

다층막 구조를 이용한  
유기 EL소자의 제작과 특성에 관한 연구

Preparation and Characteristics of Organic Electroluminescence Devices  
Using Multilayer structure with Carrier Transport Materials

이상윤	홍익대학교 전자전기공학부
김태완	홍익대학교 물리학과
최종선	홍익대학교 전자전기공학부
김영관	홍익대학교 화학공학과
김정수	홍익대학교 전자전기공학부

Sang-young Lee	School of Electronics & Electrical Eng., Hongik University
Tae-wan Kim	Dept. of Physics., Hongik University
Jong-sun Choi	School of Electronics & Electrical Eng., Hongik University
Young-kwan Kim	Dept. of Chemical Eng. Hongik University
Jung-soo Kim	School of Electronics & Electrical 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-vinylcarbazole) (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-hydroxyquinolate) aluminum (Alq<sub>3</sub>) was used as a luminescent material. A cell structure of glass substrate/indium-tin-oxide(ITO)/PVK/Alq<sub>3</sub>/PBD/Mg:In was employed. Blue emission peak at 510nm was observed with this cell structure.

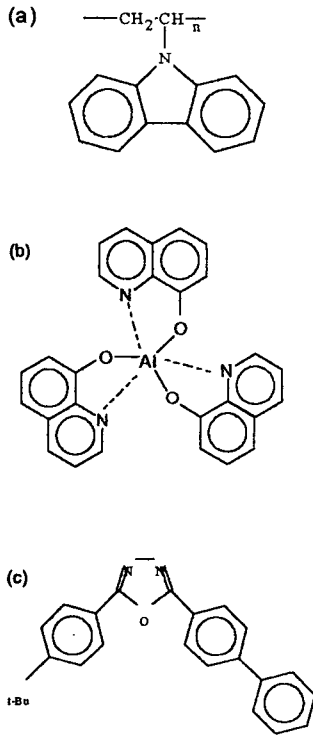
1. 서론

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

다층막 구조와 보다 개량된 유기 물질을 사용할 경우 효율(efficiency)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]

## II. 실험 방법

### 1. 성막 물질

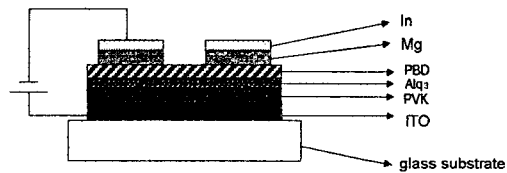


<그림 1> (a) PVK, (b) Alq<sub>3</sub>, (c) PBD 의 분자구조

본 연구에 사용된 시료는 Poly (9-vinylcarbazole) (PVK)와 tris(8-hydroxyquinolate) aluminum (Alq<sub>3</sub>), 그리고 2-(4'-tert-butylphenyl)-5-(4"-bisphenyl)-1,3,4-oxadiazole (PBD)이다. PVK는 EL cell에서 Hole Transporting Material과 절연층으로 작용하며 Alq<sub>3</sub>는 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. 다층막 구조 EL cell 제작

PVK는 Headway Research Inc. photo resistor spincoaster로 spin coating하였으며, 용매는 1,2-Dichloroethane을 이용하여 0.068M로 만들어 실험하였다. Alq<sub>3</sub>와 PBD는 자체 제작한 진공 증착기를 이용해서 hot filament법으로 진공증착했다. 하부 전극으로는 indium-tin-oxide (ITO)기판을 사용하였으며, 상부 전극은 Mg:In을 사용하여 같은 방법으로 진공 증착했다.



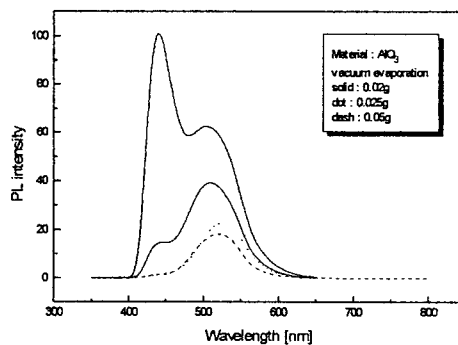
<그림 2> EL cell 구조

### 3. 측정

진공 증착시 Alq<sub>3</sub>의 적정 질량을 알기 위한 Photoluminescence (PL)측정과 제작된 EL cell의 PL 측정을 위해 Perkin-Elmer Limited LS50B를 사용하였으며, Diode 특성을 알아 보기 위한 전류-전압 (I-V)특성 실험은 Keithly 238을 이용하여 0V에서 20V까지의 전압을 500ms의 간격을 두고 1V씩 증가시키면서 수직 방향으로 흐르는 전류를 측정하였다.

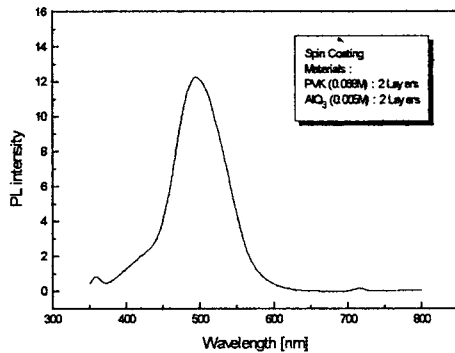
## III. 결과 및 검토

### 1. Alq<sub>3</sub>의 제작법과 적정 질량 선택

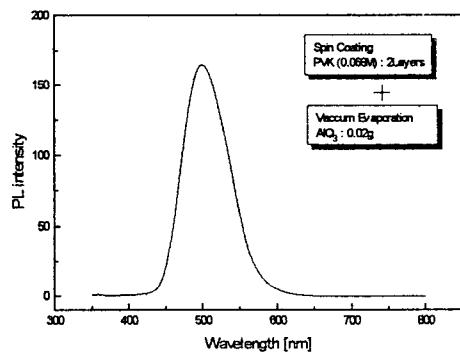


<그림 3> 증착시 Alq<sub>3</sub> 질량에 따른 PL Intensity

<그림 3>은 진공 증착시 적절한 Alq<sub>3</sub>의 질량을 알아 보기 위해 0.02g(2개), 0.025g, 0.05g의 4개의 Sample을 제작해 PL을 측정하였다. 이것을 보면 Alq<sub>3</sub>는 510nm의 peak를 갖음을 알 수 있고 0.02g일때 PL Intensity가 가장 크므로 적절한 Alq<sub>3</sub>의 질량으로 0.02g을 선택하였다.



<그림 4> spin coating으로 제작된 막의 PL Intensity

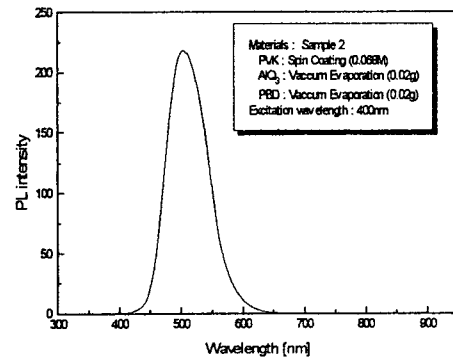


<그림 5> spin coating과 진공 증착으로 제작된 막의 PL Intensity

<그림 4>는 0.068M의 PVK를 두번 spin coating 한 후 그위에 0.005M의 Alq<sub>3</sub>를 두번 spin coating 한 sample의 PL이며, <그림 5>는 <그림 4>와 같은 조건의 PVK막 위에 Alq<sub>3</sub>를 0.02g 진공 증착한 sample을 나타낸 것이다. 두 그림을 비교해 보면 Alq<sub>3</sub>를 진공 증착할 경우 Intensity가 더 높게 나옴을 알 수 있다. 이것은 다층막의 경우 spin coating법보다 진

공 증착법으로 제작된 막이 표면의 morphology가 우수하여 PL Intensity를 높인다고 생각되며, 특히 EL 소자의 발광 효율 향상과 수명에 큰 영향을 줄 것으로 기대된다.

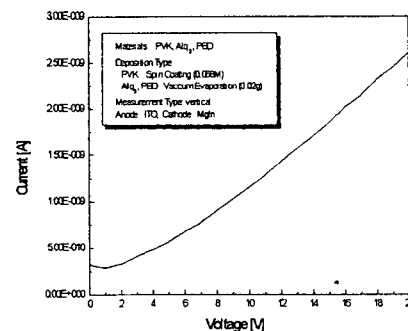
## 2. 다층막 구조 sample의 PL특성



<그림 6> 3층 구조로 된 막의 PL특성

<그림 6>은 spin coating한 0.068M의 PVK막 위에 각각 0.02g의 Alq<sub>3</sub>와 PBD를 차례로 진공 증착한 sample의 PL특성을 나타낸 것이다. excitation wavelength는 400nm이며 Alq<sub>3</sub>의 peak와 일치함을 알 수 있다.

## 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  $Alq_3$ 와 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.

#### IV . 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 실험이 행하여 지면 더욱 자세한 Data를 얻을 것으로 기대된다.

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

#### 참고 문헌

1. 정태형, 전기 발광 고분자 소재 및 소자, *Polymer 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.*