



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2020-0059723  
(43) 공개일자 2020년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/00 (2006.01) C09K 11/02 (2006.01)  
C09K 11/08 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 51/0072 (2013.01)  
C09K 11/02 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0144789  
(22) 출원일자 2018년11월21일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
윤원식  
경기도 수원시 영통구 광고호수공원로 277, 201동  
1701호 (원천동, 중흥 S-클래스)  
한문규  
경기도 수원시 영통구 에듀타운로 108, 1320호 (이의동, 광고 경동 해피리움)  
(74) 대리인  
팬코리아특허법인

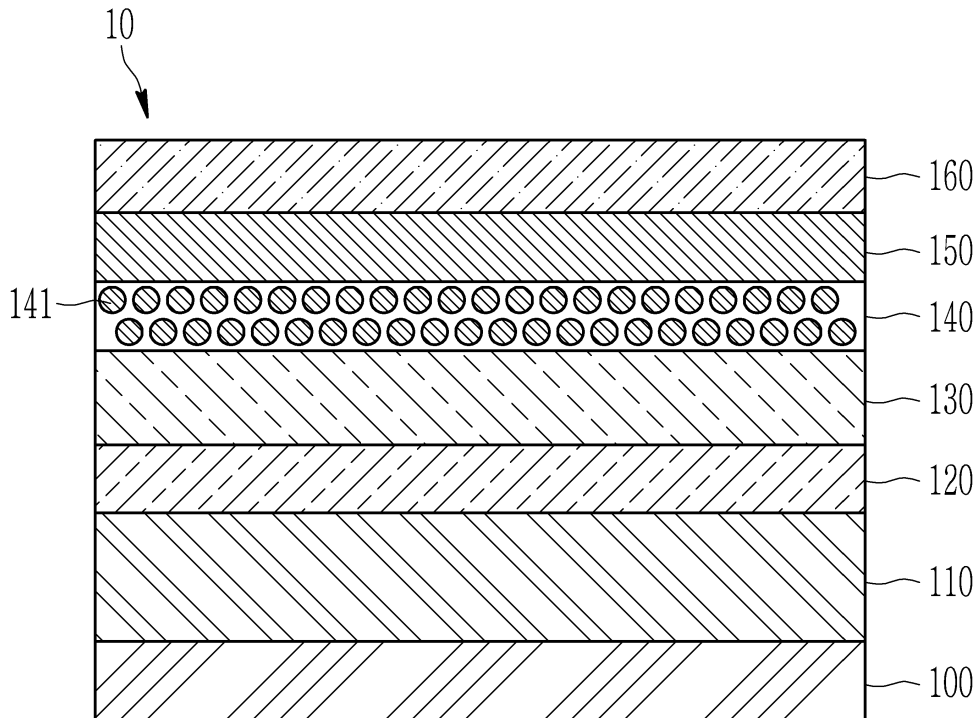
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **전계 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치**

**(57) 요약**

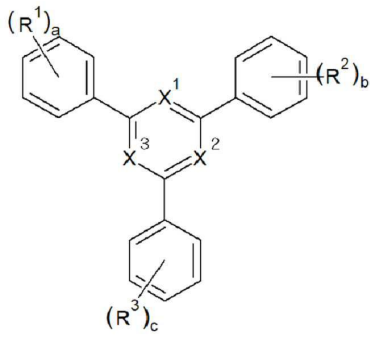
전계 발광 소자, 및 이를 포함하는 표시 장치를 제공한다. 전계 발광 소자는 서로 대향하는 제1 전극과 제2 전극, 제1 전극과 제2 전극 사이에 배치되며, 양자점, 및 화학식 1로 표현되는 제1 전자 수송 재료를 포함하는 발광층, 발광층과 제1 전극 사이에 배치되는 정공 수송층, 및 발광층과 제2 전극 사이에 배치되는 전자 수송층을 (뒷면에 계속)

**대표도** - 도1



포함한다.

[화학식 1]



화학식 1의 정의는 상세한 설명에 기재된 바와 같다.

(52) CPC특허분류

*C09K 11/08* (2013.01)

*H01L 51/0037* (2013.01)

*H01L 51/0062* (2013.01)

*H01L 51/502* (2013.01)

*H01L 51/5056* (2013.01)

(72) 발명자

**김태호**

경기도 성남시 분당구 판교원로82번길 60, 1412동  
1501호 (운중동, 산운마을)

**장은주**

경기도 수원시 권선구 동수원로145번길 23, 409동  
902호 (권선동, 수원아이파크시티아파트)

**서홍규**

경기도 과천시 별양로 12, 336동 1306호 (원문동,  
래미안 슈르)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

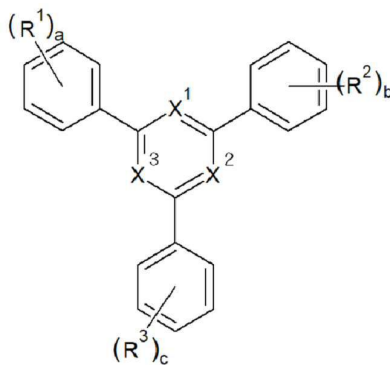
서로 대향하는 제1 전극과 제2 전극;

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치되며, 양자점, 및 하기 화학식 1로 표현되는 제1 전자 수송 재료를 포함하는 발광층;

상기 발광층과 상기 제1 전극 사이에 배치되는 정공 수송층; 및

상기 발광층과 상기 제2 전극 사이에 배치되는 전자 수송층을 포함하는 전계 발광 소자;

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

$X^1$  내지  $X^3$ 는 각각 독립적으로  $-C(-R^a)-$ , 및  $-N-$  중 하나이고,

$R^a$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기 중에서 선택되고,

$R^1$  내지  $R^3$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로젠 원자,  $-P(=O)R^4R^5$ ,  $-PO_2R^6$ ,  $-SO_2R^7$ ,  $-C(=O)R^8$ ,  $-C(=O)OR^9$  중에서 선택되며,  $R^1$  내지  $R^3$  중 적어도 하나는  $-P(=O)R^4R^5$ ,  $-PO_2R^6$  중 어느 하나이고,

$R^4$  내지  $R^9$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로젠 원자, 히드록시기, 니트로기, 시아노기, 아미노기, 아지도기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 카르바밀기, 티올기, 카르복실기, 술폰산기, 인산, 비닐기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C30 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C30 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 알릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C15의 사이클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C15 사이클로알키닐기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 사이클로알킬기 중에서 선택되며,

a, b, c는 각각 1 내지 5의 정수이다.

#### 청구항 2

제1항에서,

상기  $R^1$  내지  $R^3$  중 적어도 하나는  $P(=O)R^4R^5$ 이며,

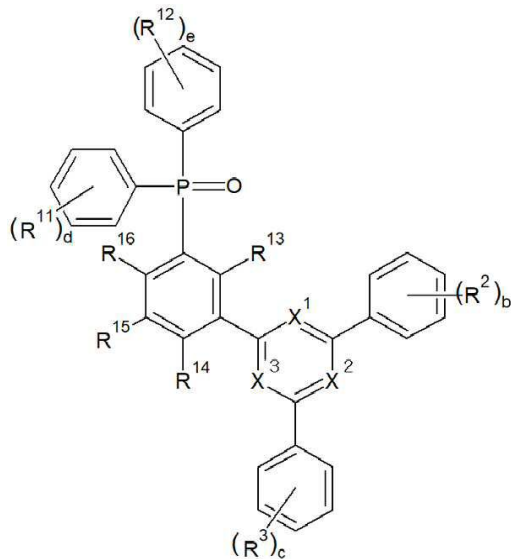
$R^4$ 와  $R^5$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 중에서 선택되는, 전계 발광 소자.

**청구항 3**

제1항에서,

상기 제1 전자 수송 재료는 하기 화학식 2로 표현되는 전계 발광 소자:

[화학식 2]



화학식 2에서,

$X^1$  내지  $X^3$ ,  $R^2$ , 및  $R^3$ 는 각각 청구항 1에 정의된 것과 동일하고,

상기  $R^{11}$  내지  $R^{16}$ 은 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 알킬아민기, 치환 또는 비치환된 아릴아민기 중에서 선택되고,

b, c, d, e 는 각각 1 내지 5의 정수이다.

**청구항 4**

제3항에서,

상기  $R^2$  내지  $R^3$  중 적어도 하나는  $P(=O)R^4R^5$  이며,

$R^4$ 와  $R^5$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 중에서 선택되는 전계 발광 소자.

**청구항 5**

제3항에서,

상기  $R^2$  내지  $R^3$  는 모두  $P(=O)R^4R^5$  이며,

$R^4$ 와  $R^5$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴알킬기,

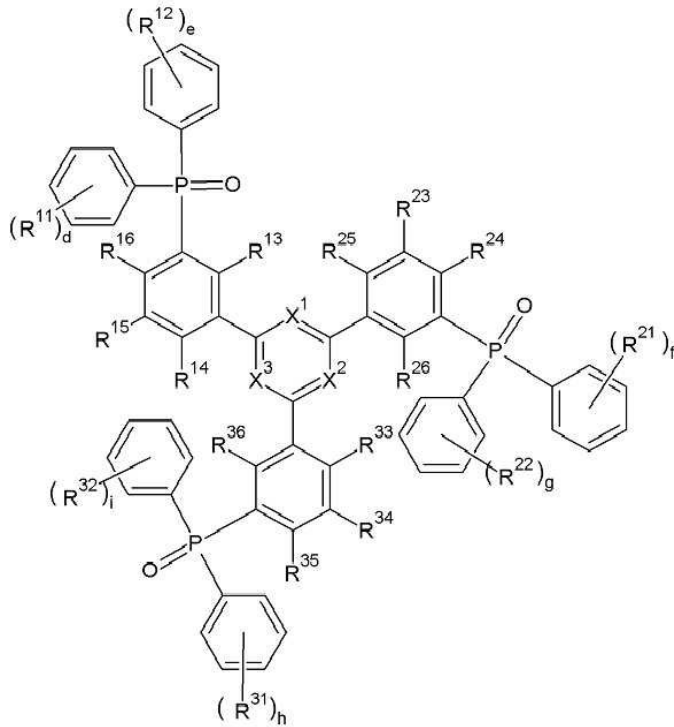
치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 중에서 선택되는 전계 발광 소자.

**청구항 6**

제1항에서,

상기 제1 전자 수송 재료는 하기 화학식 3으로 표현되는 전계 발광 소자:

[화학식 3]



화학식 3에서,

$X^1$  내지  $X^3$ 은 모두  $-C(-R^a)-$ 이거나 모두  $-N-$ 이고,

$R^a$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기 중에서 선택되고,

상기  $R^{11}$  내지  $R^{16}$ ,  $R^{21}$  내지  $R^{26}$ , 및  $R^{31}$  내지  $R^{36}$ 은 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 알킬아민기, 치환 또는 비치환된 아릴아민기 중에서 선택되고,

d, e, f, g, h, 및 I 는 각각 1 내지 5의 정수이다.

**청구항 7**

제1항에서,

$X^1$  내지  $X^3$ 은 모두  $-C(-R^a)-$ 이고,  $R^a$ 는 수소인 전계 발광 소자.

**청구항 8**

제1항에서,

$X^1$  내지  $X^3$ 은 모두  $-N-$ 인 전계 발광 소자.

**청구항 9**

제1항에서,

상기 발광층 총 100 중량%에 대하여, 상기 제1 전자 수송 재료는 5 중량% 내지 30 중량% 포함되는 전계 발광 소자.

**청구항 10**

제1항에서,

상기 양자점 표면에 결합되어 있는 극성 리간드를 더 포함하는 전계 발광 소자.

**청구항 11**

제1항에서,

상기 극성 리간드는

C4 내지 C20 의 알킬기, C4 내지 C20 의 알케닐기, C4 내지 C20 의 알키닐기, 또는 이들의 조합을 포함하는 주쇄; 및

상기 주쇄에 결합되고, 히드록시기, 카복시기, 티올기, 아민기, 카보닐기, 및 인산기 중에서 선택되는 극성 관능기를 포함하는 전계 발광 소자.

**청구항 12**

제11항에서,

상기 극성 관능기는 적어도 1 이상의 히드록시기를 포함하는 전계 발광 소자.

**청구항 13**

제1항에서,

상기 양자점은 Cd을 포함하지 않는 II족-VI족 화합물, III족-V족 화합물, IV족- VI족 화합물, IV족 원소 또는 화합물, I족-III족-VI족 화합물, Cd을 포함하지 않는 I족-II족-IV족-VI족 화합물, 또는 이들의 조합을 포함하는 전계 발광 소자.

**청구항 14**

제1항에서,

상기 양자점은 코어-셸 구조를 가지는 전계 발광 소자.

**청구항 15**

제1항에서,

상기 전자 수송층은 상기 제1 전자 수송 재료와 다른 제2 전자 수송 재료를 포함하는 전계 발광 소자.

**청구항 16**

제15항에서,

상기 제2 전자 수송 재료는 1,4,5,8-나프탈렌-테트라카르복실릭 디안하이드라이드(1,4,5,8-naphthalene-tetracarboxylic dianhydride, NTCDA), 바소쿠프로인(bathocuproine, BCP), 트리스[3-(3-피리딜)-메틸]보레인(3TPYMB), LiF, Alq<sub>3</sub>, Gaq<sub>3</sub>, Inq<sub>3</sub>, Znq<sub>2</sub>, Zn(BTZ)<sub>2</sub>, BeBq<sub>2</sub>, 8-hydroxyquinolino lithium (Liq), ET204 (8-(4-(4,6-di(naphthalen-2-yl)-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)quinolone), Bphen, ABH113, NET218, NET338, NET430, NDN77, NDN87, 또는 이들의 조합을 포함하는 전계 발광 소자.

**청구항 17**

제1항에서,

상기 정공 수송층은 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜) 유도체, 폴리(스티렌술포네이트) 유도체, 폴리-N-비닐카르바졸 유도체, 폴리페닐렌비닐렌 유도체, 폴리파라페닐렌비닐렌 유도체, 폴리메타크릴레이트 유도체, 폴리아릴아민 유도체, 폴리아닐린 유도체, 폴리피롤 유도체, 폴리(9,9-옥틸플루오렌) 유도체, 폴리(스파이로-플루오렌) 유도체, TCTA(트리스(4-카바조일-9-일페닐)아민), TPD(N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민), NPB(N,N'-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐-벤지딘), m-MTDATA(트리스(3-메틸페닐페닐아미노)-트리페닐아민), TFB(폴리[(9,9-디옥틸플루오레닐-2,7-디일-코(4,4'-(N-4-부틸페닐)디페닐아민)]), PFB(폴리(9,9-디옥틸플루오렌)-co-N,N-다이페닐-N,N-di-(p-부틸페닐)-1,4-다이아미노벤젠), poly-TPD, NiO, MoO<sub>3</sub>, 또는 이들의 조합을 포함하는 전계 발광 소자.

**청구항 18**

제1항에서,

상기 제1 전극과 상기 정공 수송층 사이에 배치되는 정공 주입층을 더 포함하는 전계 발광 소자.

**청구항 19**

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 따른 전계 발광 소자를 포함하는 표시 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 전계 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 양자점은 대략 10 nm 이하의 직경을 갖는 반도체 물질의 나노결정으로서 양자제한(quantum confinement) 효과를 나타내는 물질이다. 양자점은 통상의 형광체보다 강한 빛을 좁은 파장대에서 발생시킨다. 양자점의 발광은 전도대에서 가전자대로 들뜬 상태의 전자가 전이하면서 발생되는데 같은 물질의 경우에도 입자 크기에 따라 파장이 달라지는 특성을 나타낸다. 양자점의 크기가 작아질수록 짧은 파장의 빛을 발광하기 때문에 크기를 조절하여 원하는 파장 영역의 빛을 얻을 수 있다.

[0003] 즉, 양자점을 포함하는 발광층과, 이를 적용한 각종 전자 소자는 일반적으로 인광 및/또는 형광 물질을 포함하는 발광층을 사용하는 유기 발광 소자 대비 제조 비용이 낮고, 다른 색의 빛을 방출시키기 위해 발광층에 다른 유기 물질을 사용할 필요 없이 양자점의 크기를 달리함으로써 원하는 색을 방출시킬 수 있다.

[0004] 양자점을 포함하는 발광층의 발광 효율은 양자점의 양자 효율, 전하 캐리어의 밸런스, 광 추출 효율, 등에 의해 결정된다. 특히 양자 효율 향상을 위해서는 위해 엑시톤(exciton)들을 발광층에 구속(confinement)시켜야 하며, 다양한 요인들에 의해 발광층 내부에 엑시톤들이 구속되지 않을 경우 엑시톤 소광(exciton quenching) 등의 문제가 발생할 수 있다.

**발명의 내용**

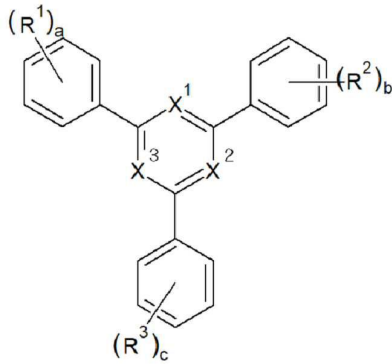
**해결하려는 과제**

[0005] 발광층의 전자 수송성을 개선하여 향상된 소자 특성을 나타내는 전계 발광 소자와, 이를 포함하는 표시 장치를 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 일 구현예에 따르면, 서로 대향하는 제1 전극과 제2 전극; 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치되며, 양자점, 및 하기 화학식 1로 표현되는 제1 전자 수송 재료를 포함하는 발광층; 상기 발광층과 상기 제1 전극 사이에 배치되는 정공 수송층; 및 상기 발광층과 상기 제2 전극 사이에 배치되는 전자 수송층을 포함하는 전계 발광 소자가 제공된다.

[0007] [화학식 1]



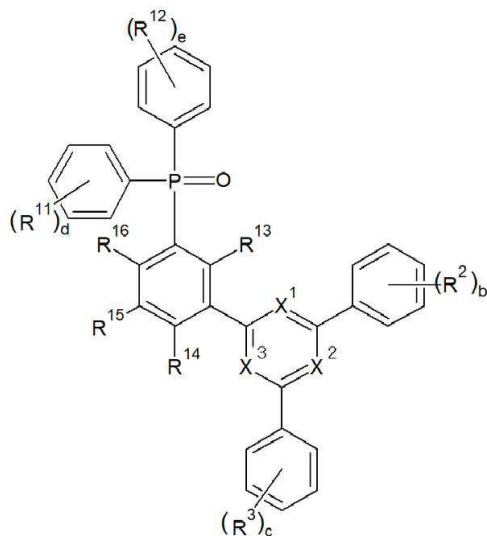
[0008]

[0009] 상기 화학식 1에서,  $X^1$  내지  $X^3$ 는 각각 독립적으로  $-C(-R^a)-$ , 및  $-N-$  중 하나이고,  $R^a$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기 중에서 선택되고,  $R^1$  내지  $R^3$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로젠 원자,  $-P(=O)R^4R^5$ ,  $-PO_2R^6$ ,  $-SO_2R^7$ ,  $-C(=O)R^8$ ,  $-C(=O)OR^9$  중에서 선택되며,  $R^1$  내지  $R^3$  중 적어도 하나는  $-P(=O)R^4R^5$ ,  $-PO_2R^6$  중 어느 하나이고,  $R^4$  내지  $R^9$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로젠 원자, 히드록시기, 니트로기, 시아노기, 아미노기, 아지도기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 카르바밀기, 티올기, 카르복실기, 술폰산기, 인산, 비닐기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C30 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C30 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 알릴기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C15의 사이클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C15 사이클로알키닐기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로사이클로알킬기 중에서 선택되며, a, b, c는 각각 1 내지 5의 정수이다.

[0010] 상기  $R^1$  내지  $R^3$  중 적어도 하나는  $P(=O)R^4R^5$ 이며,  $R^4$ 와  $R^5$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 중에서 선택될 수 있다.

[0011] 상기 제1 전자 수송 재료는 하기 화학식 2로 표현될 수 있다.

[0012] [화학식 2]



[0013]

[0014] 화학식 2에서,  $X^1$  내지  $X^3$ ,  $R^2$ , 및  $R^3$ 는 각각 청구항 1에 정의된 것과 동일하고, 상기  $R^{11}$  내지  $R^{16}$ 은 각각 독립적

으로 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 알킬아민기, 치환 또는 비치환된 아릴아민기 중에서 선택되고, b, c, d, e 는 각각 1 내지 5의 정수이다.

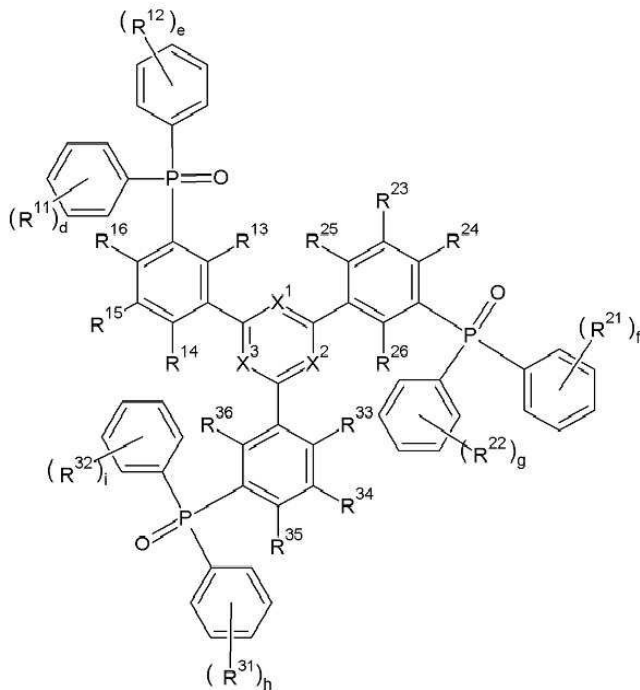
[0015] 상기 R<sup>2</sup> 내지 R<sup>3</sup> 중 적어도 하나는 P(=O)R<sup>4</sup>R<sup>5</sup> 이며,

[0016] R<sup>4</sup>와 R<sup>5</sup>는 각각 독립적으로 수소, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 중에서 선택될 수 있다.

[0017] 상기 R<sup>2</sup> 내지 R<sup>3</sup> 는 모두 P(=O)R<sup>4</sup>R<sup>5</sup> 이며, R<sup>4</sup>와 R<sup>5</sup>는 각각 독립적으로 수소, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 중에서 선택될 수 있다.

[0018] 상기 제1 전자 수송 재료는 하기 화학식 3으로 표현될 수 있다.

[0019] [화학식 3]



[0020]

[0021] 화학식 3에서, X<sup>1</sup> 내지 X<sup>3</sup>은 모두 -C(-R<sup>a</sup>)-이거나 모두 -N-이고, R<sup>a</sup>는 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기 중에서 선택되고, 상기 R<sup>11</sup> 내지 R<sup>16</sup>, R<sup>21</sup> 내지 R<sup>26</sup>, 및 R<sup>31</sup> 내지 R<sup>36</sup>은 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 알킬아민기, 치환 또는 비치환된 아릴아민기 중에서 선택되고, d, e, f, g, h, 및 I 는 각각 1 내지 5의 정수이다.

[0022] X<sup>1</sup> 내지 X<sup>3</sup>은 모두 -C(-R<sup>a</sup>)-이고, R<sup>a</sup>은 수소일 수 있다.

[0023] X<sup>1</sup> 내지 X<sup>3</sup>은 모두 -N-일 수 있다.

[0024] 상기 발광층 총 100 중량%에 대하여, 상기 제1 전자 수송 재료는 5 중량% 내지 30 중량% 포함될 수 있다.

[0025] 상기 양자점 표면에 결합되어 있는 극성 리간드를 더 포함할 수 있다.

- [0026] 상기 극성 리간드는 C4 내지 C20 의 알킬기, C4 내지 C20 의 알케닐기, C4 내지 C20 의 알킬닐기, 또는 이들의 조합을 포함하는 주쇄; 및 상기 주쇄에 결합되고, 히드록시기, 카복시기, 티올기, 아민기, 카보닐기, 및 인산기 중에서 선택되는 극성 관능기를 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 극성 관능기는 적어도 1 이상의 히드록시기를 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 양자점은 Cd를 포함하지 않는 II족-VI족 화합물, III족-V족 화합물, IV족- VI족 화합물, IV족 원소 또는 화합물, I족-III족-VI족 화합물, Cd를 포함하지 않는 I족-II족-IV족-VI족 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 양자점은 코어-셸 구조를 가질 수 있다.
- [0030] 상기 전자 수송층은 상기 제1 전자 수송 재료와 다른 제2 전자 수송 재료를 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 제2 전자 수송 재료는 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<sub>3</sub>, Gaq<sub>3</sub>, Inq<sub>3</sub>, Znq<sub>2</sub>, Zn(BTZ)<sub>2</sub>, BeBq<sub>2</sub>, 8-hydroxyquinolinato lithium (Liq), ET204 (8-(4-(4,6-di(naphthalen-2-yl)-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)quinolone), Bphen, ABH113, NET218, NET338, NET430, NDN77, NDN87, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 정공 수송층은 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜) 유도체, 폴리(스티렌술포네이트) 유도체, 폴리-N-비닐카르바졸 유도체, 폴리페닐렌비닐렌 유도체, 폴리과라페닐렌비닐렌 유도체, 폴리메타크릴레이트 유도체, 폴리아릴아민 유도체, 폴리아닐린 유도체, 폴리피롤 유도체, 폴리(9,9-옥틸플루오렌) 유도체, 폴리(스파이로-플루오렌) 유도체, 폴리-(N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일-코(4,4'-(N-4-부틸페닐)디페닐아민)], 폴리((9,9-디옥틸플루오렌)-코-N,N-다이페닐-N,N-di-(p-부틸페닐)-1,4-다이아미노벤젠), NiO, MoO<sub>3</sub>, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 전계 발광 소자는 상기 제1 전극과 상기 정공 수송층 사이에 배치되는 정공 주입층을 더 포함할 수 있다.
- [0034] 한편, 다른 구현예에 따르면, 상기 일 구현예에 따른 전계 발광 소자를 포함하는 표시 장치가 제공된다.

**발명의 효과**

- [0035] 발광층의 전자 수송성 개선을 통해 향상된 소자 특성을 나타내는 전계 발광 소자와, 이를 포함하는 표시 장치를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0036] 도 1은 일 구현예에 따른 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이고,  
 도 2 내지 도 4는 발광층 박막 상부면의 주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscope, SEM) 이미지로, 각각 제조예 1 (도 2), 제조예 2 (도 3), 및 비교제조예 (도 4)의 경우이고,  
 도 5는 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자의 전압-전류밀도(log scale) 특성을 나타낸 그래프이고,  
 도 6은 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자의 전압-휘도를 나타낸 그래프이고,  
 도 7은 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자의 전압-외부 양자 효율을 나타낸 그래프이고,  
 도 8은 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자의 휘도-외부 양자 효율(external quantum efficiency)을 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0037] 이하, 실시예에 대하여 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0038] 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. 반대

로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.

- [0039] 본 명세서에서, "족(Group)"은 원소 주기율표의 족을 말한다.
- [0040] 여기서, "II족"은 IIA족 및 IIB 족을 포함할 수 있으며, II족 금속의 예는 Cd, Zn, Hg 및 Mg를 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0041] 한편, 본 명세서에서 "Cd를 포함하지 않는 II족 금속"의 예는 Cd를 제외한 나머지 II족 금속, 예를 들어 Zn, Hg, Mg 등을 들 수 있다.
- [0042] "III족"은 IIIA족 및 IIIB 족을 포함할 수 있으며, III족 금속의 예들은 Al, In, Ga, 및 Tl을 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0043] "IV족"은 IVA족 및 IVB 족을 포함할 수 있으며, IV족 금속의 예들은 Si, Ge, Sn을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 본 명세서에서, "금속"이라는 용어는 Si와 같은 준금속도 포함한다.
- [0044] "I족"은 IA족 및 IB 족을 포함할 수 있으며, Li, Na, K, Ru, Cs을 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0045] "V족"은 VA 족을 포함하며 질소, 인, 비소, 안티몬, 및 비스무스를 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0046] "VI족"은 VIA 족을 포함하며 황, 셀레늄, 텔루리움을 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0047] 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, '치환된'이란, 화합물 중의 수소 원자가 할로겐 원자(F, Br, Cl, 또는 I), 히드록시기, 니트로기, 시아노기, 아미노기, 아지도기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 카르보닐기, 카르바밀기, 티올기, 에스테르기, 카르복실기나 그의 염, 술폰산기나 그의 염, 인산이나 그의 염, 비닐기, C1 내지 C20 알킬기, C2 내지 C20 알케닐기, C2 내지 C20 알키닐기, C6 내지 C30 아릴기, C7 내지 C30 아릴알킬기, C6 내지 C30 알릴기, C1 내지 C30 알콕시기, C1 내지 C20 헤테로알킬기, C3 내지 C20 헤테로아릴알킬기, C3 내지 C30 사이클로알킬기, C3 내지 C15의 사이클로알케닐기, C6 내지 C15 사이클로알키닐기, C3 내지 C30 헤테로사이클로알킬기 및 이들의 조합에서 선택된 치환기로 치환된 것을 의미한다.
- [0048] 우선, 도 1을 참조하여 일 구현예에 따른 전계 발광 소자의 개략적인 구성을 설명한다.
- [0049] 도 1은 일 구현예에 따른 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- [0050] 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 서로 대향하는 제1 전극(110)과 제2 전극(160), 그 사이에 배치되어 있되, 양자점(141) 및 전자 수송 능력을 갖는 제1 전자 수송 재료를 포함하는 발광층(140), 발광층(140)과 제1 전극(110) 사이에 배치되어 있는 정공 수송층(130), 정공 수송층(130)과 제1 전극(110) 사이에 위치하되, 각 구성 요소와의 관계를 고려하여 생략 가능한 정공 주입층(120), 및 발광층(140)과 제2 전극(160) 사이에 배치되어 있는 전자 수송층(150)을 포함한다.
- [0051] 즉, 전계 발광 소자(10)는 서로 대향하는 제1 전극(110)과 제2 전극(160) 사이에 정공 주입층(120), 정공 수송층(130), 발광층(140), 및 전자 수송층(150)이 순차 배치되어 있는 적층형 구조를 갖는다.
- [0052] 일 구현예에서 제1 전극(110)은 구동 전원과 직접 연결되어 발광층(140)으로 전류를 흘려보내는 역할을 수행할 수 있다. 제1 전극(110)은 적어도 가시광 파장 영역대에 대하여 광 투과성을 갖는 물질일 수 있으나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니며, 적외선 또는 자외선 파장 영역에 대한 광 투과성을 더 갖는 물질일 수도 있다. 예를 들어, 제1 전극(110)은 광학적으로 투명한 물질일 수 있다.
- [0053] 일 구현예에서, 제1 전극(110)은 폴리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 바나듐 산화물, 레늄 산화물, 니오븀 산화물, 탄탈륨 산화물, 티타늄 산화물, 아연 산화물, 니켈 산화물, 구리 산화물, 코발트 산화물, 망간 산화물, 크롬 산화물, 인듐 산화물 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0054] 그러나, 일 구현예에 따른 제1 전극(110)이 반드시 이에 제한되는 것은 아니며, 적외선 또는 자외선 파장 영역의 광에 대한 광 투과성을 더 갖는 물질일 수도 있고, 특정 파장 영역대의 광만 선택적으로 투과하는 반투과성을 갖는 물질일 수도 있으며, 가시광 파장 영역대의 광을 반사하여 제1 전극(110) 방향으로 되돌리는 기능을 수행할 수도 있다.
- [0055] 한편, 일 구현예에서 제1 전극(110)은 도 1에 도시된 것과 같이 기판(100)의 위에 배치되어 있을 수 있다. 기판(100)은 투명한 절연 기재일 수 있으며, 연성 물질로 이루어질 수 있다. 기판(100)은 유리, 또는 유리전이점(Tg)이 150 °C 보다 큰 필름 형태의 고분자 물질로 이루어질 수 있으며, 예컨대, COC(Cyclo Olefin Copolymer)

또는 COP(Cyclo Olefin Polymer) 계열의 소재로 이루어질 수 있다.

- [0056] 일 구현예에서 기관(100)은 제1 전극(110)과 제2 전극(160) 사이에 배치된 정공 주입층(120), 정공 수송층(130), 발광층(140), 및 전자 수송층(150)을 지지하는 역할을 수행할 수 있다. 다만, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)의 기관(100)이 제1 전극(110) 아래에 배치되는 것은 아니며, 제2 전극(160)의 위에 배치되거나, 경우에 따라서는 생략될 수도 있다.
- [0057] 제2 전극(160)은 광학적으로 투명한 물질로서, 발광층(140)으로부터 발생한 광이 투과되는 투광 전극의 역할을 할 수 있다. 일 구현예에서, 제2 전극(160)은 은(Ag), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 금(Au) 및 이들의 합금에서 선택된 적어도 하나를 포함하거나, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 바나듐 산화물, 레늄 산화물, 니오븀 산화물, 탄탈륨 산화물, 티타늄 산화물, 아연 산화물, 니켈 산화물, 구리 산화물, 코발트 산화물, 망간 산화물, 크롬 산화물, 인듐 산화물 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0058] 다만, 일 구현예에 따른 제2 전극(160)이 반드시 이에 제한되는 것은 아니며, 특정 파장 영역대의 광만 선택적으로 투과하는 반투과성을 갖는 물질일 수도 있으며, 가시광 파장 영역대의 광을 반사하여 제1 전극(110) 방향으로 되돌리는 기능을 수행할 수도 있다.
- [0059] 만약 제2 전극(160)이 반사전극의 기능을 수행할 경우, 제1 전극(110)은 적어도 가시광 파장 영역대에 대하여 광 투과성을 갖는 물질로 이루어진 투광 전극이거나, 특정 파장 영역대의 광만 선택적으로 투과하는 반투과성 전극일 수 있다.
- [0060] 한편, 제1 전극(110)과 제2 전극(160) 각각은 기관(100) 또는 유기층 위에 스퍼터링 등의 방법을 이용하여 전극 형성용 물질을 증착함으로써 형성할 수 있다.
- [0061] 한편, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 도 1에 도시된 바와 같이 기관(100) 및 각 구성요소들이 전술한 적층 순서로 배치된 일반적인(conventional) 구조를 가질 수 있다.
- [0062] 다만, 일 구현예가 반드시 이에 제한되는 것은 아니며, 전술한 전계 발광 소자(10)의 각 구성요소들 간 적층 순서를 만족하는 범위 내에서 가능한 다양한 구조를 가지고 있을 수 있다. 예컨대 기관(100)이 제1 전극(110)의 아래 배치되지 않고 제2 전극(160) 위에 배치될 경우 전계 발광 소자(10)가 인버티드(inverted) 구조를 가지게 될 수도 있다.
- [0063] 정공 주입층(120)은 제1 전극(110)의 바로 위에 위치할 수 있다. 정공 주입층(120)은 정공 수송층(130)과 함께 발광층(140)으로 정공을 공급하는 역할을 수행할 수 있다. 다만, 정공 주입층(120)은 정공 수송층(130)의 형성 두께, 재료 등을 고려하여 생략될 수도 있다.
- [0064] 한편, 정공 주입층(120)은 p-타입 반도체(p-type semiconductor) 물질, 또는 p-타입 도펀트로 도핑되어 있는 물질로 이루어질 수 있다. 상기 정공 주입층(120)의 예시로는 PEDOT[Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)] 유도체, PSS[poly(styrene sulfonate)] 유도체, 폴리-N-비닐카르바졸(poly-N-vinylcarbazole, PVK) 유도체, 폴리페닐렌 비닐렌(polyphenylenevinylene) 유도체, 폴리파라페닐렌비닐렌(poly p-phenylene vinylene, PPV) 유도체, 폴리메타크릴레이트(polymethacrylate) 유도체, 폴리(9,9-옥틸플루오렌) [poly(9,9-octylfluorene)] 유도체, 폴리(스파이로-플루오렌) [poly(spiro-fluorene)] 유도체, TCTA(트리스(4-카바조일-9-일페닐)아민), TPD(N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민), NPB(N,N'-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐-벤지딘), m-MTDATA(트리스(3-메틸페닐페닐아미노)-트리페닐아민), TFB(폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일-코(4,4'-(N-4-부틸페닐)디페닐아민)], PFB(폴리(9,9-디옥틸플루오렌)-co-N,N-다이페닐-N,N-di-(p-부틸페닐)-1,4-다이아미노벤젠), poly-TPD, 및 NiO, MoO<sub>3</sub> 등과 같은 금속 산화물, 또는 이들의 조합을 들 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0065] 정공 수송층(130)은 제1 전극(110)의 위, 예를 들어 제1 전극(110)과 정공 주입층(120)의 위에 위치할 수 있다. 정공 수송층(130)은 발광층(140)으로 정공을 공급, 수송하는 역할을 수행한다. 정공 수송층(130)은 발광층(140)의 바로 아래에 형성되어 발광층(140)과 직접 접촉하고 있다.
- [0066] 한편, 정공 수송층(130)은 전술한 정공 주입층(120)과 마찬가지로 p-타입 반도체(p-type semiconductor) 물질, 또는 p-타입 도펀트로 도핑되어 있는 물질로 이루어질 수 있다. 상기 정공 수송층(130)의 예시로는 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜) 유도체, 폴리(스티렌술포네이트) 유도체, 폴리-N-비닐카르바졸 유도체, 폴리페닐렌비닐렌 유도체, 폴리파라페닐렌비닐렌 유도체, 폴리메타크릴레이트 유도체, 폴리아릴아민 유도체, 폴리아닐린 유도체, 폴리피롤 유도체, 폴리(9,9-옥틸플루오렌) 유도체, 폴리(스파이로-플루오렌) 유도체, TCTA(트리스(4-카바조일-

9-일페닐)아민), TPD(N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민), NPB(N,N'-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐-벤지딘), m-MTDATA(트리스(3-메틸페닐페닐아미노)-트리페닐아민), TFB(폴리[(9,9-디옥틸플루오레닐-2,7-디일-코(4,4'-(N-4-부틸페닐)디페닐아민)], PFB(폴리(9,9-디옥틸플루오렌)-co-N,N-다이페닐-N,N-di-(p-부틸페닐)-1,4-다이아미노벤젠), poly-TPD, NiO, MoO<sub>3</sub>, 또는 이들의 조합을 들 수 있으나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0067] 상기 정공 주입층(120)과 정공 수송층(130)은 각각 스핀 코팅 등의 습식 코팅법을 이용하여 형성될 수 있다. 예를 들어, 정공 수송층(130)과 발광층(140)을 모두 습식 코팅법을 이용하여 형성할 수 있다. 이를 통해, 제1 전극(110) 위에 정공 주입층(120) 및/또는 정공 수송층(130)을 간편한 방법으로 형성할 수 있다.
- [0068] 일 구현예에서 발광층(140)은 정공 수송층(130)의 위에 위치할 수 있으며, 양자점(141) 및 제1 전자 수송 재료를 포함할 수 있다.
- [0069] 발광층(140)은 제1 전극(110)과 제2 전극(160)으로부터 공급된 전류에 의해 전달된 전자와 정공이 결합되는 장소로서, 전자와 정공은 상기 발광층(140)에서 만나 결합하여 엑시톤(exciton)을 생성하고, 생성된 엑시톤은 여기 상태에서 기저 상태로 전이하면서 양자점(141)의 크기에 대응하는 파장의 빛을 발생시킬 수 있다. 즉, 양자점(141)은 발광층(140)에 전계 발광 기능을 부여한다.
- [0070] 특히, 양자점(141)은 양자 구속 효과(quantum confinement effect)에 의해 불연속적인 밴드갭 에너지(energy band gap)를 가지므로, 입사된 광을 특정 파장을 갖는 광으로 변환하여 방사할 수 있다. 따라서 양자점(141)을 포함하는 발광층(140)은 우수한 색재현율과 색순도를 갖는 광을 발생시킬 수 있다.
- [0071] 예를 들어, 발광층(140)은 소정 파장 영역에 속하는 광을 발광할 수 있다. 상기 소정 파장 영역의 광은 가시광 영역에 속하는 파장영역으로서, 예를 들어 380 nm 내지 488 nm 의 제1 파장영역, 490 nm 내지 510 nm 의 제2 파장영역, 510 nm 내지 580 nm 의 제3 파장영역, 582 nm 내지 600 nm 의 제4 파장영역, 620 nm 내지 680 nm 의 제5 파장영역 중 어느 하나에 속하는 것일 수 있다.
- [0072] 일 구현예에서, 상기 양자점(141)의 소재는 특별히 제한되지 않으며, 공지되었거나 상업적으로 입수 가능한 양자점을 사용할 수 있다. 예를 들어 일 구현예에 따른 양자점(141) 각각은 Cd를 포함하지 않는 II족-VI족 화합물, III족-V족 화합물, IV족-VI족 화합물, IV족 원소 또는 화합물, I족-III족-VI족 화합물, Cd를 포함하지 않는 I족-II족-IV족-VI족 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 즉, 일 구현예에 따른 양자점(141) 각각은 비 카드뮴계 양자점일 수 있다. 이와 같이 양자점(141)이 모두 비 카드뮴계 소재로 이루어진 경우, 기존 카드뮴계 양자점 대비 독성이 없어 인체에 무해하고 환경 친화적이다.
- [0073] 상기 II-VI족 화합물은 ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO, HgS, HgSe, HgTe, MgSe, MgS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; ZnSeS, ZnTe, ZnTeSe, 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.
- [0074] 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, InZnP, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 GaAlNP, 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 III-V족 화합물은 II족 금속을 더 포함할 수도 있다 (InZnP).
- [0075] 상기 IV-VI족 화합물은 SnS, SnSe, SnTe, PbS, PbSe, PbTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; SnSeS, SnSeTe, SnSTe, PbSeS, PbSeTe, PbSTe, SnPbS, SnPbSe, SnPbTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 SnPbSSe, SnPbSeTe, SnPbSTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 I족-III-VI족 화합물의 예는, CuInSe<sub>2</sub>, CuInS<sub>2</sub>, CuInGaSe, CuInGaS를 포함하나 이에 제한되지 않는다. 상기 I-II-IV-VI 족 화합물의 예는 CuZnSnSe, CuZnSnS를 포함하나 이에 제한되지 않는다. 상기 IV족 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.

- [0076] 상기 이원소 화합물, 삼원소 화합물 또는 사원소 화합물은 균일한 농도로 입자 내에 존재하거나, 농도 분포가 부분적으로 다른 상태로 나누어져 동일 입자 내에 존재하는 것일 수 있다.
- [0077] 일 구현예에 따르면, 상기 양자점(141)은 하나의 반도체 나노결정 입자와, 상기 코어를 둘러싸는 다른 반도체 나노결정 셸로 이루어진 코어-셸 구조를 가질 수도 있다. 코어와 셸의 계면은 셸에 존재하는 원소의 농도가 중심으로 갈수록 낮아지는 농도 구배(gradient)를 가질 수 있다. 또한, 상기 양자점(141)은 하나의 반도체 나노결정 코어와 이를 둘러싸는 다층의 셸을 포함하는 구조를 가질 수도 있다. 이때 다층의 셸 구조는 2층 이상의 셸 구조를 가지는 것으로 각각의 층은 단일 조성 또는 합금 또는 농도 구배를 가질 수 있다.
- [0078] 양자점(141)이 코어-셸 구조를 가질 경우, 코어보다 셸을 구성하는 물질 조성이 더 큰 밴드갭 에너지를 갖고 있어, 양자 구속 효과가 효과적으로 나타나는 구조를 가질 수 있다. 다만, 일 구현예가 이에 제한되지는 않는다. 한편, 다층의 셸을 구성하는 경우도 코어에 가까운 셸보다 코어의 바깥 쪽에 있는 셸이 더 큰 밴드갭 에너지를 갖는 구조일 수 있으며, 이 때 양자점은 자외선 내지 적외선 파장 범위를 가질 수 있다.
- [0079] 양자점(141)은 약 10 % 이상, 예컨대, 약 20 % 이상, 약 30 % 이상, 약 40 % 이상, 약 50 % 이상, 약 60 % 이상, 약 70 % 이상, 약 90 % 이상, 또는 심지어 100 %의 양자 효율(quantum efficiency)을 가질 수 있다.
- [0080] 또한, 디스플레이에서 색순도나 색재현성을 향상시키기 위하여, 양자점(141)은 좁은 스펙트럼을 가질 수 있다. 상기 양자점(141)은 약 45 nm 이하, 예를 들어 약 40 nm 이하, 또는 약 30 nm 이하의 발광 파장 스펙트럼의 반치폭을 가질 수 있다. 상기 범위에서 소자의 색순도나 색재현성을 향상시킬 수 있다.
- [0081] 상기 양자점(141)은 약 1 nm 내지 약 100 nm의 입경(구형이 아닌 경우 가장 긴 부분의 크기)을 가질 수 있다. 예컨대, 상기 양자점(141)은 약 1 nm 내지 약 20 nm, 예컨대, 2 nm (또는 3 nm) 내지 15 nm의 입경(구형이 아닌 경우 가장 긴 부분의 크기)을 가질 수 있다.
- [0082] 또한, 상기 양자점(141)의 형태는 해당 기술분야에서 일반적으로 사용하는 형태의 것으로 특별히 한정되지 않는다. 예컨대, 상기 양자점은 구형, 타원형, 사면체형, 피라미드형, 육팔면체형, 실린더형, 다면체형, 다중 가지형(multi-arm), 또는 입방체(cubic)의 나노입자, 나노튜브, 나노와이어, 나노섬유, 나노시트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 양자점(141)은 임의의 단면 형상을 가질 수 있다.
- [0083] 한편, 상기 양자점(141)은 상업적으로 입수 가능하거나 임의의 방법으로 합성될 수 있다. 예를 들어, 수 나노 크기의 양자점(141)은 화학적 습식 방법(wet chemical process)을 통하여 합성될 수 있다. 화학적 습식 방법에서는, 유기 용매 중에서 전구체 물질들을 반응시켜 결정 입자들을 성장시키며, 이 때 유기 용매 또는 리간드 형성용 재료가 자연스럽게 양자점(141)의 표면에 배위됨으로써 결정의 성장을 조절할 수 있다.
- [0084] 상기 양자점(141)의 표면에 배위되는 유기물의 양은 양자점 무게의 50 중량% 이하, 예컨대, 30 중량% 이하, 20 중량% 이하, 또는 10 중량% 이하일 수 있다. 이러한 유기물은 양자점(141) 표면에 결합된 리간드, 잔여 유기 용매, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0085] 한편, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 양자점(141) 표면에 결합되어 있는 극성 리간드를 포함하고 있을 수 있다. 즉, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 양자점(141) 표면에 극성을 갖는 리간드를 배위시킴으로써, 양자점(141)이 전반적으로 극성을 나타내도록 조절할 수 있다. 상기 극성 리간드는 리간드 형성용 재료가 양자점(141) 표면과 배위되어 이루어진 것일 수 있다.
- [0086] 상기 극성 리간드는 양자점(141) 표면에 화학적으로 결합되어 있을 수 있다. 일 구현예에서 극성 리간드는 주쇄, 및 상기 주쇄에 결합되는 극성 관능기를 포함할 수 있다.
- [0087] 상기 주쇄의 예시로는 C4 내지 C20의 알킬기, C4 내지 C20의 알케닐기, C4 내지 C20의 알키닐기, 또는 이들의 조합을 들 수 있고, 상기 극성 관능기로는 상기 주쇄에 결합되는 극성 관능기로는 예를 들어 히드록시기, 카복시기, 티올기, 아민기, 카보닐기, 인산기, 또는 이들의 조합을 들 수 있다.
- [0088] 극성 리간드 형성을 위한 상기 리간드 형성용 재료는 전술한 주쇄에 전술한 극성 관능기가 적어도 2 이상 결합되어 있을 수 있다. 이 경우, 리간드 형성용 재료의 주쇄로는 예를 들어 C4 내지 C20의 알케인(alkane), C4 내지 C20의 알켄(alkene), C4 내지 C20의 알카인(alkyne)을 사용할 수 있고, 극성 관능기로는 히드록시기, 카복시기, 티올기, 아민기, 카보닐기, 및 인산기 중에서 선택되는 1종 이상의 관능기를 적어도 2 이상 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 극성 관능기는 동종의 관능기를 2 이상 포함할 수도 있고, 이종의 관능기를 각각 1 이상씩 포함할 수도 있다.

[0089] 예를 들어, 리간드 형성용 재료로는 C4 내지 C20 의 알케인 주쇄에 2 이상의 히드록시기, 또는 2 이상의 티올기가 결합된 것을 사용할 수도 있고, C4 내지 C20 의 알케인 주쇄에 히드록시기와 티올기가 각각 1 이상씩 결합된 것을 사용할 수도 있다.

[0090] 리간드 형성용 재료가 이중의 관능기를 각각 1 이상씩 포함할 경우, 이중의 관능기 중 양자점 표면과의 화학적 결합력이 가장 강한 관능기가 양자점 표면과 화학적으로 결합되어 극성 리간드를 이루게 된다. 이 경우, 나머지 양자점 표면과 결합되지 않은 다른 관능기들은 극성 리간드의 주쇄에 결합된 상태로 남게 되고, 이를 통해 양자점에 극성을 부여할 수 있도록 한다.

[0091] 예컨대 리간드 형성용 재료로 C4 내지 C20 의 알케인 주쇄에 히드록시기와 티올기가 적어도 1 이상씩 결합된 것을 사용할 경우, 티올기는 양자점 표면과 화학적으로 결합하여 탈락한다. 이 경우, 극성 리간드는 C4 내지 C20 의 알케인 주쇄에 적어도 1 이상의 히드록시기를 갖게 된다.

[0092] 일 구현예에서 극성 리간드가 극성 관능기로 히드록시기를 포함할 경우, 극성 관능기를 포함한 양자점이 알코올계 용매에 대한 우수한 용해성을 나타낸다. 따라서 발광층(140) 형성 과정에서 양자점(141)을 알코올계 용매를 이용하여 균일하게 분산시키기 용이하다.

[0093] 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)에서, 발광층(140)은 우수한 발광 효율을 나타내기 위하여 양자점(141)을 소정 함량으로 포함할 수 있다.

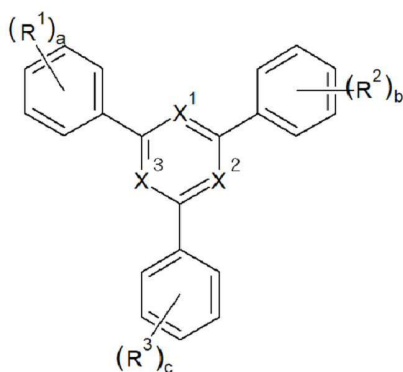
[0094] 예를 들어 상기 양자점(141)은 발광층(140) 총 100 중량%에 대하여, 예를 들어 5 중량% 이상, 예를 들어 10 중량% 이상, 예를 들어 15 중량% 이상, 예를 들어 20 중량% 이상 포함될 수 있고, 예를 들어 98 중량% 이하, 예를 들어 95 중량% 이하, 예를 들어 90 중량% 이하, 예를 들어 85 중량% 이하, 예를 들어 80 중량% 이하, 예를 들어 75 중량% 이하, 예를 들어 70 중량% 이하, 예를 들어 65 중량% 이하, 예를 들어 60 중량% 이하, 예를 들어 55 중량% 이하, 예를 들어 50 중량% 이하 포함될 수 있으며, 예를 들어 5 중량% 내지 98 중량%, 예를 들어 20 중량% 내지 98 중량%, 예를 들어 20 중량% 내지 90 중량%, 예를 들어 20 중량% 내지 85 중량%, 예를 들어 50 중량% 내지 85 중량% 포함될 수 있다.

[0095] 다만, 일 구현예가 반드시 이에 제한되는 것은 아니며, 양자점(141)의 구체적인 함량은 사용된 양자점(141)의 소재, 방출하는 광의 종류, 결합된 극성 리간드의 함량, 극성 리간드에 함유된 극성 관능기의 종류 및/또는 양, 제1 전자 수송 재료의 종류 및/또는 함량, 정공 수송층(130), 발광층(140), 및/또는 전자 수송층(150)의 두께 등에 따라 달라질 수 있다.

[0096] 일 구현예에서, 제1 전자 수송 재료는 전자 수송 능력을 갖는다. 제1 전자 수송 재료는 발광층(140)의 전자 수송성을 향상시킴으로써 발광층(140) 내부에 엑시톤들을 효과적으로 구속할 수 있도록 한다.

[0097] 구체적으로, 제1 전자 수송 재료는 하기 화학식 1로 표현되는 화합물을 포함할 수 있다.

[0098] [화학식 1]



[0099] 상기 화학식 1에서,  
 [0100]

[0101] X<sup>1</sup> 내지 X<sup>3</sup>는 각각 독립적으로 -C(-R<sup>a</sup>)-, 및 -N- 중 하나이고,

[0102] R<sup>a</sup>는 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기 중에서 선택되고,

[0103]  $R^1$  내지  $R^3$  는 각각 독립적으로 수소, 할로젠 원자,  $-P(=O)R^4R^5$ ,  $-PO_2R^6$ ,  $-SO_2R^7$ ,  $-C(=O)R^8$ ,  $-C(=O)OR^9$  중에서 선택되며,  $R^1$  내지  $R^3$  중 적어도 하나는  $-P(=O)R^4R^5$ ,  $-PO_2R^6$  중 어느 하나이고,

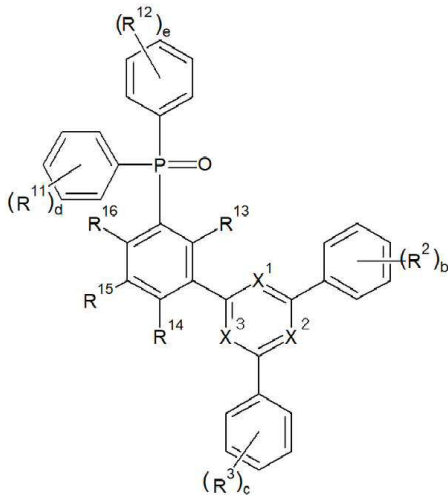
[0104]  $R^4$  내지  $R^9$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로젠 원자, 히드록시기, 니트로기, 시아노기, 아미노기, 아지도기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 카르바밀기, 티올기, 카르복실기, 술폰산기, 인산, 비닐기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C30 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C2 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C15의 사이클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C15 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로 사이클로알킬기 중에서 선택되며,

[0105] a, b, c 는 각각 1 내지 5의 정수이다.

[0106] 일 구현예에서, 상기  $R^1$  내지  $R^3$  중 적어도 하나는  $P(=O)R^4R^5$  이며,  $R^4$ 와  $R^5$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 중에서 선택될 수 있다.

[0107] 일 구현예에서, 상기 제1 전자 수송 재료는 하기 화학식 2로 표현될 수 있다.

[0108] [화학식 2]



[0109]

[0110] 화학식 2에서,

[0111]  $X^1$  내지  $X^3$ ,  $R^2$ , 및  $R^3$ 는 각각 청구항 1에 정의된 것과 동일하고,

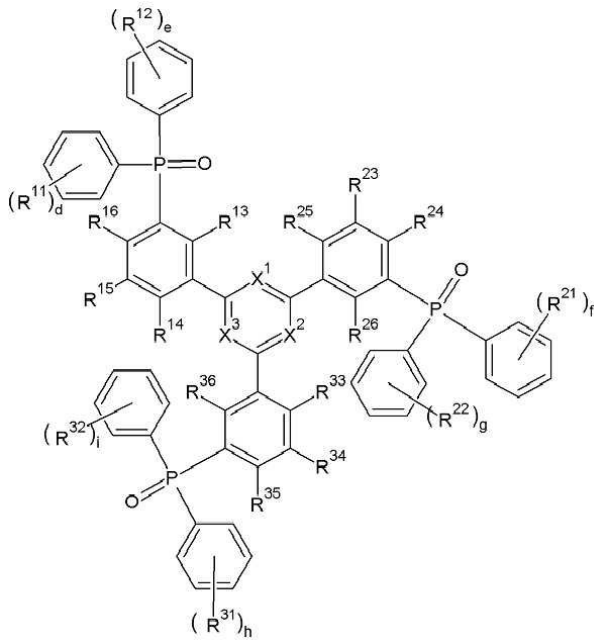
[0112] 상기  $R^{11}$  내지  $R^{16}$ 은 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 알킬아민기, 치환 또는 비치환된 아릴아민기 중에서 선택되고,

[0113] b, c, d, e 는 각각 1 내지 5의 정수이다.

[0114] 일 구현예에서, 상기  $R^2$  내지  $R^3$  중 적어도 하나는  $P(=O)R^4R^5$  일 수 있다. 예를 들어, 상기  $R^2$  내지  $R^3$  는 모두  $P(=O)R^4R^5$  일 수도 있다. 이 경우,  $R^4$ 와  $R^5$ 는 각각 독립적으로 수소, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30 아릴기, 치환 또는 비치환된 C7 내지 C30 아릴알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30 헤테로아릴기 중에서 선택될 수 있다.

[0115] 구체적으로, 상기 제1 전자 수송 재료는 하기 화학식 3으로 표현되는 것일 수 있다.

[0116] [화학식 3]



[0117]

[0118] 화학식 3에서,

[0119]  $X^1$  내지  $X^3$ 은 모두  $-C(-R^a)-$ 이거나 모두  $-N-$ 이고,

[0120]  $R^a$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기 중에서 선택되고,

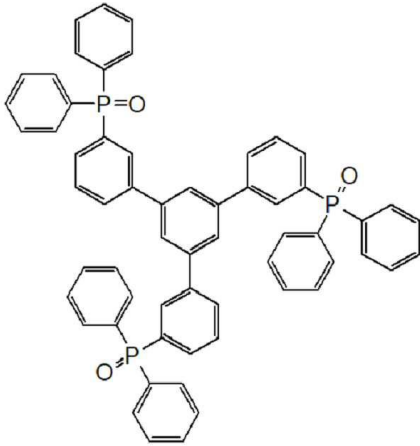
[0121] 상기  $R^{11}$  내지  $R^{16}$ ,  $R^{21}$  내지  $R^{26}$ , 및  $R^{31}$  내지  $R^{36}$ 은 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C4 내지 C20 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 알킬아민기, 치환 또는 비치환된 아릴아민기 중에서 선택되고,

[0122] d, e, f, g, h, 및 I 는 각각 1 내지 5의 정수이다.

[0123] 일 구현예에서,  $X^1$  내지  $X^3$ 은 모두  $-C(-R^a)-$ 일 수 있다. 이 경우,  $X^1$  내지  $X^3$ 에 오는  $R^a$ 는 모두 수소일 수 있다. 단, 일 구현예가 이에 제한되는 것은 아니고,  $X^1$  내지  $X^3$  중 적어도 하나가  $-N-$ 일 수도 있고,  $X^1$  내지  $X^3$ 이 모두  $-N-$ 일 수도 있다.

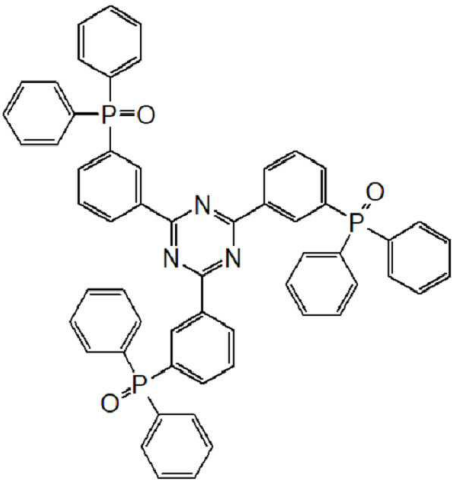
[0124] 예를 들어, 일 구현예에 따른 제1 전자 수송 재료는 하기 화학식 A 및/또는 화학식 B로 표현되는 화합물을 포함할 수 있다.

[0125] [화학식 A]



[0126]

[0127] [화학식 B]



[0128]

[0129] 한편, 일반적으로 양자점은 수명 등의 안정성을 확보하기 위하여 리간드를 배위시켜 사용한다. 그러나 일반적으로 양자점에 배위되는 리간드는 지방족 탄화수소 주쇄를 포함하는 절연성 리간드(insulating ligand)로, 이러한 절연성 리간드는 발광층의 전자 이동도 저하의 원인으로 지적되어오고 있다. 따라서 이러한 절연성 리간드가 부착된 양자점을 사용할 경우 발광층 내부에서 전자/정공 캐리어 밸런스를 맞추기 어려워질 우려가 있다.

[0130] 이에 따라 전계 발광 소자의 구동 시, 전자와 정공이 발광층의 중심에서 만나지 못하고 전자 수송층과 접하는 계면, 또는 전자 수송층에서 만나게 될 수 있다. 이 경우, 발광층의 양자효율이 크게 저하될 우려가 있으므로, 전계 발광 소자 내 전자/정공 캐리어 밸런스를 적정 수준으로 맞추는 필요가 있다.

[0131] 이러한 전자/정공 캐리어 밸런스는 전계 발광 소자의 양자 효율과 수명에 직접적인 영향을 미치며, 예를 들어 전자 수송층으로 유기 증착형 재료를 사용할 경우 전자 수송층과 발광층 모두 낮은 전자 이동도를 갖게 되어 소자 전체의 전자/정공 캐리어 밸런스를 맞추기 어려워질 수 있다.

[0132] 그러나, 일 구현예에 따른 발광층(140)은 전자 이동도 향상을 위해 양자점(141)과 함께 제1 전자 수송 재료를 포함하고 있다.

[0133] 상기 제1 전자 수송 재료는 전술한 화학식 1로 표현되는 구조로, 중심 방향족 탄화 수소(arene)에 치환 또는 비치환된 3 개의 아릴기(aryl group)가 결합되어 있는 비평면 구조(non-planar structure)를 갖는다. 화학식 1로 표현되는 구조는 중심 방향족 탄화 수소에 대한 아릴기의 회전 에너지 장벽 (rotational energy barrier)이 비교적 낮고,  $\pi$ -공액 구조를 가지므로써 전자의 이동 경로(pathway)로 작용할 수 있으며, 3개의 아릴기의 수소의 치환이 비교적 용이하여 에너지 준위 조절에 유리하다.

[0134] 또한, 제1 전자 수송 재료는 3개의 아릴기 중 적어도 하나에 인계 산화물 관능기, 구체적으로  $P(=O)R^4R^5$ ,  $-PO_2R^6$  중에서 선택되는 하나가 올 수 있다. 상기 인계 산화물 관능기는 고립 전자쌍(lone pair electrons)이 산소  $\pi$ -

오비탈을 형성함으로써 강한 전자 구인성(electron-withdrawing property)을 나타낼 수 있으며, (P-O) 또는 (P=O) 결합을 함유하여 극성을 나타므로 알코올계 용매에 대한 용해성이 우수하다.

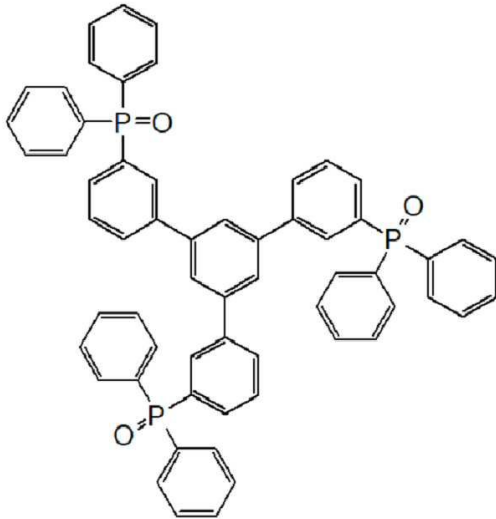
- [0135] 즉, 일 구현예에 따른 제1 전자 수송 재료는 상기 인계 산화물 관능기에 기인한 강한 전자 구인성과 화학식 1에 나타난 트리아릴아렌(triarylarene) 코어 구조에 기인한 우수한 전자 이동 능력을 통해 발광층(140)의 전자 이동을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0136] 따라서 상기 제1 전자 수송 재료를 통해 발광층(140)에 전자 주입이 용이해지므로 전계 발광 소자(10)의 턴-온(turn-on)이 빨라질 수 있는 것은 물론, 전자 수송층으로 유기 증착형 재료를 사용하더라도 발광층(140)에 주입되는 전자/정공 캐리어 밸런스를 맞추기 용이하고, 발광층(140)에 적용되는 전계 전압이 낮아져 발광 효율과 최대 휘도가 모두 향상될 수 있다.
- [0137] 또한, 일 구현예에 따른 제1 전자 수송 재료는 알코올계 용매에 대한 용해성이 우수하므로, 진술한 극성 리간드가 부착된 양자점(141)과 함께 습식 공정 등을 이용하여 균일한 두께를 갖는 박막 형태의 발광층(140)을 형성하기 용이하다.
- [0138] 한편, 상기 제1 전자 수송 재료는 발광층(140) 총 100 중량%에 대하여, 예를 들어 5 중량% 이상, 예를 들어 6 중량% 이상, 예를 들어 7 중량% 이상, 예를 들어 8 중량% 이상, 예를 들어 9 중량% 이상, 예를 들어 10 중량% 이상 포함될 수 있고, 예를 들어 30 중량% 이하, 예를 들어 25 중량% 이하, 예를 들어 20 중량% 이하 포함될 수 있으며, 예를 들어 5 중량% 내지 30 중량%, 예를 들어 5 중량% 내지 25 중량%, 예를 들어 10 중량% 내지 25 중량%, 예를 들어 10 중량% 내지 20 중량% 포함될 수 있다.
- [0139] 발광층(140)내 제1 전자 수송 재료가 5 중량% 미만일 경우 발광층(140)의 전자 이동도 개선 효과가 미미하고, 30 중량%을 초과할 경우 양자점(141) 함량 저하로 인한 발광 효율의 저하와 소자의 전자/정공 캐리어 밸런스를 맞추기 어려워질 우려가 있다.
- [0140] 일 구현예에서, 발광층(140)의 두께는 정공 수송층(130), 전자 수송층(150) 각각의 소재, 각각의 전자/정공 이동도, 두께, 양자점(141)과 제1 전자 수송 재료의 종류 및 함량 등을 고려하여 다양하게 선택될 수 있지만, 예를 들어 15 nm 내지 100 nm, 예를 들어 20 nm 내지 60 nm, 예를 들어 20 nm 내지 50 nm, 예를 들어 20 nm 내지 40 nm, 예를 들어 25 nm 내지 30 nm 의 평균 두께를 가질 수 있다.
- [0141] 발광층(140)의 두께가 15 nm 미만일 경우, 발광층(140)에 존재하는 보이드(void), 크랙(crack) 등이 전자/정공의 누설 경로로 작용할 가능성이 높아져 소자 특성이 크게 저하될 우려가 있고, 전계 발광 소자의 다른 구성요소와의 캐리어 밸런스를 맞추기 어려운 우려가 있다.
- [0142] 반면, 발광층(140)의 두께가 100 nm을 초과할 경우, 전자/정공 캐리어 밸런스를 맞추기 어렵고 구동에 필요한 전류 및 전압 조건이 너무 높아져 효율적인 발광이 이루어지기 어려운 우려가 있다.
- [0143] 즉, 발광층(140)의 두께 범위가 상기 범위를 벗어날 경우, 정공 대비 전자가 발광층(140)에 지나치게 빠르게, 및/또는 지나치게 많이 적게 공급될 우려가 있으며 전자가 발광층(140)과 정공 수송층(130)간 계면에서 정공과 만나 계면 발광이 진행되거나, 정공 주입층(120) 및/또는 정공 수송층(130)으로 이동하여 소광(quench)되어 버릴 우려도 있다.
- [0144] 단, 일 구현예에 따른 발광층(140)의 두께는 다른 구성요소들의 소재, 두께들과의 관계를 고려하여 다양하게 조절할 수 있다. 예컨대, 발광층(140)의 발광 효율을 고려할 때, 턴-온 전압과 발광층의 전계를 줄여 전계에 의해 유도되는 소광(field-induced quenching)을 최소화하기 위한 방안으로 발광층(140)의 두께를 약 60 nm 이하로 형성할 수도 있다.
- [0145] 이와 같이 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 발광층(140)에 포함된 제1 전자 수송 재료를 통해 발광층(140)의 수송 능력을 향상시키고, 소자 내 전반적인 전자 수송/주입 능력을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 소자 내 전자/정공 캐리어 밸런스를 맞추기 용이하다.
- [0146] 전자 수송층(150)은 발광층(140)과 제2 전극(160) 사이에 배치되어 발광층(140)에 전자를 수송/공급하는 역할을 수행한다.
- [0147] 일 구현예에서, 전자 수송층(150)의 두께는 소자 내 정공 주입층(120), 정공 수송층(130), 및/또는 발광층(140)과의 전하 캐리어 밸런스를 고려하여 다양하게 변경될 수 있지만, 예를 들어 20 nm 이상, 예를 들어 30 nm 이상, 예를 들어 40 nm 이상, 예를 들어 50 nm 이상일 수 있고, 예를 들어 100 nm 이하, 예를 들어 90 nm 이하,

예를 들어 80 nm 이하, 예를 들어 70 nm 이하, 예를 들어 60 nm 이하일 수 있으며, 예를 들어 20 nm 내지 100 nm, 예를 들어 20 nm 내지 90 nm, 예를 들어 30 nm 내지 80 nm, 예를 들어 40 nm 내지 80 nm, 예를 들어 60 nm 내지 80 nm일 수 있다.

- [0148] 전자 수송층(150)의 두께가 전술한 범위를 벗어날 경우, 전자 수송층(150)에 존재하는 보이드(void), 크랙(crack) 등이 전자 수송성에 미치는 영향이 증가하여 소자 특성이 크게 저하될 우려가 있고, 전계 발광 소자의 다른 구성요소와의 캐리어 밸런스를 맞추기 어려울 우려가 있다.
- [0149] 일 구현예에서, 전자 수송층(150)은 내부에서 전자의 소광이 발생하지 않도록 전계에 의해 발광하지 않는 비 발광성 전자수송용 물질들로 이루어져 있을 수 있다.
- [0150] 한편, 상기 전자 수송층(150)은 증착에 의해 형성되는 유기층일 수 있다. 일 구현예에서, 상기 유기층은 제2 전자 수송 재료를 포함할 수 있다. 제2 전자 수송 재료는 전술한 제1 전자 수송 재료와는 다른 재료일 수 있다. 제2 전자 수송 재료로는 유기 증착형 재료를 사용할 수 있다. 예를 들어, 제2 전자 수송 재료는 유기 증착형 단분자 재료일 수 있다.
- [0151] 제2 전자 수송 재료의 예시로는 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<sub>3</sub>, Gaq<sub>3</sub>, Inq<sub>3</sub>, Znq<sub>2</sub>, Zn(BTZ)<sub>2</sub>, BeBq<sub>2</sub>, 8-hydroxyquinolinato lithium (Liq), ET204 (8-(4-(4,6-di(naphthalen-2-yl)-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)quinolone), Bphen, ABH113, NET218, NET338, NET430, NDN77, NDN87, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 전자 수송층(150)은 상기 유기 증착형 재료를 1 이상 증착 및/또는 공증착하여 형성된 것일 수 있다.
- [0152] 상기와 같이 유기 증착형 재료를 이용하여 전자 수송층(150)을 형성할 경우, 예컨대 ZnO, ZnMgO 등과 같은 무기물 나노 입자를 이용하여 전자 수송층을 형성하는 경우에 비해 두께 균일성 및 표면 모폴로지를 개선할 수 있다. 따라서 유기 증착형 재료를 이용할 경우, 누설 전류 방지 차원에서 신뢰성이 높은 전자 수송층(150)을 형성할 수 있다.
- [0153] 다만, 일 구현예가 반드시 이에 제한되는 것은 아니며, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)의 전자/정공 캐리어 밸런스를 고려하여 전자 수송층(150)이 무기물 나노입자들로 이루어진 층을 더 포함할 수도 있고, 전자 수송층(150)이 상기 증착에 의해 형성되는 유기층이 아닌 무기물 나노입자들로 이루어진 층일 수도 있다.
- [0154] 한편, 전자 수송층(150)과 제2 전극(160) 사이에는 전자의 주입을 용이하게 하는 전자 주입층, 및/또는 정공의 이동을 저지하는 정공 차단층이 더 형성되어 있을 수 있다.
- [0155] 전자 주입층, 정공 차단층 각각의 두께는 적절히 선택할 수 있다. 예컨대, 각층의 두께는 1 nm 이상 및 500 nm 이하일 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 전자 주입층은 증착에 의해 형성되는 층일 수 있다.
- [0156] 상기 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<sub>3</sub>, Gaq<sub>3</sub>, Inq<sub>3</sub>, Znq<sub>2</sub>, Zn(BTZ)<sub>2</sub>, BeBq<sub>2</sub>, 8-hydroxyquinolinato lithium (Liq), n형 금속 산화물 (예를 들어, ZnO, HfO<sub>2</sub> 등), ET204 (8-(4-(4,6-di(naphthalen-2-yl)-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)quinolone), Bphen, ABH113, NET218, NET338, NET430, NDN77, NDN87, 및 이들의 조합에서 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0157] 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<sub>3</sub>, Gaq<sub>3</sub>, Inq<sub>3</sub>, Znq<sub>2</sub>, Zn(BTZ)<sub>2</sub>, BeBq<sub>2</sub> 및 이들의 조합에서 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0158] 전술한 바와 같이, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 발광층(140)에 양자점 및 제1 전자 수송 재료를 포함하여, 발광층(140)의 전자 이동도를 향상시킬 수 있다.
- [0159] 또한, 발광층에 포함되는 제1 전자 수송 재료가 알코올계 용매에 대한 용해성이 우수하므로 용액 공정을 이용해 비교적 균일한 두께를 갖는 발광층(140) 형성이 용이하다.
- [0160] 그 결과, 발광층(140)의 발광 효율과 휘도가 크게 증가된 전계 발광 소자(10)를 제공할 수 있다.

- [0161] 이하에서는 전술한 전계 발광 소자(10)를 포함하는 표시 장치에 대하여 설명한다.
- [0162] 일 구현예에 따른 표시 장치는 기판과, 기판 위에 형성되어 있는 구동 회로, 구동 회로 위에 소정 간격으로 각각 이격되어 배치되어 있는 제1 전계 발광 소자, 제2 전계 발광 소자 및 제3 전계 발광 소자를 포함할 수 있다.
- [0163] 제1 내지 제3 전계 발광 소자는 전술한 전계 발광 소자(10)와 동일한 구조를 가질 수 있으며, 각각의 양자점이 발광하는 광의 파장이 상이하다.
- [0164] 일 구현예에서 제1 전계 발광 소자는 적색광을 발광하는 적색 소자이고, 제2 전계 발광 소자는 녹색광을 발광하는 녹색 소자이며, 제3 전계 발광 소자는 청색광을 발광하는 청색 소자일 수 있다. 즉, 제1 내지 제3 전계 발광 소자는 표시 장치 내에서 각각 적색, 녹색, 청색을 표시하는 화소(pixel)일 수 있다.
- [0165] 다만, 일 구현예가 반드시 이에 제한되는 것은 아니며, 제1 내지 제3 전계 발광 소자가 각각 마젠타(magenta), 옐로우(yellow), 시안(cyan) 색을 표시할 수도 있고, 이외 다른 색을 표시할 수도 있다.
- [0166] 한편, 제1 내지 제3 전계 발광 소자 중 어느 하나만이 전술한 전계 발광 소자(10)일 수 있다. 이 경우, 적어도 청색을 표시하는 제3 전계 발광 소자는 전술한 전계 발광 소자(10)인 것이 좋다.
- [0167] 한편, 일 구현예에 따른 표시 장치에서 각 화소의 발광층을 제외한 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 정공 차단층 등은 일체로서 공통층을 이루고 있을 수 있다. 다만, 일 구현예가 반드시 이에 제한되는 것은 아니고 표시 장치 내 각 화소별로 독립된 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 정공 차단층을 갖추고 있을 수도 있고, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 정공 차단층 중 어느 하나 이상은 공통층을, 나머지는 별개의 독립된 층을 이루고 있을 수도 있다.
- [0168] 기판은 투명한 절연 기판이며, 연성 물질로 이루어질 수 있다. 기판은 유리, 또는 유리전이점(Tg)이 150℃ 보다 큰 필름 형태의 고분자 물질로 이루어질 수 있으며, 예컨대, COC(Cyclo Olefin Copolymer) 또는 COP(Cyclo Olefin Polymer) 계열의 소재로 이루어질 수 있다. 기판의 위에는 전술한 제1 내지 제3 전계 발광 소자가 모두 형성되어 있다. 즉, 일 구현예에 따른 표시 장치의 기판은 공통층을 이루고 있다.
- [0169] 구동 회로는 기판 위에 위치하며, 제1 내지 제3 전계 발광 소자 각각과 독립적으로 연결된다. 구동 회로는 하나 하나 이상의 스캔 라인, 데이터 라인, 구동 전원 라인, 공통 전원 라인 등을 포함하는 배선, 하나의 유기 발광 소자에 대응하여 배선에 연결된 둘 이상의 박막 트랜지스터(thin film transistor, TFT)와 하나 이상의 커패시터(capacitor) 등을 포함할 수 있다. 구동 회로는 공지된 다양한 구조를 가질 수 있다.
- [0170] 이상에서 살펴본 바와 같이, 일 구현예에 따른 표시 장치는 향상된 소자 효율을 나타내므로, 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.
- [0172] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예들을 제시한다. 다만, 하기에 기재된 실시예들은 본 발명을 구체적으로 예시하거나 설명하기 위한 것에 불과하며, 이로서 본 발명이 제한되어서는 아니된다.
- [0173] **제조예 1**
- [0174] 표면에 리간드 형성용 재료로 6-머캅토헥산올 (6-mercaptohexanol, MCH)과 청색 양자점 (ZnTeSe, 평균 입경: 9 nm) 을 메탄올에 혼합함으로써 청색 양자점 표면에 극성 리간드를 배위시키고, 미반응물과 잔여 메탄올을 제거한다. 상기 6-머캅토헥산올에 포함된 티올기는 청색 양자점과 화학적으로 결합함으로써 극성 리간드를 양자점에 고정시키고, 히드록시기는 상기 청색 양자점에 알코올계 용매에 대한 우수한 용해성을 부여하게 된다.
- [0175] 이후, 극성 리간드가 부착된 청색 양자점 10 mmol과, 하기 화학식 A로 표현되는 화합물 2 mmol을 메탄올 10 mL에 넣고 5 분 동안 교반하여, 발광층 형성용 조성물을 제조한다.
- [0176] 청색 양자점과 화학식 A로 표현되는 화합물의 총 중량을 기준으로 화학식 A로 표현되는 화합물은 10 중량% 함유되어 있다.

[0177] [화학식 A]



[0178]

[0179] **제조예 2**

[0180] 청색 양자점과 화학식 A로 표현되는 화합물의 총 중량을 기준으로 화학식 A로 표현되는 화합물이 20 중량% 함유 되도록 조절하는 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 발광층 형성용 조성물을 제조한다.

[0181] **비교제조예**

[0182] 화학식 A로 표현되는 화합물을 혼합하는 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 발광층 형성용 조성물을 제조한다. 비교제조예에 따른 발광층 형성용 조성물은 화학식 A로 표현되는 화합물을 포함하지 않는다.

[0183] **평가 1: 발광층의 표면 특성**

[0184] 제조예 1 내지 2 및 비교제조예에 따른 발광층 형성용 조성물을 유리 기판 위에 스핀 코팅하고, 80 °C 에서 30 분 열처리하여, 평균 두께 약 25 nm 의 발광층 박막을 형성한다.

[0185] 이후, 형성된 발광층 박막에 대하여 주사 전자 현미경(Scanning Electrone Microscope, SEM)을 이용하여 각 발광층 박막의 상부면을 관측하여 도 2 내지 도 4에 나타낸다.

[0186] 도 2 내지 도 4는 발광층 박막 상부면의 주사 전자 현미경(Scanning Electrone Microscope, SEM) 이미지로, 각각 제조예 1 (도 2), 제조예 2 (도 3), 및 비교제조예(도 4)의 경우이다.

[0187] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 발광층 박막에 전자 수송 재료가 발광층 총 100 중량% 기준 각각 10 중량%, 20 중량% 블렌드 되어 있는 제조예 1과 2의 경우가, 전자 수송 재료가 함유되지 않은 비교제조예 대비 고른 청색 양자점 분포를 나타내는 것을 확인할 수 있다. 특히 전자 수송 재료를 함유하지 않은 비교제조예의 표면에 포어(pore)들이 다수 존재하는 것을 확인할 수 있다.

[0188] 도 2 내지 도 4의 결과로부터, 청색 양자점과 전자 수송 재료를 블렌드하여 발광층을 제조할 경우, 청색 양자점만 함유된 발광층 대비 우수한 표면 모폴로지를 가지는 것을 확인할 수 있다.

[0189] **실시예**

[0190] 제1 전극(애노드)인 ITO가 증착된 유리기판에 UV-오존으로 표면 처리를 15분간 수행한 후, PEDOT:PSS 용액(H.C. Starks)을 스핀 코팅하고 Air 분위기에서 150°C에서 10분간 열처리하고, 다시 N<sub>2</sub> 분위기에서 150°C에서 10분간 열처리하여 평균 두께 30 nm 의 정공 주입층을 형성한다.

[0191] 이어서 정공 주입층 위에 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일-코(4,4'-(N-4-부틸페닐)디페닐아민)](TFB)(Sumitomo)이 톨루엔에 용해된 정공 수송층 형성 용액을 스핀 코팅하고 150°C에서 30분간 열처리하여 평균 두께 25 nm 의 정공 수송층을 형성한다.

[0192] 이어서 정공 수송층 위에 제조예 1에 따른 발광층 형성용 조성물을 스핀 코팅 후 80°C에서 가열하여 평균 두께 25 nm 의 청색 발광층을 형성한다.

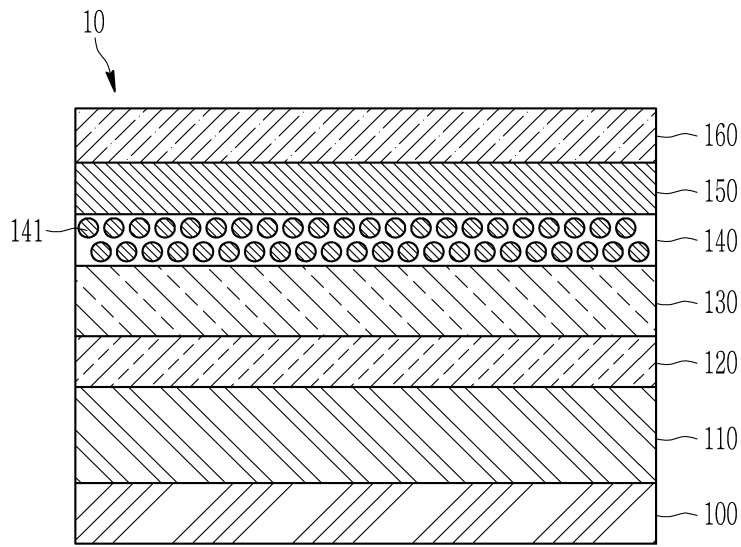
- [0193] 이어서 청색 발광층 위에 NET430과 NDN77을 1:1의 중량비로 공증착하여, 평균 두께 35 nm 의 전자 수송층을 형성한다.
- [0194] 이어서 전자 수송층 위에 알루미늄(Al) 90 nm를 진공 증착하여 제2 전극을 형성함으로써 실시예에 따른 전계 발광 소자를 제조한다.
- [0195] **비교예**
- [0196] 제조예 1에 따른 발광층 형성용 조성물 대신 비교제조예에 따른 발광층 형성용 조성물을 사용하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 비교예에 따른 전계 발광 소자를 제조한다.
- [0197] **평가 2: 전계 발광 소자의 소자 특성**
- [0198] 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자에 대한 소자 특성을 측정하여 도 5 내지 도 9에 각각 나타낸다.
- [0199] 도 5는 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자의 전압-전류밀도(log scale) 특성을 나타낸 그래프이고, 도 6은 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자의 전압-휘도를 나타낸 그래프이다.
- [0200] 도 5와 도 6을 참조하면, 실시예에 따른 전계 발광 소자는 비교예 대비 턴-온(turn-on) 전압이 크게 낮아진 것을 확인할 수 있다. 구체적으로, 5 mA에서 측정된 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자의 전압은 각각 4.1 V, 3.7 V이고, 도 6로부터 얻을 수 있는 최대 휘도는 실시예의 경우 2900 Cd/m<sup>2</sup>, 비교예의 경우 2100 Cd/m<sup>2</sup> 이다.
- [0201] 도 5와 도 6의 결과로부터, 발광층에 화학식 A로 표현되는 전자 수송 재료를 포함할 경우 발광층의 전자 이동도가 크게 증가됨으로써 비교예 대비 낮은 턴-온 전압과 높은 휘도를 나타낼 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0202] 도 7은 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자의 전압-외부 양자 효율을 나타낸 그래프이고, 도 8은 실시예와 비교예에 따른 전계 발광 소자의 휘도-외부 양자 효율(external quantum efficiency)을 나타낸 그래프이다.
- [0203] 도 7과 도 8을 참조하면, 실시예에 따른 전계 발광 소자는 비교예 대비 외부 양자 효율이 약 2.2배 가량 높으며, 구체적으로 실시예가 약 12.1 %, 비교예가 약 5.4 %의 최대 외부 양자 효율을 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0204] 또한, 실시예에 따른 전계 발광 소자는 100 nit에서의 외부 양자 효율이 12.1 %, 500 nit에서 8.6 %, 1000 nit에서 6.1 %이나, 비교예는 각각 5.4 %, 3.3 %, 2.9 %로 실시예 대비 크게 낮은 것을 확인할 수 있다.
- [0205] 따라서 도 7과 도 8의 결과로부터, 발광층에 포함된 전자 수송 재료로 발광층의 전자 이동도를 개선할 경우 외부 양자 효율과 휘도가 모두 큰 폭으로 증가됨을 확인할 수 있다.
- [0206] 이상에서 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구 범위에서 정의하고 있는 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

**부호의 설명**

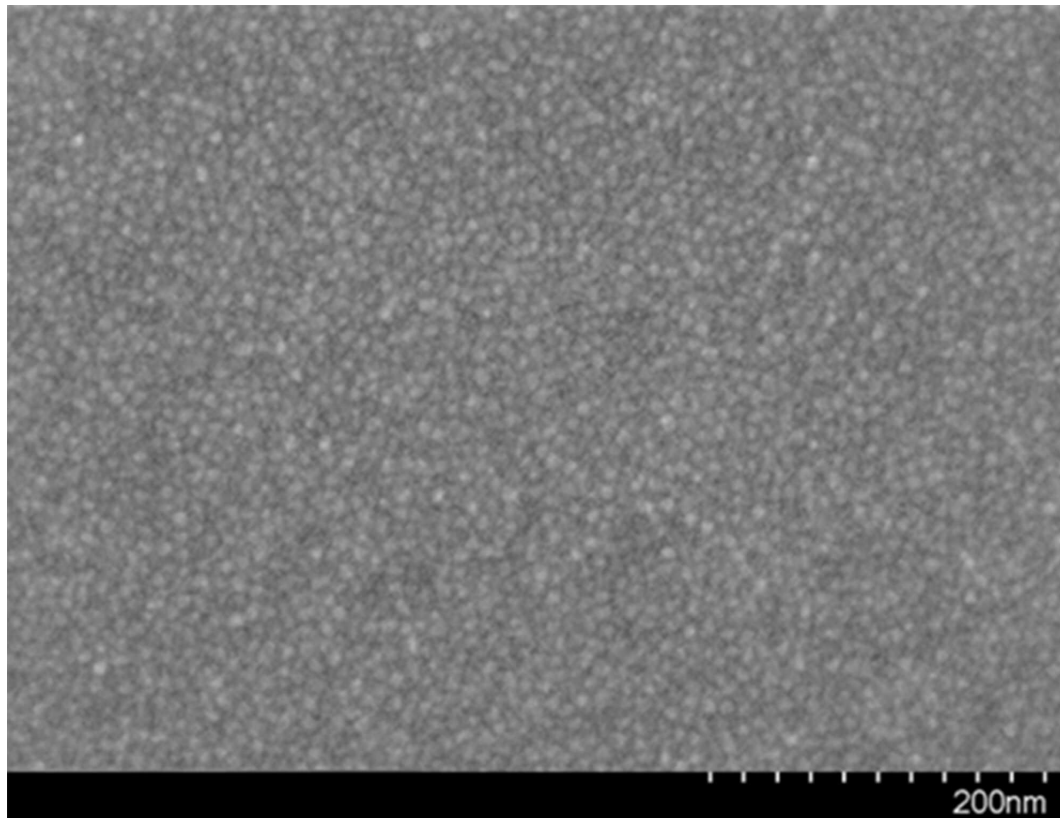
- [0207] 10: 전계 발광 소자    100: 기판
- 110: 제1 전극        120: 정공 주입층
- 130: 정공 수송층     140: 발광층
- 141: 양자점         150: 전자 수송층
- 160: 제2 전극

도면

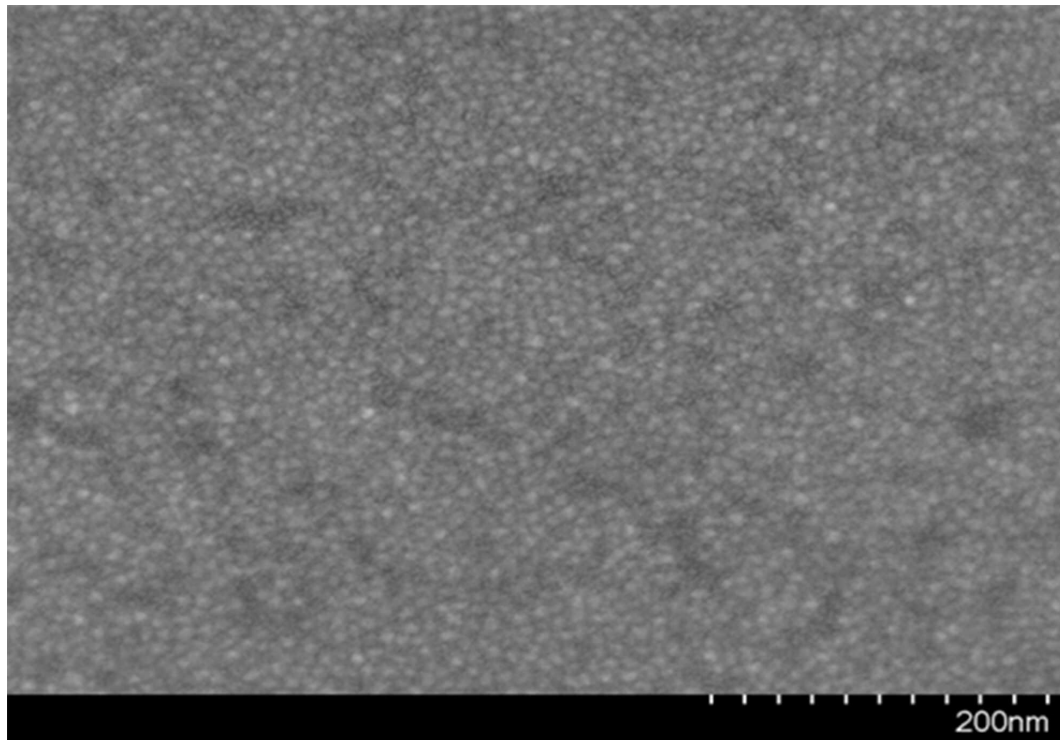
도면1



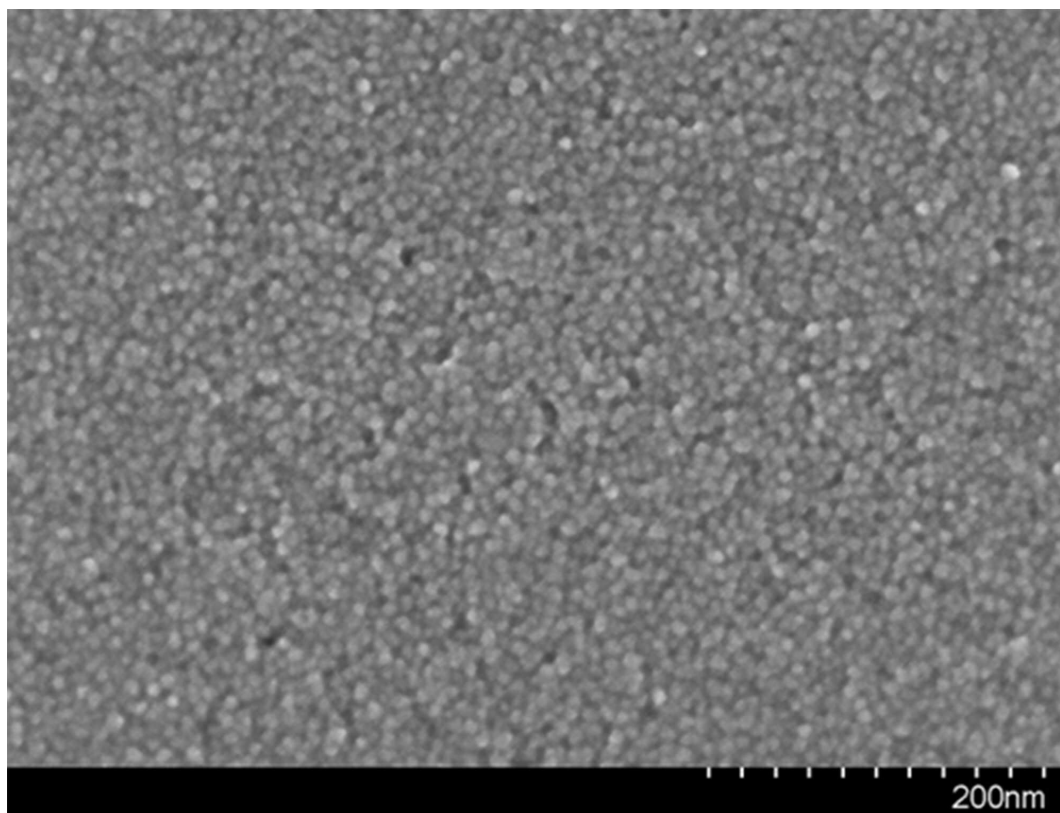
도면2



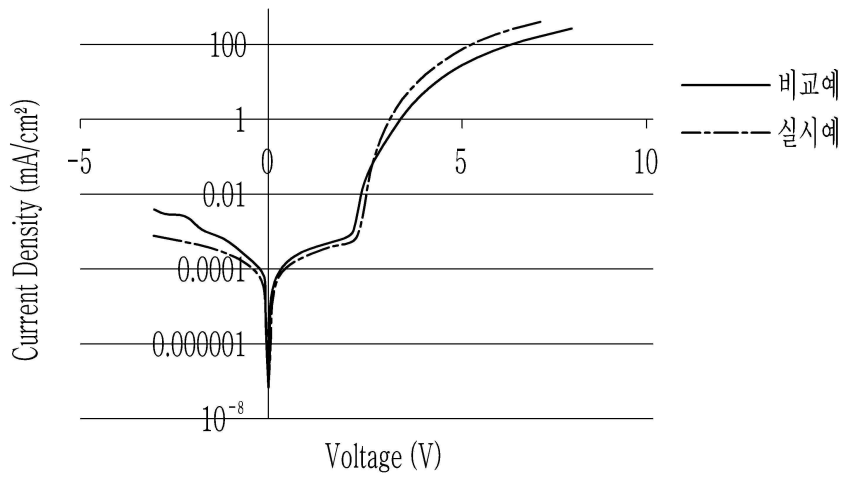
도면3



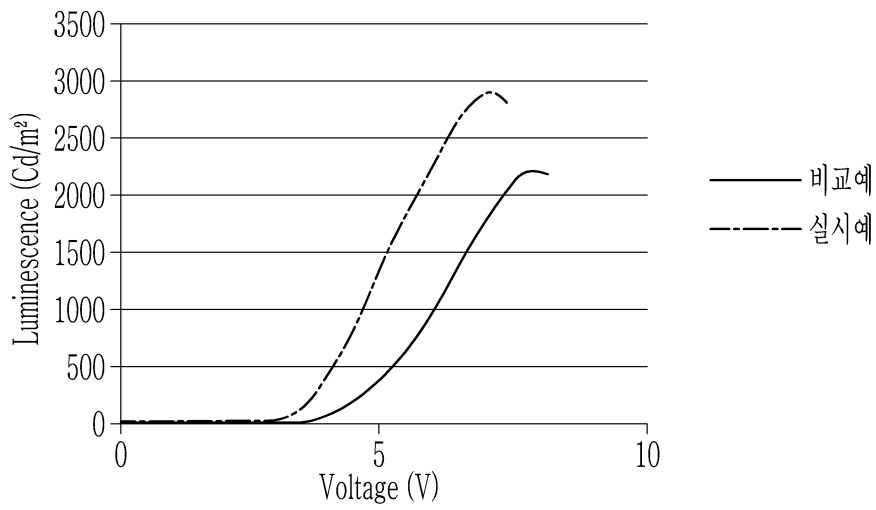
도면4



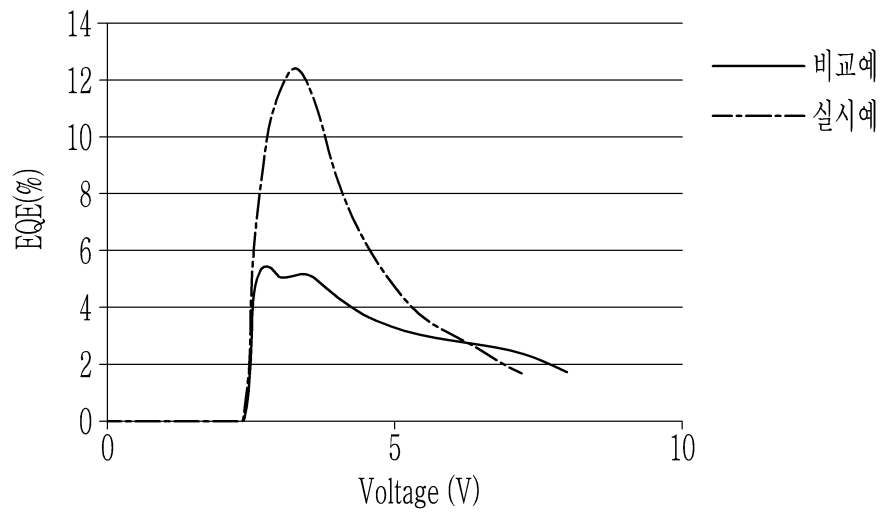
도면5



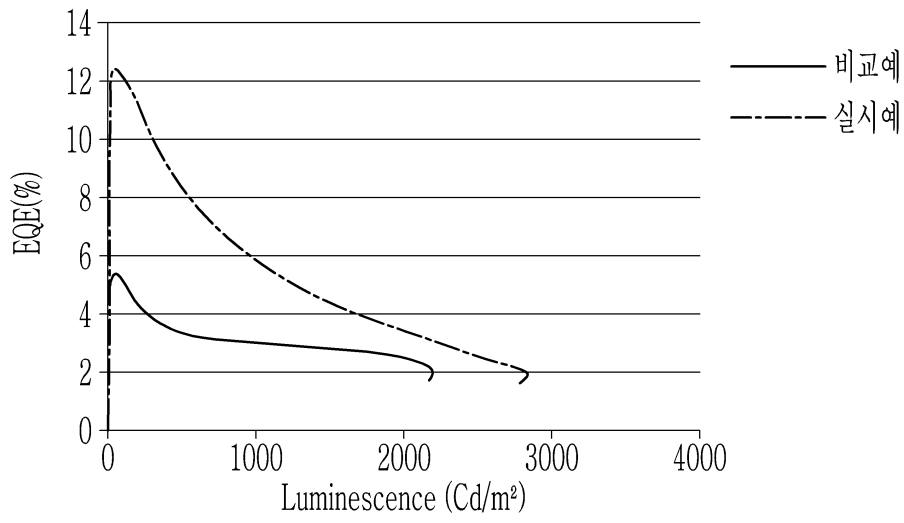
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	电致发光器件及其显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020200059723A</a>	公开(公告)日	2020-05-29
申请号	KR1020180144789	申请日	2018-11-21
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	윤원식 한문규 김태호 장은주 서흥규		
发明人	윤원식 한문규 김태호 장은주 서흥규		
IPC分类号	H01L51/00 C09K11/02 C09K11/08 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/0072 C09K11/02 C09K11/08 H01L51/0037 H01L51/0062 H01L51/502 H01L51/5056 H01L51/0067 H01L51/0003 H01L51/0021 H01L51/0026 H01L51/0039 H01L51/005 H01L51/508 H01L51/5088 H01L51/5206 H01L51/5221 H01L51/56 H01L2251/301 H01L2251/308 H01L2251/558		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

其中，化学式1中基团和变量的定义与说明书中所述相同。

