

백색 LED 형광체용 형광고분자/나노입자 composite 제작 및 특성 분석

유홍정, 박관휘, 정원근, 김성현*

고려대학교 화공생명공학과

(kimsh@korea.ac.kr*)

White Light Emission from Blue InGaN LED Precoated with Conjugated Polymer/Quantum Dots as hybrid Phosphor

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) ($(Y_{1-a}Gd_a)(Al_{1-b}Ga_b)_5O_{12}:Ce$)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 형광 유기물[2]과 발광나노입자[3]가 개발되어왔으나 고온에서의 안정성의 문제가 남아 있었다. 최근에 높은 여기효율(quantum yield)와 열적안정성을 갖는 polyfluorene[4]이 개발되어 차세대 형광 유기물로 대두되고 발광나노입자 역시 넓은 파장대에서의 흡광 능력 때문에 백색광 형광체로서 적합한 물질이란 인식이 현재 전반적이다.

차세대 형광체로 연구되고 있는 두 가지 물질을 혼합하여 형광체를 제조하고 그의 특성을 알아보려고 한다.

실험**(1) 형광 나노입자 (CdSe QDs) 합성**

CdO 와 Se powder 를 전구체로 사용하여 고온의 TOPO에 녹여 stirring 하면서 온도를 증가시키게 되면 나노입자가 성장하면서 온도 조절에 따라 그 크기가 변화하게 된다. 합성된 나노입자는 3.9nm 정도이며 618nm 의 발광피크를 갖는다.

(2) 형광층을 이용한 소자 제작

형광 고분자 및 각각 다른 양의 나노입자를 클로로벤젠에 녹인 다음 Polystyrene (PS)를 첨가하여 투명한 액체 상태가 되도록 섞는다. 이러한 고분자 형광체를 LED 칩위에 코팅한 후 100℃에서 1시간 어닐링시킨다.

결과 및 토론

1. PL 및 흡광도 특성

여기광으로 쓰일 청색 InGaN LED, 형광체로 쓰일 형광 고분자와 나노입자의 흡광도 및 광발광 특성을 분석하여 각각 462nm, 543nm, 618nm에서 발광함을 확인하였다. 형광 고분자의 경우 최대 발광 피크는 543nm 외에 추가로 515nm에서 발광되는 것을 확인할 수 있는데 이는 나노입자의 흡광 파장영역에 포함되는 것을 볼 수 있다. (Fig. 1)

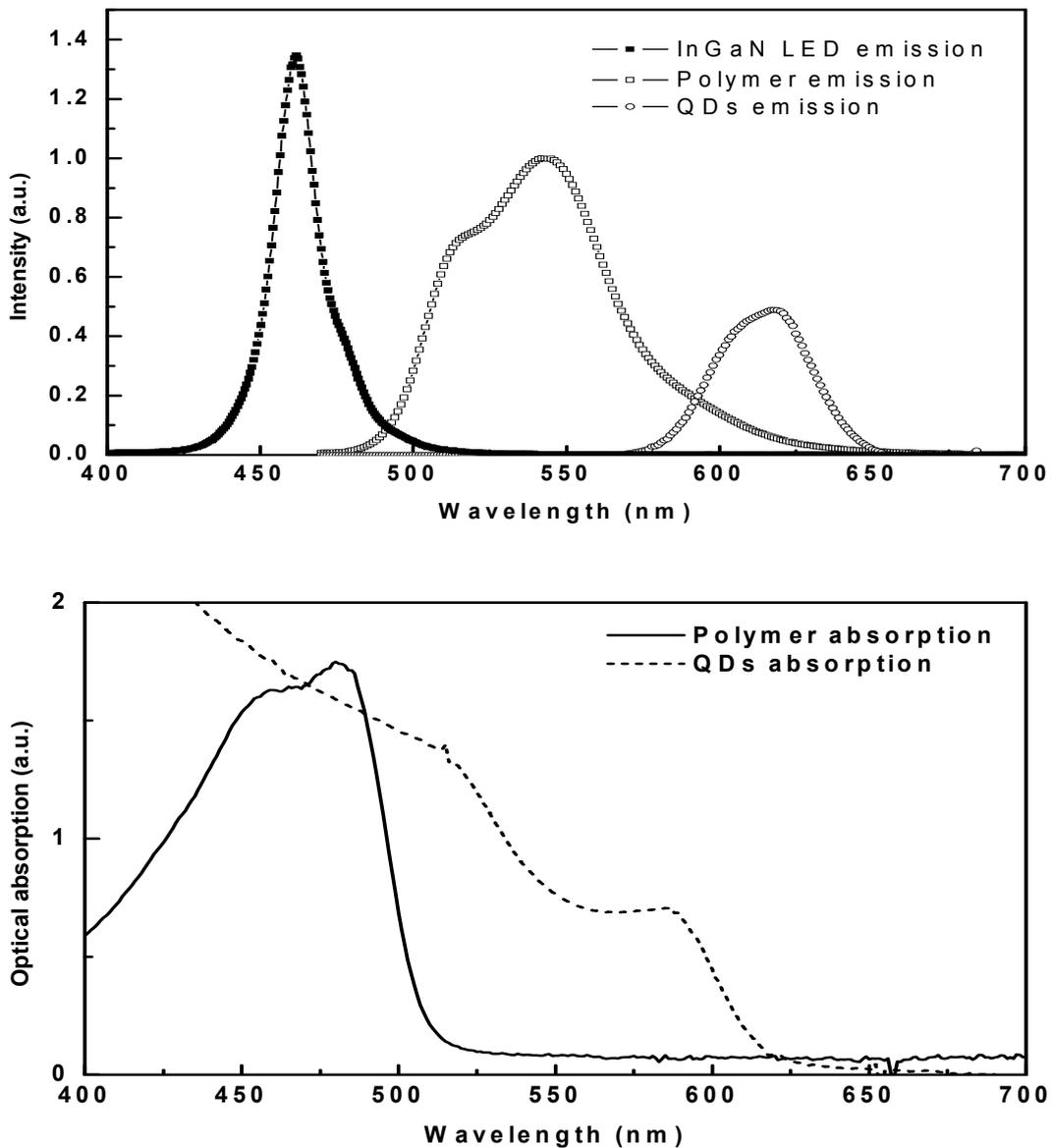


Figure 1. UV 흡광도 와 PL 특성

2. 소자 특성

제작된 소자의 발광 스펙트럼을 확인하였다. 형광 고분자만으로 제작된 소자의 경우 기존 상용화된 YAG:Ce 형광체를 이용한 백색 LED 와 유사한 발광특성을 보였으나 적색 영역에서의 발광이 낮은 것을 확인할 수 있다. (Fig.2) 적색 발광을 향상 시켜 더

높은 백색광 특성을 보이기 위해 합성한 적색 발광 나노입자를 함량을 달리하여 녹색 형광고분자에 첨가하여 소자를 제작하였다. 이때 위에서 확인한 바와 같이 형광고분자의 추가 발광 피크(515nm)에서의 발광 세기가 나노입자의 함량이 증가함에 따라 감소하고 적색 영역(618nm)에서의 발광이 증가하는 것을 확인하였다.

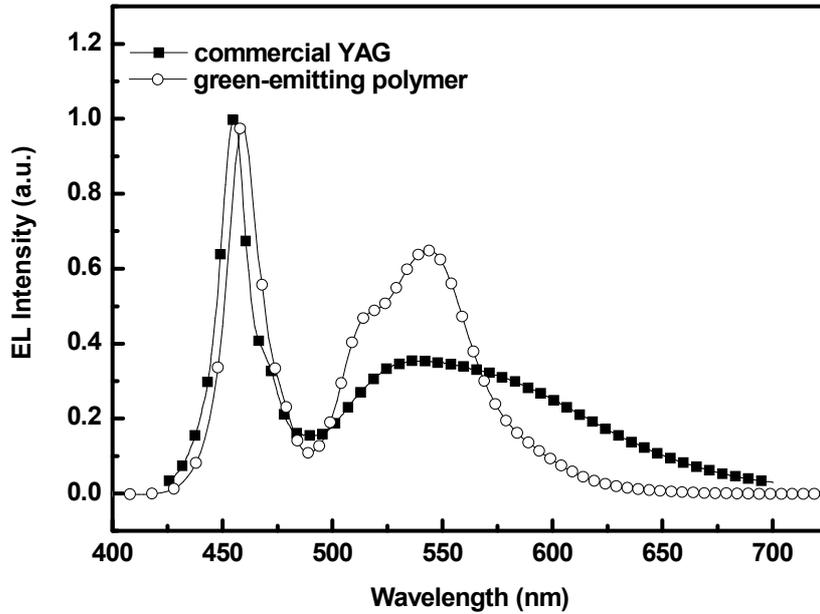


Figure 2. 형광 고분자를 형광체로 사용한 소자와 상용화되고 있는 YAG:Ce를 형광체로 사용한 백색 LED의 발광 특성 (파장대별)

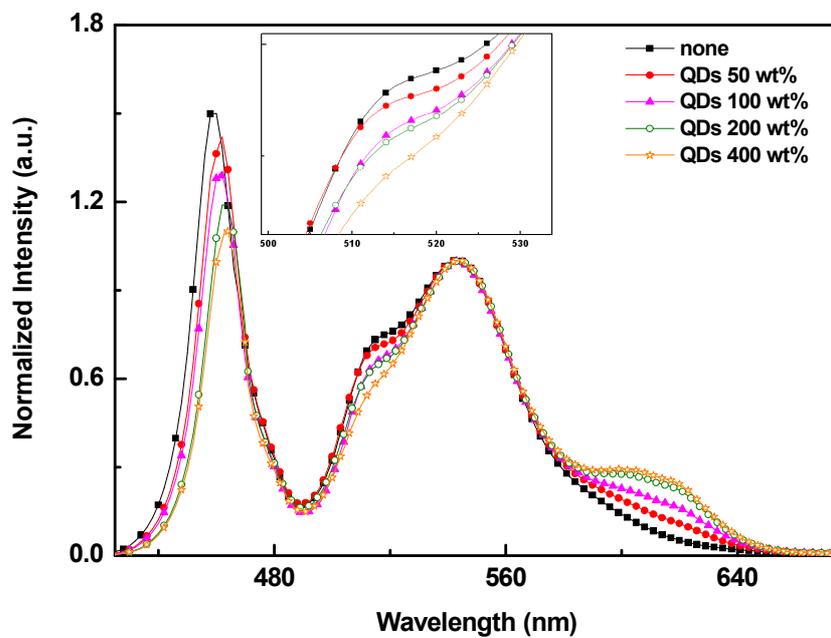


Figure 3. 적색 발광 나노입자 함량 별 백색 LED의 발광 특성 (파장대별)

결론

백색광을 구현하기 위해서 적색, 녹색, 청색의 발광을 동시에 갖는 구조의 형광체를 이용한 LED를 제작 하였다. 기존에 형광 유기물만 사용하거나 나노입자만 사용한 결과보다 넓은 파장대에서 발광하는 소자를 제작하였고 형광고분자만의 발광에서 부족한 적색 영역의 발광을 나노입자를 사용하여 녹색 고분자에서의 추가적인 발광을 여기광으로 사용 적색을 재발광하면서 높은 연색지수(80.5)를 보였다.

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," AppliedPhysicsLetters, 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.