

MEH-PPV와 TPB 다층박막의 광발광 및 전기적 특성

Luminescent and electrical properties of MEH-PPV and 1,1,4,4-Tetraphenyl-1,3-butadiene Double Layer films

이명호 홍익대학교 전기제어공학과
김영관 홍익대학교 화학공학과
신동명 홍익대학교 화학공학과
최종선 홍익대학교 전기제어공학과
김정수 홍익대학교 전기제어공학과

Myung Ho Lee Dept. of Electrical and control Eng., Hongik Univ.
Young-Kwan Kim Dept. of Chemical Eng., Hongik Univ.
Dong-Myung Shin Dept. of Chemical Eng., Hongik Univ.
Jong-Sun Choi Dept. of Electrical and control Eng., Hongik Univ.
Jung-Soo Kim Dept. of Electrical and control Eng., Hongik Univ.

Abstract

Electroluminescent(EL) device based on organic thin layers have attracted lots of interests because of thier possible application as large-area light-emitting displays. It was known that MEH-PPV and 1,1,4,4,-Tetraphenyl-1,3-butadiene(TPB) has red and blue emission peak at 580nm and 480nm, respectively. In this study, MEH-PPV films and TPB films were prepared by spin coating and vacuum deposition method, respectively. Films of MEH-PPV and TPB double layer were also prepared by the same method. Photoluminescent(PL) characteristics of these single and double layers were investigated, where a cell structure of glass substrate/ITO/MEH-PPV and/or TPB/Al was employed. It was found that the photoluminescent efficiency of TPB film was higher than that of MEH-PPV film with a single layer and also with a double structure. These films have also different I-V characteristics.

1. 서론

21세기 정보화 사회에서는 영상 산업에 있어서 대형화 및 평면화 그리고 여러 가지 기능을 포함하는 디스플레이가 필수적인 것으로 전망된다. 디스플레이의 종류에는 액정 디스플레이(Liquid Crystal Display), 플라즈마 디스플레이(Plasma Display Panel), 전계 방출 디스플레이(Field Emission Display), 전기 발광 디스플레이(Electroluminescence Display) 등 여러 가지가 있으며, 이중 전기 발광(Electroluminescence)을 이용하는 소자는 현재 각광을 받고 있는 LCD와 같은 수광 형태의 소자에 비해 응답 속도가 빠르다는 장점이 있고 또 발광 형태이므로 휘도가 뛰어나다는 잇점을 가지고 있다.[1] 전기 발광 중에서도 지금까지는 무기물로 많은 연

구가 실행되어 일부 상용화가 되었는데, 무기물은 구동전압이 높고(200V이상), 소자의 제작 방법상 진공 증착으로 이루어지므로 대형화가 어렵고, 특히 청색 발광이 어려우며 가격이 비싸다는 단점이 있다.

한편, 공액성 고분자를 이용하는 EL 소자는 낮은 직류 구동 전압, 박막 형태 가능, 발광 빛의 균일성, 용이한 패턴 형성, 다른 발광 소자에 견줄 만한 발광 효율, 가시영역에서의 모든 색상 발광 가능, 구부릴 수 있는 형태의 소자 제작 가능 등의 많은 큰 장점을 가지고 있다. 그러나 고분자(polymer) EL 소자는 안정성, 발광 효율 등 여러 성능에 있어서 아직도 해결해야 할 과제가 많이 있다.[2][3][4]

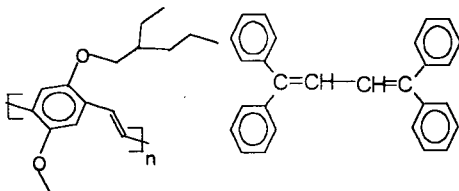
본 실험에서는 PPV의 유도체중 하나인 MEH-PPV와 1,1,4,4-Tetraphenyl-1,3-butadiene(TPB)를 이용

하여 스핀 코팅(spin coating)과 진공 증착법(vacuum deposition method)을 이용하여 막을 제작하였으며 제작된 막의 광학적 특성 및 전기적인 특성 등을 각각 확인하였다.

2. 실험 방법

2-1. 성막 물질

그림 1는 PPV의 유도체 중 하나인 MEH-PPV: poly(2-methoxy-5-(2-ethylhexoxy)-1,4-phenylenevinylene)의 화학식과 1,4,4-Tetraphenyl-1,3-butadiene (TPB)의 화학 구조이다. 이 두 물질은 EL 소자에서 emitting material(EM)로 사용하였다.



MEH-PPV

TPB

그림 1. MEH-PPV와 TPB의 분자 구조.

2-2. EL cell의 구조

MEH-PPV는 Headway Research Inc.의 photo resistor spincaster로 spin coating 하였으며, 용매는 1,2-Dichloroethane을 이용하여 5mg/ml의 용액을 만들어 실험하였으며 이때 두께는 120nm정도 이었다. 또 TPB는 여러 질량으로 실험을 하여본 결과 0.01g 일 때 100nm 인 박막을 얻을 수 있어 이 질량을 이용하여 진공 증착을 하였다. 그리고 하부 전극으로는 Indium-tin-oxide(ITO)를 상부전극은 알루미늄(Al)을 이용하였다. device의 구조는 그림 2에 나타났다.

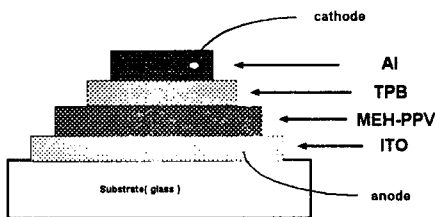


그림 2. EL cell의 다층막 구조.

2-3. EL 측정

분자내의 전자 전이를 알아보기 위해서 각 물질에 대하여 UV/vis. spectrum을 HP 8452A를 이용하여 190nm에서 820nm까지 빛을 조사하여 흡광도를 측정하였고, 또 EL cell의 Photoluminescence(PL)와 Electroluminescence(EL)의 측정을 위해 Perkin-Elmer Limited LS50B를 사용하였으며, diode 특성을 알아보기 위한 전류-전압(I-V)특성 실험은 Keithley 238을 이용하여 0V에서 10V까지의 전압을 500ms의 간격을 두고 1V씩 증가시키면서 수직 방향으로 흐르는 전류를 측정하였다.

3. 결과 및 검토

3-1. 단층막 구조의 UV/vis. spectrum

그림 3는 quartz 위에 spin coating 한 MEH-PPV와 진공 증착한 TPB 물질의 각각의 흡광도를 알아보기 위해서 막을 누적한 후에 각각의 흡광도를 측정하였다.

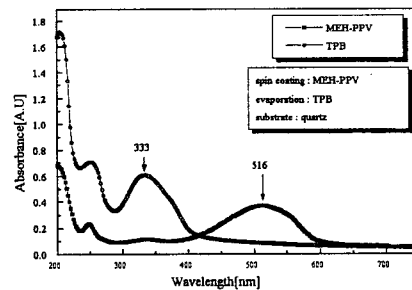


그림 3. MEH-PPV와 TPB의 흡광도 측정.

3-2. 단층막 구조의 PL spectrum

MEH-PPV와 TPB 박막의 PL을 측정하기 위해서 ITO 위에 spin coating과 evaporation 방법을 이용하여 각각 막을 누적한 후에 PL을 측정하였다. 그림 4는 MEH-PPV의 PL spectrum으로 λ_{max} 가 580nm에서 최대 peak가 나타나고, 그림 5는 TPB의 PL spectrum으로 λ_{max} 가 440nm 정도에서 나타나는 것을 볼 수 있으며 이 것으로부터 MEH-PPV는 붉은색, TPB는 푸른색의 발광 특성이 있음을 예측할 수 있다.

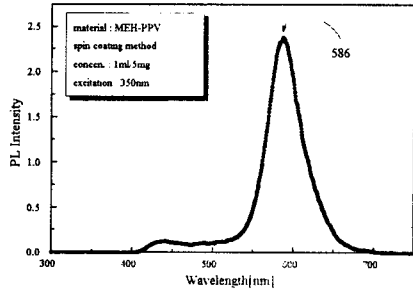


그림 4. spin coating으로 제작된 MEH-PPV 박막의 PL spectrum.

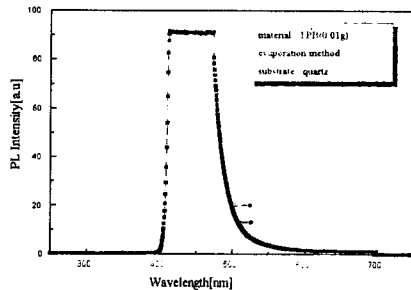


그림 5. 진공 증착한 TPB 박막의 PL spectrum.

두 그림을 비교해 보면 MEH-PPV의 PL intensity가 TPB intensity보다 더 작은 것을 알 수 있는데 이것은 TPB의 광발광 효율이 MEH-PPV의 그것보다 훨씬 크기 때문이라고 판단되며 이 것으로부터 EL 특성의 경우에도 TPB의 전기 발광 효율이 MEH-PPV의 그것보다 더 높은 것으로 예측된다.[5]

3-3. 단층막 구조의 I-V 특성

각각의 물질을 ITO 기판 위에 막을 누적 한후에 diode의 특성을 알아보기 위해서 상부 전극으로 Al을 증착한후 Keithley 238을 이용하여 I-V를 측정하였다.

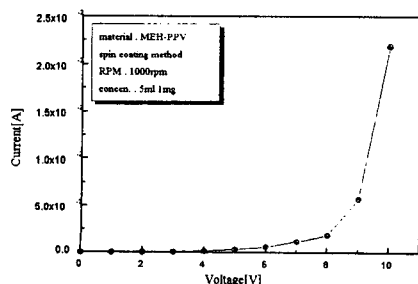


그림 6. MEH-PPV의 I-V 특성 곡선.

그림 6은 MEH-PPV의 I-V 특성 곡선으로 구동 전압이 4V에서 turn-on되어 7V에서 전류가 급속히 상승함을 보여주고 있고, 그림 7은 TPB의 I-V 특성 곡선으로 3V에서 turn-on하여 전류가 서서히 증가하는 것을 (전압에 비해) 볼수가 있다.

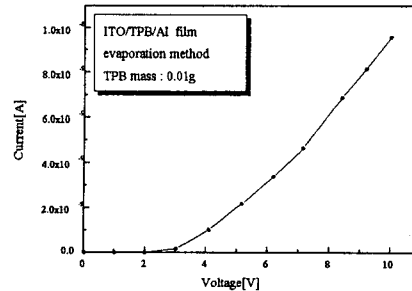


그림 7. TPB 박막의 I-V의 특성 곡선.

3-4. 다층막 구조의 EL device

3-4-1. UV/vis. spectrum

그림 8은 MEH-PPV와 TPB로 구성된 다층막의 UV/vis. spectrum을 보여주고 있으며 여기에서 MEH-PPV와 TPB 박막 각각의 UV/vis. spectrum을 그대로 겹친 것과 같은 모양을 확인함으로써 성막이 잘 났음을 알 수 있었다.

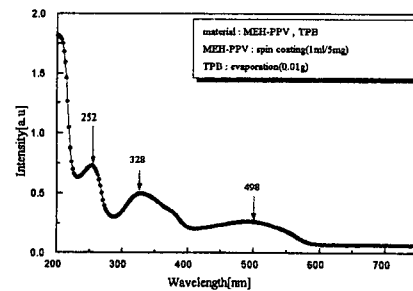


그림 8. 다층막의 UV/vis. spectrum.

3-4-2. PL spectrum

그림 9는 MEH-PPV와 TPB로 구성된 다층막의 PL spectrum을 보여주고 있으며 여기에서도 MEH-PPV와 TPB 박막 각각의 PL spectrum을 그대로 겹친 것과 같은 모양을 확인할 수 있으며 이 때에도 두 박막의 두께가 유사함에도 불구하고 역시 TPB 박막의 PL spectrum intensity가 MEH-PPV의 그것보다 훨씬 큰 것을 알 수 있었다.

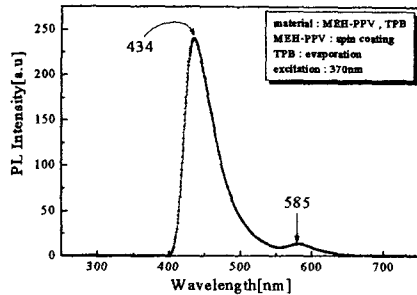


그림 9. 다층막의 PL spectrum.

3-4-3. I-V 특성 실험

그림 10은 다층막의 I-V 특성 곡선으로 1V에서 10V까지 전압을 1V씩 증가 시키면서 전류를 측정하였다. turn-on voltage는 4V이고 그 이후에 서서히 전류가 증가를 하다가 (schottky 영역), 7V에서부터 전류가 급격히 증가함을 볼 수 있다. 이 구간을 ohmic 영역이라고 부르고 이때부터 발광을 한다고 볼 수 있다.

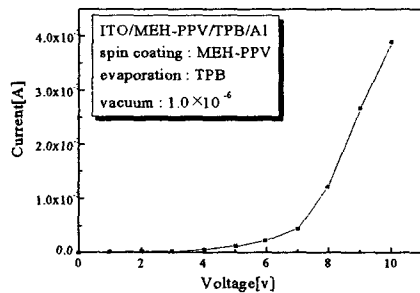


그림 10. 다층막의 I-V 특성 곡선.

3. 결론

본 연구에서는 붉은 색 발광을 하는 MEH-PPV와 푸른 색 발광을 하는 TPB를 각각 spin coating법과 vacuum deposition법에 의하여 단일막 및 다층막을 제작하고 그 박막들의 PL 및 I-V 특성을 조사하였다. 그 결과 성공적으로 다층막을 제작할 수 있었으며 TPB의 PL 발광 효율이 MEH-PPV의 그것보다 훨씬 큰 것을 알 수 있었으며 I-V 특성도 다른 것을 알 수 있었다. 이러한 요인들이 이 다층막의 전기 발광 특성에 어떠한 영향을 미칠지는 다음에 발표할 예정이다.

이 연구는 1997년도 정보통신부 대학 기초 연구 지원 사업비에 의하여 연구되었음

References

- [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., Nonel Transparent Organic Electroluminescence Device, SID 96 DIGEST. pp. 185-187, 1996.
- [4] Dirt AMMERMANN et., 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, August 1992.