(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월28일
(11) 등록번호 10-2736231
(24) 등록일자 2024년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10K 99/00 (2023.01) *C09D 5/22* (2006.01)
C09D 7/20 (2018.01) *C09K 11/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H10K 85/30 (2023.02)
C09D 5/22 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0018226
(22) 출원일자 2019년02월15일
심사청구일자 2022년02월15일
(65) 공개번호 10-2020-0099930
(43) 공개일자 2020년08월25일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180059363 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
김태호
경기도 성남시 분당구 판교원로82번길 60, 1412동 1501호 (운중동, 산운마을)
윤원식
경기도 수원시 권선구 금호로 285, 103동 102호 (서둔동)
장은주
경기도 수원시 권선구 동수원로145번길 23, 409동 902호 (권선동, 수원아이파크시티아파트)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

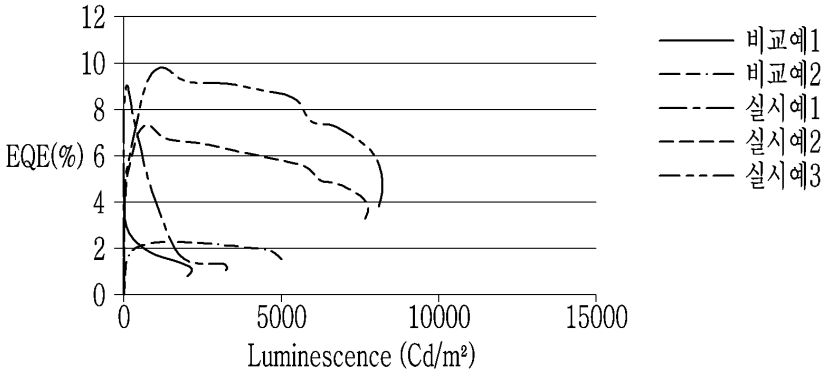
전체 청구항 수 : 총 31 항 심사관 : 최준례

(54) 발명의 명칭 **전계 발광 소자와 이를 포함한 표시 장치**

(57) 요 약

서로 마주보는 제1 전극과 제2 전극, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치되는 발광층을 포함하되, 상기 발광층은, 복수개의 양자점 및 탄소수 1 이상의 탄화수소기를 하나 이상 가지는 금속 카르복실레이트을 포함하고 상기 복수개의 양자점은, 제1 유기 리간드를 포함하고, 카드뮴 및 납을 포함하지 않는 발광소자와 그 제조방법에 대한 것이다.

대 표 도 - 도5



(52) CPC특허분류
C09D 7/20 (2018.01)
C09K 11/02 (2013.01)
H10K 50/115 (2023.02)
H10K 71/12 (2023.02)
H10K 71/15 (2023.02)
H10K 85/141 (2023.02)
H10K 85/381 (2023.02)
Y10S 977/774 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020180059724 A*
CN109233801 A
KR1020180135063 A
CN108913142 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

서로 마주보는 제1 전극과 제2 전극,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치되는 발광층을 포함하는 발광 소자로서,

상기 발광층은, 복수개의 양자점 및 탄소수 1 이상의 탄화수소기를 하나 이상 가지는 금속 카르복실레이트을 포함하고,

상기 양자점은, 표면에 결합된, 하기의 티올계 유기 화합물 혹은 그의 염을 포함하지 않는 발광 소자:

부탄티올, 펜탄티올, 헥산티올, 헵탄티올, 옥탄티올, 노난티올, 데칸티올, 운데칸티올, 도데칸티올, 옥타데칸티올, 2-(2-메톡시에톡시)에탄티올, 3-메톡시부틸 3-머캅토프로피오네이트, 3-메톡시부틸머캅토아세테이트, 티오글리콜산, 3-머캅토프로피온산, 티오프로닌, 2-머캅토프로피온산, 2-머캅토프로피오네이트, 2-머캅토에탄올, 시스테아민, 1-티오글리세롤, 머캅토숙신산, L-시스테인, 디히드로리포익산, 2-(디메틸아미노)에탄티올, 5-머캅토메틸테트라졸, 2,3-디머캅토-1-프로판올, 글루타티온, m(PEG)-SH, 또는 디알킬디티오카바믹산.

청구항 2

제1항에서,

상기 양자점은, 카드뮴, 납, 또는 이들의 조합을 포함하지 않는 발광 소자.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에서,

상기 복수개의 양자점은 제1 유기 리간드를 포함하고,

상기 제1 유기 리간드는, RCOOH, RNH_2, R_2NH, R_3N, R_3PO, R_3P, ROH, RCOOR, $RPO(OH)_2$, RHPOOH, R_2POOH, 또는 이들의 조합 (여기서, R은 각각 독립적으로 C3 내지 C40의 치환 또는 미치환의 지방족 탄화수소기, C6 내지 C40의 치환 또는 미치환의 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합)을 포함하는 발광 소자.

청구항 5

제4항에서,

상기 제1 유기 리간드는, 탄소원자 10개 이상을 가지는 카르복시산 화합물을 포함하는 발광 소자.

청구항 6

제4항에서,

상기 제1 유기 리간드의 함량은, 상기 양자점의 총 중량을 기준으로, 1 중량% 이상인 발광 소자.

청구항 7

제1항에서,

상기 복수개의 양자점은, 청색광을 방출하는 발광 소자.

청구항 8

제1항에서,

상기 금속 카르복실레이트는, 아연, 마그네슘, 알루미늄, 칼슘, 나트륨, 이트륨, 인듐, 또는 타이타늄을 포함하는 발광 소자.

청구항 9

제1항에서,

상기 금속 카르복실레이트는, 아연을 포함하는 발광 소자.

청구항 10

제1항에서,

상기 금속 카르복실레이트는 M(RCOO)n (여기서, R은 탄소수 1 이상 및 30 이하의 지방족 탄화수소기, M은, 아연, 마그네슘, 칼슘, 또는 인듐, n 은 금속 M의 가수)로 나타내어지는 화합물을 포함하는 발광 소자.

청구항 11

제1항에서,

상기 금속 카르복실레이트는 아연아세테이트, 아연 프로피오네이트, 아연 옥타노에이트, 아연올리에이트, 아연 락테이트, 또는 이들의 조합을 포함하는 발광 소자.

청구항 12

제1항에서,

상기 발광층은, 상기 금속 카르복실레이트를 양자점의 총 중량을 기준으로, 0.1 중량% 이상의 양으로 포함하는 발광 소자.

청구항 13

제1항에서,

상기 발광층은, 유기 티올 또는 그의 유도체를 포함하지 않는 발광 소자.

청구항 14

제1항에서,

상기 발광층은, 중합성 모노머의 중합 생성물을 포함하지 않는 발광 소자.

청구항 15

제1항에서,

상기 발광층 내에서, 상기 복수개의 양자점들은 응집없이 분포되어 있는 발광 소자.

청구항 16

제1항에서,

상기 발광 소자는, 상기 발광층과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 전자 보조층을 포함하고, 상기 전자 보조층은, 아연 금속 산화물을 포함하는 나노입자를 포함하는 발광 소자.

청구항 17

제16항에서,

상기 아연 금속 산화물은, 하기 화학식 1로 표현되는 발광 소자:

[화학식 1]

$Zn_{1-x}M_xO$

상기 화학식 1에서,

M은 Mg, Ca, Zr, W, Li, Ti, Y, Al, 또는 이들의 조합이고

$0 \leq x \leq 0.5$ 이다.

청구항 18

제16항에서,

상기 금속 산화물은, 아연 산화물, 아연 마그네슘 산화물, 또는 이들의 조합을 포함하는 발광 소자.

청구항 19

제16항에서,

상기 전자 보조층은, 상기 발광층 및 상기 전극과 접촉하고 있는 발광 소자.

청구항 20

제1항에서,

상기 제2 전극은, 상기 발광층을 대면(facing)하는 제1 표면 및 상기 제1 표면에 대향(opposite)하는 제2 표면을 가지고,

상기 발광 소자는, 상기 제2 표면 상에 배치되는 폴리머층 (polymer layer)을 포함하고,

상기 폴리머층은, 탄소-탄소 불포화 결합을 2개 이상 가지는 불포화 화합물을 포함하는 모노머 조합의 중합 생성물을 포함하는 발광 소자.

청구항 21

제20항에서,

상기 폴리머 층은 소자 전체를 밀봉(encapsulation)하는 발광 소자.

청구항 22

제20항에서,

상기 모노머 조합은, 티올기를 2개 이상 가지는 다중 티올 화합물, 티올기를 1개 가지는 모노 티올 화합물, 또는 이들의 조합을 더 포함하는 발광 소자.

청구항 23

제22항에서,

상기 다중 티올 화합물은, 디머캅토아세테이트 화합물, 트리머캅토아세테이트 화합물, 테트라머캅토아세테이트 화합물, 디머캅토프로피오네이트 화합물, 트리머캅토 프로피오네이트 화합물, 테트라머캅토프로피오네이트 화합물, 머캅토알킬카르보닐옥시알킬기를 2개 이상 포함하는 이소시아네이트 화합물, 머캅토알킬카르보닐옥시알킬기를 2개 이상 포함하는 이소시아뉴레이트 화합물, 또는 이들의 조합을 포함 발광 소자.

청구항 24

제20항에서,

상기 불포화 화합물은, 디(메타)아크릴레이트 화합물, 트리(메타)아크릴레이트 화합물, 테트라(메타)아크릴레이트 화합물, 펜타(메타)아크릴레이트 화합물, 헥사(메타)아크릴레이트 화합물, 또는 이들의 조합을 포함하는 발광 소자.

청구항 25

제20항에서,

상기 불포화 화합물은, 카르복시산기를 포함하지 않는 발광 소자.

청구항 26

제1항에서,

상기 발광소자는, 최대 외부 양자 효율(Max EQE)이 3% 이상인 발광 소자.

청구항 27

제1항에서,

상기 발광소자는, T50이 20 시간 이상인 발광 소자.

청구항 28

제1항에서,

상기 발광층 단면에 대한 TEM-EDX 분석에서, metal atom이 포함된 발광층을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 29

제1항의 발광 소자를 제조하는 방법으로서.

유기 용매 내에 상기 복수개의 양자점과 상기 금속 카르복실레이트를 포함하는 유기 용액을 준비하는 단계; 및

상기 유기 용액을 제1 전극 또는 제2 전극 상에 도포하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 30

제29항에서,

상기 유기 용액은, 중합성 모노머를 포함하지 않는 방법.

청구항 31

제29항에서,

상기 유기 용매는, Octane, Cyclohexane, 또는 이들의 조합으로부터 선택된 제1 용매와 상기 제1 용매와 혼화 가능한 C1 내지 C7 의 알코올을 포함하는 방법.

청구항 32

제29항에서,

상기 발광층은 상기 제1 전극 상에 배치되고,

상기 방법은, 상기 발광층 상에 전자 보조층을 형성하는 단계; 및

상기 전자 보조층 상에 폴리머 층을 형성하는 단계

를 포함하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 전계 발광 소자와 이를 포함한 표시 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 나노 입자는 벌크 물질과 달리 물질의 고유 특성이라 알려져 있는 물리적 특성(에너지 밴드갭, 녹는점 등)을 입자 크기에 따라 조절할 수 있다. 예를 들어, 양자점(quantum dot)이라고도 불리는 반도체 나노 결정은 광 에너지 또는 전기 에너지를 공급받아 양자점 크기에 대응하는 파장의 빛을 낼 수 있다. 이에 따라 양자점은 소정

파장의 빛을 내는 발광체로 사용될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 일 구현예는 금속 카르복실레이트와 양자점의 조합 또는 혼합을 포함하는 발광층을 가지는 전계 발광 소자를 제공한다.

[0004] 다른 구현예는 상기 발광 소자를 포함하는 표시 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 구현예에 따른 발광 소자는, 서로 마주보는 제1 전극과 제2 전극, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치되는 발광층을 포함하되,

[0006] 상기 발광층은, 복수개의 양자점 및 탄소수 1 이상의 탄화수소기를 하나 이상 가지는 금속 카르복실레이트을 포함하고 상기 복수개의 양자점은, 제1 유기 리간드를 포함하고, 카드뮴 및 납을 포함하지 않는다.

[0007] 상기 양자점은, 표면에 결합된 티올계 유기 화합물 또는 그의 염을 포함하지 않을 수 있다.

[0008] 상기 티올계 유기 화합물 또는 그의 염은, 부탄티올, 펜탄티올, 헥산티올, 헵탄티올, 옥탄티올, 노난티올, 데칸티올, 운데칸티올, 도데칸티올, 옥타데칸티올, 2-(2-메톡시에톡시)에탄티올, 3-메톡시부틸 3-머캅토프로피오네이트, 3-메톡시부틸머캅토아세테이트, 티오글리콜산, 3-머캅토프로피온산, 티오프로닌, 2-머캅토프로피온산, 2-머캅토프로피오네이트, 2-머캅토에탄올, 시스테아민, 1-티오글리세롤, 머캅토숙신산, L-시스테인, 디히드로리포익산, 2-(디메틸아미노)에탄티올, 5-머캅토메틸테트라졸, 2,3-디머캅토-1-프로판올, 글루타티온, m(PEG)-SH, 디알킬디티오카바믹산 또는 그의 금속염, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0009] 상기 제1 유기 리간드는, RCOOH, RNH_2, R_2NH, R_3N, R_3PO, R_3P, ROH, RCOOR, $RPO(OH)_2$, RHPOOH, R_2POOH, 또는 이들의 조합 (여기서, R은 각각 독립적으로 C3 내지 C40의 치환 또는 미치환의 지방족 탄화수소기, C6 내지 C40의 치환 또는 미치환의 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합)을 포함할 수 있다.

[0010] 상기 제1 유기 리간드는, 탄소원자 10개 이상을 가지는 카르복시산 화합물을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 제1 유기 리간드의 함량은, 상기 양자점의 총 중량을 기준으로, 1 중량% 이상일 수 있다.

[0012] 상기 복수개의 양자점은, 청색광을 방출할 수 있다.

[0013] 상기 금속 카르복실레이트는, 아연, 마그네슘, 알루미늄, 칼슘, 나트륨, 이트륨, 인듐, 타이타늄, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0014] 상기 금속 카르복실레이트는 M(RCOO)n (여기서, R은 탄소수 1 이상 및 30 이하의 지방족 탄화수소기, M은, 아연, 마그네슘, 칼슘, 또는 인듐, n 은 금속 M의 가수)로 나타내어지는 화합물을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 금속 카르복실레이트는, 아세테이트, 프로피오네이트, 옥타노에이트, 올리에이트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0016] 상기 금속 카르복실레이트는 아연아세테이트, 아연 프로피오네이트, 아연 옥타노에이트, 아연올리에이트, 마그네슘아세테이트, 마그네슘프로피오네이트, 마그네슘옥타노에이트, 마그네슘올리에이트 마그네슘아세테이트, 칼슘프로피오네이트, 칼슘옥타노에이트, 칼슘올리에이트, 인듐 옥타노에이트, 인듐올리에이트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 발광층은, 상기 금속 카르복실레이트를 양자점의 총 중량을 기준으로, 0.1 중량% 이상의 양으로 포함할 수 있다.

[0018] 상기 발광층은, 유기 티올 또는 그의 유도체를 포함하지 않을 수 있다.

[0019] 상기 발광층은, 중합성 모노머의 중합 생성물을 포함하지 않을 수 있다.

[0020] 상기 발광층 내에서, 상기 복수개의 양자점들은 응집없이 분포되어 있을 수 있다.

[0021] 상기 발광 소자는, 상기 발광층과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 전자 보조층을 포함할 수 있다.

[0022] 상기 전자 보조층은, 금속 산화물을 포함하는 나노입자를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 금속 산화물은, 아연 산화물, 아연 마그네슘 산화물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0024] 상기 아연 산화물은, 하기 화학식 1로 표현될 수 있다.

[0025] [화학식 1]

[0026] $Zn_{1-x}M_xO$

[0027] 상기 화학식 1에서,

[0028] M은 Mg, Ca, Zr, W, Li, Ti, Y, Al, 또는 이들의 조합이고

[0029] $0 \leq x \leq 0.5$ 이다.

[0030] 상기 전자 보조층은, 상기 발광층 및 상기 전극과 접촉하고 있을 수 있다.

[0031] 상기 제2 전극은, 상기 발광층을 대면(facing)하는 제1 표면 및 상기 제1 표면에 대향(opposite)하는 제2 표면을 가지고,

[0032] 상기 발광 소자는, 상기 제2 표면 상에 배치되는 폴리머층 (polymer layer)을 포함하고,

[0033] 상기 폴리머층은, 탄소-탄소 불포화 결합을 2개 이상 가지는 불포화 화합물을 포함하는 모노머 조합의 중합 생성물을 포함할 수 있다.

[0034] 상기 폴리머 층은 소자 전체를 밀봉(encapsulation)할 수 있다.

[0035] 상기 모노머 조합은, 티올기를 2개 이상 가지는 다중 티올 화합물, 티올기를 1개 가지는 모노 티올 화합물, 또는 이들의 조합을 더 포함할 수 있다.

[0036] 상기 다중 티올 화합물은, 디머캅토아세테이트 화합물, 트리머캅토아세테이트 화합물, 테트라머캅토아세테이트 화합물, 디머캅토프로피오네이트 화합물, 트리머캅토 프로피오네이트 화합물, 테트라머캅토프로피오네이트 화합물, 머캅토알킬카르보닐옥시알킬기를 2개 이상 포함하는 이소시아네이트 화합물, 머캅토알킬카르보닐옥시알킬기를 2개 이상 포함하는 이소시아뉴레이트 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0037] 상기 불포화 화합물은, 디(메타)아크릴레이트 화합물, 트리(메타)아크릴레이트 화합물, 테트라(메타)아크릴레이트 화합물, 펜타(메타)아크릴레이트 화합물, 헥사(메타)아크릴레이트 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0038] 상기 불포화 화합물은, 카르복시산기를 포함하지 않을 수 있다.

[0039] 상기 발광소자는, 최대 외부 양자 효율(Max EQE)이 3% 이상일 수 있다.

[0040] 상기 발광소자는, T50이 20 시간 이상일 수 있다.

[0041] 상기 발광층 단면에 대한 TEM-EDX 분석에서, 금속 원자(metal atom)가 포함된 발광층을 특징으로 할 수 있다.

[0042] 전술한 발광 소자를 제조하는 방법은, 유기 용매 내에 상기 복수개의 양자점과 상기 금속 카르복실레이트를 포함하는 유기 용액을 준비하는 단계; 및

[0043] 상기 유기 용액을 제1 전극 또는 제2 전극 상에 도포하는 단계를 포함한다.

[0044] 상기 유기 용액은, 중합성 모노머를 포함하지 않을 수 있다.

[0045] 상기 유기 용매는, (치환 또는 미치환된) 지방족 탄화수소 유기용매, (치환 또는 미치환된) 방향족 탄화수소 유기용매, 아세테이트 용매, 및 이들의 조합으로부터 선택된 제1 용매 및; 상기 제1 용매와 혼화 가능하고, 금속 카르복실레이트를 용해시킬 수 있는 제2 용매를 포함할 수 있다.

[0046] 상기 발광층은 상기 제1 전극 상에 배치되고,

[0047] 상기 방법은, 상기 발광층 상에 전자 보조층을 형성하는 단계; 및

[0048] 상기 전자 보조층 상에 폴리머 층을 형성하는 단계

[0049] 를 포함할 수 있다.

[0050] 다른 구현예는, 전술한 발광 소자를 포함하는 표시 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0051] 일구현예에 따를 경우, 발광물성 (예컨대, 최대 외부양자효율 및 휘도)와 소자 수명을 동시에 향상된 전계발광 소자를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은, 비제한적인 일구현예에 따른 QD LED 소자의 모식적 단면도를 나타낸 것이다.

도 2는 비제한적인 다른 일구현예에 따른 QD LED 소자의 모식적 단면도를 나타낸 것이다.

도 3은 비제한적인 또 다른 일구현예에 따른 QD LED 소자의 모식적 단면도를 나타낸 것이다.

도 4는 비제한적인 또 다른 일구현예에 따른 QD LED 소자의 모식적 단면도를 나타낸 것이다.

도 5는, 비교예 1, 비교예 2, 비교예 3 및 실시예 1, 실시예 2, 실시예 3 에서 제조된 소자들의 전계발광물성 (EQE Vs Luminance) 을 나타낸 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053] 이하, 구현예들에 대하여 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 권리 범위는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예에 한정되지 않는다.

[0054] 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.

[0055] 이하, 일 함수(workfunction) 또는 HOMO 에너지 준위의 값은 진공 레벨(vacuum level)로부터의 절대값으로 표시된다. 또한 일 함수 또는 HOMO 에너지 레벨이 깊다, 높다 또는 크다는 것은 진공 레벨을 '0eV'로 하여 절대값이 큰 것을 의미하고 일 함수 또는 HOMO 에너지 레벨이 얕다, 낮다 또는 작다는 것은 진공 레벨을 '0eV'로 하여 절대값이 작은 것을 의미한다.

[0056] 본 명세서에서, "족(Group) "은 원소 주기율표의 족을 말한다.

[0057] 여기서, "II족" 은 IIA족 및 IIB 족을 포함할 수 있으며, II족 금속의 예는 Cd, Zn, Hg 및 Mg을 포함하나 이에 제한되지 않는다.

[0058] "III 족"은 IIIA족 및 IIIB 족을 포함할 수 있으며, III족 금속의 예들은 Al, In, Ga, 및 Tl을 포함하나 이에 제한되지 않는다.

[0059] "IV 족"은 IVA족 및 IVB 족을 포함할 수 있으며, IV 족 금속의 예들은 Si, Ge, Sn을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 본 명세서에서, "금속"이라는 용어는 Si 와 같은 준금속도 포함한다.

[0060] "I족"은 IA족 및 IB 족을 포함할 수 있으며, Li, Na, K, Rb, Cs을 포함하나 이에 제한되지 않는다.

[0061] "V족"은 VA 족을 포함하며 질소, 인, 비소, 안티몬, 및 비스무스를 포함하나 이에 제한되지 않는다.

[0062] "VI족"은 VIA 족을 포함하며 황, 셀레늄, 텔루리움을 포함하나 이에 제한되지 않는다.

[0063] 이하에서 별도의 정의가 없는 한, "치환" 이란, 화합물, 기(group), 또는 잔기(moiety) 중의 수소가 C1 내지 C30의 알킬기, C2 내지 C30의 알케닐기, C2 내지 C30의 알키닐기, C2 내지 C30의 에폭시기, C2 내지 C30의 알케닐기, C2 내지 C30의 알킬에스테르기, C3 내지 C30의 알케닐에스테르기 (e.g., 아크릴레이트기, 메타크릴레이트기), C6 내지 C30의 아릴기, C7 내지 C30의 알킬아릴기, C1 내지 C30의 알콕시기, C1 내지 C30의 헤테로알킬기, C3 내지 C30의 헤테로알킬아릴기, C3 내지 C30의 사이클로알킬기, C3 내지 C15의 사이클로알케닐기, C6 내지 C30의 사이클로알키닐기, C2 내지 C30의 헤테로사이클로알킬기, 할로겐(-F, -Cl, -Br 또는 -I), 히드록시기(-OH), 니트로기($-NO_2$), 시아노기(-CN), 아미노기(-NRR' 여기서 R과 R'은 서로 독립적으로 수소 또는 C1 내지 C6 알킬기임), 아지도기($-N_3$), 아미디노기($-C(=NH)NH_2$), 히드라지노기($-NHNH_2$), 히드라조노기($=N(NH_2)$), 알데히드기

(-C(=O)H), 카르바모일기(carbamoyl group, -C(O)NH_2), 티올기(-SH), 에스테르기(-C(=O)OR, 여기서 R은 C1 내지 C6 알킬기 또는 C6 내지 C12 아릴기임), 카르복실기(-COOH) 또는 그것의 염(-C(=O)OM, 여기서 M은 유기 또는 무기 양이온임), 술폰산기(-SO_3H) 또는 그것의 염(-SO_3M, 여기서 M은 유기 또는 무기 양이온임), 인산기(-PO_3H_2) 또는 그것의 염(-PO_3MH 또는 -PO_3M_2, 여기서 M은 유기 또는 무기 양이온임), 및 이들의 조합에서 선택된 치환기로 대체되는 것을 의미한다.

[0064] 여기서 탄화수소기라 함은, 탄소와 수소를 포함하는 기 (예컨대, 알킬, 알케닐, 알키닐, 또는 아릴기 등)을 말한다. 탄화수소기는, 알칸, 알켄, 알킨, 또는 아렌으로부터 1개 이상의 수소원자의 제거에 의해 형성되는 1가 이상의 기일 수 있다. 탄화 수소기에서 하나 이상의 메틸렌은 옥사이드 잔기, 카르보닐 잔기, 에스테르 잔기, -NH-, 또는 이들의 조합으로 대체될 수 있다.

[0065] 여기서 알킬이라 함은, 선형 또는 측쇄형의 포화 1가 탄화수소기 (메틸, 에틸 헥실 등) 이다.

[0066] 여기서 알케닐이라 함은, 1개 이상의 탄소-탄소 이중 결합을 가지는 선형 또는 측쇄형의 1가의 탄화수소기를 말한다.

[0067] 여기서 알키닐이라 함은, 1개 이상의 탄소-탄소 3중결합을 가지는 선형 또는 측쇄형의 1가의 탄화수소기를 말한다.

[0068] 여기서, 아릴이라 함은, 방향족기로부터 하나 이상의 수소가 제거됨에 의해 형성되는 기 (예컨대, 페닐 또는 나프틸기)를 말한다.

[0069] 여기서 헤테로라 함은, N, O, S, Si, P, 또는 이들의 조합일 수 있는 1 내지3개의 헤테로원자를 포함하는 것을 말한다.

[0070] 여기서 족이라 함은 주기율표 상의 족(group)을 말한다.

[0071] 도 1은 일 구현예에 따른 발광소자를 개략적으로 도시한 단면도이다.

[0072] 도 1을 참고하면, 일 구현예에 따른 발광소자(10)는 서로 마주하는 제1 전극(11)과 제2 전극(15), 제1 전극(11)과 제2 전극(15) 사이에 위치하고 양자점들을 포함하는 발광층(13)을 포함한다. 상기 발광층은, 복수개의 양자점 및 탄소수 1 이상의 탄화수소기를 하나 이상 가지는 금속 카르복실레이트을 포함한다. 상기 복수개의 양자점은, (예컨대, 표면에 결합된) 제1 유기 리간드를 포함한다. 상기 복수개의 양자점들은, 카드뮴 및 납을 포함하지 않는다.

[0073] 상기 발광소자는, 기판(도시하지 않음)을 더 포함할 수 있다. 기판은 제1 전극(11) 측에 배치될 수도 있고 제2 전극(15) 측에 배치될 수 있다. 일구현예에서, 기판은, 제1 전극측에 배치될 수 있다. 상기 기판은 절연 재료를 포함하는 기판 (예컨대, 절연성 투명 기판)일 수 있다. 상기 기판은, 유리; 폴리에스테르 (e.g.,폴리에티렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN)), 폴리카보네이트, 폴리아크릴레이트, 폴리이미드, 폴리아미드이미드 등과 같은 다양한 폴리머; 폴리실록산 (e.g. PDMS); Al_2O_3, ZnO 등의 무기 재료; 또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 상기 기판은 실리콘웨이퍼 등으로 만들어질 수 있다. 투명이라 함은, 소정의 파장의 광 (예컨대, 양자점으로부터 방출된 광)에 대한 투과율이 85% 이상, 예컨대, 88% 이상, 90% 이상, 95% 이상, 97% 이상, 또는 99% 이상인 것을 의미할 수 있다. 기판의 두께는, 기판 재료 등을 고려하여 적절히 선택할 수 있으며 특별히 제한되지 않는다. 투명 기판은 유연성일 수 있다. 기판은 생략될 수 있다.

[0074] 제1 전극(11)과 제2 전극(15) 중 어느 하나는 애노드(anode)이고 다른 하나는 캐소드(cathode)이다. 일 예로, 제1 전극(11)은 애노드일 수 있고 제2 전극(15)은 캐소드일 수 있다. 다른 예에서, 제1 전극(11)은 캐소드일 수 있고 제2 전극(15)은 애노드일 수 있다.

[0075] 제1 전극(11)은 도전체로 만들어질 수 있으며, 예컨대 금속, 도전성 금속 산화물 또는 이들의 조합으로 만들어질 수 있다. 제1 전극(11)은 예컨대 니켈, 백금, 바나듐, 크롬, 구리, 아연, 금과 같은 금속 또는 이들의 합금; 아연산화물, 인듐산화물, 주석산화물, 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO) 또는 불소 도핑된 주석산화물과 같은 도전성 금속 산화물; 또는 ZnO와 Al 또는 SnO_2와 Sb와 같은 금속과 산화물의 조합 등으로 만들어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일구현예에서, 제1 전극은 투명한 도전성 금속 산화물, 예컨대, 인듐주석산화물을 포함할 수 있다. 상기 제1 전극의 일함수는 후술하는 제2 전극의 일함수보다 높을 수 있다. 상기 제1 전극의 일함수는 후술하는 제2 전극의 일함수보다 낮을 수 있다.

[0076] 제2 전극(15)은 도전체로 만들어질 수 있으며, 예컨대 금속, 도전성 금속 산화물 및/또는 도전성 고분자로 만들어질 수 있다. 제2 전극(15)은 예컨대 알루미늄, 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 타이타늄, 인듐, 이트륨, 리튬, 가돌리늄, 은, 금, 백금, 주석, 납, 세슘, 바륨 등과 같은 금속 또는 이들의 합금; LiF/Al, LiO_2/Al, Liq/Al, LiF/Ca 및 BaF_2/Ca과 같은 다층 구조 물질을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 도전성 금속 산화물은 전술한 바와 같다.

[0077] 일구현예에서, 제1 전극(11)의 일함수과 제2 전극(15)의 일함수는 적절히 선택할 수 있으며 특별히 제한되지 않는다. 상기 제1 전극의 일함수는 상기 제2 전극의 일함수보다 낮을 수 있다. 상기 제1 전극의 일함수는 상기 제2 전극의 일함수보다 높을 수 있다.

[0078] 제1 전극(11)과 제2 전극(15) 중 적어도 하나는 투광 전극일 수 있으며, 투광 전극은 예컨대 아연산화물, 인듐산화물, 주석산화물, 인듐주석산화물(ITO), 인듐아연산화물(IZO) 또는 불소 도핑된 주석 산화물과 같은 도전성 금속 산화물, 또는 얇은 두께의 단일층 또는 복수층의 금속 박막으로 만들어질 수 있다. 제1 전극(11)과 제2 전극(15) 중 어느 하나가 불투광 전극인 경우 예컨대 알루미늄(Al), 은(Ag) 또는 금(Au)과 같은 불투명 도전체로 만들어질 수 있다.

[0079] 전극 (제1 전극 및/또는 제2 전극)의 두께는 특별히 한정되지 않으며, 소자 효율을 고려하여 적절히 선택할 수 있다. 예를 들어, 전극의 두께는, 5 nm 이상, 예컨대, 50 nm 이상 일 수 있다. 예를 들어, 전극의 두께는 100㎛ 이하, 예컨대, 10 um 이하, 또는 1 um 이하, 900 nm 이하, 500 nm 이하, 또는 100 nm 이하일 수 있다.

[0080] 발광층(13)은 (예컨대, 복수개의) 양자점(들)을 포함한다. 발광층(13)은 다층구조를 가질 수도 있다. 복수개의 양자점들은 나노크기의 반도체 나노결정 입자이며 양자 제한 효과를 나타낸다.

[0081] 상기 양자점들은, II-VI족 화합물, III-V족 화합물, IV-VI족 화합물, IV족 원소 또는 화합물, I-III-VI족 화합물, II-III-VI족 화합물, I-II-IV-VI족 화합물 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 일구현예에서 양자점은, 카드뮴과 납을 포함하지 않는다. 일구현예에서, 양자점들은, 중금속 (예컨대, 카드뮴, 납, 수은, 또는 이들 모두)을 포함하지 않을 수 있다. 본 명세서에서 상기 중금속을 포함하지 않는다고 하는 것은, 상기 중금속의 함량이 100 ppm 미만, 50 ppm 미만, 30 ppm 미만, 또는 20 ppm 미만인 것을 말한다.

[0082] 상기 II-VI족 화합물은 ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO, HgS, HgSe, HgTe, MgSe, MgS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; ZnSeS, ZnSeTe, ZnSTe, HgSeS, HgSeTe, HgSTe, HgZnS, HgZnSe, HgZnTe, MgZnSe, MgZnS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 HgZnTeS, HgZnSeS, HgZnSeTe, HgZnSTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 II-VI족 화합물은 III족 금속을 더 포함할 수도 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, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 GaAlNP, GaAlNAs, GaAlNSb, GaAlPAs, GaAlPSb, GaInNP, GaInNAs, GaInNSb, GaInPAs, GaInPSb, InAlNP, InAlNAs, InAlNSb, InAlPAs, InAlPSb, InZnP, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 III-V족 화합물은 II족 금속을 더 포함할 수도 있다 (e.g., InZnP) 상기 IV-VI족 화합물은 SnS, SnSe, SnTe, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; 및 SnSeS, SnSeTe, SnSTe, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 I족-III족-VI족 화합물의 예는, $CuInSe_2$, $CuInS_2$, CuInGaSe, 및 CuInGaS를 포함하나 이에 제한되지 않는다. 상기 I-II-IV-VI족 화합물의 예는 CuZnSnSe, 및 CuZnSnS를 포함하나 이에 제한되지 않는다. 상기 IV족 원소 또는 화합물은 Si, Ge 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 단원소; 및 SiC, SiGe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0083] 상기 양자점은 인듐 및 인을 포함한 III-V족 화합물을 포함하는 반도체 나노결정을 포함할 수 있다. 상기 III-V족 화합물은 아연을 더 포함할 수 있다. 상기 양자점은, 칼코겐 원소 (예컨대, 황, 셀레늄, 텔루리움, 또는 이들의 조합) 및 아연을 포함한 II-VI족 화합물을 포함하는 반도체 나노결정을 포함할 수 있다.

[0084] 양자점에서, 전술한 이원소 화합물, 삼원소 화합물 및/또는 사원소 화합물은 균일한 농도로 입자 내에 존재하거나, 농도 분포가 부분적으로 다른 상태로 나누어져 동일 입자 내에 존재하는 것일 수 있다. 상기 반도체 나노결정은, 제1 반도체 나노결정 (코어)이 동일/상이한 조성의 제2 반도체 나노결정(쉘)을 둘러싸는 코어/쉘 구조를

가질 수도 있다. 일구현예에서, 양자점은, 전술한 화합물 (즉, II-VI족 화합물, III-V족 화합물, IV-VI족 화합물, IV족 원소 또는 화합물, I-III-VI족 화합물, II-III-VI족 화합물, I-II-IV-VI족 화합물 또는 이들의 조합)을 포함하는 코어 및 상기 코어와 상이한 조성을 가지고 전술한 화합물을 포함하는 쉘을 포함할 수 있다.

[0085] 일구현예의 양자점에서, 상기 코어는, InP, InZnP, ZnSe, ZnSeTe, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 쉘은, InP, InZnP, ZnSe, ZnS, ZnSeTe, ZnSeS, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 쉘은 2 이상의 층을 가지는 다층쉘을 포함할 수 있다. 상기 쉘은, 코어 상에 (예컨대, 바로 위에) Zn, Se, 및 선택에 따라 S 를 포함할 수 있다. 상기 쉘은 최외각층에 아연 및 황을 포함할 수 있다. 일구현예의 양자점은, ZnSeTe 를 포함하는 코어 및 ZnSeS 를 포함하는 쉘을 가지는 것일 수 있다.

[0086] 코어와 쉘의 계면은 쉘에 존재하는 원소의 농도가 중심으로 갈수록 낮아지는 농도 구배(gradient)를 가질 수 있다. 또한, 상기 반도체 나노결정은 하나의 반도체 나노결정 코어와 이를 둘러싸는 다층의 쉘을 포함하는 구조를 가질 수도 있다. 이때 다층의 쉘 구조는 2층 이상의 쉘 구조를 가지는 것으로 각각의 층은 단일 조성 또는 합금 또는 농도 구배를 가질 수 있다.

[0087] 상기 양자점은, 쉘의 물질과 코어 물질이 서로 다른 에너지 밴드갭을 가질 수 있다. 예를 들어, 쉘 물질의 에너지 밴드갭은 코어 물질보다 더 클 수 있다. 다른 구현예에서, 쉘 물질의 에너지 밴드갭은 코어물질보다 더 작을 수 있다. 상기 양자점은 다층의 쉘을 가질 수 있다. 다층의 쉘에서 바깥쪽 층의 에너지 밴드갭이 안쪽층 (즉, 코어에 가까운 층)의 에너지 밴드갭보다 더 클 수 있다. 다층의 쉘에서 바깥쪽 층의 에너지 밴드갭이 안쪽층의 에너지 밴드갭보다 더 작을 수도 있다.

[0088] 일구현예에서, 양자점은, 인듐, 인, 및 선택에 따라 아연을 포함하는 제1 반도체 나노결정을 포함하는 코어 및 상기 코어 상에 배치되고 아연 및 칼코겐 원소를 포함하는 제2 반도체 나노결정을 포함하는 쉘을 포함할 수 있다. 다른 구현예에서, 양자점은, 아연, 셀레늄, 및 선택에 따라 텔루리움을 포함하는 제1 반도체 나노결정을 포함하는 코어 및 상기 코어 상에 배치되고 아연 및 칼코겐 원소를 포함하는 제2 반도체 나노결정을 포함하는 쉘을 포함할 수 있다.

[0089] 상기 코어의 크기는, 3 nm 이상, 4 nm 이상, 5 nm 이상, 또는 6 nm 이상일 수 있다. 상기 코어의 크기는, 10 nm 이하, 9 nm 이하, 8 nm 이하, 7 nm 이하, 6 nm 이하, 또는 5 nm 이하일 수 있다. 상기 양자점은 약 1 nm 이상 및 약 100 nm 이하의 입자 크기를 가질 수 있다. 상기 양자점은, 약 1 nm 내지 약 20 nm, 예컨대, 2 nm 이상, 3 nm 이상, 4 nm 이상, 5 nm 이상, 6 nm 이상, 7 nm 이상, 8 nm 이상, 9 nm 이상, 또는 10 nm 이상 및 50 nm 이하, 40 nm 이하, 30 nm 이하, 20 nm 이하, 15 nm 이하, 10 nm 이하, 9 nm 이하, 또는 8 nm 이하의 크기를 가질 수 있다. 여기서 양자점의 크기는, 개별 입자의 크기 또는 입자들의 평균 크기일 수 있다. 양자점의 크기는, 직경 또는 구형이 아닌 경우, 2차원 이미지로부터 환산되는 직경일 수 있다. 양자점의 크기는, 양자점에 대한 전자 현미경 분석결과 (예컨대, 2차원 이미지)로부터 확인할 수 있다. 양자점의 형상은 특별히 제한되지 않는다. 예컨대, 상기 양자점의 형상은, 구, 다면체, 피라미드, 멀티포드, 정방형, 직육면체, 나노튜브, 나노로드, 나노와이어, 나노시트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 전술한 양자점들은 상업적으로 입수 가능하거나 적절히 합성될 수 있다.

[0090] 일구현예에 따른 발광 소자에서, 상기 양자점들은, 표면에 제1 유기 리간드를 포함할 수 있다. 상기 제1 유기 리간드는 소수성 잔기를 가질 수 있다. 상기 제1 유기 리간드는 상기 양자점의 표면에 결합될 수 있다. 상기 제1 유기 리간드는, RCOOH, RNH_2, R_2NH, R_3N, R_3PO, R_3P, ROH, RCOOR, $RPO(OH)_2$, RHPOOH, R_2POOH, 또는 이들의 조합을 포함하며, 여기서, R은 각각 독립적으로 C3 이상, 예컨대, C5 이상 및 C40 이하, 예컨대, C25 이하의 치환 또는 미치환 지방족 탄화수소기, C6 이상 및 C40 이하, 예컨대, C25 이하의 치환 또는 미치환의 방향족 탄화수소기, 또는 이들의 조합일 수 있다. 여기서 지방족 탄화수소기는, 알킬기, 알케닐기, 알키닐기, 또는 이들의 조합을 포함하고, 방향족 탄화수소기는, 아릴기를 포함한다.

[0091] 상기 제1 유기 리간드는, 10개 이상의 탄소원자들을 가지는 카르복시산 화합물을 포함할 수 있다. 상기 제1 유기 리간드는, 지방산 화합물을 포함할 수 있다. 상기 제1 유기 리간드는, (아)인산 화합물을 포함할 수 있다. 상기 제1 유기 리간드는, 올레산, 미리스트산, 스테아르산, 아인산(phosphonic acid), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0092] 상기 유기 리간드의 예는, 메탄 아민, 에탄 아민, 프로판 아민, 부탄 아민, 펜틸 아민, 헥실 아민, 옥틸 아민, 노닐아민, 데실아민, 도데실 아민, 헥사데실 아민, 옥타데실 아민, 디메틸 아민, 디에틸 아민, 디프로필 아민, 트리부틸아민, 트리옥틸아민, 등의 아민류; 메탄산, 에탄산, 프로판산, 부탄산, 펜탄산, 헥산산, 헵탄산, 옥탄

산, 도데칸산, 헥사데칸산, 옥타데칸산, 올레인산 (oleic acid), 벤조산 등의 카르복시산 화합물; 메틸 포스핀, 에틸 포스핀, 프로필 포스핀, 부틸 포스핀, 펜틸 포스핀, 옥틸포스핀, 디옥틸 포스핀, 트리부틸포스핀, 트리옥틸포스핀, 등의 포스핀 화합물; 메틸 포스핀 옥사이드, 에틸 포스핀 옥사이드, 프로필 포스핀 옥사이드, 부틸 포스핀 옥사이드 펜틸 포스핀옥사이드, 트리부틸포스핀옥사이드, 옥틸포스핀 옥사이드, 디옥틸 포스핀옥사이드, 트리옥틸포스핀옥사이드등의 포스핀 화합물 또는 그의 옥사이드 화합물; 다이 페닐 포스핀, 트리 페닐 포스핀 화합물 또는 그의 옥사이드 화합물; 헥실포스핀산, 옥틸포스핀산, 도데칸포스핀산, 테트라데칸포스핀산, 헥사데칸포스핀산, 옥타데칸포스핀산 등 C5 내지 C20의 알킬 포스핀산, C5 내지 C20의 알킬 포스폰산; 등을 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 양자점은, 소수성 유기 리간드를 단독으로 또는 1종 이상의 혼합물로 포함할 수 있다. 상기 소수성 유기 리간드는 (예컨대, 아크릴레이트기, 메타크릴레이트기 등) 광중합성 잔기를 포함하지 않을 수 있다.

[0093] 상기 제1 유기 리간드의 함량은, 상기 양자점의 총 중량을 기준으로, 1 중량% 이상, 예컨대, 2 중량% 이상, 또는 3 중량% 이상, 4 중량% 이상, 또는 5 중량% 이상일 수 있다. 상기 제1 유기 리간드의 함량은, 상기 양자점의 총 중량을 기준으로, 20 중량% 이하, 19 중량% 이하, 18 중량% 이하, 17 중량% 이하, 16 중량% 이하, 15 중량% 이하, 14 중량% 이하, 13 중량% 이하, 12 중량% 이하, 11 중량% 이하, 또는 10 중량% 이하일 수 있다.

[0094] 상기 복수개의 양자점들은, 가시광 영역의 파장의 광을 방출할 수 있다. 일구현예에서, 상기 복수개의 양자점들은, 전계발광 소자에서, 청색광을 방출할 수 있다. 상기 복수개의 양자점들은, 전계발광 소자에서, 적색광을 방출할 수 있다. 상기 복수개의 양자점들은, 전계발광 소자에서, 녹색광을 방출할 수 있다. 상기 청색광은, 450 nm 이상 및 480 nm 이하 (470 nm 이하)에 중심 파장을 가질 수 있다. 상기 녹색광은, 500 nm 이상 및 550 nm 이하 (510 내지 530 nm) 에 중심 파장을 가질 수 있다. 상기 적색광은, 600 nm 이상 및 650 nm 이하, (예컨대, 640 nm 이하, 630 nm 이하, 620 nm 이하, 또는 610 nm 이하)에 중심 파장을 가질 수 있다.

[0095] 상기 복수개의 양자점들은, 발광 효율이 50% 이상, 예컨대, 60% 이상, 65% 이상, 70% 이상, 80% 이상, 또는 85% 이상일 수 있다. 상기 복수개의 양자점들은, 반치폭이 55 nm 이하, 예컨대, 50 nm 이하, 40 nm 이하, 35 nm 이하, 또는 30 nm 이하일 수 있다.

[0096] (예컨대, 콜로이드형) 양자점들은, 양자 제한 효과를 나타내며, 전기적으로 또는 광학적으로 여기되고 발광할 수 있다. 양자점들은 조성과 크기를 조절하여 에너지 밴드갭과 발광 파장을 조절할 수 있다. 이러한 양자점들이 발광 재료로서 포함되는 디스플레이는, 향상된 색순도와 증가된 색재현율을 구현할 수 있다. 양자점을 포함한 전계 발광 소자는, 마주보는 전극들 (예컨대, 투명전극과 metal 전극) 사이에, 양자점들을 포함하는 발광층을 가지며, 상기 발광층과 상기 전극들 사이에 전하 보조층, 예컨대, 유기 hole injection layer(HIL) / hole transport layer (HTL) electron transport layer (ETL) 등이 배치될 수 있다. 전계발광 소자에서 양자점 기반의 발광층은 양자점들을 유기 용매 중에 분산시켜 용액공정에 의해 형성될 수 있으며, 따라서, 감소된 비용으로 대면적 디스플레이의 제작이 가능해진다.

[0097] 그러나, 소자에 적용 시, 소망하는 수준의 물성 (예컨대, 발광 물성 및 수명)을 나타낼 수 있는 것으로 알려진 양자점들은, 카드뮴 기반의 (예컨대, 카드뮴 코어 및/또는 쉘을 포함하는) 것들이다. 특정 이론에 의해 구속되려 함은 아니지만, 카드뮴을 포함하지 않는 비카드뮴계 양자점들은, 전계 발광 소자에 적용 시, 최적의 성능 (예컨대, 소정량의 전하 주입/수송)을 제공할 수 있는 전하 보조층 (예컨대, 전자/정공 수송층)의 존재에도 불구하고, 발광층에서 소망하는 수준의 전하 균형을 (예컨대, 지속적으로) 달성하기 어려운 것으로 생각된다. 이러한 전하 불균형 문제는 발광 물성의 저하 및/또는 수명 단축으로 이어질 수 있다. 더욱이, 양자점에 기초한 디스플레이의 구현을 위해서는 높고 안정적으로 청색광을 방출할 수 있는 재료가 필요한데, 청색광을 방출하는 비카드뮴계 양자점들은, 카드뮴 기반의 양자점에 비해 현저히 짧은 수명을 나타낸다. 특정 이론에 의해 구속되려 함은 아니지만, 청색발광 양자점의 경우, 여기 에너지가 높아서 소자 구동 중 주입된 정공이 리간드를 더 쉽게 탈착시키고 이에 따라 수명이 급감하는 것으로 생각된다.

[0098] (예를 들어, 무기 산화물 나노입자 기반의 전자 보조층을 가지는) 전계발광 소자는 발광층의 hole transport 물성 및/또는 전자 transport 물성의 균형이 필요하지만, 비카드뮴계 양자점에서는 이러한 균형을 맞추는 것이 쉽지 않으며, 소자 구동 시 소망하는 수준의 발광 물성 및 수명을 달성하기 어렵다.

[0099] 특정 이론에 의해 구속되려 함은 아니지만, 콜로이드형 비카드뮴 양자점들의 경우, 카드뮴 양자점들에 비해 (예컨대, 소자 구동 시) 표면의 유기 리간드 커버리지가 낮아질 수 있고, 이러한 커버리지의 감소는 양자점 표면의 결함 증가를 의미하며, 소자 전체의 효율 저하 및 수명 단축을 초래할 수 있는 것으로 생각된다. 예를 들어, 양자점 표면에 발생한 결함 부위에서는 주입된 carrier들이 exciton을 형성하기 어렵고/거나, defect들이 전하

carrier의 trap으로 작용하며 leakage를 야기할 수 있다. 표면 결함의 증가는, 양자점에 있어 방사성 소멸(radiative decay) 의 가능성을 낮출 수 있으며 소자의 효율 감소를 초래할 수 있다.

[0100] 일구현예의 발광 소자는, 표면에 유기 리간드를 가지는 전술한 양자점들과 함께 금속 카르복실레이트를 포함하는 발광층 (이하, 혼합 발광층이라고도 한다) 을 가진다. 일구현예의 소자에서, 발광층은 제1 유기리간드를 가지는 양자점과 함께 금속 카르복실레이트를 포함함에 의해 향상된 전계발광물성 및 연장된 수명특성을 나타낼 수 있다. 일구현예에서, 상기 발광층은, 전술한 양자점들 및 금속 카르복실레이트의 조합 (예컨대, 혼합물)을 포함할 수 있다. 일구현예에서, 상기 금속 카르복실레이트는, 상기 양자점에 결합되어 있을 수 있다. 일구현예에서, 양자점에 결합된 금속 카르복실레이트는, 양자점을 분산시킬 수 있는 유기 용매 (예컨대, 헥산, 톨루엔 등)에 분산시킨 후 비용매를 부가하여 회수하는 과정을 거친 후에도 양자점으로부터 분리되지 않을 수 있다.

[0101] 제1 유기리간드와 함께 금속 카르복실레이트가 결합되어 있는 양자점들은 유기 용매에 대하여 향상된 분산성을 나타낼 수 있다. 따라서, 일구현예의 소자의 발광층에서, 상기 복수개의 양자점들은 응집없이 분포되어 있을 수 있다.

[0102] 상기 금속 카르복실레이트는, 양자점의 최외각층에 존재하는 금속을 포함할 수 있다. 일구현예에서, 양자점의 최외각층은 아연을 포함하여, 상기 금속 카르복실레이트는 아연을 포함할 수 있다.

[0103] 본 발명자들은, 놀랍게도, 이러한 혼합 발광층은, 소자의 발광 물성을 현저히 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 본 발명자들은 놀랍게도, 이러한 혼합 발광층은, (선택에 따라 후술하는 바의 금속 산화물 기반의 전하 보조층 (전자 수송층) 및/또는 전극 위에 배치되는 폴리머 층과 함께) 소자의 수명 특성을 현저히 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 특정 이론에 의해 구속되려 함은 아니지만, 상기 금속 카르복실레이트는, 발광층 내에서 양자점들의 표면과 제1 유기 리간드 간의 binding 을 강화시킬 수 있고/거나 상기 제1 유기 리간드를 추가적으로 표면에 coupling 시킬 수 있다고 생각된다. 특정 이론에 의해 구속되려 함은 아니지만, 금속 카르복실레이트는 주어진 양자점의 표면에 노출된 원소들과 coordinate bonding 이 가능할 수 있다고 생각된다. 이러한 결합에 의해 금속 카르복실레이트는, 제1 유기 리간드와 함께 또는 이들과 상호 작용하여 양자점 표면에 추가의 passivation 을 제공할 수 있고/거나 제1 리간드의 적어도 일부를 대체할 수 있다. 이러한 금속 카르복실레이트는 최종 양자점들에서 리간드에 의해 표면 coverage 를 증가시킬 수 있다. 특정 이론에 의해 구속되려 함은 아니지만, 비카드뮴계 양자점은, 리간드에 대하여 부족한 binding 을 나타낼 수 있는데, 일구현예에의 발광 소자에서는 발광층에 혼합된 금속 카르복실레이트가, 비카드뮴계 양자점들의 표면과 리간드의 바인딩을 강화시킬 수 있거나, (콜로이드 용액 상태에서 혹은 소자 구동 중) 탈착으로 인해 제1 유기 리간드가 커버하지 못하는 양자점의 표면에 결합할 수 있고, 이에 따라 양자점의 안정성과 소자 구동 시 양자 효율이 현저히 향상될 수 있다.

[0104] 일구현예의 소자에서, 양자점들은, 표면에 아연 및 황을 포함하며, 제1 유기 리간드는 카르복시산 화합물을 포함하며, 금속 카르복실레이트는 아연 카르복실레이트를 포함할 수 있다. 특정 이론에 의해 구속되려 함은 아니지만, 상기 발광층 내에서, 상기 카르복시산 화합물은 상기 양자점 표면의 상기 아연에, 상기 금속 카르복실레이트는 상기 양자점 표면의 상기 황에 배위할 수 있고/거나, 양자점 표면에 제1 유기리간드가 배위하지 않은 Zn를 금속카르복실레이트가 배위할 수 있을 것으로 생각된다. 상기 금속 카르복실레이트는 상기 발광층 내에서 상기 양자점 표면의 제1 유기 리간드를 대체할 수도 있다.

[0105] 상기 금속 카르복실레이트는, 아연, 마그네슘, 알루미늄, 칼슘, 나트륨, 이트륨, 타이타늄, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 일구현예에서, 상기 금속 카르복실레이트는, 아연을 포함할 수 있다. 상기 금속 카르복실레이트는 M(RCOO)n (여기서, R은 지방족 탄화수소기, M은, 아연, 마그네슘, 또는 칼슘, 또는 인듐, n 은 금속 M의 가수)로 나타내어지는 화합물을 포함할 수 있다. 상기 R의 지방족 탄화수소의 탄소 개수는, 1 이상, 예를 들어, 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 6 이상, 7 이상, 8 이상, 9 이상, 10 이상, 11 이상, 12 이상, 13 이상, 14 이상 및 30 이하, 29 이하, 28 이하, 27 이하, 26 이하, 25 이하, 24 이하, 23 이하, 26 이하, 25 이하, 24 이하, 23 이하, 22 이하, 21 이하, 20 이하, 15 이하, 10 이하, 9 이하, 8 이하, 7 이하, 6 이하, 5 이하, 4 이하, 3 이하, 또는 2 이하일 수 있다.

[0106] 상기 금속 카르복실레이트는 아세테이트, 프로피오네이트, 옥타노에이트, 올리에이트, 락테이트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0107] 상기 금속 카르복실레이트는 아연아세테이트, 아연 프로피오네이트, 아연 옥타노에이트, 아연올리에이트, 아연 락테이트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0108] 상기 금속 카르복실레이트는 칼슘아세테이트, 칼슘 프로피오네이트, 칼슘 옥타노에이트, 칼슘올리에이트, 칼슘

락테이트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0109] 상기 금속 카르복실레이트는 마그네슘아세테이트, 마그네슘프로피오네이트, 마그네슘옥타노에이트, 마그네슘올리에이트, 마그네슘락테이트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0110] 상기 금속 카르복실레이트는 인듐아세테이트, 인듐프로피오네이트, 인듐 옥타노에이트, 인듐올리에이트, 인듐락테이트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0111] 상기 금속 카르복실레이트는, 전술한 화합물의 조합일 수 있다.

[0112] 상기 발광층은, 상기 금속 카르복실레이트를 양자점의 총 중량을 기준으로, 0.1 중량% 이상의 양으로 포함할 수 있다. 상기 발광층에서, 상기 제1 상기 양자점의 상기 제1 유기 리간드 1몰에 대한 금속 카르복실레이트의 함량은 0.001몰 이상, 0.01몰 이상, 0.1 몰 이상, 0.15 몰 이상, 또는 0.2 몰 이상일 수 있다. 상기 발광층에서 상기 제1 유기 리간드 1몰에 대한 금속 카르복실레이트의 함량은 0.5 몰 이하, 0.4 몰 이하, 또는 0.3 몰 이하일 수 있다.

[0113] 제1 유기 리간드만 가지는 양자점들에 비해, 제1 유기리간드와 함께 금속 카르복실레이트가 결합되어 있는 양자점들의 경우, 적외선 스펙트럼에서, 2800 내지 3000 cm^{-1} 에서의 CH 피크 강도와 1400 내지 1600 cm^{-1} 에서의 COO- 피크 강도가 현저히 증가할 수 있다.

[0114] 상기 발광층의 시차 열분석에서, 상기 제1 유기 리간드로부터 유래된 피크에 대한 상기 금속 카르복실레이트로부터 유래된 피크의 비 (제1 유기리간드 면적:금속 카르복실레이트 면적) 는, 1:1.2 이상, 1: 1.5 이상, 1:1.7 이상, 1:2 이상, 1:2.5 이상, 1:3 이상, 1: 3.5 이상, 1:4 이상, 1:4.5 이상 및 1:_10 이하, 1:9 이하, 1:8 이하, 1:6 이하, 1: 5 이하, 또는 1:4.5 이하일 수 있다.

[0115] 일구현예의 발광소자에서, 상기 양자점들 또는 상기 발광층은, 표면에 결합된 티올계 유기 화합물 또는 그의 염을 포함하지 않을 수 있다. 상기 티올계 유기 화합물 또는 그의 염은 부탄티올, 펜탄티올, 헥산티올, 헵탄티올, 옥탄티올, 노난티올, 데칸티올, 운데칸티올, 도데칸티올, 옥타데칸티올, 2-(2-메톡시에톡시)에탄티올, 3-메톡시부틸 3-머캅토프로피오네이트, 3-메톡시부틸머캅토아세테이트, 티오글리콜산, 3-머캅토프로피온산, 티오프로닌, 2-머캅토프로피온산, 2-머캅토프로피오네이트, 2-머캅토에탄올, 시스테아민, 1-티오글리세롤, 머캅토숙신산, L-시스테인, 디히드로리포익산, 2-(디메틸아미노)에탄티올, 5-머캅토메틸테트라졸, 2,3-디머캅토-1-프로판올, 글루타티온, m(PEG)-SH, 디알킬디티오카바믹산 또는 그의 금속염, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 발광층이 (예컨대, 표면에 결합된) 티올계 유기 화합물 또는 그의 염을 포함하지 않는 경우, 더 향상된 수명 특성을 나타낼 수 있다.

[0116] 상기 발광층은, 중합성 모노머의 중합 생성물을 포함하지 않을 수 있다. 상기 중합성 모노머는, 라디칼 중합성 모노머일 수 있다. 상기 중합성 모노머는, (단관능성 또는 다관능성) (메타)아크릴레이트 모노머일 수 있다. (단관능성 또는 다관능성) (메타)아크릴레이트 모노머는, (메타)아크릴산의 중합성 불포화 결합을 분자 내에 1개 이상 가지는 모노머일 수 있다. (단관능성 또는 다관능성) (메타)아크릴레이트 모노머는 탄소수가 4 이상 및 30이하의 것일 수 있다.

[0117] 상기 발광층 (13)은, 제2 전극을 대면하는 제1 표면과 상기 제1 표면에 대향하는 제2 표면을 가질 수 있다. 상기 발광층의 제1 표면과 상기 제2 표면에서 상기 금속 카르복실레이트 함량은 동일할 수 있다. 상기 발광층의 제1 표면과 상기 제2 표면에서 상기 금속 카르복실레이트 함량은 다를 수 있다.

[0118] 상기 발광층(13)의 두께는, 5 nm 이상, 예컨대, 10 nm 이상, 20 nm 이상, 또는 30 nm 이상 및 200nm 이하, 예컨대, 150 nm 이하, 100 nm 이하, 90 nm 이하, 80 nm 이하, 70 nm 이하, 60 nm 이하, 또는 50 nm 이하일 수 있다, 발광층 (13)의 두께는, 예컨대 약 10nm 내지 150nm, 예컨대 약 10nm 내지 100nm, 예컨대 약 10nm 내지 50nm일 수 있다.

[0119] 상기 발광층(13)은, 적절히 제어된 HOMO 에너지 준위를 가질 수 있다. 일구현예에서, 상기 발광층(13)의 HOMO 준위는, 약 -6.5 eV 이상 및 -5.5 eV 이하일 수 있으나 이에 제한되지는 않는다. 상기 발광층(13)의 LUMO 준위는, 약 -3.5 eV 이상 및 -2.7 eV 이하일 수 있으나 이에 제한되지는 않는다.

[0120] 일구현예의 발광소자는, 전하 보조층을 포함할 수 있다. 상기 전하 보조층은, 전자 보조층 및/또는 정공 보조층을 포함할 수 있다.

[0121] 정공 보조층(12)은 (예컨대, 애노드인) 상기 제1 전극(11)과 상기 발광층(13) 사이에 위치한다. 상기 정공 보조

층(12)은 1층 또는 2층 이상일 수 있으며, 예컨대 정공 주입층, 정공 수송층 및/또는 전자 차단층을 포함할 수 있다. 상기 정공 보조층은, 상기 발광층 및 상기 전극과 접촉하고 있을 수 있다. 일구현예에서, 정공 보조층(12)은 제1 전극(11)에 가깝게 위치하는 (예컨대, 제1 전극에 접촉하는) 정공 주입층과 발광층(13) 에 가깝게 위치하는 (예컨대, 발광층에 접촉하는) 정공 수송층을 포함할 수 있다.

[0122] 정공 보조층(12)의 HOMO 에너지 준위는 발광층(13) 의 HOMO 에너지 준위와 매칭될 수 있는 HOMO 에너지 준위를 가질 수 있고, 정공 보조층(12)으로부터 발광층(13) 으로 전달되는 정공의 이동성이 강화될 수 있다.

[0123] 발광층에 인접한 정공 보조층 (예컨대, 정공 수송층 및/또는 정공 주입층) (12) 의 HOMO 에너지 준위는 발광층(13) 의 HOMO 에너지 준위와 같거나 그보다 약 1.0eV 이하 범위 내에서 작을 수 있다. 예컨대 정공 보조층(12)과 발광층(13) 의 HOMO 에너지 준위의 차이는 약 0eV 내지 1.0eV 일 수 있으나 이에 제한되지는 않는다.

[0124] 정공 보조층(12) (예컨대, 정공 수송층 및/또는 정공 주입층) 의 HOMO 에너지 준위는 약 -6.0 eV 이상 및 약 -5.0 eV 이하일 수 있으나 이에 제한되지는 않는다.

[0125] 정공 보조층(12) (예컨대, 정공 수송층 또는 정공 주입층)에 포함되는 재료는 특별히 한정되지 않으며, 예컨대 폴리(9,9-디옥틸-플루오렌-코-N-(4-부틸페닐)-디페닐아민) (Poly(9,9-dioctyl-fluorene-co-N-(4-butylphenyl)-diphenylamine), TFB), 폴리아릴아민, 폴리(N-비닐카바졸)(poly(N-vinylcarbazole), 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜(poly(3,4-ethylenedioxythiophene), PEDOT), 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)폴리스티렌 설포네이트(poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate, PEDOT:PSS), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리피롤(polypyrrole), N,N,N',N'-테트라키스(4-메톡시페닐)-벤지딘(N,N,N',N'-tetrakis(4-methoxyphenyl)-benzidine, TPD), 4-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐-아미노]비페닐(4-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]biphenyl, α-NPD), m-MTDATA (4,4',4"-Tris[phenyl(m-tolyl)amino]triphenylamine), 4,4',4"-트리스(N-카바졸릴)-트리페닐아민(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)-triphenylamine, TCTA), 1,1-비스[(디-4-토일아미노)페닐시클로헥산 (TAPC), Dipyrazino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile (HAT-CN) p형 금속 산화물 (예를 들어, NiO, WO3, MoO3 등), 그래핀옥사이드 등 탄소 기반의 재료 및 이들의 조합에서 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0126] 정공 보조층(들)에서, 각 층의 두께는 적절히 선택할 수 있다. 예컨대, 각 층의 두께는, 10 nm 이상, 예컨대, 15 nm 이상, 20nm 이상, 및 100 nm 이하, 예컨대, 90 nm 이하, 80 nm 이하, 70 nm 이하, 60 nm 이하, 50 nm 이하, 40 nm 이하, 35 nm 이하, 또는 30 nm 이하일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.

[0127] 전자 보조층(14)은 발광층(13)과 (예컨대, 캐소드인) 제2 전극(15) 사이에 위치한다. 전자 보조층(14)은 예컨대 전자 주입층, 전자 수송층 및/또는 정공 차단층을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일구현예에서, 전자 보조층(14)은 전자 수송층을 포함할 수 있다. 상기 전자 보조층 (예컨대, 상기 전자 수송층)은, 상기 발광층 및 상기 전극과 접촉하고 있을 수 있다.

[0128] 상기 전자 수송층 및/또는 전자 주입층은 예컨대 1,4,5,8-나프탈렌-테트라카르복실릭 디안하이드라이드(1,4,5,8-naphthalene-tetracarboxylic dianhydride, NTCDA), 바소쿠프로인(bathocuproine, BCP), 트리스[3-(3-피리딜)-메시틸]보레인(3TPYMB), LiF, Alq_3, Gaq_3, Inq_3, Znq_2, $Zn(BTZ)_2$, $BeBq_2$, ET204(8-(4-(4,6-di(naphthalen-2-yl)-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)quinolone), 8-hydroxyquinolinato lithium (Liq), n형 금속 산화물 (예를 들어, ZnO, HfO_2 등) 및 이들의 조합에서 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 정공 차단층(HBL)은 예컨대 1,4,5,8-나프탈렌-테트라카르복실릭 디안하이드라이드(1,4,5,8-naphthalene-tetracarboxylic dianhydride, NTCDA), 바소쿠프로인(BCP), 트리스[3-(3-피리딜)-메시틸]보레인(3TPYMB), LiF, Alq_3, Gaq3, Inq3, Znq2, $Zn(BTZ)_2$, $BeBq_2$ 및 이들의 조합에서 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0129] 일구현예에서, 상기 전자 보조층(14) (예컨대, 전자 수송층)은 복수개의 나노입자들을 포함한다. 상기 나노입자는, 아연을 포함하는 금속 산화물을 포함한다.

[0130] 상기 금속 산화물은 $Zn_{1-x}M_xO$ (여기서, M은 Mg, Ca, Zr, W, Li, Ti 또는 이들의 조합이고 $0 \leq x \leq 0.5$) 를 포함할 수 있다. 일구현예에서, 화학식 1에서 M은 마그네슘(Mg)일 수 있다. 일구현예에서, 화학식 1에서 x는 0.01 이상 및 0.3 이하, 예컨대, 0.25 이하, 0.2 이하, 또는 0.15 이하일 수 있다.

[0131] 상기 금속 산화물은, 아연 산화물, 아연 마그네슘 산화물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 발광층에 포함되어 있는 양자점들의 LUMO의 절대값은 상기 금속 산화물의 LUMO의 절대값보다 작을 수 있다. 다른 구현예에서,

양자점의 LUMO 절대값은 금속 산화물 ETL의 LUMO 절대값보다 클 수 있다. 청색 QD는 LUMO의 절대값이 금속산화물 ETL의 LUMO 절대값보다 작을 수 있다. 청색 QD를 포함하는 전계발광 소자에서의 전자 주입이 적색 또는 녹색 양자점 포함 발광 소자와 다를 수 있다.

[0132] 상기 나노입자의 평균크기는, 1 nm 이상, 예컨대, 1.5 nm 이상, 2 nm 이상, 2.5 nm 이상, 또는 3 nm 이상 및 10 nm 이하, 9 nm 이하, 8 nm 이하, 7 nm 이하, 6 nm 이하, 또는 5 nm 이하일 수 있다. 상기 나노입자는 로드 형상이 아닐 수 있다. 상기 나노입자는 나노 와이어 형태가 아닐 수 있다.

[0133] 일구현예에서, 전자 보조층(14) (예컨대, 전자 주입층, 전자 수송층 또는 정공 차단층) 각각의 두께는, 5 nm 이상, 6 nm 이상, 7 nm 이상, 8 nm 이상, 9 nm 이상, 10 nm 이상, 11 nm 이상, 12 nm 이상, 13 nm 이상, 14 nm 이상, 15 nm 이상, 16 nm 이상, 17 nm 이상, 18 nm 이상, 19 nm 이상, 또는 20 nm 이상, 및 120 nm 이하, 110 nm 이하, 100 nm 이하, 90 nm 이하, 80 nm 이하, 70 nm 이하, 60 nm 이하, 50 nm 이하, 40 nm 이하, 30 nm 이하, 또는 25 nm 이하일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0134] 일구현예에 따른 소자는, 노멀 구조를 가질 수 있다. 일구현예에서, 상기 소자는, 투명기판 (100) 위에 배치된 애노드 (10)는 금속 산화물 기반의 투명 전극 (예컨대, ITO 전극)을 포함할 수 있고, 상기 애노드와 마주보는 캐소드 (50)는 (예컨대, 비교적 낮은 일함수의) 도전성 금속 (Mg, Al, 및/또는 Ag, 등)을 포함할 수 있다. 정공 보조층(20) (예컨대, PEDOT:PSS 및/또는 p형 금속 산화물 등의 정공 주입층 그리고/혹은 TFB 및/또는 PVK가 정공 수송층)이 상기 투명 전극 (10) 과 양자점 발광층 (30) 사이에 배치될 수 있다. 정공 주입층은 투명전극에 가까이 정공 수송층은 발광층에 가깝게 배치될 수 있다. 양자점 발광층 (30)과 캐소드 (50) 사이에는, 전자 주입층/수송층 등 전자 보조층 (40)이 배치될 수 있다. (참조: 도 2)

[0135] 다른 구현예의 소자는 Inverted 구조를 가질 수 있다. 여기에서는 투명기판 (100) 위에 배치된 캐소드 (50)가 금속 산화물 기반의 투명 전극 (예컨대, ITO) 을 포함할 수 있고, 상기 캐소드와 마주보는 애노드 (10)는 (예컨대, 비교적 높은 일함수의) 금속 (Au, Ag, Al, 및/또는 Mg 등)을 포함할 수 있다. 예를 들어, (선택에 따라 도핑된) n형 금속 산화물 (결정성 Zn 금속 산화물) 등이 전자 보조층 (예컨대, 전자 수송층) (40)으로서 상기 투명 전극 (50)과 발광층(30) 사이에 배치될 수 있다. 금속 애노드 (10) 와 양자점 발광층 (30) 사이에는 MoO_3 또는 다른 p 형 금속 산화물이 정공 보조층 (예컨대, TFB 및/또는 PVK를 포함한 정공 수송층 그리고/혹은 MoO_3 또는 다른 p 형 금속 산화물을 포함한 정공 주입층) (20)으로 배치될 수 있다. (참조: 도 3)

[0136] 다른 구현예에서, 상기 제2 전극은, 상기 발광층을 대면(facing)하는 제1 표면 및 상기 제1 표면에 대향(opposite)하는 제2 표면을 가지고, 상기 발광 소자는, 상기 제2 표면 상에 배치되는 폴리머층 (polymer layer)을 포함할 수 있다. 상기 폴리머 층은 소자 전체를 밀봉(encapsulation)할 수 있다.

[0137] 도 4는 일구현예에 따른 상기 소자의 비제한적인 단면도를 나타낸 것이다. 도 4를 참조하면, 일구현예의 소자에서, 상기 전자 보조층의 표면(14a)의 일부에 제2 전극 (예컨대, 캐소드)이 배치된다. 상기 제2 전극은 상기 전자 보조층의 표면의 일부 또는 전부를 커버할 수 있다. 상기 제2 전극은, 상기 전자 보조층의 표면과 대면한 제1 표면(15a) 및 상기 제1 표면에 대향하는 제2 표면(15b)을 가진다.

[0138] 일구현예의 발광 소자는, 상기 제2 표면의 적어도 일부 (또는 전부) 및 상기 전자 보조층의 상기 표면의 일부 (예컨대, 상기 제2 전극이 배치되어 있는 부분을 제외한 모든 부분)상에 (예컨대, 바로 위에) 배치되는 폴리머층 (polymer layer)을 포함한다. 상기 폴리머층은, 상기 제2 표면의 적어도 일부와 상기 전자 보조층의 상기 표면의 일부 바로 위에 배치 (예컨대, 이들과 접촉)되어 있을 수 있다. 상기 폴리머층은 제2 표면의 전부 및 상기 전자 보조층에서, 상기 전극이 배치된 부분을 제외한 표면의 전부를 커버할 수 있다.

[0139] 상기 폴리머층은, 탄소-탄소 불포화 결합을 2개 이상 가지는 불포화 화합물을 포함하는 모노머 조합의 중합 생성물을 포함할 수 있다. 상기 모노머 조합은, 티올기를 2개 이상 가지는 다중 티올 화합물, 티올기를 1개 가지는 모노 티올 화합물, 또는 이들의 조합을 더 포함할 수 있다. 상기 폴리머층은, 티올기를 1개 이상 (예컨대, 2개 이상) 가지는 티올 화합물 (예컨대, 다중 티올 화합물)과 탄소-탄소 불포화 결합을 2개 이상 가지는 불포화 화합물을 포함하는 모노머 조합의 중합 생성물을 포함할 수 있다.

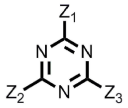
[0140] 상기 불포화 화합물은, 디(메타)아크릴레이트 화합물, 트리(메타)아크릴레이트 화합물, 테트라(메타)아크릴레이트 화합물, 펜타(메타)아크릴레이트 화합물, 헥사(메타)아크릴레이트 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 불포화 화합물은, 카르복시산기를 포함하지 않을 수 있다.

[0141] 상기 불포화 화합물은, 중심 잔기 및 상기 중심잔기에 결합된 적어도 2개의 X'-R-* (여기서, X'는 탄소-탄소 불

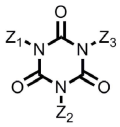
포화결합, 예컨대, 이중결합을 포함하는 잔기이고, R은 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 지방족 탄화수소기 또는 1개 이상의 메틸렌이 설포닐, 카르보닐, 에테르, 설파이드, 설폭사이드, 에스테르, 아마이드, 또는 이들의 조합으로 대체된 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 지방족 탄화수소기이고, *는 상기 중심 잔기에 연결된 부위임) 를 포함할 수 있다. 상기 중심 잔기는 탄소 원자, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 지방족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 지환족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 헤테로고리기, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 중심 잔기는, 트리아진 잔기, 트리아진트리온 잔기, 퀴놀린 잔기, 퀴놀론 잔기, 나프탈렌 잔기 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0142] 상기 불포화 화합물은 하기 화학식 2-1 및 2-2 로 표현되는 화합물일 수 있다.

[0143] [화학식 2-1]

[0144] 

[0145] [화학식 2-2]

[0146] 

[0147] 상기 식에서, Z_1 내지 Z_3는 각각 독립적으로 상기 X'-R-* 로 나타내어지는 잔기일 수 있다.

[0148] 상기 다중 티올 화합물은, 디머캅토아세테이트 화합물, 트리머캅토아세테이트 화합물, 테트라머캅토아세테이트 화합물, 디머캅토프로피오네이트 화합물, 트리머캅토 프로피오네이트 화합물, 테트라머캅토프로피오네이트 화합물, 머캅토알킬카르보닐옥시알킬기를 2개 이상 포함하는 이소시아네이트 화합물, 머캅토알킬카르보닐옥시알킬기를 2개 이상 포함하는 이소시아뉴레이트 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0149] 다른 구현예는 전술한 발광 소자의 제조 방법에 대한 것이다. 상기 제조 방법은, 유기 용매 내에 상기 제1 유기 리간드를 가지는 복수개의 양자점과 상기 금속 카르복실레이트를 포함하는 유기 용액을 준비하는 단계; 및 상기 유기 용액을 제1 전극 또는 제2 전극 상에 도포 또는 퇴적하여 발광층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0150] 일구현예에서, 상기 유기 용액을 준비하는 단계는, 상기 제1 유기 리간드를 가지는 복수개의 양자점과 상기 금속 카르복실레이트를 유기 용매 내에서 접촉시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0151] 상기 유기 용액을 준비하는 단계는 상기 금속 카르복실레이트와 접촉된 복수개의 양자점들을 (예컨대, 비용매를 사용한 침전을 통해) 분리하는 단계를 더 포함할 수 있다. 분리된 양자점은, 제1 유기 리간드와 금속 카르복실레이트를 포함하며, 이러한 양자점들이 후술하는 바의 유기 용매 내에 재분산되어 상기 유기 용액을 제공할 수 있다. 이 경우, 상기 유기 용액은, 후술하는 바의 제2 유기 용매를 사실상 포함하지 않을 수 있다.

[0152] 다른 구현예에서, 상기 유기 용액을 준비하는 단계는, 이러한 분리 단계 없이 수행할 수도 있다. 이 경우, 상기 유기 용액은, 후술하는 바의 제2 유기 용매를 포함한다.

[0153] 상기 양자점, 상기 금속 카르복실레이트, 상기 제1 유기리간드 등에 대한 내용은 전술한 바와 같다.

[0154] 제1 유기 리간드를 표면에 가지는 양자점들과 금속 카르복실레이트의 접촉은, 상기 양자점들을 제1 유기 용매에 분산시켜 양자점 분산액을 얻고, 상기 금속 카르복실레이트를 제2 유기 용매에 분산시켜 금속 카르복실레이트 용액을 얻고, 상기 양자점 분산액과 상기 금속 카르복실레이트 용액을 합치는 (예컨대, 혼합하는) 것을 포함할 수 있다.

[0155] 제1 유기 용매는, 양자점들을 분산시킬 수 있는 유기 용매이며, (예컨대, 제1 유기 리간드를 감안하여) 적절히 선택할 수 있다. 일구현예에서, 유기 용매는, 예컨대, 옥탄, 노난(Nonane), 또는 이들의 조합 등 (치환 또는 미치환된) 지방족 탄화수소 유기용매, 예컨대, 톨루엔, 클로로벤젠(Chlorobenzene), 또는 이들의 조합 등 (치환 또는 미치환된) 방향족 탄화수소 유기용매, 아세테이트 용매, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0156] 제2 유기 용매는, 상기 제1 유기 용매와 혼화 가능하고, 금속 카르복실레이트를 용해시킬 수 있는 용매이다. 상

기 제2 유기 용매는, 메탄올, 에탄올, 프로판올, 이소프로판올, 부탄올, 펜탄올, 헥산올, 헵탄올 등 측쇄 또는 분지쇄의 C1 내지 C7의 알코올, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 제2 유기 용매는, 양자점에 대하여 비용매일 수 있다. 상기 비용매는, 과량 존재 시 양자점들의 침전을 유도하는 용매일 수 있다.

[0157] 따라서, 상기 유기 용액 내에 제2 유기 용매가 존재하는 경우, 제1 유기 용매와 상기 제2 유기 용매간의 부피비 (제1 유기용매:제2 유기용매)는, 1:0.5 이하, 예컨대, 0.4 이하, 0.3 이하, 0.2 이하, 0.1 이하, 0.09, 0.08 이하, 0.07 이하, 0.06 이하, 0.05 또는 그 이하로 할 수 있다. 상기 유기 용액 내에 제2 유기 용매가 존재하는 경우, 제1 유기 용매와 상기 제2 유기 용매간의 부피비 (제1 유기용매:제2 유기용매)는 1: 0.001 이상, 0.002 이상, 0.003 이상, 0.004 이상, 0.005 이상, 0.006 이상, 0.007 이상, 0.008 이상, 0.009 이상, 0.01 이상, 0.015 이상, 0.02 이상, 0.025 이상, 0.03 이상, 0.035 이상, 0.04 이상, 또는 0.045 이상일 수 있다.

[0158] 제1 유기 리간드를 표면에 가지는 양자점들과 금속 카르복실레이트의 접촉에 있어, 양자점에 대한 금속 카르복실레이트의 사용량은, 양자점들에 대한 금속 카르복실레이트의 함량, 용액 내의 양자점 함량 등을 감안하여 적절히 선택할 수 있다. 예컨대, 제1 유기 리간드를 표면에 가지는 양자점들과 금속 카르복실레이트의 접촉에 있어, 양자점에 대한 금속 카르복실레이트의 사용량은, 양자점 총 중량을 기준으로 1 중량% 이상, 예컨대, 2 중량% 이상, 3 중량% 이상, 4 중량% 이상, 5 중량% 이상, 6 중량% 이상, 7 중량% 이상, 8 중량% 이상, 9 중량% 이상, 또는 10 중량% 이상일 수 있다. 상기 접촉에 있어, 양자점에 대한 금속 카르복실레이트의 사용량은, 양자점 총 중량을 기준으로 50 중량% 이하, 40 중량% 이하, 30 중량% 이하, 20 중량% 이하, 또는 15 중량% 이하일 수 있다.

[0159] 상기 도포 또는 퇴적은, 적절한 방법으로 (예컨대, 스핀 코팅, 잉크젯 인쇄 등에 의해)으로 수행된다. 도포 또는 퇴적된 양자점층은 선택에 따라 (예컨대, 용매의 제거를 위해) 열처리될 수 있다. 열처리 온도는 특별히 제한되지 않으며, 상기 유기 용매의 비점 등을 고려하여 적절히 선택할 수 있다. 예컨대, 열처리 온도는 60도씨 이상일 수 있다.

[0160] 상기 방법은, 상기 발광층 상에, 나머지 전극 (예컨대, 제2 전극 또는 제1 전극) 및 선택에 따라 전하 보조층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 방법은, 선택에 따라, 상기 제1 전극 상에 발광층을 형성하기 전에, 상기 제1 전극 상에 전하 보조층 (예컨대, 정공 보조층)을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 발광층은 상기 제1 전극 상에 배치된 상기 전하 보조층 상에 형성된다.

[0161] 일구현예의 방법에서, 상기 발광층은 상기 제1 전극 상에 배치되고, 상기 방법은, 상기 발광층 상에 전자 보조층을 형성하는 단계; 및 상기 전자 보조층 상에 폴리머 층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 폴리머층에 대한 내용은 전술한 바와 같다. 일구현예의 방법에서, 상기 폴리머 층이 형성된 발광 소자는 적절한 온도 (예컨대, 50도씨 이상의 온도로) 가열될 수 있다. 가열은 적절한 분위기 (예컨대, 무산소 분위기, 또는 알곤, 질소 등 비활성기체 분위기 하에서 열처리될 수 있다.

[0162] 제1전극, 발광층, 전하(정공, 전자) 보조층, 제2 전극, 폴리머층에 대한 내용은 전술한 바와 같다.

[0163] 전극 및 전하 보조층의 형성은 용액 공정, 증착 공정, 또는 이들의 조합에 의해 수행될 수 있다. 전극의 형성 및 전하 보조층의 형성 방법은 특별히 제한되지 않으며, 전극 및 전하 보조층의 재료를 감안하여 적절히 선택할 수 있다.

[0164] 다른 구현예는, 전술한 발광 소자를 포함하는 전자 소자를 제공한다. 상기 전자 소자는, 표시장치, 조명 장치 등 다양한 전자 장치에 적용 가능하다.

[0166] 이하 실시예를 통하여 상술한 구현예를 보다 상세하게 설명한다. 다만 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 권리범위를 제한하는 것은 아니다.

[0167] [분석 방법]

[0168] [1] FT IR 분석

[0169] Varian 670-IR 기기를 사용하여 적외선 분광분석을 수행한다.

[0170] [2] 전계발광 분광 분석

[0171] Keithley 2200 source 측정 기기 및 Minolta CS2000 스펙트로라디오미터 (전류-전압-휘도 측정 장비)를 이용하여 전계 발광 물성을 평가한다. 소자에 인가된 전압에 따른 전류, 휘도, 전기발광(EL)이 상기 전류-전압-휘도 측정 장비를 통해 측정하고 이로부터 외부 양자 효율도 계산한다.

[0172] [3] 수명 특성

[0173] T50(h): 100 nit 로 구동하였을 때, 초기 휘도 100% 대비 50%의 휘도가 되는데 걸리는 시간(hr)을 측정한다.

[0174] T95(h): 100 nit 로 구동하였을 때, 초기 휘도 100% 대비 95%의 휘도가 되는데 걸리는 시간(hr)을 측정한다.

[0175] 참조예 1-1: 청색 발광 양자점의 제조

[0176] (1) 셀레늄(Se) 및 텔루리움(Te)을 트리옥틸포스핀(trioctylphosphine, TOP)에 분산시켜 Se/TOP stock solution 및 Te/TOP stock solution 을 얻는다. 트리옥틸아민이 들어있는 반응기에, 아연 아세테이트(zinc acetate) 0.125 mmol을 올레익산 (oleic acid) 함께 넣고 진공 하에 120도로 가열한다. 1시간 후 반응기 내 분위기를 질소로 전환한다.

[0177] 300도로 가열한 후 위에서 준비한 Se/TOP stock solution 및 Te/TOP stock solution을 Te/Se 비율을 1/25으로 신속히 주입한다. 반응 완료 후 상온으로 신속하게 식힌 반응 용액에 아세톤을 넣고 원심 분리하여 얻은 침전을 톨루엔에 분산시켜 ZnTeSe 양자점을 얻는다.

[0178] (2) trioctylamine이 들어있는 플라스크에 Zinc acetate 1.8mmoL (0.336g)를 올레산과 함께 넣고 120℃에서 10분간 진공처리한다. 질소(N2)로 상기 플라스크 내를 치환한 후 180℃로 승온한다. 여기에, 합성예 1에서 얻은 ZnTeSe 코어를 넣고, Se/TOP 및 S/TOP를 주입한다. 반응 온도는 280℃ 정도로 맞춘다. 상기 반응이 모두 끝난 후 반응기를 냉각하고, 반응액에 ethanol을 부가하여 침전을 형성하고 형성된 침전을 원심 분리하여 ZnTeSe/ZnSeS 코어쉘 양자점을 얻는다.

[0179] 참조예 2: Zn 금속 산화물 나노 입자들의 합성

[0180] 아연 아세테이트 다이하이드레이트(zinc acetate dihydrate) 및 마그네슘 아세테이트 테트라하이드레이트(magnesium acetate tetrahydrate)를 아래 화학식의 몰비를 가지도록 다이메틸설폭사이드가 들어있는 반응기에 넣고 공기 중에서 60도로 가열한다. 이어서 테트라메틸암모늄 하이드록시드 펜타하이드레이트(tetramethylammonium hydroxide pentahydrate)의 에탄올 용액을 분당 3 mL의 속도로 상기 반응기에 적가한다. 1시간 교반 후 제조된 $Zn_xMg_{1-x}O$ 나노입자를 원심 분리하고 에탄올에 분산시켜 $Zn_xMg_{1-x}O$ 나노입자를 얻는다. (x = 0.85)

[0181] 얻어진 나노입자의 X선 회절분석을 수행하여 ZnO 결정이 형성되었음을 확인한다. 얻어진 나노입자들의 투과 전자 현미경 분석을 수행하고, 그 결과 입자들의 평균 크기는 대략 3nm 정도임을 확인한다.

[0182] 제조된 나노입자의 에너지 밴드갭은 UV band edge 접선으로 측정 및 확인한다(UV-2600, SHIMADZU). 그 결과 합성된 $Zn_xMg_{1-x}O$ 나노입자의 에너지 밴드갭은 대략 3.52 eV ~ 3.70 eV 임을 확인한다.

[0184] 실시예 1

[0185] [1] 양자점 유기 용액의 준비

[0186] 참조예 1에서 제조한 양자점들을 옥탄에 분산시켜 양자점 분산액을 얻는다. 아연 아세테이트를 에탄올에 용해시켜 아연 아세테이트 에탄올 용액을 얻는다. 양자점 분산액을 에탄올 용액과 실온에서 혼합하여 혼합 용액을 얻는다. 얻어진 혼합 용액은 양자점 분산액 대비 더 높은 투명성을 가짐을 확인한다. 양자점 대비 아연 아세테이트 함량은 10 중량% 이고, 혼합 용액에서 옥탄: 에탄올의 부피비는 19: 1 이다.

[0187] 얻어진 혼합 용액에 과량의 Ethanol 를 부가하여 침전을 유도하고, 이를 원심분리하여 아연 아세테이트와 조합(combined)한 양자점을 얻는다.

[0188] 얻어진 아연 아세테이트와 조합(combined)한 양자점을 Octane 에 분산시켜 양자점 유기 용액 (OD: 2.4) 을 얻는다.

[0190] [2] 소자 제작

[0191] 아래와 같은 방식으로 ITO/ PEDOT:PSS (30nm) / TFB (25nm) / QD 발광층 (25nm) / NET430:NDN77 유기 ETL (20nm) / Al (100nm) 소자를 제조한다.

[0192] 기판 상에 ITO (애노드)를 증착하고, 그 위에 정공 주입층(HIL) 및 정공 수송층 (HTL)로서 PEDOT:PSS 층 및 TFB 층 을 습식코팅 방법에 의해 형성한다.

[0193] HTL 층 상에 상기 양자점 유기 용액을 스핀코팅에 의해 도포하고 80도씨에서 건조에 의해 용매를 제거하여 발광층을 형성한다.

[0194] NET430:NDN77을 진공 열증착 공정에 의해 상기 발광층 상에 전자 보조층으로서 형성한다. 형성된 전자 보조층 상에 Al 전극(캐소드)을 증착한다. 제조된 소자에 대하여 전계발광 물성 및 수명 특성을 측정하고 이를 표 1 및 도 5에 정리한다.

[0196] 실험예 1:

[0197] 참조예 1에서 제조된 양자점에 대하여 적외선 분광분석을 수행하고 그 결과를 도 6에 나타낸다. 실시예 1에서 준비한, 아연 아세테이트 처리 양자점에 대하여 적외선 분광분석을 수행하고 그 결과를 도 6에 함께 나타낸다.

[0198] 도 6의 결과로부터, 아연 아세테이트 처리 양자점은, 참조예 1에서 제조된 양자점에 비해, C-H 피크 및 CO2- 피크가 현저히 증가함을 확인한다. 이러한 결과는, 아연 아세테이트가 양자점층에 고르게 분산되거나 결합되어 있음을 시사한다.

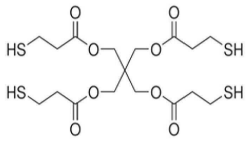
[0200] 실시예 2

[0201] 유기 전자 보조층 대신, 참조예 2에서 얻은 ZnMgO 나노입자들의 용액 (용매: 에탄올)를 사용하여 두께 30 ~ 35 nm 로 형성하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방식으로 발광 소자를 제조한다.

[0202] 제조된 소자에 대하여 전계발광 물성 및 수명 특성을 측정하고 이를 표 1에 정리한다.

[0204] 실시예 3

[0205] Al 전극이 증착된 소자 상에 2개의 아크릴레이트와 지환족 중심잔기를 가지는 ene 모노머와 하기 식으로 나타내어지는 다중티올 화합물을 22 : 78 의 몰비로 포함하는 모노머 혼합물 0.1 그램을 준비한다.



[0206]

[0207] 준비된 혼합물을 제조된 소자의 알루미늄 전극 및 전자 수송층 표면 상에 도포하여 폴리머 전구체층을 형성한다. 커버 글라스를 상기 폴리머 전구체층 상에 배치하고 가압한 다음, 폴리머 전구체층이 형성된 소자에 UV 광(파장: 365 nm, 강도: 600mJ/cm^2) 을 조사하여 승온된 상태에서 모노머 혼합물의 중합을 5분 정도 수행하여 폴리머층이 형성된 발광소자를 얻는다.

[0208] 제조된 소자에 대하여 전계발광 물성 및 수명 특성을 측정하고 이를 표 1에 정리한다.

[0210] 비교예 1:

[0211] 아연 아세테이트와 조합(combined)한 양자점 대신, 참조예 1에서 제조한 양자점을 Octane 에 분산시켜 얻어진 용액 (OD: 2.4) 을 스핀코팅하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 발광소자를 제조한다.

[0212] 제조된 소자에 대하여 전계발광 물성 및 수명 특성을 측정하고 이를 표 1에 정리한다.

[0213] 비교예 2:

[0214] 아연 아세테이트와 양자점의 혼합물을 대신, 참조예 1에서 제조한 양자점을 Octane 에 분산시켜 얻어진 용액 (OD: 2.4) 을 스핀코팅하는 것을 제외하고는 실시예 2와 동일한 방법으로 발광소자를 제조한다.

[0215] 제조된 소자에 대하여 전계발광 물성 및 수명 특성을 측정하고 이를 표 1에 정리한다.

[0216] 비교예 3:

[0217] 아연 아세테이트와 양자점의 혼합물을 대신, 참조예 1에서 제조한 양자점을 Octane 에 분산시켜 얻어진 용액 (OD: 2.4) 을 스핀코팅하는 것을 제외하고는 실시예 3과 동일한 방법으로 발광소자를 제조한다.

[0218] 제조된 소자에 대하여 전계발광 물성 및 수명 특성을 측정하고 이를 표 1에 정리한다.

표 1

[0219]

	Description	Max. EQE	Max. Cd/A	Lamda max.	FWHM (nm)	Max Lum	T(95)	T(50)
실시예 1	Blue OA + $Zn(OAc)_2$/OETL	7.4	5.1	455	26	1940	0.01	1.0
비교예 1	Blue OA/OETL	2.5	1.4	455	26	1600	0.01	0.6
실시예 2	Blue OA + $Zn(OAc)_2$/ ZnMgO	7.5	4.5	455	26	5870	0.04	2.7
비교예 2	Blue OA/ZnMgO	2.3	1.1	454	25	5030	0.04	1.6
실시예 3	Blue OA + $Zn(OAc)_2$/ ZnMgO/폴리머층	16	9.3	455	26	16690	2.83	26.2
비교예 3	Blue OA/ZnMgO/폴리머층	13.5	7.1	455	26	14320	0.8	10

[0220] * EQEmax: 최대 외부양자효율

[0221] * Mas Cd/A : 최대 전류 효율

[0222] * T50(h): 100 nit 로 구동하였을 때, 초기 휘도 100% 대비 50%의 휘도가 되는데 걸리는 시간(hr)

[0223] * 람다 max 및 FWHM: EL 피크파장과 반치폭

[0224] * Max Lum: 최대 휘도

[0225] 상기 표 1과 도 4의 결과로부터, 실시예 1, 2, 및 3 의 발광소자들은, 각각 비교예 1, 2, 및 3 의 발광소자들에 비해 현저히 향상된 전계발광물성 및 연장된 수명을 가짐을 확인한다.

[0226] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구 범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0227] 10: 발광 소자

11: 제1 전극

12: 정공 보조층

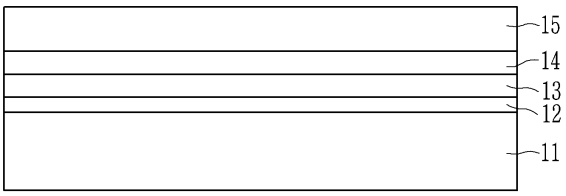
13: 발광층

14: 전자 보조층

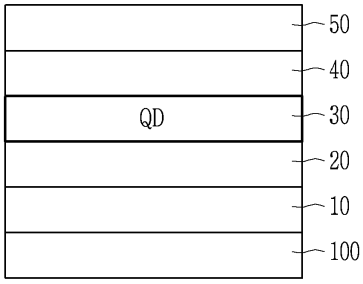
15: 제2 전극

도면

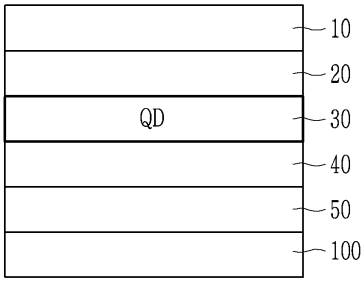
도면1



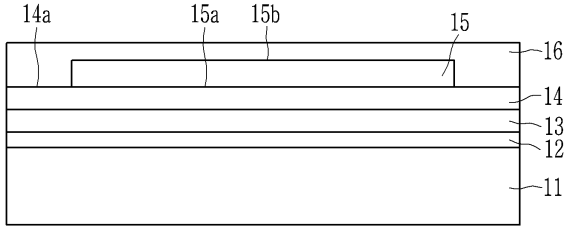
도면2



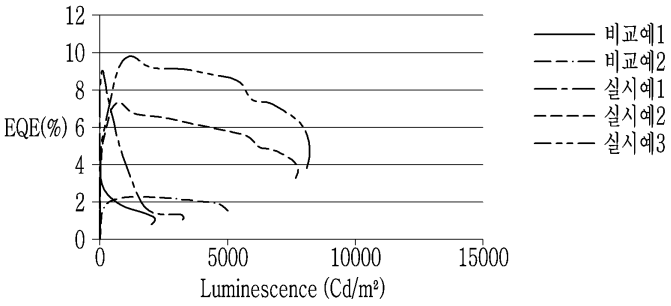
도면3



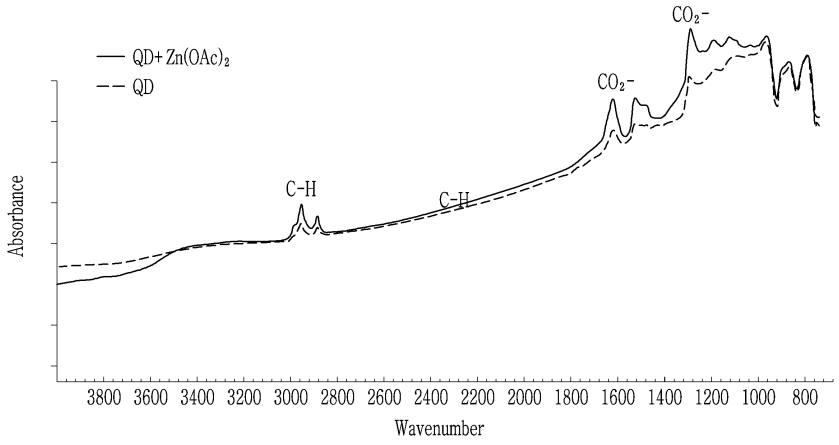
도면4



도면5



도면6


QD+Zn(OAc)2
QD
Absorbance
C-H
C-H
CO2-
CO2-
3800 3600 3400 3200 3000 2800 2600 2400 2200 2000 1800 1600 1400 1200 1000 800
Wavenumber