

Alq₃ 박막의 전기전도와 발광특성

Electroluminescence Characteristics and Electrical Conduction of Alq₃ thin film

이청학* 유선규 이종찬 박대희
원광대학교 전기공학부

Cheong-hak Lee* Seon-kyu Ryu Jong-chan Lee Dae-hee Park
School of Electrical 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.

1. Introduction

최근의 평판 디스플레이 시장에서는 CRT(Cathod Ray Tube)의 한계로 인해 그 개선책으로 LCD(Liquid Crystal Display)가 많은 기기에 사용되고 있으며, 칼라 LCD는 노트북을 시작으로 요즈음 많은 진전을 보이고 있으나 편향판과 칼라필터의 투과형 표시를 위해 높은 휘도의 광원이 필요하고 전체 시스템의 전력소모가 많아질 뿐만 아니라 시야각이 좁아서 평판 표시 소자로서는 다소 문제점이 있다. 따라서 차세대 멀티미디어의 디스플레이 소자로서 ELD(Electroluminescence Display), PDP(Plasma Display Panel) 및 FED(Field Emission Display)등이 주목을 받고 있다. 특히 저전압 저전력에서 자체 발광 소자로서 시야각의 문제점을 해결할 수 있는 ELD는 이러한 요구에 적합하며 LCD의 백라이트 광원으로서도 사용될 수 있다. 특히 유기 EL소자는 1987년 C.W Tang이

단광성의 Alq₃와 diamine유도체를 사용하여 10V이하에서 녹색 발광을 보인 이후로 최근 까지 활발한 연구가 진행되고 있다^[1]. 그의 유기 EL소자는 발광 특성이 전압에 대해 비선형적이며, 제조공정이 단순하며, 필름상에 대면적 칼라 표시의 가능성이 좋다. 반면에 일반적으로 유기 소자는 무기 반도체 발광소자에 비해 아직까지는 수명이 짧고 발광효율이 적다는 단점이 있으나 최근에 무기 반도체 LED를 능가하는 고분자가 개발되기도 하였다^{[2][3][4]}. 그러나 본 실험에서는 유기 저분자 발광 물질로 아직도 많은 연구가 이루어지고 있는 tri(8-hydroxy quinoline), aluminum (Alq₃)를 진공 증착법을 이용하여 소자를 제작하고 이 소자에서의 Alq₃의 전기적, 광학적 특성을 연구하였고, 이를 통하여 발광소자 제작에 많은 응용을 기대한다.

2. Experimental

소자의 제작을 위하여 Alq₃는 Aldrich chem. co에서 구입하였고, 전극은 일함수가 4.2eV정도의 Al을 사용하였다. 소자는 진공 증착법을 이용하여 ITO Glass/Alq₃/Al의 구조로 제작하였다. 이때 alq₃는 150℃, 2.0×10⁻⁵torr에서 Al는 150℃, 1.8×10⁻⁵torr에서 각각 성장시켰다. 제작된 소자의 구조는 그림 1과 같다.

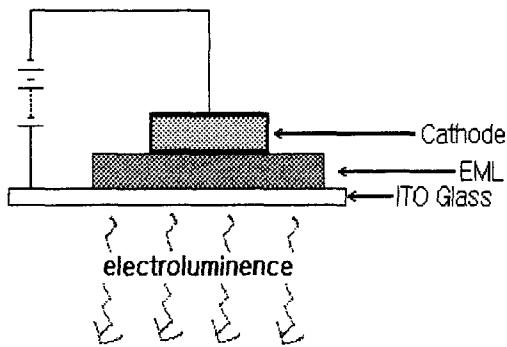


그림 1. Alq₃를 이용한 LED의 구조

UV-Vis Absorbance 측정을 위하여 Alq₃를 CHCl₃에 용해시켜서 HP 8452A로 측정하였고, SEM 측정을 위해서는 유리기판 위에 Alq₃만을 증착한 소자를 제작하였다. 그 밖에 I-V특성은 HP4145B로 측정하였고, Light source color 측정은 PSI사의 DSRSA 2000 SYSTEM을 이용하여 측정하였다.

3. Result and Discussion

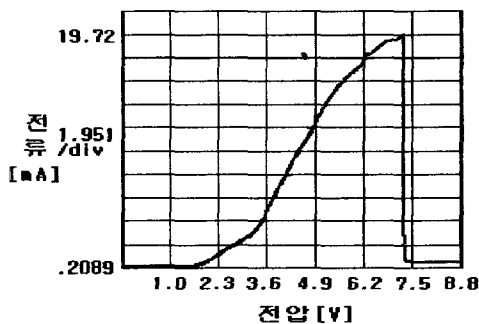


그림 2. Alq₃의 I-V 특성

음극전극과 전자 수송층의 계면은 쇼트키 접촉을 이루고 있기 때문에 발광층과 음극전극 사이의 계면에서 쇼트키 방출의 전자수송이 지배적이라고 할 수 있다^{[5]~[7]}. 따라서 그림 2. 와 같이 소자의 발광은 전류/전압 특성이 쇼트키 특성을 보임을 알 수 있으며, 간단한 계산을 통하여 $\ln I$ 와 $V^{(1/2)}$ 이 선형 관계를 가짐을 알 수 있다.

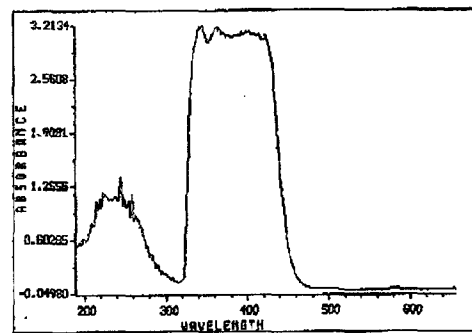


그림 3. Alq₃의 흡광도 측정

그림 3.은 UV-Vis Absorbance를 측정한 것이다. 이것으로 우리는 320[nm]에서 430[nm]까지의 Alq₃ 물질 고유의 흡광도를 가진다는 것을 알 수 있었다.

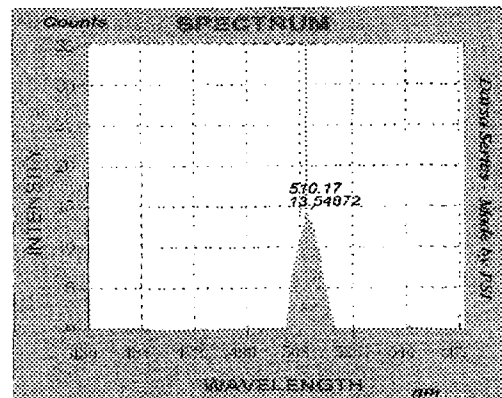


그림 4. Light source color of LED

그림 4.는 증착물질이 7[V]의 전압인가 시 DARSА 2000으로 측정한 것으로 510[nm]에서 녹색 발광을 하고 있음을 알 수 있다. 실제로 제작한 발광소자의 빛의 강도는 매우

작았으나, 이 결과로 우리는 Alq_3 를 사용한 발광체가 녹색의 발광을 한다는 것을 확인할 수 있었다.

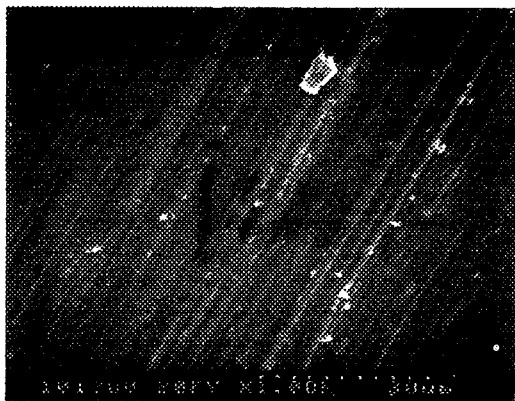


그림 5(a). Alq_3 표면 사진(1,000배)



그림 5(b) Al 표면이 파괴된 모습(2,500배)



그림 5(c). Al 표면이 파괴된 모습(300배)

그림 5(a)는 제작된 소자의 표면을 SEM으로 촬영한 것으로 Glass 기판 위에 Alq_3

만을 진공 증착한 후 1,000배의 배율로 촬영한 것인데 표면이 매우 거친 것을 알 수 있으며, 곳곳에 Alq_3 분자들의 뭉쳐있는 모습을 관찰할 수 있다. 그림 5(b)는 ITO glass/ Alq_3 /Al 의 구조로 제작된 소자를 장시간 발광시킨 후 소자의 표면이 파괴된 부분을 2,500배의 배율로 촬영한 사진이다. 이 부위는 전계 인가 시 새로이 생성되었다. 그림(c)는 300배 배율로 소자의 파괴된 부분을 전체적으로 촬영한 것으로 전극으로 사용된 Al의 아래에 증착된 Alq_3 분자들을 직접 관찰할 수 있다. 또 외각 선에서 벗겨진 Al을 쉽게 관찰할 수 있다. 아래 사진은 사각형을 1,200배로 확대한 것이다.

4. Conclusion

우리는 이 실험을 통하여 저분자 발광소자를 제작할 수 있었다. 발광체로 자주 쓰이는 Alq_3 가 2[V] 미안에서 turn-on된다는 것을 알 수 있었으며, 510[nm]의 파장을 가지는 녹색의 발광을 한다는 것을 알 수 있었다. 그러나 Alq_3 는 저분자 물질로서 열 안정성이 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 발광소자로서는 적합하지 못하다는 것을 알 수 있었다. 참고적으로 소자의 Life time는 24[hr] 내외였다.

References

- [1] C. W. Tang and S. A. Vanslyke. "Organic electroluminescent diodes," Appl. Phys. Lett. Vol. 51, no. 12, pp. 913-915, 1987
- [2] J. H. Burroughes, D. D. C. Bradley, A. R. Brown, R. N. Marks, K. Mackay, R. H. Friend, P. L. Burn, and A. B. Holmes Nature 347, 539 1990

- [3] 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
- [4] 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
- [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