

## Polymer Light Emitting Diode(PLED)의 특성에 관한 연구

문형돈, 김화영, 권영호, 김영호  
수원대학교

### A study on the Characteristics of the Polymer Light Emitting Diode

H.D. Moon, H.Y Kim, Y.H. Kwon, Y.H. Kim  
Suwon Univ.

#### Abstract

본 연구에서는 고분자를 사용하여 만든 유기EL소자인 PLED (Polymer Light Emitting Diode)의 제조공정 변화에 따른 소자성능을 연구하였다. PLED의 제작은 크게 ITO 기판 제작, 발광층 및 전극 증착 등의 공정으로 나누어진다. ITO 기판은 사진식각공정으로, 발광층의 증착은 스펀코팅법으로, 전극은 진공증착법으로 각각 제작하였다. 코팅 시 스펀속도 및 점도 조절을 통하여 발광층의 두께를 조절하였고, 스펀코팅 후 건조방법에 따라서 표면의 uniformity와 발광특성을 비교해 보았다. 실험결과 특정 두께에서 발광특성이 우수하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 건조방법에 따라 발광층의 표면 uniformity에 차이가 있었으며, 표면 uniformity에 따라 diode의 I-V 특성 경향이 달리 나타났다.

**Key Words** : PLED( Polymer Light Emitting Diode), AFM( atomic force microscopy)

#### 1. 서 론

정보화 사회로의 움직임이 가속화되고 있는 가운데 정보 디스플레이는 그 비중이 점차 기존의 CRT 디스플레이로부터 평판 디스플레이로 옮겨가고 있는 추세이다. 그 중 LCD는 가볍고 전력소모가 작은 장점이 있어 평판 디스플레이로서 현재 가장 많이 사용되고 있으며 앞으로도 상당기간 수요 측면에서 강세를 유지할 것으로 예측된다. 그러나 LCD는 수광소자이기 때문에 밝기, 명암, 시야각, 대면적화 등의 한계가 있어 이러한 단점을 극복할 수 있는 새로운 평판 디스플레이를 개발하려는 노력이 활발하게 진행되고 있다. 이러한 새로운 평판 디스플레이 중의 하나가 바로 OLED(organic light emitting diode : 유기EL)이다

본 실험에서는 고분자를 이용한 PLED(Polymer Light Emitting Diode)를 가장 단순한 단층구조로 제작하여 공정조건을 변화시켜가며 실험을 하였다.

PLED는 저분자를 이용한 OLED에 비해서 열적 안정성이 있고, 구동 전압도 낮으며, OLED에서 구현하기 힘든 적색 발광이 쉽다는 장점이 있으나 아

직은 연구 시작 단계여서 상용화가 되지 않았으며 청색 발광이 쉽지 않은 단점을 가지고 있다.

#### 2. 실험 방법

ITO 기판은  $10 \Omega/\square$ 의 면저항 값을 가진 Asahi ITO glass를 사용하였고, 사진공정에서 필요한 PR(photoresist)은 AZ1512를 사용하였다. 우선 사진공정을 통하여 ITO를 원하는 모양으로 Patterned한 후 기판 표면을 세정한다. 세정은 고분자가 기판위에 직접 코팅되어지므로 매우 중요하다. 세정이 끝나면 남아있는 수분을 열처리를 통하여 깨끗이 제거한 후 박막제작에 들어간다. chlorobenzene을 용매로 사용하였고 균일한 용액을 얻기 위해 micro filter( $0.45 \mu\text{m}$ )로 걸러 발광층용 solution을 제조하였다. 그 후 전처리가 끝난 ITO 기판위에 스펀 코팅하였다. 합성된 시료를 스펀 코팅 한 후에는 세가지 방법으로 건조를 시켰다. 첫 번째는 상온에서 24 hr 가량 건조시켰으며, 두 번째는 용매의 끓는 점 (boiling point : b.p.) 이하의 열을 주어 hot plate에서 건조시켰으며, 세 번째는 상온에서 24 hr 건조한

것을 역시 끓는 점 이하의 어느 임의의 온도에서 열처리를 하였다. 고분자 발광층 박막 제작 공정은 고분자 시료 용해에서부터 건조까지 모두 Ar분위기의 glove box에서 이루어 졌다. 공정의 마지막 단계인 전극 증착은 음극 전극 금속으로 Mg/Al, Mg/Ag을 사용하였으며, multi layer로 증착하였다. 전극의 두께는 각각 1000 Å씩 되도록 조절하였으며 최종 OLED의 구조는 Fig 1.과 같다

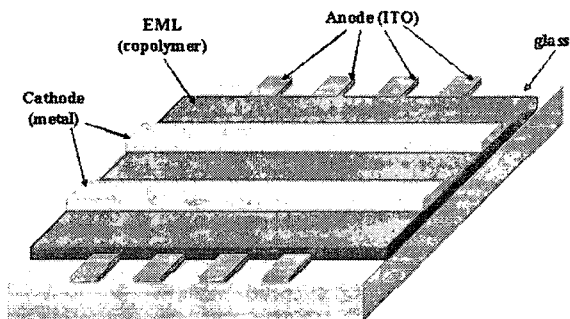
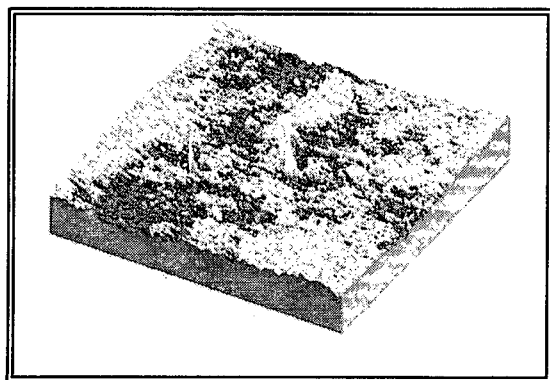


Fig. 1. The structure of OLED.

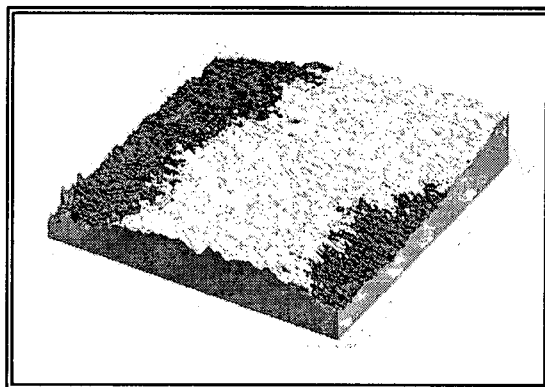
### 3. 결과 및 고찰

chlorobenzene을 용매로 사용한 고분자 박막 코팅 단계가 끝난 소자를 건조 조건을 달리하여 그 결과를 AFM(atomic force microscopy)을 사용하여 비교해 보았다.

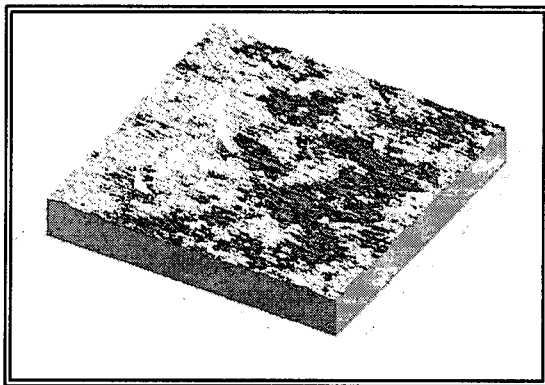
Fig 2. 의 (a)는 상온에서 24시간 건조한 경우, (b)는 상온에서 24시간 건조한 후 100°C로 열처리를 해 준 경우, (c)는 코팅한 후 바로 100°C의 열로써 건조한 경우의 표면 모습이다. Fig 2. 에서는 전체적으로 표면의 uniformity가 비슷하게 관찰되며,



(a)



(b)



(c)

Fig. 2. AFM image of EML(chlorobenzene solution). (a) Drying at R.T. for 24 hr (b) Annealing at 100 °C for 20 min. after (a). (c) Drying at 100 °C for 40 min.

(b)에서 단차가 나는 이유는 스핀코팅법에서 나타날 수 있는 굴곡이라고 사료된다. 그렇다면 오히려 (a)보다 (b)가 더욱 uniform 함을 확인할 수 있다. 끓는점이 물보다 높은 chlorobenzene이 상온에서 건조될 때 표면에 가까운 쪽은 모두 제거가 되질 않고, 열처리를 해주었을 때 비로소 ITO 쪽에 잔존해 있던 chlorobenzene과 함께 모두 제거되었기 때문이라 사료된다.

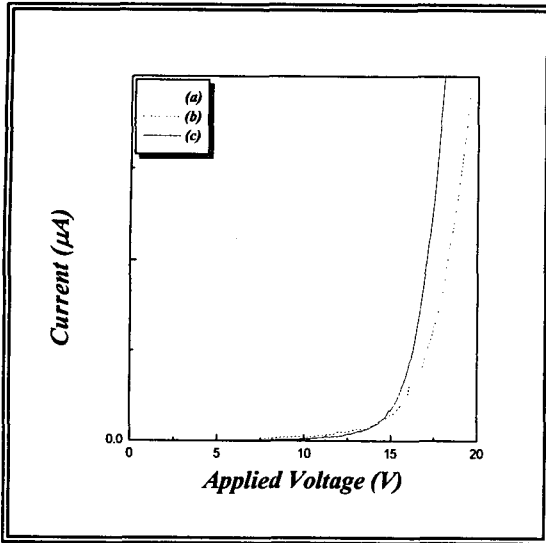


Fig. 3. Comparison of I-V characteristics with drying condition. (3 wt% Chlorobenzene solution) (a) Drying at R.T. for 24 hr (b) Annealing 100 °C after drying at R.T. for 24 hr (c) Drying at 100 °C for 40 min.

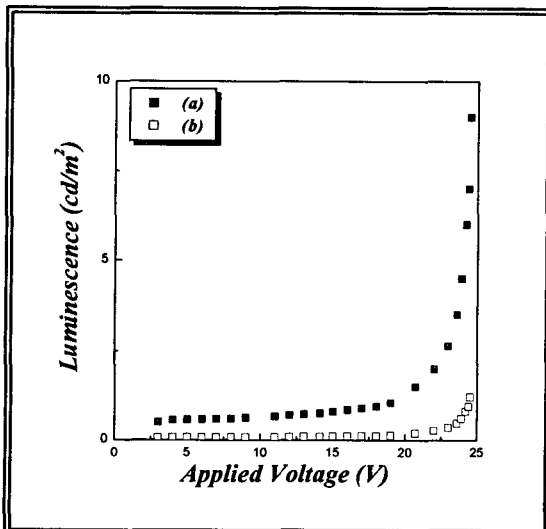


Fig. 4. Luminance-voltage characteristics of PLED. (a) annealing 100 °C after drying at R.T. for 24 hr (b) drying at R.T. for 24 hr.

Fig 3은 건조방법에 대한 I-V특성의 그래프이다. 두꺼운 박막의 소자가 구동전압도 크게, 얇은 박막은 상대적으로 낮은 구동전압이 관찰되었고, 건조방법에 있어서는 상온에서 건조한 경우와 상온에서 건조한 후 열처리를 해준 경우가 비슷한 경향을 보였다. 그러나 만들어진 소자들의 휘도가 너무 낮았기 때문에 이를 휘도 곡선으로 표현하기가 힘들었으나, 몇 가지의 경우만 휘도 곡선으로 나타낼 수 있었다.

소자의 발광은 청색발광을 했으며 대부분 눈으로 확인되었으나, 장비로 휘도를 잡아내기가 쉽지 않았다. 다음 Fig 4. 에 휘도 곡선을 나타내었다. 이 경우는 3 wt%의 농도로 용매는 chlorobenzene을 사용하여 상온건조 후 열처리를 한 샘플이었다. 휘도 곡선은 Fig 4. (a)의 I-V 곡선에서 약간 shift 함을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 PLED의 가장 간단한 기본구조를 가지고 최상의 효율을 낼 수 있는가에 중점을 두고 실험에 임했다. chlorobenzene을 용매로 사용하여 3 wt%로 용해한 후, 그 시료를 가지고 스핀코팅하여 고분자 발광층이 3000 Å로 증착된 소자를 상온에서 건조한 후, 100 °C의 온도에서 20분 동안 열처리하여 음극전극까지 만든 PLED소자가 가장 발광특성이 좋았음을 확인하였다.

미약하지만 3 wt%의 chlorobenzene을 용매로 사용하여 휘도를 확인할 수 있었으며, 발광층 두께 3000 Å 정도의 소자를 상온건조 후 열처리를 했던 경우에서 최대휘도 10 cd/m<sup>2</sup>을 확인하였다.

공정의 변수를 준 결과 공정에서의 최적 조건이 존재하였으며 소자 제작시 공정 조건, 즉 표면을 uniformity 하게 할 수 있는 조건 및 박막의 두께 등 최적점을 찾는 것이 소자의 효율을 높일 수 있다고 사료된다.

#### 참고 문헌

- [1] R. H. Friend, R.W. Gymer, A. B. Holmes, J. H. Burroughes, R. N. Marks, C. Taliani, D. D. C. Bradley, D. A. Dos Santos, J. L. Bredas, M. Logdlund and W. R. Salaneck, Nature 397, 121 (1999).

- [2] J. R. Sheats, H. Antoniadis, M. Hueschen, W. Leonard, J. Miller, R. Moon, D. Roitman and A. Stocking, *Science* 273, 884 (1996).
- [3] M. Pope, H. Kallmann, J. Giachino, *J. Chem. Phys.*, 1991, 42, 2540 (1965).
- [4] C. W. Tang, S. A. VanSlyke, *Appl. Phys. Lett.*, 51, 913 (1987).
- [5] C. W. Tang, S. A. VanSlyke, *C. H. Chem, J. Appl. Phys.*, 65, 3610 (1989).
- [6] C. Adachi, T. Tsutsui, and S. Saito, *Appl. Phys. Lett.*, 57, 531 (1990).
- [7] 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).
- [8] 서대식, 정보디스플레이 소자의 기초 및 응용, 숭실대학교 출판부, 352-422 (1998).
- [9] G. Gustafsson, Y. Cao, G. M. Treacy, F. Klavetter, N. F. Colaneri, and A. J. Heeger, *Nature* 357, 477 (1992).
- [10] L. S. Hung, C. W. Tang, and M. G. Mason, *appl. Phys. Lett.* 70, 152 (1997).