

가시광선 영역의 CdSe 양자점 형광층 기반 LED 색좌표 실험

Investigation of Luminescent property of White LED by using CdSe Quantum dots

*강동성¹, 양성민², 강병훈³, 김상희⁴

*D. S. Kang¹, S. M. Yang², #B.H. Kang(kangb@kpu.ac.kr)³, S. Kim⁴

^{1,2,3} 한국산업기술대학교 기계설계공학과, ⁴ 한성대학교 기계시스템공학과

Key words : Quantum dots, Nanoparticles, White LED, Fluorophore

1. 서론

최근 화합물 반도체의 특성을 이용하여 에너지 효율이 높고 수명이 긴 장점을 가진 LED(Light Emitting Diode)를 차세대 광원으로 이용하려는 연구가 진행되고 있다. 백색 조명용 LED에 이용되기 위해 형광체는 가시광선영역에서 높은 양자효율을 달성하고 표면에서 광산란의 억제를 위해 입자의 크기가 작아야 하며, LED의 온도가 200°C 까지 올라갈 경우 화학적으로 안정해야 한다. 이러한 성격에 부합하는 형광체로서 양자점(Quantum Dots)이 제시되고 있다. 양자점은 수나노 미터 크기의 콜로이드 상태로 합성되며 양자제한 효과에 의해 발광파장을 쉽게 조절할 수 있으며, 고온에서 제조되는 특성으로 높은 온도에서도 화학적으로 안정한 특성을 가지므로 QD-LED의 개발에 적합한 형광체라 여겨진다. 본 연구에서는 3-5nm의 입자크기를 가지는 녹색 및 적색파장대의 발광을 보유한 양자점을 기존 LED에 도포하여 광효율을 높일수 있는 기술에 대해 제안하고자 한다.

2. LED 광원을 이용한 형광구조체

2.1 양자점제작

본 연구에서는 Pyrolysis of organometallic precursor 법에 기반하여 녹색(540nm) 및 적색(580nm)계열에서 형광발광을 가지는 지름크기 3-5nm 양자점을 제작하였다.

먼저 12.7mg의 CdO(cadmium oxide)와 160mg의 laurly acid를 3-neck flask 안에서 질소가스 분위기아래 150°C에서 서서히 용융시키고 온도가 200°C에 도달하면 1.94g의 HDA(hexadecylamine)/TOPO(tri-n-octylphosphine oxide)를 넣어 용액이 투명해지는 상태가 되도록 온도를 350°C로 가열하였다. 그 후 80mg의 Selenide를 2mL의 TOP(Tri-n-octylphosphine)와 혼합한 TOP/Se를 glass syringe를 이용하여 용기안으로 주입하고 교반을 통해 CdSe 형태의 양자점이 형성되도록 하였다. 제조된 양자점은 표면에 TOPO와 HDA에 의해 안정화 되며, 반응이 완료된 후 아세톤용액을 3-neck flask의 표면에 분사하여 용기내 온도를 120°C 가도록 급격히 떨어지도록 하였다. 제작된 양자점은 UV 조사로 형광발광 유무를 확인하였으며, HRTEM을 이용하여 크기를 예측할 수 있었다.

(a) 양자점 합성 모식도 (b) 양자점 형광발광

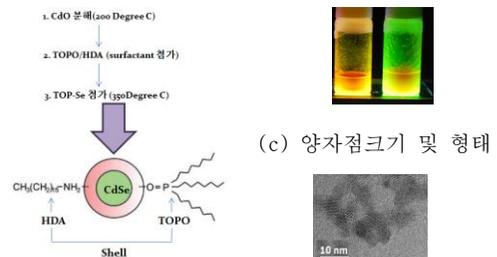


Fig. 1 양자점의 합성 및 분석

2.2 실험 구성

Fig 2 은 본 실험장치에 구조를 나타낸 것이다. 일반적으로 색좌표를 측정하기 위하여 광원(right source)인 LED Package 를 준비하였고, 정전류 전원인가 장치로 일정하게 발광할 수 있도록 하였다. 가시광선 영역의 측정장비로는 Instrument systems 사의 10" 적분구와 분광측정계(Spectrometer) CAS140CT 로 구성된다.

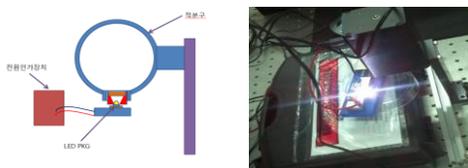


Fig. 2 실험 구성도 및 구성품

Table 1 Color coordinate value of Standrd LED

	x	y
표준시료	0.2937	0.2393

3. 형광양자점에 의한 색좌표 구현

파장별 색좌표를 실험하기 위해서 각기 다른 파장의 양자점 4 종 시료를 준비하였고, 농도별 실험을 하기 위해서는 585nm 양자점 시료를 준비하였고 용량을 다른 투명 Glass 4 종을 준비하였다. 기준값이 되는 LED 표준시료의 측정값을 색좌표로 계산한 값을 Table 1 과 같이 얻어낸 후에 그 결과 값을 표준으로 한 파장별 실험을 한다. 동일한 용량의 양자점 시료를 삽입하기 위하여 일정용량 삽입 가능한 투명 Glass(cell)를 적분구 입구에 삽입시켜 측정을 하여 Table 2 와 같은 결과 값을 얻어냈다

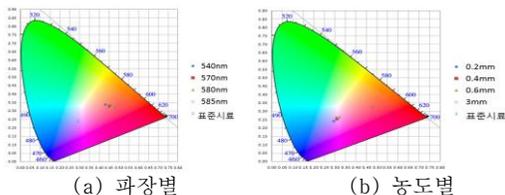


Fig. 3 파장별 시료 CIE1931 Color Coordinate

Table 2 파장별, 용량별 실험데이터

파장별	x	y	용량별	x	y
540nm	0.433	0.338	0.2mm	0.296	0.242
570nm	0.415	0.318	0.4mm	0.312	0.256
580nm	0.465	0.326	0.6mm	0.323	0.266
585nm	0.479	0.321	3mm	0.479	0.321
표준	0.294	0.239	표준	0.294	0.239

4. 결론

본 연구에서는 540nm, 570nm, 580nm 및 585nm 의 적녹색 형광 발광대를 가지는 양자점을 CdSe 기반의 나노입자 형태의 양자점을 합성하였다. 이를 기반 시료로 하여, 각기 다른 농도로 양자점을 에폭시에 분산시켜 여기원으로 이용되는 LED 칩위에 단층으로 코팅하여 백색광 효율의 증가를 고찰하였다. 이후 585nm 에서 형광발광을 나타내는 양자점 나노입자를 이용하여 양자점층의 두께가 0.4mm 와 0.6mm 가 되도록 도포한 경우, 색좌표도 값이 (0.31, 0.26)와 (0.32,0.27)를 나타내었다. 이는 순수 백색광 영역에 포함되지는 않으나, 백색광 영역에 근접하는 수치로 양자점을 이용한 LED 의 백색광 효율증가에 대한 가능성을 제시하는 것이다. 차후 연구는 양자점 나노입자를 다층 구조로 개선하여 색좌표가 순수 백색광 영역에서 관찰되어 백색광 효율증가에 대한 연구가 진행되어야 하리라 여겨진다.

후기

이 논문은 2010 년도 교육과학기술부의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0016964).

참고문헌

- Cumberland, S.L., Hanif, K.M., Javier, A., Khitrov, G.A., Strouse, G.F., Woessmer, S.M., and Yun, C.S., " Inorganic Clusters as Single-Source Precursors for Preparation of Cdse, Znse, and CdSe/ZnS Nanomaterials," Chemical Materials, **14**, 1546-1584, 2002.