

백색 LED 형광체용 형광고분자 블렌드 특성 분석

유홍정, 박관휘, 정원근, 김성현*
고려대학교 화공생명공학과
(kimsh@korea.ac.kr*)

White Light Emission from Blue InGaN LED with Fluorescent Polymer Blends

Hong Jeong Yu, Kwanhwi Park, WonKeun Chung and Sung Hyun Kim*
Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University
(kimsh@korea.ac.kr*)

서론

백색 LED는 저소비 전력과 긴 수명 때문에 조명 및 LCD 용 백라이트로 각광 받고 있다. 백색광을 얻어내는 방법은 여러 가지가 존재하는데 그 중 삼원색인 적색, 녹색, 청색의 LED를 각각 구현하여 합하거나 하나에 LED에 3가지 색을 동시에 발현할 수 있는 다층구조의 LED(multiple-wavelength LED)가 연구되었으나 복잡한 구조와 각 색별 발광 세기의 조절이 힘들다는 단점이 있다.

상업적으로도 가장 흔히 사용되는 방법으로 LED 칩위에 형광체를 입히는 방법이다. 그 중 가장 알려진 황색 형광체 물질이 Yttrium Aluminum Garnet : Cerium (YAG:Ce) ((Y_{1-a}Gd_a)(Al_{1-b}Ga_b)₅O₁₂:Ce)이다.[1] 이러한 형광체는 여기광인 청색광을 받아서 황색으로 재발광시키는데 이때 소자 구조에 따라 형광체로 흡수되지 않은 청색광과 재발광된 황색광이 합쳐져 최종적으로 백색광으로 구현된다. 하지만 위와같은 황색 형광체는 적색광이 부족하여 높은 색온도와 낮은 CRI(color rendering index)를 갖는다

이를 대체할 형광체로 여러 대체 물질[2,3]이 개발되어왔으나 고온에서의 안정성의 문제가 남아 있었다. 과서 유기 고분자 물질이 백색 LED 형광체로 연구 되었으나 단일 층의 고분자로는 발광 밴드가 좁아 다층 구조를 갖는 형광층이 필요하였다. 최근여기효율(quantum yield)와 열적안정성을 갖는 polyfluorene[4]이 개발되어 차세대 형광 유기물로 대두되어 이런 형광 고분자의 단순 혼합을 통한 기존의 다층 구조를 대체가능한 형광체의 특성을 연구하고자 한다.

실험

형광층을 이용한 소자 제작

두가지 형광 고분자 Poly [9,9-dioctyl-2,7-divinylfluorenylene)-alto-co-(2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylene)] (PFPV)와 Poly [1-methoxy-4-(2-ethylhexyloxy-2,5-phenylenevinylene)] (MEH-PPV)를 클로로벤젠에 녹인 다음 Polystyrene (PS)를 첨가하여 투명한 액체 상태가 되도록 섞는다. 이러한 고분자 형광체를 LED 칩위에 코팅한 후 100°C에서 1시간 어닐링시킨다. (Fig. 1)

결과 및 토론

1. PL 및 흡광도 특성

여기광으로 쓰일 청색 InGaN LED, 형광체로 쓰일 녹색 형광 고분자와 적색 형광 고분자의 흡광도 및 광발광 특성을 분석하여 각각 462nm, 543nm, 65nm에서 발광함을 확인하였다. 형광 고분자의 경우 최대 발광 피크는 543nm 외에 추가로 515nm에서 발광되

는 것을 확인할 수 있는데 이는 적색 발광 고분자의 흡광 파장영역에 포함되는 것을 볼 수 있다. (Fig. 2)

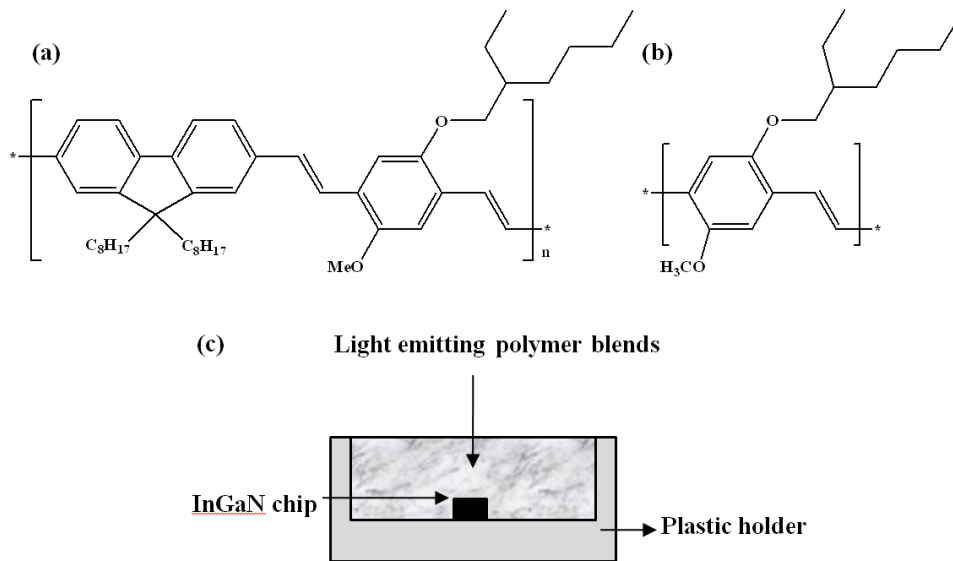


Figure 1. 형광 고분자 구조 및 백색 LED 소자 구조

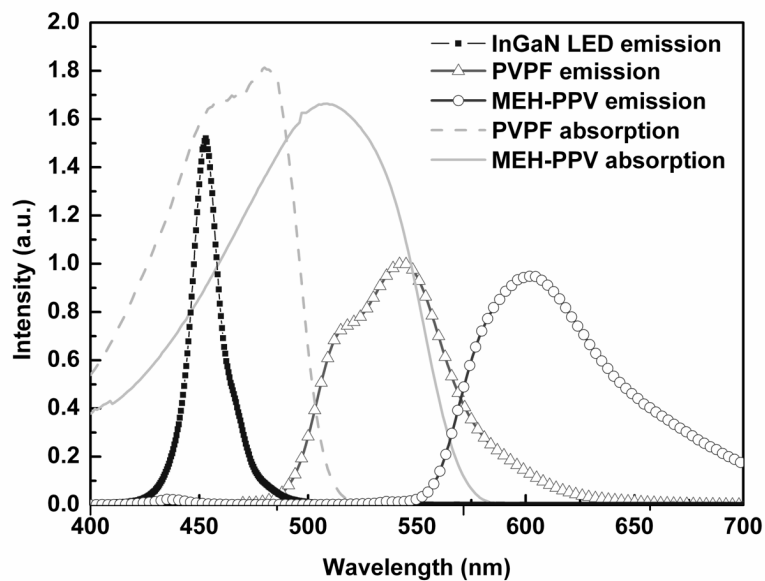


Figure 2. UV 흡광도 와 PL 특성

2. 소자 특성

적색 발광을 향상 시켜 더 높은 백색광 특성을 보이기 위해 합성한 적색 발광 고분자를 함량을 달리하여 녹색 형광고분자에 첨가하여 소자를 제작하였다. 이때 위에서 확인한 바와 같이 형광 고분자의 추가 발광 피크(515nm)에서의 발광 세기가 적색

고분자의 함량이 증가함에 따라 감소하고 적색 영역(618nm)에서의 발광이 증가하는 것을 확인하였다.

Table 1

CIE-1931 coordinate, T_c and R_a of white LED with polymer blends containing the various MEH-PPV ratios to PFPV at 20mA

ratio of polymer blends (PFPV : MEH-PPV)	Coordinate (x, y)	T_c (K)	R_a
PFPV	(0.3818, 0.4253)	4263	57.6
2 : 1	(0.3328, 0.3547)	5488	71.4
1.5 : 1.5	(0.4664, 0.3492)	1849	60.5
1 : 2	(0.5147, 0.3514)	1710	55.3
MEH-PPV	(0.5003, 0.2906)	1668	50.9

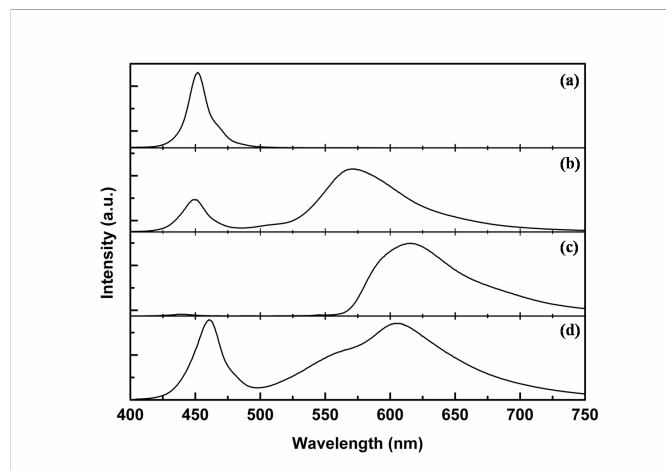


Figure 3. 각 고분자 함량 별 백색 LED의 발광 특성

결론

백색광을 구현하기 위해서 적색, 녹색, 청색의 발광을 동시에 갖는 구조의 형광체를 이용한 LED를 제작 하였다. 기존에 다층 구조의 형광 고분자 형광체와 다르게 넓은 파장대에서 발광하는 단일층 소자를 제작하였고 하나의 형광고분자만의 발광에서 부족한 발광 영역의 발광을 다른 형광 고분자를 추가 사용하여 녹색 고분자에서의 추가적인 발광을 여기광으로 사용 적색을 재발광하면서 연색지수를 향상시켰다.

References

- [1] N. Y. Yamada Motokazu, Mukai Takashi, "Phosphor Free High-Luminous-Efficiency White Light-Emitting Diodes Composed of InGaN Multi-Quantum Well," Japanese Journal of Applied Physics, vol. 41, pp. L246-L248, 2002.

- [2] F. Hide, "White light from InGaN/conjugated polymer hybrid light-emitting diodes," *Applied Physics Letters*, vol. 70, pp. 2664-2666, 1997
- [3] C. Hsueh-Shih, H. Cheng-Kuo, and H. Hsin-Yen, "InGaN-CdSe-ZnSe quantum dots white LEDs," *Photonics Technology Letters, IEEE*, vol. 18, pp. 193-195, 2006.
- [4] A. P. Kulkarni and S. A. Jenekhe, "Blue Light-Emitting Diodes with Good Spectral Stability Based on Blends of Poly(9,9-dioctylfluorene): Interplay between Morphology, Photophysics, and Device Performance," *Macromolecules*, vol. 36, pp. 5285-5296, 2003.
- [5] H.F. Xiang, "Efficient white and red light emission from GaN/tris-(8-hydroxyquinolato) aluminum/platinum(II) meso-tetrakis (pentafluorophenyl) porphyrin hybrid light-emitting diodes", *Applied Physics Letters*, vol. 83, pp. 1518-1520, 2003.