

다층막 구조를 이용한 유기 EL소자의 제작과 특성에 관한 연구

이상윤^a, 김영관^b, 김정수^a

a 홍익대학교 전자전기공학부, b 홍익대학교 화학공학과

Preparation and Characteristics of Organic Electroluminescence Devices using Multilayer Structure with Carrier Transport Materials

Sang-youn Lee*, Young-kwan Kim**, Jung-soo Kim*

* School of Electronics & Electrical Eng., Hongik University

** Dept. of Chemical Eng. hongik University

Abstract - Electroluminescence(EL) devices based on organic thin layers have attracted lot of interests because of their possible application as large-area light-emitting display. One of the problems of such devices is lifetime of the cell, where the degradation of the cell is partially due to the crystallization of organic layers. In large part, this problem can be solved by using a multilayer device structure prepared by vapor deposition technique. In this study, blue light-emitting multilayer organic electroluminescence devices were fabricated using Poly (9-vinyl-carbazole) (PVK) and 2-(4'-tert-butylphenyl)-5-(4"-bis-phenyl)-1,3,4-oxadiazole (PBD) as hole transport and electron transport material, respectively, where tris(8-hydroxyquinoline) aluminum (Alq₃) was used as a luminescent material. A cell structure of glass substrate/indium-tin-oxide(ITO)/PVK/Alq₃/PBD/Mg:In was employed.

1. 서 론

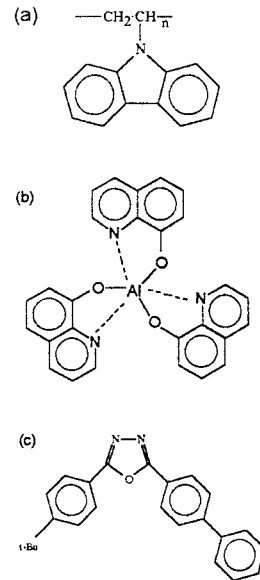
spin coating이나 진공 증착으로 제작되는 유기 전계 발광 소자(Organic Electroluminescence Devices)는 현재 각광을 받고 있는 LCD 소자에 비해 응답 속도가 빠르며 휘도가 뛰어나고 구동 전압이 낮다는 장점을 가지고 있다.[1]

다층막 구조와 보다 개량된 유기 물질을 사용할 경우 효율(eficiency)과 안정성(stability)을 향상시킬 수 있고 유기물 소자의 특성상 전색(full color)화가 가능하므로 EL에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이들 연구에서 해결되는 문제들은 디스플레이 개발에 직접 응용될 전망이다.[2][3][4]

2. 본 론

2.1 실험 방법

2.1.1 성막 물질



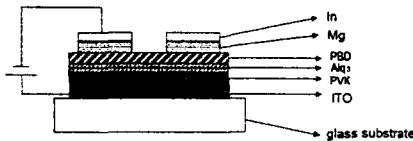
<그림 1> (a) PVK, (b) Alq₃, (c) PBD 의 분자구조

본 연구에 사용된 시료는 Poly (9-vinylcarbazole) (PVK)와 tris(8-hydroxyquinoline) aluminum(Alq₃), 그리고 2-(4'-tert-butylphenyl)-5-(4"-bisphenyl)-1,3,4-oxadiazole (PBD)이다. PVK는 EL cell에서 Hole Transporting Material과 절연층으로 작용하며 Alq₃는 Blue-green Emission Material로, PBD는 Electron Transporting Material로서 작용한다. Hole Transporting Material로 이루어진 정공

전달층은 발광층에 정공을 공급하며 전자 전달층에서 발광층을 넘어온 전자가 재결합없이 하부전극(+극)으로 이동하는 것을 막아준다.[5] 각각의 분자 구조는 <그림 1>에 보여준 바와 같다.

2.1.2 다층막 구조 EL cell 제작

PVK는 *Headway Research Inc. photo resistor spincaster*로 spin coating 하였으며, 용매는 1,2-Dichloroethane을 이용하여 0.068M로 만들어 실험하였다. Alq₃와 PBD는 자체 제작한 진공 증착기를 이용해서 hot filament법으로 진공증착했다. 하부전극으로는 indium-tin-oxide (ITO)기판을 사용하였으며, 상부 전극은 Mg:In을 사용하여 같은 방법으로 진공 증착했다.



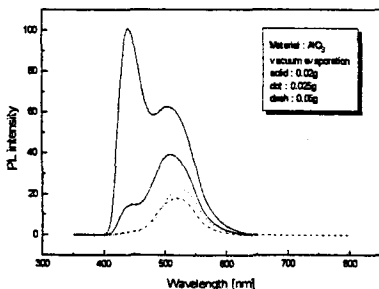
<그림 2> EL cell 구조

2.1.3 측정

진공 증착시 Alq₃의 적정 질량을 알기 위한 Photoluminescence (PL)측정과 제작된 EL cell의 PL측정을 위해 *Perkin-Elmer Limited LS50B*를 사용하였으며, Diode 특성을 알아보기 위한 전류-전압 (I-V)특성 실험은 *Keithly 238*을 이용하여 0V에서 20V까지의 전압을 500ms의 간격을 두고 1V씩 증가시키면서 수직 방향으로 흐르는 전류를 측정하였다.

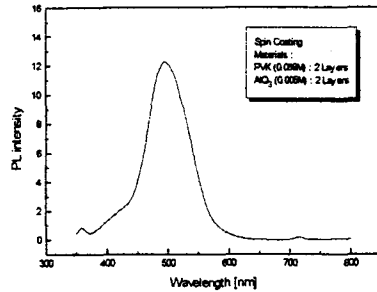
2.2 실험 결과 및 검토

2.2.1 Alq₃의 제작법과 적정 질량 선택

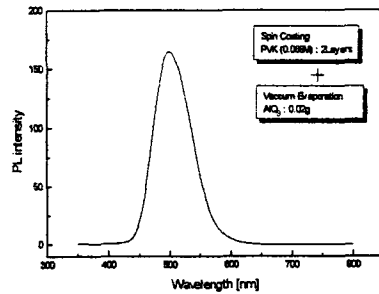


<그림 3> 증착시 Alq₃ 질량에 따른 PL Intensity

<그림 3>은 진공 증착시 적정한 Alq₃의 질량을 알아 보기 위해 0.02g(2개), 0.025g, 0.05g의 4개의 Sample을 제작해 PL을 측정한 것이다. 이것을 보면 Alq₃는 510nm의 peak를 갖음을 알 수 있고 0.02g 일때 PL Intensity가 가장 크므로 적정한 Alq₃의 질량으로 0.02g을 선택하였다.



<그림 4> spin coating으로 제작된 막의 PL Intensity



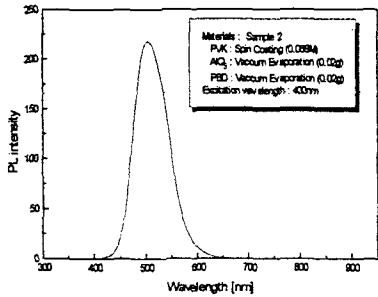
<그림 5> spin coating과 진공 증착으로 제작된 막의 PL Intensity

<그림 4>는 0.068M의 PVK를 두번 spin coating 한 후 그위에 0.005M의 Alq₃를 두번 spin coating 한 sample의 PL이며, <그림 5>는 <그림 4>와 같은 조건의 PVK막 위에 Alq₃를 0.02g 진공 증착한 sample을 나타낸 것이다. 두 그림을 비교해 보면 Alq₃를 진공 증착할 경우 Intensity가 더 높게 나올 수 있다. 이것은 다층막의 경우 spin coating 법보다 진공 증착법으로 제작된 막이 표면의 morphology가 우수하여 PL Intensity를 높인다고 생각되며, 특히 EL소자의 발광 효율 향상과 수명에 큰 영향을 줄 것으로 기대된다.

2.2.2 다층막 구조 sample의 PL특성

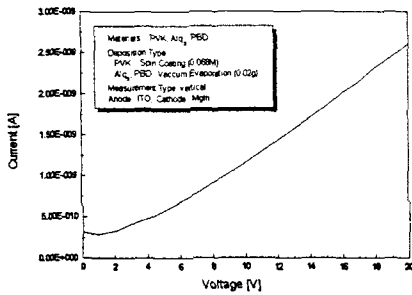
<그림 6>은 spin coating한 0.068M의 PVK막 위에 각각 0.02g의 Alq₃와 PBD를 차례로 진공 증착한

sample의 PL특성을 나타낸 것이다. excitation wavelength는 400nm이며 Alq₃의 peak과 일치함을 알 수 있다.



<그림 6> 3층 구조로 된 막의 PL특성

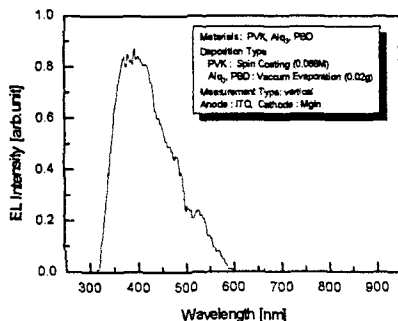
2.2.3 다층막 구조 EL cell의 I-V특성



<그림 7> 3층 구조로 된 막의 I-V특성

<그림 7>은 ITO기판 위에 spin coating으로 0.068M의 PVK막을 입히고 각각 0.02g의 Alq₃와 PBD를 차례로 진공 증착한 sample을 제작한 후, MgIn을 상부 증착한 EL cell의 I-V특성을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯 2V에서 turn on 되어 Diode 특성을 나타냄을 알 수 있다.

2.2.4 다층막 구조 cell의 EL 특성



<그림 8> 3층 구조로 된 막의 EL특성

<그림 8>은 다층막으로 제작된 EL cell의 EL spectrum을 나타낸 것이다. 소자를 다층막으로 제작할 경우 단층막보다 전자와 정공의 carrier 수를 증가시켜 재결합 수를 많게 함으로서 발광 효율을 상승시킬 수 있다.

3. 결론

EL 소자를 다층막으로 제작할 경우 단층막보다 PL intensity가 높음을 알 수 있으며, 또한 소자의 안정성과 Lifetime에 영향을 주는 막표면의 morphology가 spin coating보다 진공 증착이 우수함을 PL Data를 통해 예측할 수 있었다.

앞으로 각각의 막의 두께 측정과 효율에 대한 실험을 통해 더욱 자세한 Data를 얻고자 한다.

본 연구는 1997년도 한국과학재단 핵심전문연구비(과제번호: 971-0305-034-2) 지원에 의해 수행되었음

[참 고 문 헌]

- [1] 정태형, 전기 발광 고분자 소재 및 소자, Polyer Science and Technology Vol 7, No. 6, December 1996
- [2] C. W. Tang, *An Overview of Organic Electroluminescent Materials and Devices*, SID 96 DIGEST. pp.181-184, 1996
- [3] M. E. Thompson et. al., *Novel Transparent Organic Electroluminescence Devices*, SID 96 DIGEST. pp.185-187, 1996
- [4] Dirk AMMERMANN et. al., *Multilayer Organic Light Emitting Diodes for Efficient Carrier Injection and Confinement*, Extended Abstracts of the 1996 International Conference on Solid State Devices and Materials, Yokohama, 1996, pp.658-660
- [5] Katsuro Okuyama et. al., *Organic Electroluminescence Devices based on molecularly doped polymers*, Appl. Phys. Lett. 61 (7), 17, Au