



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월05일
(11) 등록번호 10-1815619
(24) 등록일자 2017년12월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/1335 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02F 1/133609 (2013.01)
G02F 1/133514 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0162277(분할)
(22) 출원일자 2016년11월30일
심사청구일자 2016년12월29일
(65) 공개번호 10-2016-0140564
(43) 공개일자 2016년12월07일
(62) 원출원 특허 10-2010-0029560
원출원일자 2010년03월31일
심사청구일자 2015년01월28일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080006906 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 27 항
심사관 : 이옥우

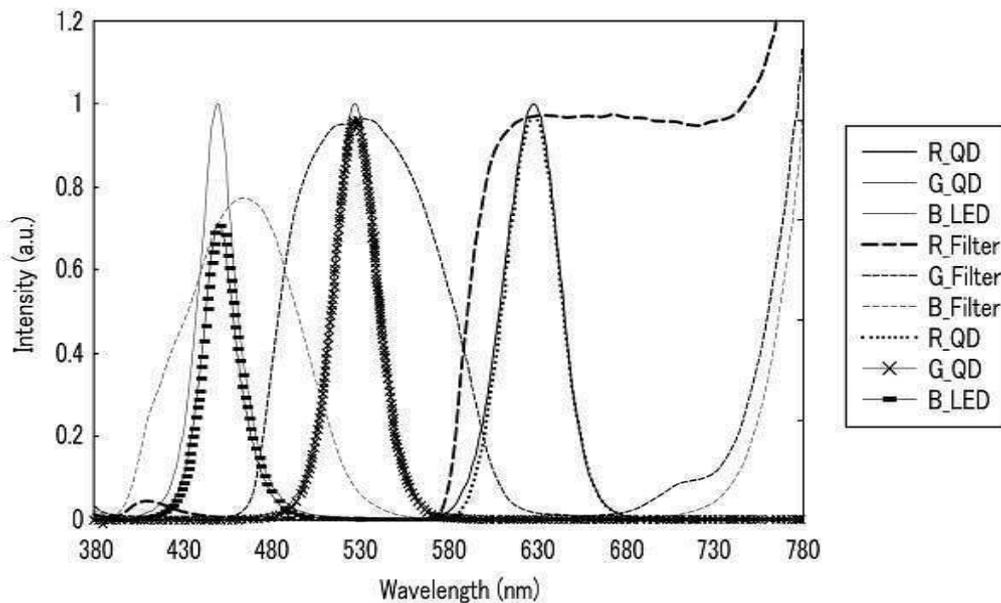
(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
장은주
경기도 수원시 권선구 동수원로145번길 23, 409동
902호 (권선동, 수원아이파크시티4단지)
김영환
경기도 성남시 분당구 정자일로232번길 25, A동
2201호 (정자동, 위브제니스)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

(54) 발명의 명칭 백색 발광 다이오드, 백라이트 유닛, 및 이를 포함한 액정 디스플레이 장치

(57) 요약

백색 발광 다이오드를 포함하는 액정 디스플레이 장치를 제공한다. 상기 백색 발광 다이오드는 청색광을 방출하는 LED 광원 및 상기 LED 광원으로부터 입사된 광을 백색광으로 전환시키는 광전환층을 포함하고, 상기 광전환층은 녹색 발광 반도체 나노결정 및 적색 발광 반도체 나노결정을 포함한다. 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 (뒷면에 계속)

대표도 - 도8



발광피크 파장은 약 530nm 이상이고, 상기 적색 반도체 나노 결정의 발광피크 파장은 약 615nm 이상이고, 상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭(Full width at half maximum, FWHM)이 약 45nm 이하이다. 또한 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율은 녹색 컬러 필터의 최대 투과율의 95% 이상이고, 적색 컬러 필터를 투과하는 비율은 적색 컬러 필터 최대 투과율의 약 10% 미만이며, 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 적색 컬러 필터를 투과하는 비율은 적색 컬러 필터의 최대 투과율의 약 95% 이상이고, 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율은 녹색 컬러 필터의 최대 투과율의 약 10% 미만이다.

(52) CPC특허분류

G02F 1/133603 (2013.01)

G02F 2202/36 (2013.01)

(72) 발명자

장효숙

경기도 수원시 영통구 영통로290번길 26, 843동 1503호 (영통동, 벽적골주공휴먼시아8단지아파트)

전신애

경기도 성남시 분당구 미금로 184, 101동 104호 (구미동, 까치마을1단지대우아파트)

권수경

경기도 수원시 영통구 센트럴타운로 107, 101동 3004호 (이의동, 광고푸르지오 월드마크)

홍석환

서울특별시 송파구 올림픽로 135, 250동 602호 (잠실동, 리센츠)

(56) 선행기술조사문헌

JP2007281484 A

KR1020060114523 A

KR1020070101046 A

KR1020090064079 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

청색광을 방출하는 LED(light emitting diode) 광원;

상기 LED 광원으로부터 입사된 광을 백색광으로 전환시키는 광전환층; 및

상기 백색광을 이용하여 화상을 구현하는 컬러필터를 포함하는 액정 디스플레이 장치로서,

상기 광전환층은 발광 물질을 포함하고,

상기 발광물질은, 반도체 나노결정만으로 이루어지고 상기 반도체 나노결정은 녹색 발광 반도체 나노결정 및 적색 발광 반도체 나노결정을 포함하고

상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 530nm 이상이고, 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 피크 파장은 615nm 이상이고,

상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율이 95% 이상이고, 적색 컬러 필터를 투과하는 비율이 10% 미만이고,

상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 적색 컬러 필터를 투과하는 비율이 95% 이상이고, 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율이 10% 미만인 것인 액정 디스플레이 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_G)과 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_R)의 중첩되는 영역의 면적(S)의 비율($S/(A_G$ 또는 $A_R)$)이 10% 이하인 것인 액정 디스플레이 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_G)과 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_R)의 중첩되는 영역의 면적(S)의 비율($S/(A_G$ 또는 $A_R)$)이 7% 이하인 액정 디스플레이 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_G)과 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_R)의 중첩되는 영역의 면적(S)의 비율($S/(A_G$ 또는 $A_R)$)이 5% 이하인 액정 디스플레이 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭이 40nm 이하인 액정 디스플레이 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 청색광을 방출하는 LED 광원의 발광피크 파장은 440 내지 460nm 에 있고, 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 530 내지 550nm 에 있고 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 620 내지 640nm 에 있는 액정 디스플레이 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 청색광을 방출하는 LED 광원의 발광세기는 0.43 ± 0.05 이고, 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광세기는 0.27 ± 0.05 이고 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광세기는 0.28 ± 0.05 인 액정 디스플레이 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 백색광의 색좌표는 x좌표가 0.24 ± 0.05 이고 y 좌표가 0.21 ± 0.05 인 액정 디스플레이 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 백색광의 색온도는 9500K 내지 100000K인 액정 디스플레이 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율이 녹색 컬러 필터의 최대 투과율의 98% 이상이고, 적색 컬러 필터를 투과하는 비율이 적색 컬러 필터 최대 투과율의 5% 미만이고,

상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 적색 컬러 필터를 투과하는 비율이 적색 컬러 필터의 최대 투과율의 98% 이상이고, 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율이 녹색 컬러 필터의 최대 투과율의 5% 미만인 액정 디스플레이 장치.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액정 디스플레이 장치의 컬러 필터 투과 후의 청색, 녹색 및 적색 발광 스펙트럼의 발광세기의 비가 $1:0.9 \pm 0.1:0.8 \pm 0.1$ 의 범위에 있는 것인 액정 디스플레이 장치.

청구항 12

청색광을 방출하는 LED 광원; 및

상기 LED 광원으로부터 입사된 광을 백색광으로 전환시키는 광전환층을 포함하는 백라이트 유닛으로서,

상기 광전환층은 발광물질을 포함하고,

상기 발광물질은 반도체 나노결정만으로 이루어지고, 상기 반도체 나노결정은 녹색 발광 반도체 나노결정 및 적색 발광 반도체 나노결정을 포함하고,

상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 530nm 이상이고, 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 615nm 이상이고, CIE1931 좌표의 NTSC 색좌표 대비 90% 이상의 색재현율을 가지는 것인 백라이트 유닛.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭이 40nm 이하인 백라이트 유닛.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 청색광을 방출하는 LED 광원의 발광피크 파장은 440 내지 460nm 에 있고, 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 530 내지 550nm 에 있고 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 620 내지 640nm 에 있는 백라이트 유닛.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 청색광을 방출하는 LED 광원의 발광세기는 0.43 ± 0.05 이고, 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광세기는 0.27 ± 0.05 이고 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광세기는 0.28 ± 0.05 인 백라이트 유닛.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 백색광의 색좌표는 x 좌표가 0.24 ± 0.05 이고 y 좌표가 0.21 ± 0.05 인 백라이트 유닛.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 백색광의 색온도는 9500K 내지 100000K 인 백라이트 유닛.

청구항 18

제12항 내지 제17항 중 어느 하나의 항에 따른 백라이트 유닛; 및

상기 백라이트 유닛으로부터 방출되는 백색광을 이용하여 화상을 구현하는 컬러 필터를 포함하는 액정 패널을 포함하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 액정 디스플레이 장치의 컬러 필터 투과 후의 청색, 녹색 및 적색 발광 스펙트럼의 발광세기의 비가 1: 0.9±0.1: 0.8±0.1의 범위에 있는 것인 액정 디스플레이 장치.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 발광물질은, 녹색 발광 무기 형광체 및 적색 발광 무기 형광체를 포함하지 않는 액정 디스플레이 장치.

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 광전환층은 수지 (resin)를 포함하는 액정 디스플레이 장치.

청구항 22

제1항에 있어서,

상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭이 45nm 이하인 액정 디스플레이 장치.

청구항 23

삭제

청구항 24

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

CIE1931 좌표의 NTSC 색좌표 대비 90% 이상의 색재현율을 가지는 것인 액정 디스플레이 장치.

청구항 25

청색광을 방출하는 LED 광원; 및

상기 LED 광원으로부터 입사된 광을 백색광으로 전환시키는 광전환층을 포함하는 백색 발광 다이오드로서,

상기 광전환층은 발광물질을 포함하고,

상기 발광물질은 반도체 나노결정만으로 이루어지고,

상기 반도체 나노결정은 녹색 발광 반도체 나노결정 및 적색 발광 반도체 나노결정을 포함하고

상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 530nm 이상이고, 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 피크 파장은 615nm 이상인 백색 발광 다이오드.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 백색광의 색온도는 9500K 내지 100000K인 백색 발광 다이오드.

청구항 27

제25항에 있어서,

상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭이 45nm 이하인 백색 발광 다이오드.

청구항 28

제25항에 있어서,

상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭이 40nm 이하인 백색 발광 다이오드.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 기재는 백색 발광 다이오드를 포함하는 액정 디스플레이 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체를 이용한 백색 발광 다이오드(White Light Emitting Diode)는 수명이 길고, 소형화가 가능하며, 소비전력이 적고, 수은 등을 포함하는 않는 환경친화적인 특징으로 인해 기존의 발광소자를 대체할 수 있는 차세대 발광소자 중 하나로서 각광 받고 있다. 이러한 백색 발광 다이오드는 액정 디스플레이(LCD)의 백라이트(backlight)나 자동차의 계기 판넬 등에도 사용되고 있다.

[0003] 특히 액정 디스플레이의 백라이트로 사용하기 위해서, 효율 및 색순도가 우수한 삼색(적색, 녹색, 청색) 발광 다이오드를 모두 사용하는 방법이 기존에 제시되어 왔으나, 제조비용이 고가이고 구동회로가 복잡하기 때문에 제품의 가격 경쟁력이 크게 떨어지는 단점이 있다. 따라서 기존의 방법과 같이 효율 및 색순도의 성능을 유지하면서도, 제조 비용을 낮출 수 있고 소자의 구조를 단순화할 수 있는 단일 칩 솔루션(One Chip Solution)의 개발이 요청되고 있다.

[0004] 단일 칩 솔루션의 하나로 450nm의 파장을 가지는 InGaN계 청색 발광 다이오드에 YAG:Ce 형광체를 조합한 백색 LED가 개발되었다. 이러한 발광 다이오드는 청색 발광 다이오드에서 발생하는 청색광의 일부가 YAG:Ce 형광체를 여기시켜 황록색을 발생시키게 되며, 상기 청색과 황록색이 합성되어 백색을 발광시키는 원리로 동작한다.

[0005] 그러나, 청색 발광 다이오드에 YAG:Ce 형광체를 조합한 백색 LED의 빛은 가시광선 영역의 일부 스펙트럼만을 가지고 있기 때문에 연색지수(color rendering index)가 낮고 적색, 녹색, 청색의 컬러 필터를 통과하게 되면 컬러 필터를 통과하지 못한 부분이 많아 효율이 손실된다. 또한 이에 따라 색순도가 낮은 문제점도 발생하게 되어 TV 등의 고화질을 요구하는 표시 소자에 응용하기 적절하지 못한 한계가 있다.

[0006] 최근에는 청색 발광 다이오드를 여기원으로 사용하는 것보다, 에너지 효율이 높을 것으로 기대되는 자외선 발광 다이오드를 여기원으로 사용하고, 청색, 녹색, 적색의 발광체를 사용하여 백색 발광 다이오드를 제조하는 방법도 연구되고 있다. 그러나, 현재는 청색 및 녹색에 비교하여, 효율이 높은 적색 발광체의 개발이 요구되고 있다.

[0007] 또 다른 방법으로, 청색 발광 다이오드 위에 녹색 및 적색 무기 형광체를 도포하는 방법도 시도되고 있지만, 비교적 높은 에너지로 여기되는 무기 형광체를 가시광 영역의 청색 파장으로 여기시킬 수 있는 적절한 물질이 개발되어 있지 않고, 현재까지 개발된 녹색 형광체는 안정성이 낮고 색순도가 좋지 않으며, 적색 형광체는 효율이 낮은 문제점을 아직 해결할 수 없어 백라이트 유닛용 발광 다이오드에서 필요로 하는 색순도와 광효율을 확보할 수 없는 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 측면은 색재현율과 발광효율이 높으면서도 안정적으로 백색광을 유지할 수 있는 백색 발광 다이오드를 포함하는 액정 디스플레이 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일 측면에 따르면, 백색 발광 다이오드 및 백색광을 이용하여 화상을 구현하는 컬러 필터를 포함하는 액정 디스플레이 장치를 제공한다. 상기 백색 발광 다이오드는 청색광을 방출하는 LED 광원 및 상기 LED 광원 으로부터 입사된 광을 백색광으로 전환시키는 광전환층을 포함하고, 상기 광전환층은 녹색 발광 반도체 나노결정 및 적색 발광 반도체 나노결정을 포함하는 백색 발광 다이오드가 제공된다. 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 약 530nm 이상이고, 상기 적색 반도체 나노 결정의 발광피크 파장은 약 615nm 이상이고, 상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭(full width at half maximum, FWHM)이 약 45nm 이하이다. 또한 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율은 녹색 컬러 필터의 최대 투과율의 95% 이상이고, 적색 컬러 필터를 투과하는 비율은 적색 컬러 필터 최대 투과율의 약 10% 미만이며, 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 적색 컬러 필터를 투과하는 비율은 적색 컬러 필터의 최대 투과율의 약 95% 이상이고, 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율은 녹색 컬러 필터의 최대 투과율의 약 10%이다.
- [0010] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 530nm 이상이고, 상기 적색 반도체 나노 결정의 발광피크 파장은 615nm 이상이고, 상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭이 45nm 이하이고, CIE1931 좌표의 NTSC 색좌표에 비하여 90% 이상, 더욱 바람직하게는 100% 이상의 색재현율을 가지는 것인 백색 발광 다이오드가 제공된다.
- [0012] 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_G)과 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_R)의 중첩되는 영역의 면적(S)의 비율($S/(A_G$ 또는 $A_R)$)이 약 10% 이하, 좋게는 약 7% 이하일 수 있다.
- [0013] 상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭이 약 40nm 이하일 수 있다.
- [0014] 상기 청색광을 방출하는 LED 광원의 발광피크 파장은 약 440 내지 약 460nm이고, 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 약 530 내지 약 550nm이고 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 약 620 내지 약 640nm일 수 있다.
- [0015] 상기 청색광을 방출하는 LED 광원의 발광세기의 비율은 약 0.43 ± 0.05 이고, 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광세기의 비율은 약 0.27 ± 0.05 이고 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광세기의 비율은 약 0.28 ± 0.05 일 수 있다.
- [0016] 상기 백색 발광 다이오드의 색좌표의 x좌표는 약 0.24 ± 0.05 이고 y 좌표는 약 0.21 ± 0.05 이고, 색온도는 약 9500K 내지 약 10000K일 수 있다.
- [0017] 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율이 녹색 컬러 필터의 최대 투과율 대비 약 98% 이상이고, 적색 컬러 필터를 투과하는 비율이 적색 컬러 필터의 최대 투과율 대비 약 5% 미만이고, 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 적색 컬러 필터를 투과하는 비율이 적색 컬러 필터의 최대 투과율 대비 약 98% 이상이고, 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율이 녹색 컬러 필터의 최대 투과율 대비 약 5% 미만일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 백색 발광 다이오드 및 상기 백색광을 이용하여 화상을 구현하는 컬러 필터를 포함하는 액정 패널을 포함하는 액정 디스플레이 장치가 제공된다.
- [0019] 상기 액정 디스플레이 장치의 컬러 필터 투과 후의 청색, 녹색 및 적색 발광 스펙트럼의 발광세기의 비가 약 1: 0.9 ± 0.1 : 0.8 ± 0.1 의 범위에 있다.

발명의 효과

- [0020] 상기 백색 발광 다이오드는 색재현율과 발광효율이 높으면서도 안정적으로 백색광을 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1 내지 도 4는 다양한 구조를 가지는 광전환층을 포함하는 백색 발광 다이오드의 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 구현예에 따른 액정 디스플레이 장치의 개략도이다.
- 도 6은 실시예 1에 따른 백색 발광 다이오드의 발광 스펙트럼을 도시한 도면이다.

도 7은 실시예 1에 따른 백색 발광 다이오드의 컬러 필터 투과후의 발광 스펙트럼을 도시한 도면이다.

도 8은 실시예 1에 따른 백색 발광 다이오드의 컬러 필터 전후의 발광 스펙트럼과 컬러 필터의 청색, 녹색 및 적색의 상대적인 투과율 비율을 도시한 도면이다.

도 9는 비교예 3에 따른 형광체를 이용한 LED의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.

도 10은 비교예 3에 따른 백색 발광 다이오드의 컬러 필터 전후의 발광 스펙트럼과 컬러 필터의 청색, 녹색 및 적색의 상대적인 투과율 비율을 도시한 도면이다.

도 11은 백라이트 유닛의 백색 좌표(x, y)를 0.28 ± 0.05 및 0.29 ± 0.05 로 맞춘 상태에서 실시예 1의 백색 발광 다이오드의 발광 스펙트럼을 보인 그래프이다.

도 12는 실시예 1과 비교예 3에 따른 백색 발광 다이오드의 컬러 필터 투과후의 발광 스펙트럼을 보인 도면이다.

도 13은 실시예 1 및 비교예 3에 따른 백색 발광 다이오드의 시감도(Photopic sensitivity)를 반영하여 나타낸 휘도 스펙트럼을 보인 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 구현예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예에 한정되지 않는다.

[0023] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우 뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.

[0024] 이하 본 발명의 일 구현예에 따른 백색 발광 다이오드에 대하여 설명한다.

[0025] 청색광을 방출하는 LED 광원 및 상기 LED 광원으로부터 입사된 광을 백색광으로 전환시키는 광전환층을 포함하고, 상기 광전환층은 녹색 발광 반도체 나노결정 및 적색 발광 반도체 나노결정을 포함하는 백색 발광 다이오드가 제공된다.

[0026] 상기 백색 발광 다이오드에서는 청색 LED 광원에서 방사되는 빛에 의해서 녹색 발광 반도체 나노결정 및 적색 발광 반도체 나노결정이 여기되어 녹색광 및 적색광을 방사하고, 이러한 녹색광 및 적색광과 광전환층을 투과하여 나온 청색광이 조합되어 백색이 구현된다.

[0027] 상기 청색 LED 광원의 발광피크 파장은 440 내지 460nm의 범위에 있고, 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 피크 파장은 약 530nm 이상이고, 총계는 530 내지 550nm의 범위에 있으며, 적색 반도체 나노결정의 발광피크 파장은 약 615nm 이상이고, 총계는 620 내지 640nm의 범위에 있다. 또한, 상기 녹색 및 적색 발광 반도체 나노결정의 발광피크의 반치폭이 약 45nm 이하이고 총계는 40nm 이하의 범위에 있다. 상기 파장과 반치폭이 상기 범위에 있는 경우 색재현율과 휘도가 우수하게 개선된 발광소자를 제공할 수 있다.

[0029] *액정 디스플레이 장치의 컬러 필터는 각 색의 영역이 넓게 분포하여 겹친 부분이 존재하므로, 청색 컬러 필터를 투과해서 일부 녹색 영역의 발광이 동시에 일어나거나, 녹색 컬러 필터를 투과해서 청색 및 적색 영역의 발광이 동시에 일어나거나, 적색 컬러 필터를 투과해서 녹색 영역의 발광이 동시에 일어날 수 있다. 이에 따라 액정 디스플레이 장치에서 색을 구동할 때 각각의 색을 표현하는 색좌표가 변화하게 되어 색재현율을 좌우하게 된다.

[0030] 백라이트 유닛으로 사용될 수 있는 백색 발광 다이오드의 발광체로 반도체 나노결정을 사용하여 백색 발광 다이오드의 녹색 및 적색 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 각각의 녹색 컬러 필터와 적색 컬러 필터를 투과하는 비율을 조절함으로써 높은 발광 효율과 휘도 그리고 개선된 색재현율을 얻을 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 구현예에서는 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율이 녹색 컬러 필터의 최대 투과율의 약 95% 이상, 총계는 약 98% 이상이고, 적색 컬러 필터를 투과하는 비율이 적색 컬러 필터의 최대 투과율의 약 10% 미만이고, 총계는 약 5% 미만이고, 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼이 적색 컬러 필터를 투과하는 비율이 적색 컬러 필터의 최대 투과율의 약 95% 이상이고, 총계

는 약 98% 이상이고, 녹색 컬러 필터를 투과하는 비율이 녹색 컬러 필터의 최대 투과율의 약 10% 미만이고, 총계는 약 5% 미만일 수 있다. 상기 범위로 투과율을 조절하면 개선된 색재현율과 휘도를 얻을 수 있다. 상기 컬러 필터의 최대 투과율은 컬러 필터 투과율 스펙트럼의 최대 투과율을 나타내는 파장에서의 투과율을 100%로 가정할 경우, 해당 광원의 발광세기에 컬러 필터의 투과율을 곱하여 얻어지는 투과율을 의미한다.

[0032] 본 발명의 다른 구현예에서는 CIE1931 좌표의 NTSC 색좌표에 비하여 90% 이상, 더욱 바람직하게는 100% 이상의 색재현율을 가지는 것인 백색 발광 다이오드가 제공된다.

[0033] 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_G)과 적색 발광 반도체 나노결정의 발광 스펙트럼의 총면적(A_R)의 중첩되는 영역의 면적(S)의 비율($S/(A_G$ 또는 $A_R)$)이 약 10% 이하, 총계는 약 7% 이하일 수 있다. 상기 $S/(A_G$ 또는 $A_R)$ 의 비율이 상기 범위에 있는 경우 색재현율과 휘도가 우수하게 개선된 발광소자를 제공할 수 있다. 백색광의 색좌표를 조절하기 위하여, 상기 청색광을 방출하는 LED 광원의 발광세기 비율은 0.43 ± 0.05 이고, 상기 녹색 발광 반도체 나노결정의 발광세기 비율은 0.27 ± 0.05 이고 상기 적색 발광 반도체 나노결정의 발광세기 비율은 0.28 ± 0.05 일 수 있다. 상기 발광세기가 상기 범위에 있으면 더욱 넓은 영역의 색재현 범위를 갖는 백색광을 실현할 수 있다.

[0035] 상기 백색 발광 다이오드의 색좌표의 x좌표는 0.24 ± 0.05 이고 y 좌표는 0.21 ± 0.05 이고, 색온도가 약 9500K 내지 약 10000K일 수 있다. 상기 색좌표와 색온도가 상기 범위에 있으면 더욱 넓은 영역의 색재현 범위를 갖는 백색광을 실현할 수 있으며, 디스플레이의 광원으로 사용 시 다양한 색을 표현할 수 있다.

[0036] 상기 반도체 나노 결정의 예로는 II-VI족 화합물, III-V족 화합물, IV-VI족 화합물, IV족 화합물 등이 있다. 상기 반도체 나노 결정 입자는 코어/셸(core/shell) 구조일 수 있다. 상기 코어/셸에서 코어와 셸의 계면은 셸에 존재하는 원소의 농도가 중심으로 갈수록 낮아지는 농도 구배(gradient) 구조를 가질 수도 있다.

[0037] 상기 II-VI족 화합물은 CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO MgSe, MgS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; CdSeS, CdSeTe, CdSTe, ZnSeS, ZnSeTe, ZnSTe, CdZnS, CdZnSe, CdZnTe, MgZnSe, MgZnS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 CdZnSeS, CdZnSeTe, CdZnSTe, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 III-V족 화합물은 GaN, GaP, GaAs, GaSb, AlN, AlP, AlAs, AlSb, InN, InP, InAs, InSb, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; GaNP, GaNAs, GaNSb, GaPAs, GaPSb, AlNP, AlNAs, AlNSb, AlPAs, AlPSb, InNP, InNAs, InNSb, InPAs, InPSb, GaAlNP, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 GaAlNAs, GaAlNSb, GaAlPAs, GaAlPSb, GaInNP, GaInNAs, GaInNSb, GaInPAs, GaInPSb, InAlNP, InAlNAs, InAlNSb, InAlPAs, InAlPSb, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 반도체 나노결정의 입자 크기, 조성, 또는 농도 구배를 통하여 발광피크 파장과 반치폭을 조절할 수 있다.

[0038] 상기 광전환층은 청색광을 방출하는 LED 광원 위에 다양한 구조로 설계될 수 있다. 예를 들어, 상기 광전환층(12)은 도 1에 도시된 바와 같이, 청색광을 방출하는 LED 광원(10) 위에 녹색 발광 반도체 나노결정(14)과 적색 발광 반도체 나노결정(16)의 혼합층으로 구성될 수 있다. 또한 도 2에 도시된 바와 같이 청색광을 방출하는 LED 광원(10) 위에 녹색 발광 반도체 나노 결정(24)을 도포한 다음 이 위에 적색 발광 반도체 나노 결정(26)을 도포하여 광전환층(22)을 형성할 수도 있다. 도 3에 도시된 바와 같이 청색광을 방출하는 LED 광원(10) 위에 적색 발광 반도체 나노 결정층(34)을 형성하고 이 위에 녹색 발광 반도체 나노 결정층(36)을 형성하여 광전환층(32)을 형성할 수도 있다. 상기 적색 발광 반도체 나노 결정층(34)을 형성하고 이 위에 녹색 발광 반도체 나노 결정층(36)은 서로 위치가 바뀔 수도 있다. 즉 LED 광원(10) 위에 녹색 발광 반도체 나노 결정층(34)과 이 위에 위치하는 적색 발광 반도체 나노 결정층(36)이 존재하는 광전환층(32)을 제공할 수도 있다. 도면에는 두 개의 층만이 적층된 광전환층을 도시하였으나 복수개의 층이 존재하는 광전환층도 제공될 수 있음은 물론이다. 도 4에 도시된 바와 같이 녹색 반도체 나노결정(44)과 적색 반도체 나노결정(46)의 복합체 입자로 구성된 광전환층(42)이 제공될 수도 있다.

[0039] 상기 백색 발광 다이오드는 액정 디스플레이 장치의 백라이트 유닛으로 사용될 수 있다. 본 발명의 일 구현예에 따른 액정 디스플레이 장치는 상기 구성을 가지는 백색 발광 다이오드와 상기 백색광을 이용하여 화상을 구현하는 컬러 필터를 포함하는 액정 패널을 포함한다.

[0040] 도 5는 본 발명의 일 구현예에 따른 액정 디스플레이 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0041] 도 5를 참조하면, 액정 디스플레이 장치는 백라이트 유닛(100)과 상기 백라이트 유닛(100)으로부터 출사된 백색 광을 이용하여 소정 색상의 화상을 형성하는 액정 패널(500)을 포함한다. 상기 백라이트 유닛(100)은 상기 백색 발광 다이오드일 수 있다.

[0042] 여기서, 상기 액정 패널(200)은 제1 편광판(201), 액정층(202), 제2 편광판(203) 및 컬러 필터(204)가 순차적으로 배치된 구조를 가질 수 있다. 상기 백라이트 유닛(100)으로부터 출사된 백색광은 제1 편광판(201), 액정층(202) 및 제2 편광판(203)을 투과하게 되고, 이렇게 투과된 백색광이 컬러 필터(204)에 입사되어 소정 색상의 화상을 형성하게 된다. 백라이트 유닛(100)과 액정패널(200) 사이에 확산판이 위치할 수 있다.

[0043] 이하 실시예를 통해서 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 다만 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다.

[0044] **제조예 1: 녹색 발광 다층구조 반도체 나노결정의 합성**

[0045] 트리옥틸아민(Trioctylamine, "TOA") 16g과 옥타데실포스포닉산 0.128g, 카드뮴 옥사이드 0.1mmol을 동시에 환류 콘덴서가 설치된 125ml 플라스크에 넣고, 교반하면서 반응온도를 300도로 조절한다. 이와 별도로 Se 분말을 트리 옥틸 포스핀(trioctylphosphine, "TOP")에 녹여서 Se 농도가 약 2M인 Se-TOP 착물용액을 만든다. 상기 교반되고 있는 반응 혼합물에 2M Se-TOP 착물용액 2mL를 빠른 속도로 주입하고 약 2분간 반응시킨다. 반응이 종결되면, 반응 혼합물의 온도를 가능한 빨리 상온으로 떨어뜨리고, 비용매(non solvent)인 에탄올을 부가하여 원심 분리를 실시한다. 원심 분리된 침전을 제외한 용액의 상등액은 버리고, 침전은 톨루엔에 분산시켜 CdSe 나노결정 용액을 합성한다.

[0047] TOA 8g과 올레인산 0.1g, 아연 아세테이트 0.1 mmol을 동시에 환류 콘덴서가 설치된 125ml 플라스크에 넣고, 교반하면서 반응온도를 300℃로 조절한다. 상기에서 합성한 CdSe 나노결정 용액을 반응물에 첨가한 후 0.8M의 S-TOP 착물 용액 0.5mL를 천천히 가하여 약 1시간 동안 반응시켜 CdSe 나노결정 표면 위에 ZnS 나노결정을 성장시키고, 그 계면에서 확산을 통해 합금층을 형성한다. 반응이 종결되면, CdSe 나노결정을 분리한 방법과 동일하게 원심분리를 한 후 톨루엔에 분산시켜 다층구조의 나노결정 CdSe/ZnS를 합성한다.

[0048] 상기의 CdSe/ZnS 나노결정의 표면에 다시 한 번 CdZnS를 형성시킨다. 카드뮴 아세테이트 0.05mmol, 아연 아세테이트 0.1mmol, 올레인산 0.43g, TOA 8g을 환류 콘덴서가 설치된 125ml 플라스크에 넣고, 교반하면서 반응온도를 300℃로 조절한 후 상기에서 합성한 나노결정 CdSe/ZnS를 주입한다. 곧 바로 2mL의 TOA와 섞은 0.8mmol의 옥틸 사이올을 천천히 주입하여 1시간 정도 합성하여 CdSe/ZnS/CdZnS의 다층구조를 가진 나노결정을 형성한다. 반응이 종결된 후 원심분리에 의해 합성된 물질을 분리하여 톨루엔에 분산시킨다.

[0050] **제조예 2: 적색 발광 다층구조 반도체 나노결정의 합성**

[0051] TOA 32g과 올레인산 1.8g, 카드뮴 옥사이드 1.6 mmol을 동시에 환류 콘덴서가 설치된 125ml 플라스크에 넣고, 교반하면서 반응온도를 300℃로 조절한다. 실시예 1에서 합성한 2M Se-TOP 착물용액 0.2mL를 반응물에 빠르게 주입하고 1분 30초 후에 6mL의 TOA와 섞은 0.8mmol의 옥틸 사이올을 천천히 주입한다. 40분간 반응 후 별도로 합성한 아연 올레이트 착물용액 16mL를 천천히 주입한다.

[0052] 아연 올레이트 착물 용액은 4mmol의 아연 아세테이트와 올레인산 2.8g, TOA 16g을 환류 콘덴서가 설치된 125mL 플라스크에 넣고, 교반하면서 반응온도를 200℃로 조절하여 합성한다. 100℃ 이하로 온도를 내린 후 주입한다. 아연 올레이트 착물 용액의 주입이 완료되면 곧 바로 6mL의 TOA와 섞은 6.4mmol의 옥틸 사이올 착물용액을 천천히 가하여 약 2시간 동안 반응시켰다. 이는 순서대로 CdSe 나노결정을 생성시킨 후 표면 위에 CdS 나노결정을 성장시키고, ZnS를 한번 더 성장시켰다.

[0053] 반응이 종결된 후, 반응 혼합물의 온도를 가능한 빨리 상온으로 떨어뜨리고, 비용매(non solvent)인 에탄올을 부가하여 원심 분리를 실시한다. 원심 분리된 침전을 제외한 용액의 상등액은 버리고, 침전은 톨루엔에 분산시켜 8nm 크기의 다층구조의 나노결정 CdSe/CdS/ZnS를 합성한다.

[0055] **실시예 1: 백색 발광 다이오드의 제작**

[0056] 제조예 1에서 만들어진 녹색 발광 반도체 나노결정과 제조예 2에서 만들어진 적색 발광 반도체 나노결정에 헥산과 에탄올을 6:4의 부피비로 혼합한 용액을 더하여 6000 rpm으로 10분간 원심분리하여 침전물을 수득한다. 수득된 침전물에 클로로포름 용매를 더하여 약 1 중량%의 용액으로 제조한다. 에폭시 수지는 다우 코닝사에서 제조하여 판매하고 있는 SJ4500 A와 SJ4500 B 수지를 미리 1:1 부피비로 혼합하여 공기 방울을 제거하여 둔다. 녹색 발광 반도체 나노결정 1 중량%, 적색 발광 반도체 나노결정 1 중량%와 클로로포름 용액 0.1 mL와 에폭시 수지

0.1 mL를 혼합하여 균일하도록 교반하여 주고, 클로로포름 용액을 제거하기 위해 진공 상태에서 약 1시간 유지한다. 이렇게 제조된 녹색 발광 반도체 나노결정, 적색 발광 반도체 나노결정 및 에폭시 수지의 혼합물을 컵 형태로 만들어진 램프 타입의 청색 발광 다이오드 상에 약 20mL를 도포하고 100℃에서 3시간 동안 경화시켜 광전환층을 제조한다.

[0057] 상기의 방법으로 1차적으로 청색 발광 다이오드와 광전환층을 제조한 후, 램프 형태로 몰딩하기 위하여 몰드에 에폭시 수지만을 넣고 1차적으로 경화시킨 광전환층을 포함한 청색 발광다이오드를 100℃에서 3시간 동안 다시 경화시켜 램프 형태의 발광 다이오드를 제작한다.

[0059] **비교예 1: 백색 발광 다이오드의 제작**

[0061] 제조예 2에서 만들어진 적색 발광 반도체 나노결정에 헥산과 에탄올을 6:4의 부피비로 혼합한 용액을 더하여 6000 rpm으로 10분간 원심분리하여 침전물을 수득한다. 수득된 침전물을 클로로포름 용매를 더하여 약 1 중량%의 용액으로 제조한다. 에폭시 수지는 다우 코닝사에서 제조하여 판매하고 있는 SJ4500 A와 SJ4500 B 수지를 밀리 1:1 부피비로 혼합하여 공기 방울을 제거하여 둔다. 적색 발광 반도체 나노결정 1 중량%와 클로로포름 용액 0.1 mL와 에폭시 수지 0.1 mL를 혼합하여 균일하도록 교반하여 주고, 클로로포름 용액을 제거하기 위해 진공 상태에서 약 1시간 유지한다. 여기에 Sarnoff사에서 제조된 TG-3540 녹색 무기 형광체 0.05g을 첨가한 후 얻어진 혼합물을 컵 형태로 만들어진 램프 타입의 청색 발광 다이오드 상에 약 20mL를 도포하고 100℃에서 3시간 동안 경화시켜 광전환층을 제조한다.

[0062] 상기의 방법으로 1차적으로 청색 발광 다이오드와 광전환층을 제조한 후, 램프 형태로 몰딩하기 위하여 몰드에 에폭시 수지만을 넣고 1차적으로 경화시킨 광전환층을 포함한 청색 발광다이오드를 100℃에서 3시간 동안 다시 경화시켜 램프 형태의 발광 다이오드를 제작한다.

[0064] **비교예 2: 백색 발광 다이오드의 제작**

[0065] 제조예 1에서 만들어진 녹색 발광 반도체 나노결정에 헥산과 에탄올을 6:4의 부피비로 혼합한 용액을 더하여 6000 rpm으로 10분간 원심분리하여 침전물을 수득한다. 수득된 침전물을 클로로포름 용매를 더하여 약 1 중량%의 용액으로 제조한다. 에폭시 수지는 다우 코닝사에서 제조하여 판매하고 있는 SJ4500 A와 SJ4500 B 수지를 밀리 1:1 부피비로 혼합하여 공기 방울을 제거하여 둔다. 녹색 발광 반도체 나노결정 1 중량%와 클로로포름 용액 0.1 mL와 에폭시 수지 0.1 mL를 혼합하여 균일하도록 교반하여 주고, 클로로포름 용액을 제거하기 위해 진공 상태에서 약 1시간 유지한다. 여기에 Sarnoff사에서 제조된 Sr-Mg-P₄O₁₆ 계열의 적색 무기 형광체 0.1g을 첨가한 후 얻어진 혼합물을 컵 형태로 만들어진 램프 타입의 청색 발광 다이오드 상에 약 20mL를 도포하고 100℃에서 3시간 동안 경화시켜 광전환층을 제조한다.

[0066] 상기의 방법으로 1차적으로 청색 발광 다이오드와 광전환층을 제조한 후, 램프 형태로 몰딩하기 위하여 몰드에 에폭시 수지만을 넣고 1차적으로 경화시킨 광전환층을 포함한 청색 발광다이오드를 100℃에서 3시간 동안 다시 경화시켜 램프 형태의 발광 다이오드를 제작한다.

[0068] **비교예 3**

[0069] Sarnoff사에서 제조된 TG-3540 녹색 무기 형광체 0.05g과 Sr-Mg-P₄O₁₆ 계열의 적색 무기 형광체 0.1g을 에폭시 수지 0.1 mL와 교반하여 균일하게 혼합한다. 이렇게 제조된 무기 형광체와 에폭시 수지의 혼합물을 컵 형태로 만들어진 램프 타입의 청색 발광 다이오드 상에 약 20mL를 도포하고 100℃에서 3시간 동안 경화시켜 광전환층을 제조한다.

[0070] 상기의 방법으로 1차적으로 청색 발광 다이오드와 광전환층을 경화시킨 후, 램프 형태로 몰딩하기 위하여 몰드에 에폭시 수지만을 넣고 1차적으로 경화시킨 발광층을 포함한 청색 발광다이오드를 100℃에서 3시간 동안 다시 경화시켜 램프 형태의 발광 다이오드를 제작한다.

[0071] 동일한 조건으로 상기 실시예 1 및 비교예 1 내지 3의 발광 다이오드의 스펙트럼을 측정하기 위해, ISP75 시스템을 이용하여, 적분구에서 수집된 발광 특성을 평가하여 발광 스펙트럼을 분석한다.

[0072] 실시예 1에 따른 백색 발광 반도체 나노결정을 이용한 LED의 발광 스펙트럼을 도 6에 나타낸다. 컬러 필터를 통과시킨 후의 발광 스펙트럼을 도 7에 도시한다. 도 6에서 녹색과 적색 발광 스펙트럼의 발광피크 파장(반치폭)이 각각 528nm(28nm) 및 626nm(36nm)이고, 도 7에서 LCD 디스플레이의 컬러 필터를 통과한 후에는 각각 522nm(28nm) 및 620nm(36nm)로 나타나, 컬러 필터의 통과 후 발광피크 파장이나 반치폭의 차이가 거의 없는 것

을 알 수 있다. 또한 도 7로부터 백색 발광 다이오드의 각각의 컬러 필터를 투과한 후의 발광 스펙트럼의 면적은 1:0.94:0.84 정도의 비율을 가짐을 알 수 있다.

[0073] 상기 백색 발광 다이오드가 컬러 필터를 투과하는 비율을 알아보기 위하여 컬러 필터 전후의 발광 스펙트럼과 컬러 필터의 청색, 녹색 및 적색의 상대적인 투과율 비율을 도 8에 함께 도시한다. 도 8을 참조하면 실시예 1에 따른 백색 발광 다이오드의 각각의 스펙트럼은 컬러 필터 전후의 반치폭 차이가 거의 없으며, 녹색 발광 반도체 나노 결정의 발광 스펙트럼은 적색 컬러 필터를 투과하는 부분이 거의 없으나 적색 발광 반도체 나노 결정의 발광 스펙트럼은 녹색 컬러 필터를 소량 투과하는 것으로 보인다.

[0074] 비교예 3에 따른 형광체를 이용한 LED의 발광 스펙트럼을 도 9에 나타낸다. 도 9를 참조하면 녹색과 적색의 발광 스펙트럼의 반치폭이 상당히 넓은 것을 알 수 있다. 상기 비교예 3에 따른 백색 발광 다이오드가 컬러 필터를 투과하는 비율을 알아보기 위하여 컬러 필터의 청색, 녹색 및 적색의 상대적인 투과율 비율을 도 10에 함께 도시한다. 도 10을 참조하면 비교예 3에 따른 백색 발광 다이오드의 각각의 스펙트럼은 서로 중첩되는 부분이 많으며, 녹색 형광체의 발광 스펙트럼은 적색 컬러 필터를 투과하는 부분 그리고 적색 형광체의 발광 스펙트럼이 녹색 컬러 필터를 투과하는 부분이 상당히 존재한다.

[0075] 도 11은 백라이트 유닛의 백색 좌표(x, y)를 0.28 ± 0.05 및 0.29 ± 0.05 로 맞춘 상태에서 실시예 1의 백색 발광 다이오드의 발광 스펙트럼을 보인 그래프이다.

[0076] 상기 제조예 1에서 제조한 녹색 반도체 나노결정과, 상기 제조예 2에서 제조한 적색 반도체 나노결정, 상기 비교예 3에서 사용한 녹색 및 적색 무기 형광체의 스펙트럼을 사용하여, 백색 좌표를 맞추도록 발광세기를 조절한 후, 적색, 녹색, 청색에 해당하는 색좌표를 계산하여, 각각의 상대 색재현율과 상대 휘도를 구하였다. 그 결과를 표 1에 나타내었다. 표 1에서 각각의 색좌표의 하단에 백색좌표를 맞추기 위한 발광세기를 함께 기재하였다.

표 1

	적색	녹색	청색	색좌표			상대 색재현율 (%)	상대 휘도 (%)
				적색	녹색	청색		
실시예 1	반도체 나노결정	반도체 나노결정	LED	(0.673, 0.308)	(0.190, 0.707)	(0.150, 0.057)	122	117
				0.28	0.29	0.43		
비교예 1	반도체 나노결정	형광체	LED	(0.658, 0.318)	(0.277, 0.655)	(0.151, 0.046)	101	125
				0.17	0.37	0.46		
비교예 2	형광체	반도체 나노결정	LED	(0.675, 0.305)	(0.205, 0.697)	(0.151, 0.056)	120	92
				0.46	0.21	0.33		
비교예 3	형광체	형광체	LED	(0.659, 0.316)	(0.282, 0.652)	(0.151, 0.046)	100	100
				0.31	0.30	0.39		

[0078] 상기 표 1에서 보는 바와 같이 녹색 및 적색 반도체 나노결정을 사용하여 제조한 실시예 1에 따른 발광 다이오드가 녹색 및/또는 적색 무기형광체를 사용하는 비교예 1 내지 3에 비하여 색재현율과 상대휘도가 모두 우수함을 알 수 있다.

[0079] 도 12는 실시예 1과 비교예 3에 따른 백색 발광 다이오드의 컬러 필터 투과후의 발광 스펙트럼을 보인 도면이고 도 13은 시감도(Photopic sensitivity)를 반영하여 나타낸 실시예 1과 비교예 3에 따른 백색 발광 다이오드의 휘도 스펙트럼을 보인 도면이다. 도 12에서 보는 바와 같이 실시예 1에 따른 백색 발광 다이오드는 적색, 녹색 및 청색의 발광과장이 중첩되지 않음에 비하여 비교예 3의 백색 발광 다이오드는 적색, 녹색 및 청색의 발광과장이 상호 중첩됨을 알 수 있다. 또한 시감도를 반영한 도 13의 휘도 스펙트럼에서 보는 바와 같이 발광 스펙트럼이 비교적 좁은 반도체 나노결정의 경우, 적색 스펙트럼의 영역이 시인성이 높게 유지할 수 있는 장점이 있어, 휘도를 높일 수 있는 장점이 있다. 이러한 특성을 더욱 최적으로 유지하기 위하여, 반도체 나노결정의 발광 피크 파장을 여러 가지로 변화시켜 보면, 색재현율과 휘도 측면에서 적색과 녹색의 발광 피크 파장을 630nm와 530nm의 파장을 유지할 때 가장 효과적인 것으로 보인다.

[0080] 반도체 나노결정의 발광피크 파장에 따른 색재현율과 상대 휘도를 평가하고 하기 표 2에 기재한다.

표 2

[0081]

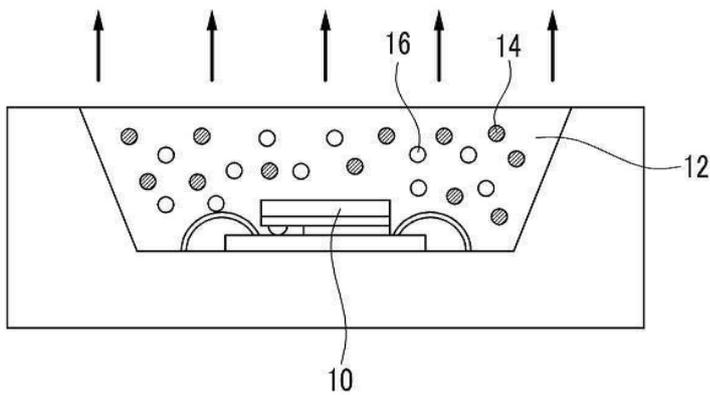
적색	녹색	청색	적색 색좌표	녹색 색좌표	청색 색좌표	색재현율 (%)	상대 휘도 (%)
반도체 나노 결정 630nm	반도체 나노 결정 530nm	LED	(0.673, 0.308)	(0.190, 0.707)	(0.150, 0.057)	122	118
			0.28	0.29	0.43		
반도체 나노 결정 640nm	반도체 나노 결정 530nm	LED	(0.686, 0.296)	(0.178, 0.717)	(0.150, 0.058)	137	108
			0.33	0.27	0.4		
반도체 나노 결정 630nm	반도체 나노 결정 540nm	LED	(0.671, 0.307)	(0.239, 0.691)	(0.152, 0.045)	115	120
			0.25	0.29	0.46		
반도체 나노 결정 640nm	반도체 나노 결정 540nm	LED	(0.683, 0.295)	(0.231, 0.699)	(0.152, 0.045)	120	113
			0.29	0.28	0.43		
반도체 나노 결정 620nm	반도체 나노 결정 530nm	LED	(0.658, 0.323)	(0.212, 0.690)	(0.150, 0.056)	112	118
			0.25	0.29	0.46		

[0082] 상기 표 2에서 보는 바와 같이 녹색 및 적색 반도체 나노결정의 발광피크 파장이 각각 530-540nm 및 620-640nm의 범위에 있을 경우 색재현율과 상대 휘도가 모두 우수하다.

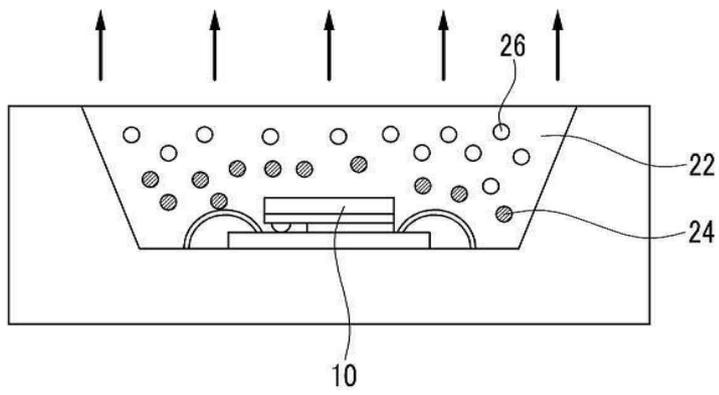
[0083] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구 범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

도면

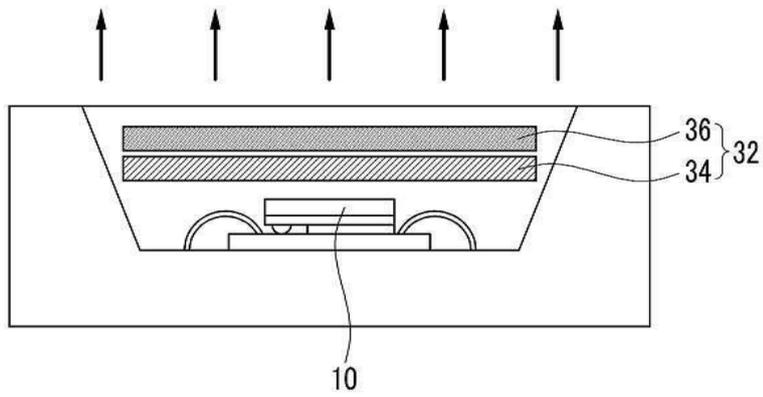
도면1



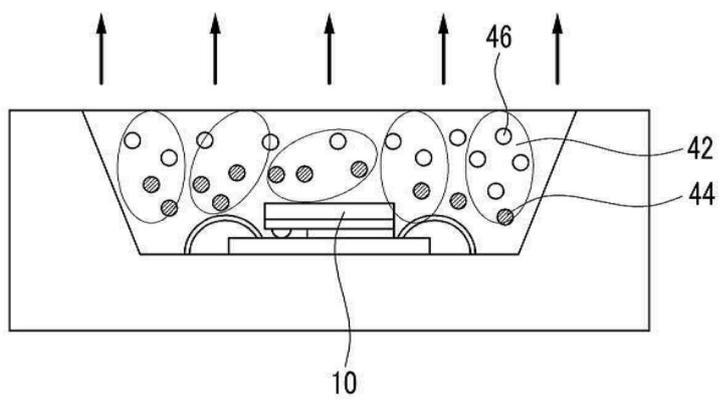
도면2



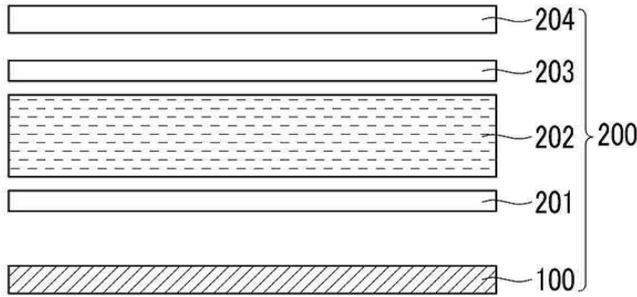
도면3



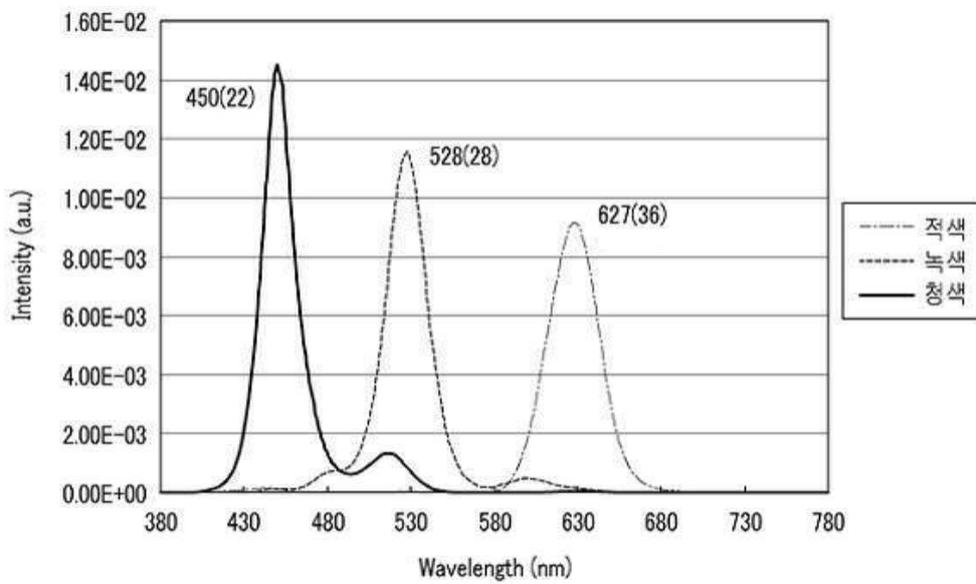
도면4



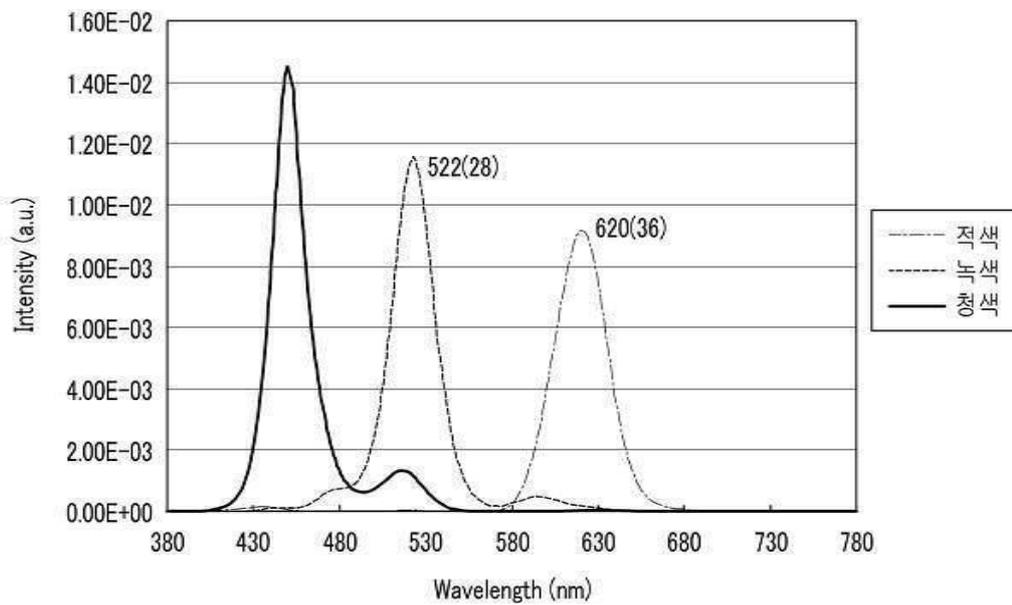
도면5



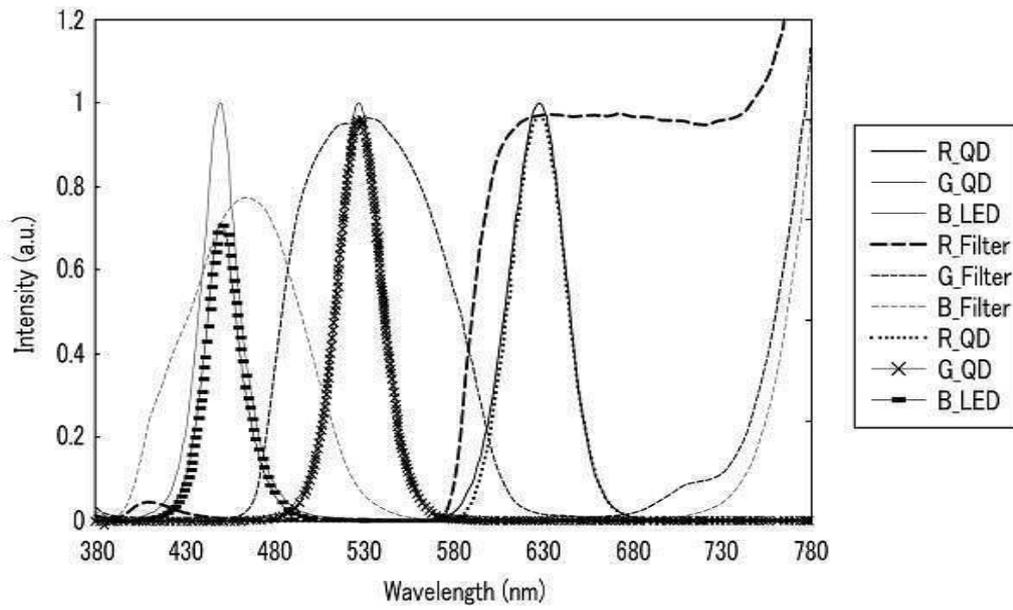
도면6



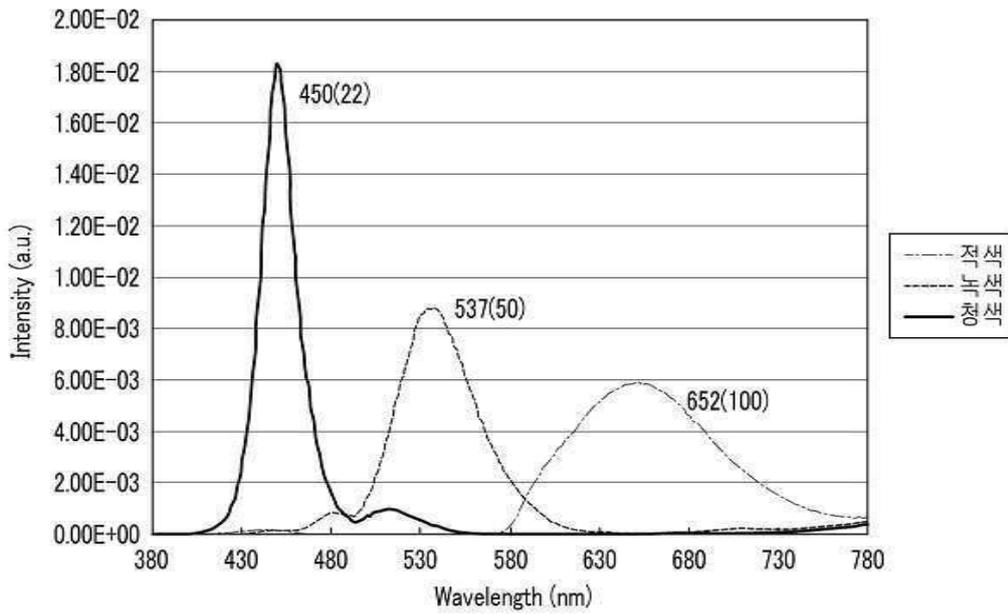
도면7



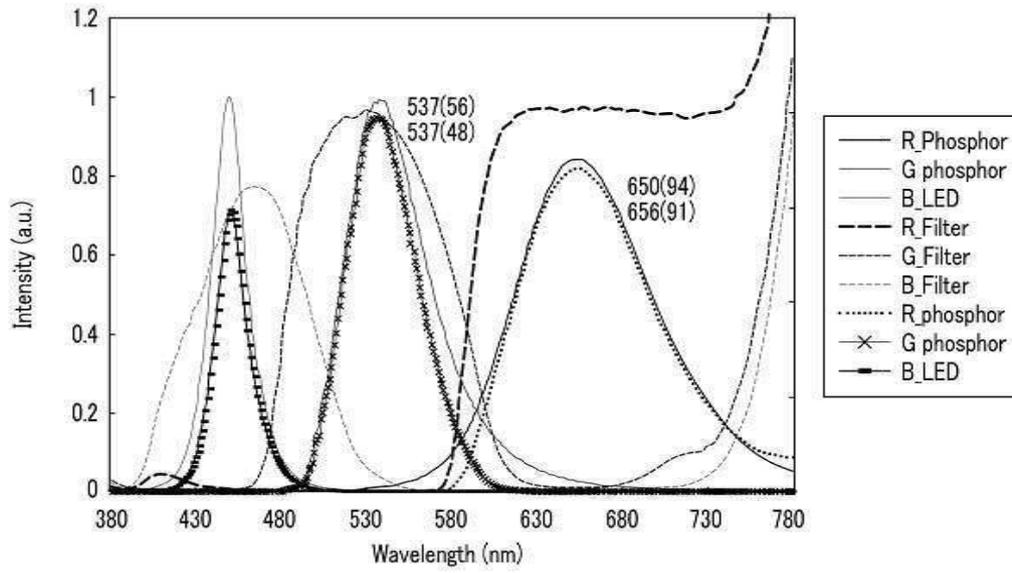
도면8



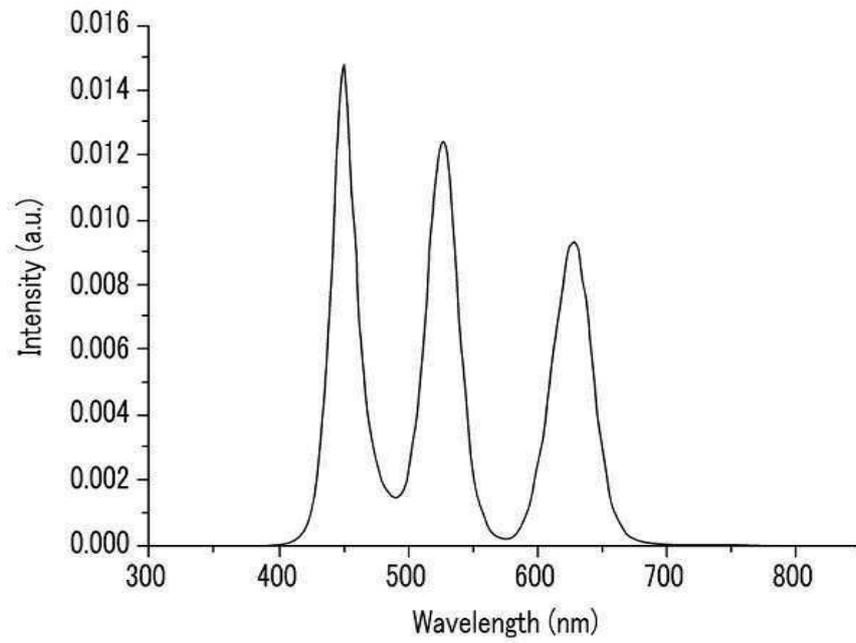
도면9



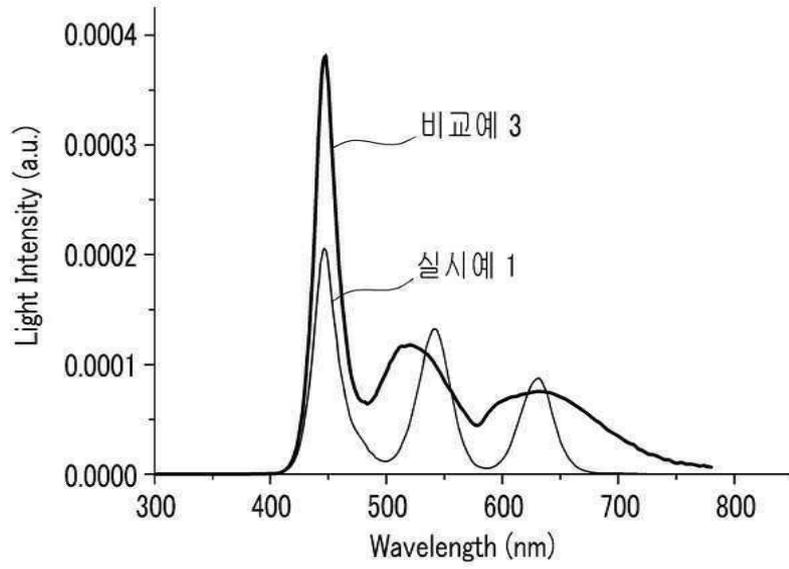
도면10



도면11



도면12



도면13

