

MEH-PPV 농도에 따른 고분자OLED의 제작과 특성평가

공수철*, 장호정*, 백인재*, 임현승 *
* 단국대학교 전자·컴퓨터공학부
e-mail : saintksc@dankook.ac.kr

The Fabrication and Properties of Polymer Light Emitting Diode
with different concentration of MEH-PPV

Su-cheol Gong*, Ho-jong Chang*, In-jae Baek*,
Hyun-seung, Lim*

*Dept. of Electronics and Computer Engineering, Dankook University

요 약

고분자OLED는 저분자OLED에 비하여 공정이 간단하고 대화면, Plastic 기판을 사용하여 All organic display로의 구현이 있다는 많은 장점을 가지고 있지만 소자의 신뢰성과 안정성에 문제를 갖고 있어 현재까지 저분자OLED에 비하여 기술 수준이 미약하다. 그러나 차세대 디스플레이의 실현을 위하여 많은 대학과 기업연구소에서 많은 연구가 진행중이다. 본 논문에서는 ITO/PEDOT:PSS/MEH-PPV/AI 구조를 갖는 고분자OLED를 제작하고 발광메커니즘에 대한 고찰과 계면특성 및 전기·광학적 특성을 조사하였다. 정공수송 물질인 PEDOT:PSS은 박막의 표면상태를 부드럽게하고 ITO와 MEH-PPV 사이의 접착을 좋게하며 ITO로부터 정공을 원활하게 MEH-PPV로 전달하여 효율을 향상시킨다. 제작된 소자는 발광효율을 극대화시키기 위하여 정공수송층인 PEDOT:PSS을 첨가시킨 다층구조로서 각각의 박막을 열처리 및 MEH-PPV의 농도를 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.5wt%로 변화시켜 농도별 표면상태와 전기·광학적 특성을 관찰하여 고효율 OLED소자 제작에 가장 적합한 MEH-PPV의 농도에 대하여 고찰하였다.

Key Words : OLED, MEH-PPV, Polymer, PEDOT:PSS, AFM image

1. 서 론

21세기 정보화 사회에서의 디스플레이 산업의 비중은 점차 증가되어가고 있고 이와 발맞추어 디스플레이의 개발 동향 또한 바뀌어 가고 있다. 정보표시 매체로서 기존의 CRT(Cathode

Ray Tube)는 이동성에 많은 어려움이 있어 휴대하기 어려울뿐만 아니라 무게, 부피, 고소비 전력등의 단점으로 인하여 최근에는 LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display panel)등으로 대변되는 FPD(Flat Panel Display)로 대체되었다. 그러나 차세대

디스플레이로서 요구하는 고품질, 초경량화, 초대형화와 더불어 초박막, Flexible 디스플레이를 실현하기 하기에 기존의 FPD로는 한계가 있다. LCD는 낮은 응답속도로 인한 잔상효과, 좁은 시야각등의 문제점으로 고속 동영상 구현하기 힘들다는 단점이 있고 PDP는 높은 소비전력, 공정상의 복잡성으로 인한 높은 제조원가, 낮은 휘도등의 단점이 있다. 그러나 이에 비해 전계발광을 이용하는 OLED는 저 전압에서 동작하는 저 전력 소자로 아직 시작 단계에 머물고 있어 소자의 신뢰성이나 안정성, 수명 등의 기술적 문제를 갖고 있지만 자발광 형태로 LCD와 같은 수발광 형태의 소자에 비해 응답속도가 빠르고, 시야각이 넓다는 장점을 갖고 있으며, 컬러필터나 백라이트, 편광판과 같은 별도의 장치가 필요 없기 때문에 제조 공정상의 이점을 갖고 있다. 또한 그러한 별도의 구성물이 필요 없기에 초경량, 초박막 형태의 디스플레이를 구현할 수 있을 뿐 아니라 유기물이란 특성 때문에 플렉서블 디스플레이로의 응용에 매우 유리한 장점을 가지고 있어 현재의 LCD, PDP를 대체할 차세대 디스플레이 소자로서 활발한 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 고분자 유기발광다이오드의 효율을 높이기 위하여 정공수송층을 첨가한 다층막 구조와 발광물의 농도를 다르게 하여 제작된 소자의 박막 계면상태 및 전기·광학적 특성을 관찰하여 유기발광 다이오드 제작시 박막간 계면의 형태 및 영향과 전기·광학적으로 가장 우수한 발광물질의 제시하였다.

2. 실험 방법

준비된 $8\Omega/\square$ 의 ITO 전극 간격은 0.3mm로 Photolithography 공정을 통하여 패터닝 하였다. 유기박막은 O_2 , H_2O 등의 외부환경에 대하여 민감하게 반응하여 효율 저하를 가져온다. 이러한 오차를 최소화하기 위하여 그림 1과 같

이 N_2 gas 상태의 Glove box 안에서 용액을 제조하고 Spin-coating 법으로 유기박막을 형성하였다.

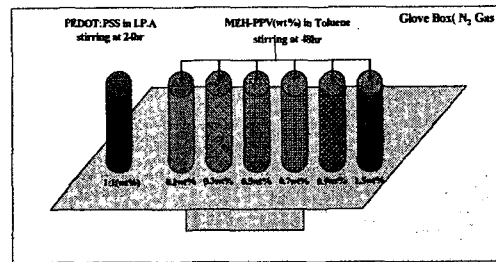


그림 1. Fabrication process of the polyme reagent
형성된 유기박막은 Vacuum oven에서 각각 열처리 (PEDOT/PSS : 100°C/2hr, MEH-PPV: 70°C/4hr)하였다. 금속전극은 3×10^{-6} Torr의 고진공상에서 Al을 1200Å를 증착시켰다. 제작된 소자는 4145B와 CS-1000을 이용하여 전기·광학적 특성을 관찰하였으며, AFM 측정을 통하여 박막의 표면을 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 2는 제작된 소자의 AFM image를 보여준다. ITO → PEDOT:PSS → MEH-PPV로 갈수록 박막의 표면상태가 부드러워 진다는 것을 알수 있다. 또한 MEH-PPV의 농도가 증가함에 따라 표면상태는 부드러워 진다.

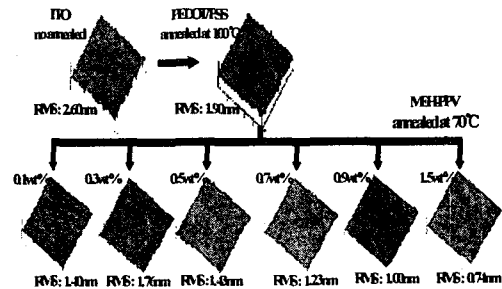


그림 2. AFM images of various MEH-PPV reagent
그림 3은 제작된 소자의 전압-전류 특성 곡선이다. 0.1~0.3wt%와 0.5~0.9wt%의 농도를 갖는 소자의 전압-전류 특성은 매우 유사하게

나타났다. 농도가 1.5wt% 소자의 경우 전압-전류 Slope가 완만하게 나타났는데 이는 MEH-PPV의 함량의 증가로 유기박막내에 용매가 완전히 건조되지 않고, 용액의 점도가 커져 PEDOT:PSS 박막과 접착력이 약해져 저항이 박막내 커졌기 때문이라 판단된다.

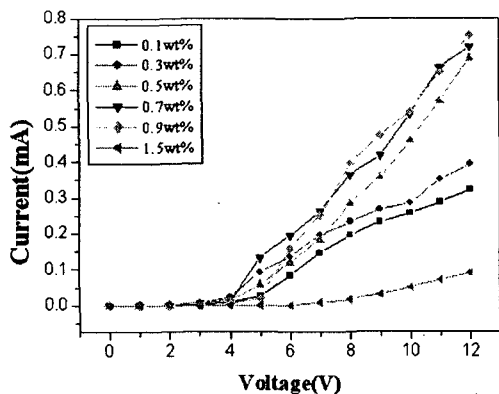


그림 3. Current-Voltage characteristics of the organic light emitting diodes at various MEH-PPV reagent

그림 4는 휘도-전압 특성곡선이다. 발광개시 전압은 MEH-PPV 농도가 증가 할수록 증가하는 경향을 보였다. 0.5~0.9wt%에서 휘도-전압 특성이 우수하게 나왔다. 0.1~0.3wt%의 경우 박막을 구성하고 있는 MEH-PPV 분자간의 결합이 약하고, Al 전극의 산화로 인해 소자의 특성 저하를 가져오기 때문에 휘도특성이 저하된다고 판단된다. 1.5wt%의 경우는 휘도는 17V까지 완만하게 증가하지만 용액의 점도가 크게 증가하여 PEDOT:PSS막과의 접착이 잘 되지 않아 정공의 수송이 원활하지 못해 휘도 특성이 저하된다고 판단된다.

그림 5는 발광효율-전압 특성곡선이다. 모든 소자에서 발광개시 전압에서 효율은 최대가 되었으며 0.5wt%에서 효율이 전체적으로 높게 관찰되었다. 0.7~0.9wt%는 전류 증가량에 비하여 휘도증가가 많이 증가하지 못하여 0.5wt%에 비하여 효율이 떨어진다.

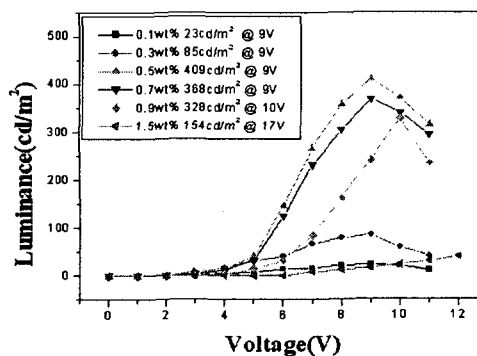


그림 4. Luminance-Voltage characteristics of the organic light emitting diodes at various MEH-PPV reagent

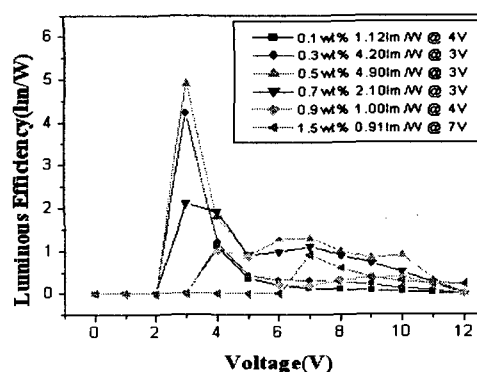


그림 5. Luminance efficiency - voltage for the organic light emitting diodes at various MEH-PPV reagent

표 1은 소자의 광스펙트럼과 색좌표를 보여준다. MEH-PPV 농도가 증가할수록 발광파장은 적색 편이하는 경향을 보인다.

	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.5
X	0.49	0.50	0.53	0.57	0.57	0.58
Y	0.49	0.49	0.45	0.40	0.42	0.41

← 적색

	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.5
파장 (nm)	562	568	570	572	579	585

표 1. CIE coordinates chart Emission spectrum and of the organic light emitting diode

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 MEH-PPV 농도에 따른 고분자 OLED의 제작하고 박막계면특성과 전기·광학적 특성을 조사하였다. 저 소비전력으로 고효율의 유기 발광다이오드를 제작하기 위해서는 박막간 결합을 증대시켜야 하고 사용되는 재료의 특성을 파악하여 가장 적합한 성분비로 박막을 제작하였을 때 효율적인 측면과 경제적인 측면에서도 우수한 소자를 제작할 수 있다. 또한 고효율의 발광다이오드를 제작하기 위해서는 인광재료와 같은 고효율의 신소재 개발과 EML, EIL층이 첨가된 다층구조와 저분자, 고분자 복합 소자등의 새로운 발광메커니즘 확립이 필요하고 내부양자효율을 극대화하기 위해 정공주입억제와 광반사 효과가 우수한 black buffer layer의 개발 등의 새로운 발광메커니즘의 개발이 이루어져야 하며 소자의 수명향상을 위한 Encapsulation 공정의 확립이 이루어져야만 안정성과 신뢰성이 우수한 고효율 유기발광다이오드를 제작할 수 있다.

참고문헌

- [1] 신동찬, "OLED 소자의 광학특성 향상기술", 인포메이션 디스플레이, 제5권, 제4호, pp 13-17, 2005
- [2] T. P. Nguyen, P. Le Rendu, P. D. Long, S. A. De Vos, "Chemical and thermal treatment of PEDOT:PSS thin films for use in organic light emitting diodes", Surface and Coating Technology, 180-181, pp646-649, 2004
- [3] M. T. Lee, H. H. Chen et al, "Development of High Efficient and Stable Blue Organic Electroluminescent", Asia Display/IMID'04 DIGEST, pp 265-269, 2004
- [4] A. Wedel, S. Janietz, D. Sainova, H. Krueger, "New Developments in Polymer Light Emitting Diodes - on flexible Substrates and with Triplet Emitters", Asia Display/IMID'04 DIGEST, pp 749-752, 2004
- [5] 강원호, 조태환, 장호정, "Electronic Display", 성안당, 1998
- [6] Joseph Shinar, "Organic Light-Emitting Devices" Springer, AIP press, pp, 103-124, 2004
- [7] F. Jonas, J. T. Morrison, 3,4-Polyethylenedioxythiophene (PEDT): Conductive Coatings Technical Applications and Properties", Synthetic Metals, 85, pp 1397-1398, 1997
- [8] G. Greczynski et al, "Photoelectron spectroscopy of thin films of PEDOT-PSS conjugated polymer blend: a mini-review and some new results", Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena, 121, pp1-17, 2001