소자의 구조 및 시료

유기 전계 발광소자는 발광재료로서 이용되는 유기 재료의 선택에 따라서 용이하게 가시영역의 빛을 발광시킬 수 있다. 최근에는 고휘도, 고효율의 재료가 많이 개발되어져 많은 연구가 진행되고 있다. 또한 소자의 수명도 실용화에 가깝게 10,000시간을 넘는 소자가 제작되어지고 있다. 유기EL소자는 동작원리가 무기EL소자와 같이 전계에 의한 충돌여기를 이용하는 것이 아니고, 전류주입형인 것으로 유기발광다이오드라 할 수 있다.

소자의 제작은 발광층의 Alq3(Aldrich chem.Co)와 Al전극을 사용하였다. 발광층의 박막은 진공 증착법을 이용하여 ITO Glass/Alq3/Al의 구조로 제작하였다. 이때 Alq3는 150℃, 2.0×10⁻⁵torr에서 Al는 150℃, 1.8×10⁻⁵torr에서 각각 성장시켰고, 소자의 구조는 그림 1과 같다.

발광재료로 이용되고 있는 유기물질로서는 많은 재료가 있으나, 이들의 발광재료는 크게 2가지로 분류되어진다. 즉 색소분자라 하는 저분자와 도전성고분자라 불리는 π 공역계 고분자등으로 분류되어지고, 유기EL이라 부른다. 이와 같은 유기EL소자는 1987년에 Tang에 의해서 Alq3와 diamine유도체를 사용하여 10V이하에서 녹색 발광을 발표한 이후에 최근까지 활발한 연구가 진행되고 있다⁽¹⁾. 또한 유기 EL소자는 발광 특성이 전압에 대해 비 선형적이며, 제조공정이 단순하며, 필름상에 대면적 칼라 표시의 가능성이 좋다. 최근에 무기 반도체 LED를 능가하는 고분자가 개발되어져⁽²⁾⁽³⁾ 박막의 소자를 제작하여 발광에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 이에 관한 많은 연구가 주목되고 있으며, 일본(出光)에서는 이미 Color 유기EL소자가 double-heterostructure로 실용화되어져 있다.⁽⁴⁾

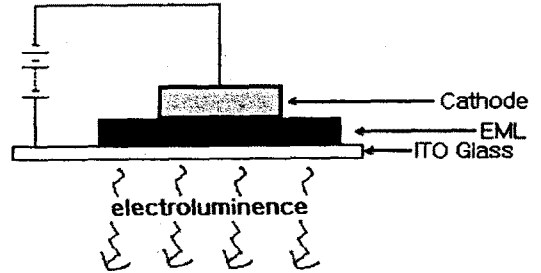


그림 1. 제작된 LED의 구조

본 연구에서는 박막 유기EL을 제작하기 위한 색소 분자의 단일구조 소자를 제작하고, 전계의존성과 광학적인 특성을 평가하고, double-heterostructure의 박막소자를 구현하고자 한다.

UV-Vis Absorbance 측정을 위해서는 Alq3를 클로로포름(CHCl3)에 용해시켜서 HP사의 8452A로 측정하였고, SEM(주사 전자 현미경) 촬영을 위해서는 유리기판 위에 Alq3만을 증착한 소자를 별도로 제작하여 측정하였다. 그 밖에 I-V특성은 자체 제작한 장치로 측정하였고, Light source color 측정은 발광소자에 8V를 인가한 후 PSI사의 DSRSA 2000 SYSTEM을 이용하여 측정하였다.

2.2 실험 결과

그림 2.는 제작된 발광소자의 I-V특성을 나타낸 것이다. 여기에서 소자의 전류/전압 특성이 Schottky 특성을 보임을 알 수 있다. 따라서 음극전극과 전자수송층의 계면은 Schottky contact를 이루고 있다고 할 수 있다. 그러므로 발광층과 음극전극 사이의 계

면에서 Schottky 방출의 전자수송이 지배적이라고 할 수 있다.⁽⁵⁾⁻⁽⁷⁾. 여기에서 쇼트키 방출의 전류식 계산을 통하여 $\ln I$ 와 $V^{(1/2)}$ 가 선형 관계를 가짐을 알 수 있다. 그림 3.은 발광소자의 $\ln I$ 와 $V^{(1/2)}$ 특성을 나타낸 것이다.

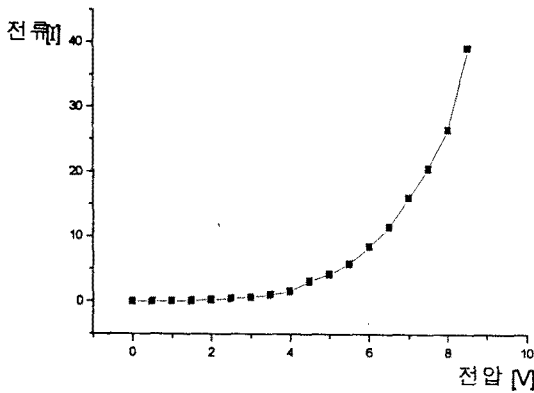


그림 2. Alq3의 I-V 특성

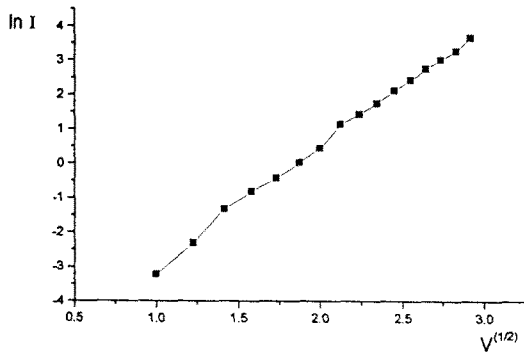


그림 3. Alq3의 $\ln I - V^{(1/2)}$ 특성

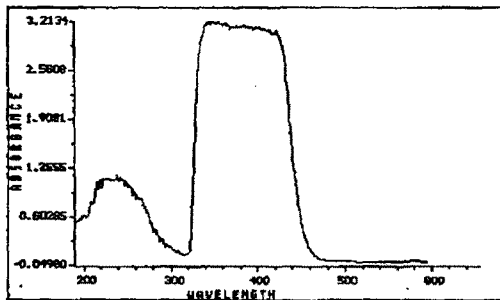


그림 4. Alq3의 Absorbance 측정

그림 4.는 UV-Vis Absorbance를 측정한 것이다. 여기에서 우리는 320[nm]파장에서 440[nm]파장까지의 Alq3 물질 고유의 Absorbance를 가진다는 것을 알 수 있다.

그림 5.는 LED소자에 8[V]의 전압을 인가 후 DARSA 2000으로 측정한 것으로 510[nm]이상의 파장에서 피크를 보이고 있다. 실제로 단일 층으로 제작한 이 발광소자의 빛의 강도는 매우 작았으나, 이 결과로 우리는 Alq3를 사용한 발광체가 녹색 계열의 발광을 한다는 것을 확인할 수 있었다.

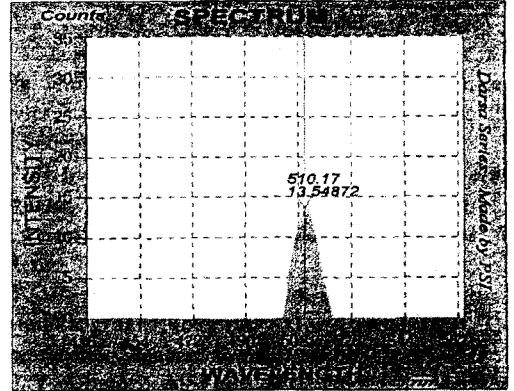


그림 5. Light source color of LED

그림 6(a).는 제작된 소자의 표면을 SEM으로 촬영한 것으로 Glass 기판 위에 Alq3 만을 진공 증착한 후 1,000배의 배율로 촬영한 것인데 표면이 매우 거친 것을 알 수 있으며, 곳곳에 Alq3 분자들의 뭉쳐있는 모습을 관찰할 수 있다. 따라서 이러한 dislocation이 발광체의 효율에 나쁜 영향을 주리라는 것을 예상할 수 있다.



그림 6(a). Alq3 표면(1,000배)

그림 6(b).는 ITO glass/Alq3/Al 의 구조로 제작된 소자를 8V의 전압을 인가하여 장시간 발광시킨 후 소자의 표면이 열화된 부분을 600배 배율로 소자의 파괴된 부분을 전체적으로 촬영한 것으로 전극으로 사용된 Al의 아래에 증착된 Alq3 분자들을 직접 관찰할 수 있다. 또 외각 선에서 벗겨진 Al을 쉽게 관찰할 수 있다.

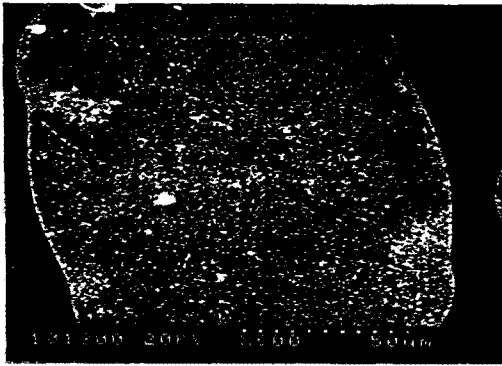


그림 6(b). 발광소자 표면이 열화된 모습(600배)

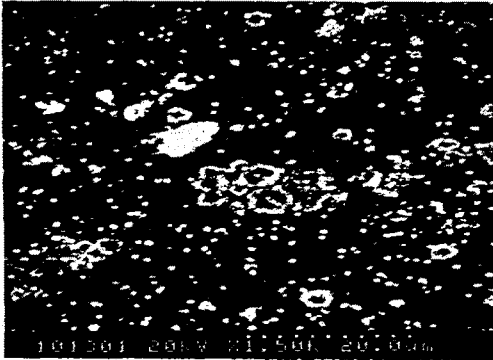


그림 6(c). 발광소자 표면이 열화된 모습(1,500배)

그림 6(c)는 그림 6(b)의 열화된 부분을 1,500 배의 배율로 확대하여 촬영한 사진이다. 이 사진으로 열화된 부분의 분자가 재배열된 모습을 좀더 명확히 알 수 있다.

3. 결과 및 토의

우리는 이 실험을 통하여 저분자 발광소자를 제작할 수 있었다. 발광체로 자주 쓰이는 Alq_3 가 4(V) 미만에서 turn-on된다는 것을 알 수 있었으며, 발광소자의 $\ln I$ 와 $V^{(1/2)}$ 가 선형관계에 있음을 알 수 있었다. 유기 박막 EL소자가 정류 특성을 보이는 이유는 발광소자의 에너지 밴드에 관계가 있다. 따라서 전하주입의 정류특성은 전극의 일함수가 낮을수록 전자의 전위장벽이 낮아져서 전자의 주입이 용이하여 발광 휘도가 증가하리라는 것을 알 수 있다. 그리고 제작된 소자는 510(nm)의 파장을 가지는 녹색의 발광을 한다는 것을 알 수 있었다. 그러나 Alq_3 는 저분자 물질로서 열안정성이 낮고 또한 전압을 걸어주었을 때 발광층 내의 Joule 열 발생에 의해 분자의 재배열에 의한 소자의 파괴 등으로 효율 면이나 지속적인 발광문제에서 단점을 지니고 있었다. 따라서 제조된 소자는 양자효율이 좋지 않아서 휘도가 낮고 소자의 불안정으로 인해 수명이 길지 못해 단일 물질로서는 발광소자로 적

합하지 못하다는 것을 알 수 있었다. 참고적으로 제작된 소자의 Life time는 24(hr) 내외였다.

[참 고 문 헌]

- [1] C. W. Tang and S. A. Vanslyke. "Organic electroluminescent diodes," Appl. Phys. Lett. Vol. 51, no. 12, pp. 913-915, 1987
- [2] J. Kido, K. Hongawa, M. Kohda, K. Nagai and K. Okuyama, "Molecularly doped polymers as a hole transport layer in organic electroluminescent device," Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 31, no. 7B, pp.960-962, 1992
- [3] J. Kido, M. Kohda, K. Okuyama and K. Nagai, "Organic electroluminescent device based on molecularly doped polymers," Appl. Phys. Lett. Vol. 61, no. 7, pp.761-763, 1992
- [4] M. Matsuura, M. Eida, M. Funahashi, K. Fukuoka, H. Tokailin, C. Hosokawa, "Color Organic EL Display" IDW97, pp.581-584, 1997
- [5] Y. Ohmori, A. Fujii, M. Uchida, C. Morishima and K. Yoshino, "Fabrication and characteristics of 8-hydroxyquinoline aluminum/aromatic diamine organic multiple quantum well and its use for electroluminescent diode," Appl. Phys. Lett. Vol. 62, no. 25, pp.3250-3252, 1993
- [6] C. Hosokawa, H. Higashi and T. Kusumoto, "Novel structure of organic electroluminescence cells with conjugated oligomers," Appl. Phys. Lett. Vol. 62, no. 25, pp.3238-3240, 1993
- [7] N. C. Greenham, S. C. Moratti, D. D. C. Bradley, R. H. Friend and A. B. Holmers, "Efficient light-emitting diodes based on polymers with high electron affinities," Nature, Vol. 365, no. 14, pp.628-630, 1993