



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0112420  
(43) 공개일자 2019년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/50 (2006.01) C09K 11/02 (2006.01)  
C09K 11/08 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 51/5012 (2013.01)  
C09K 11/02 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0034392  
(22) 출원일자 2018년03월26일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
김태호  
경기도 성남시 분당구 판교원로82번길 60, 1412동 1501호 (운중동, 산운마을)  
김찬수  
서울특별시 강북구 오패산로30길 30, 107동 2004호 (미아동, 경남아너스빌)  
(74) 대리인  
팬코리아특허법인

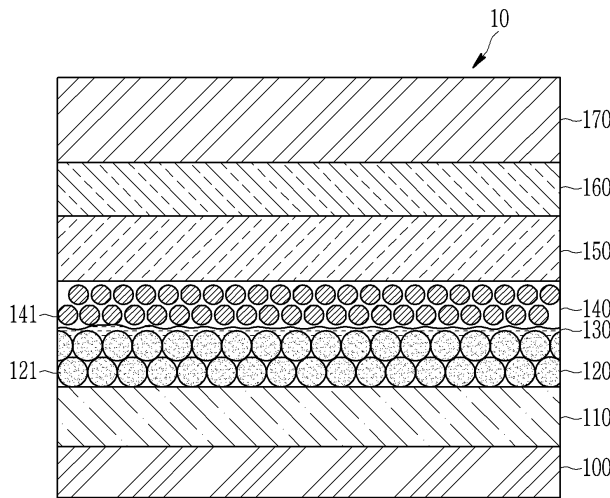
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 전계 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치

(57) 요약

전계 발광 소자, 및 이를 포함하는 표시 장치가 제공된다. 전계 발광 소자는 제1 전극, 제1 전극 위에 위치하고, 무기산화물 입자를 포함하는 전자 수송층, 전자 수송층의 위에 위치하는 자기조립 단분자층, 자기조립 단분자층의 위에 위치하며, 발광체 입자를 포함하는 발광층, 발광층 위에 위치하는 정공 수송층, 및 정공 수송층 위에 위치하는 제2 전극을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C09K 11/08* (2013.01)  
*H01L 51/0059* (2013.01)  
*H01L 51/0072* (2013.01)  
*H01L 51/5048* (2013.01)  
*H01L 51/5072* (2013.01)

(72) 발명자

**박건수**

경기도 성남시 분당구 동판교로 155, 709동 601호  
(삼평동, 붓들마을)

**장은주**

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

**김성우**

경기도 화성시 동부대로 952, 1715동 203호 (오산동, 남해오네뜨 더 테라스)

**서홍규**

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

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 전극;

상기 제1 전극 위에 위치하고, 무기산화물 입자를 포함하는 전자 수송층;

상기 전자 수송층의 위에 위치하는 자기조립 단분자층;

상기 자기조립 단분자층의 위에 위치하며, 발광체 입자를 포함하는 발광층;

상기 발광층 위에 위치하는 정공 수송층; 및

상기 정공 수송층 위에 위치하는 제2 전극을 포함하는, 전계 발광 소자.

#### 청구항 2

제1항에서,

상기 자기조립 단분자층은 상기 전자 수송층의 상부면에 부착되어 있는 자기조립 단분자를 포함하는, 전계 발광 소자.

#### 청구항 3

제2항에서,

상기 자기조립 단분자층은 2 이상의 상기 자기조립 단분자들로 이루어진 것인, 전계 발광 소자.

#### 청구항 4

제2항에서,

상기 자기조립 단분자는 상기 전자 수송층 상부면과 가까운 제1 말단 및 상기 전자 수송층 상부면과 먼 제2 말단을 가지며,

상기 제1 말단은 상기 전자 수송층 상부면과 화학 결합을 형성하고 있는, 전계 발광 소자.

#### 청구항 5

제4항에서,

상기 화학 결합은 공유 결합, 수소 결합, 또는 이들의 조합을 포함하는, 전계 발광 소자.

#### 청구항 6

제4항에서,

상기 제2 말단은 C2 내지 C20 의 직쇄 또는 분지쇄 알킬기, 전자공여성 관능기(electron donating group), 정공차단성 관능기(hole blocking group), 또는 이들의 조합을 포함하는, 전계 발광 소자.

#### 청구항 7

제6항에서,

상기 전자공여성 관능기는 아민기(amine group), 벤질아민기(benzylamine group), 옥시디아졸기(oxadiazole group), 또는 이들의 조합을 포함하는, 전계 발광 소자.

#### 청구항 8

제6항에서,

상기 정공차단성 관능기는 트리아진기(triazine group), 트리아졸기(triazole group), 퀴놀린기(quinoline group), 퀴놀론기(quinolone group), 또는 이들의 조합을 포함하는, 전계 발광 소자.

**청구항 9**

제2항에서,

상기 자기조립 단분자의 길이는 0.1 nm 내지 10 nm 인, 전계 발광 소자.

**청구항 10**

제2항에서,

상기 자기조립 단분자는 비극성(non-polar) 용매에 대한 가용성을 갖는, 전계 발광 소자.

**청구항 11**

제10항에서,

상기 비극성 용매는 C6 내지 C20의 직쇄형 또는 고리형 지방족 탄화수소, C5 내지 C20의 방향족 탄화수소, 클로로포름, 염화메틸렌, 에틸아세테이트, 에틸렌글리콜, 및 디에틸렌글리콜로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는, 전계 발광 소자.

**청구항 12**

제1항에서,

상기 자기조립 단분자층의 평균 두께는 0.1 nm 내지 5 nm 인, 전계 발광 소자.

**청구항 13**

제1항에서,

상기 무기산화물 입자는 ZnO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 또는 이들의 조합을 포함하는 군으로부터 선택된 어느 하나 이상을 포함하는, 전계 발광 소자.

**청구항 14**

제1항에서,

상기 무기산화물 입자는 극성(polar) 용매에 대한 분산성을 갖는, 전계 발광 소자.

**청구항 15**

제1항에서,

상기 전자 수송층은 2 이상의 상기 무기산화물 입자들로 이루어진 것인, 전계 발광 소자.

**청구항 16**

제15항에서,

상기 전자 수송층 상부면은 무기산화물 입자로 채워진 제1 공간과, 상기 무기산화물 입자로 채워지지 않은 제2 공간을 포함하며,

상기 자기조립 단분자층은 상기 제2 공간의 적어도 일부를 메우고 있는, 전계 발광 소자.

**청구항 17**

제1항에서,

상기 발광체 입자는 양자점을 포함하는, 전계 발광 소자.

**청구항 18**

제1항에서,

상기 발광체 입자는 코어-셸 구조를 가지는, 전계 발광 소자.

**청구항 19**

제1항에서,

상기 발광체 입자는 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 20**

제1항에서,

상기 발광체 입자는 소수성을 갖는 유기 리간드를 포함하는, 전계 발광 소자.

**청구항 21**

제1항 내지 제20항 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, 누설 전류 등에 의해 결정된다. 즉, 발광층의 발광 효율 향상을 위해서는, 엑시톤(exciton)들을 발광층에 구속(confinement)시키도록 조절하거나, 양자점에 정공과 전자들이 원활하게 수송되도록 조절하거나, 누설 전류를 방지하는 등의 방법을 들 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 누설 전류 방지를 통해 발광 효율 및 수명특성이 개선된 전계 발광 소자와, 이를 포함하는 표시 장치를 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 일 구현예에 따르면, 제1 전극; 상기 제1 전극 위에 위치하고, 무기산화물 입자를 포함하는 전자 수송층; 상기 전자 수송층의 위에 위치하는 자기조립 단분자층; 상기 자기조립 단분자층의 위에 위치하며, 발광체 입자를 포함하는 발광층; 상기 발광층 위에 위치하는 정공 수송층; 및 상기 정공 수송층 위에 위치하는 제2 전극을 포함하는 전계 발광 소자가 제공된다.

[0007] 상기 자기조립 단분자층은 상기 전자 수송층의 상부면에 부착되어 있는 자기조립 단분자를 포함할 수 있다.

- [0008] 상기 자기조립 단분자층은 2 이상의 상기 자기조립 단분자들로 이루어진 것일 수 있다.
- [0009] 상기 자기조립 단분자는 상기 전자 수송층 상부면과 가까운 제1 말단 및 상기 전자 수송층 상부면과 먼 제2 말단을 가지며, 상기 제1 말단은 상기 전자 수송층 상부면과 화학 결합을 형성하고 있을 수 있다.
- [0010] 상기 화학 결합은 공유 결합, 수소 결합, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 제2 말단은 C2 내지 C20 의 직쇄 또는 분지쇄 알킬기, 전자공여성 관능기(electron donating group), 정공차단성 관능기(hole blocking group), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 전자공여성 관능기는 아민기(amine group), 벤질아민기(benzylamine group), 옥시디아졸기(oxadiazole group), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 정공차단성 관능기는 트리아진기(triazine group), 트리아졸기(triazole group), 퀴놀린기(quinoline group), 퀴놀론기(quinolone group), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 자기조립 단분자의 길이는 0.1 nm 내지 10 nm 일 수 있다.
- [0015] 상기 자기조립 단분자는 비극성(non-polar) 용매에 대한 가용성을 가질 수 있다.
- [0016] 상기 비극성 용매는 C6 내지 C20의 직쇄형 또는 고리형 지방족 탄화수소, C5 내지 C20의 방향족 탄화수소, 클로로포름, 염화메틸렌, 에틸아세테이트, 에틸렌글리콜, 및 디에틸렌글리콜로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 자기조립 단분자층의 평균 두께는 0.1 nm 내지 5 nm 일 수 있다.
- [0018] 상기 무기산화물 입자는 ZnO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 또는 이들의 조합을 포함하는 군으로부터 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 무기산화물 입자는 극성(polar) 용매에 대한 분산성을 가질 수 있다.
- [0020] 상기 전자 수송층은 2 이상의 상기 무기산화물 입자들로 이루어진 것일 수 있다.
- [0021] 상기 전자 수송층 상부면은 무기산화물 입자로 채워진 제1 공간과, 상기 무기산화물 입자로 채워지지 않은 제2 공간을 포함하며, 상기 자기조립 단분자층은 상기 제2 공간의 적어도 일부를 메우고 있을 수 있다.
- [0022] 상기 발광체 입자는 양자점을 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 발광체 입자는 코어-셸 구조를 가질 수 있다.
- [0024] 상기 발광체 입자는 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 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 발광체 입자는 소수성을 갖는 유기 리간드를 포함할 수 있다.
- [0026] 한편, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자를 포함하는 표시 장치가 제공된다.

**발명의 효과**

- [0027] 누설 전류 방지를 통해 발광 효율 및 수명 특성이 개선된 전계 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0028] 또한, 전술한 바와 같이 발광 효율 및 수명 특성이 개선된 전계 발광 소자를 포함하는 표시 장치를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0029] 도 1은 일 구현예에 따른 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이고,
- 도 2는 일 구현예에 따른 전계 발광 소자 내부 전자 수송층과 자기조립 단분자층과의 배치관계를 나타낸 개략도이고,
- 도 3은 일 구현예에 따른 전계 발광 소자의 자기조립 단분자층 일부를 확대하여 나타낸 개략도이고,
- 도 4 내지 도 6은 일 구현예에 따른 전계 발광 소자 내부 전자 수송층과 자기조립 단분자층과의 화학 결합 관계

를 나타낸 개략도이고,

도 7은 실시예 1과 비교예 1에 따른 전계 발광 소자의 휘도-외부양자효율(External QuantumEfficiency, EQE)을 나타낸 그래프이고,

도 8은 실시예 1과 비교예 1에 따른 전계 발광 소자의 전압-외부양자효율(External QuantumEfficiency, EQE)을 나타낸 그래프이고,

도 9는 실시예 2와 비교예 2에 따른 전계 발광 소자의 수명 특성을 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0030] 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.
- [0031] 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.
- [0032] 본 명세서에서, "족(Group)"은 원소 주기율표의 족을 말한다.
- [0033] 여기서, "II족"은 IIA족 및 IIB 족을 포함할 수 있으며, II족 금속의 예는 Cd, Zn, Hg 및 Mg을 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0034] 한편, 본 명세서에서 "Cd를 포함하지 않는 II족 금속"의 예는 Cd를 제외한 나머지 II족 금속, 예를 들어 Zn, Hg, Mg 등을 들 수 있다.
- [0035] "III 족"은 IIIA족 및 IIIB 족을 포함할 수 있으며, III족 금속의 예들은 Al, In, Ga, 및 Tl을 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0036] "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.
- [0037] "I족"은 IA족 및 IB 족을 포함할 수 있으며, Li, Na, K, Ru,Cs을 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0038] "V족"은 VA 족을 포함하며 질소, 인, 비소, 안티몬, 및 비스무스를 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0039] "VI족"은 VIA 족을 포함하며 황, 셀레늄, 텔루리움을 포함하나 이에 제한되지 않는다.
- [0040] 일 구현예에서 입자의 입경에 관해서는, 계측법에 의해 수치화하여 집단의 평균 크기를 표현하는 방법이 있지만, 범용적으로 사용되는 것으로 분포의 최대값을 나타내는 모드 직경, 적분 분포 곡선의 중앙값에 상당하는 메디안 직경, 각종 평균 직경(수평균, 길이 평균, 면적 평균, 질량 평균, 체적 평균 등)등이 있고 본 발명에 있어서는 특별히 언급하지 않는 한 평균 입경이란 수평균 직경이고, D50(분포율이 50% 되는 지점의 입경)을 측정한 것을 의미한다.
- [0041] 일 구현예에서, "가용성(soluble property)"이란, 용질이 특정 용매에 잘 녹는 성질을 나타낸 것이다. 일 구현예에서는 용질이 비극성(non-polar) 용매에 잘 녹을 경우 해당 용질은 비극성 용매에 대한 가용성을 갖는다고 표현하고, 용질이 극성(polar) 용매에 잘 녹을 경우, 해당 용질은 극성 용매에 대한 가용성을 갖는다고 표현한다.
- [0042] 도 1은 일 구현예에 따른 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- [0043] 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 제1 전극(110), 제1 전극(110) 위에 위치하고 무기산화물 입자(121)를 포함하는 전자 수송층(120), 전자 수송층(120)의 위에 위치하는 자기조립 단분자층(130), 자기조립 단분자층(130)의 위에 위치하며, 발광체 입자(141)를 포함하는 발광층(140), 발광층(140) 위에 위치하는 정공 수송층(150), 및 정공 수송층(150) 위에 위치하며, 각 구성요소들과의 관계를 고려하여 생략 가능한 정공 주입층(160), 및 정공 수송층(150) 및/또는 정공 주입층(160)의 위에 위치하는 제2 전극(170)을 포함한다.
- [0044] 즉, 전계 발광 소자(10)는 서로 대향하는 제1 전극(110)과 제2 전극(170) 사이에 전자 수송층(120), 자기조립 단분자층(130), 발광층(140), 정공 수송층(150), 및 정공 주입층(160)이 배치되어 있는 적층형 구조를 갖는다.

- [0045] 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 제1 전극(110)과 제2 전극(170)을 통해 발광층(140)으로 전류를 공급하여, 발광체 입자(141)를 전계 발광시킴으로써 광을 발생시킬 수 있다. 전계 발광 소자(10)는 발광층(140)이 갖는 발광체 입자(141)의 재료, 크기, 세부 구조 등에 따라 다양한 파장 영역을 갖는 광을 발생시킬 수 있다.
- [0046] 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
- [0047] 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.
- [0048] 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.
- [0049] 한편, 일 구현예에서 제1 전극(110)은 도 1에 도시된 것과 같이 기관(100)의 위에 배치되어 있을 수 있다. 기관(100)은 투명한 절연 기재일 수 있으며, 연성 물질로 이루어질 수 있다. 기관(100)은 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.
- [0050] 일 구현예에서 기관(100)은 제1 전극(110)과 제2 전극(170) 사이에 배치된 전자 수송층(120), 자기조립 단분자층(130), 발광층(140), 정공 수송층(150), 및 정공 주입층(160)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(170)의 위에 배치되거나, 경우에 따라서는 생략될 수도 있다.
- [0051] 제2 전극(170)은 광학적으로 투명한 물질로서, 발광층(140)으로부터 발생한 광이 투과되는 투광 전극의 역할을 할 수 있다. 일 구현예에서, 제2 전극(170)은 은(Ag), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 금(Au) 및 이들의 합금에서 선택된 적어도 하나를 포함하거나, 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.
- [0052] 다만, 일 구현예에 따른 제2 전극(170)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.
- [0053] 만약 제2 전극(170)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.
- [0054] 한편, 제1 전극(110)과 제2 전극(170) 각각은 기관(100) 또는 유기층 위에 스퍼터링 등의 방법을 이용하여 전극 형성용 물질을 증착함으로써 형성할 수 있다.
- [0055] 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는, 제1 전극(110)이 캐소드(cathode)로, 제2 전극(170)이 애노드(anode)로 각각 기능한다. 즉, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 도 1에 도시된 바와 같이 기관(100) 및 각 구성요소들이 전술한 적층 순서로 배치된 인버티드(inverted) 구조를 가질 수 있다.
- [0056] 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(170) 위에 배치될 경우 전계 발광 소자(10)가 일반적인(conventional) 구조를 가지게 될 수도 있다.
- [0057] 일 구현예에서 전자 수송층(120)은 제1 전극(110)과 발광층(140) 사이에 배치되어 발광층(140)으로 전자를 수송하는 역할을 수행한다.
- [0058] 일 구현예에서, 전자 수송층(120)의 두께는 소자 내 정공 수송층(150), 정공 주입층(160), 및/또는 발광층(14

0)과의 전하 캐리어 밸런스를 고려하여 다양하게 변경될 수 있지만, 예를 들어 25 nm 이상, 예를 들어 30 nm 이상, 예를 들어 35 nm 이상, 예를 들어 40 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 이하, 예를 들어 55 nm 이하, 예를 들어 50 nm 이하일 수 있으며, 예를 들어 25 nm 내지 100 nm, 예를 들어 30 nm 내지 60 nm 일 수 있다.

- [0059] 전자 수송층(120)의 두께가 25 nm 미만일 경우, 후술할 전자 수송층(120)의 보이드(void), 크랙(crack) 등이 크게 늘어나 소자 특성이 크게 저하될 우려가 있고, 전계 발광 소자의 다른 구성요소와의 캐리어 밸런스를 맞추기 어려울 우려가 있다.
- [0060] 반면, 전자 수송층(120)의 두께가 100 nm을 초과할 경우, 정공 대비 전자가 발광층(140)에 지나치게 빠르게, 및/또는 지나치게 많이 공급될 우려가 있으며 전자가 발광층(140)과 정공 수송층(150)간 계면에서 정공과 만나 계면 발광이 진행되거나, 정공 수송층(150) 및/또는 정공 주입층(160)으로 이동하여 소광(quench)되어 버릴 우려가 있다.
- [0061] 전자 수송층(120)은 무기산화물 입자(121)를 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 전자 수송층(120)은 2 이상의 무기산화물 입자(121)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전자 수송층(120)은 상기 2 이상의 무기산화물 입자(121)들로 이루어진 것일 수 있다. 즉, 전자 수송층(120)은 2 이상의 무기산화물 입자(121)들로 이루어진 집합층일 수 있다.
- [0062] 일 구현예에 따른 무기산화물 입자(121)는 극성(polar) 용매에 대한 분산성을 가지고 있을 수 있다. 무기산화물 입자(121)들의 상기 분산성은 상온에서 무기산화물 입자(121) 표면에 존재하는 수산화기(-OH)로부터 기인한 것일 수 있다. 일례로, ZnO 입자의 경우 상온에서 표면에 수산화기(-OH)가 다수 형성되어 있을 수 있다. 따라서 ZnO 입자를 상온에서 물, 에탄올 등의 극성 용매에 투입할 경우 교반과 같은 간단한 물리적 처리만으로 ZnO 입자들이 서로 뭉치지 않고 극성 용매 내부에 고르게 분산되도록 제어할 수 있다.
- [0063] 따라서, 무기산화물 입자(121)를 극성 용매에 분산시킨 용액을 제1 전극(110) 위에 도포 후 건조하는 방식을 통해 무기산화물 입자(121)들로 이루어진 집합층 형태의 전자 수송층(120)을 형성하기 용이하다. 또한, 이를 통해 형성된 전자 수송층(120)은 무기산화물 입자(121)들이 특정 부분에서 과하게 응집(agglomerate)되지 않고 비교적 고르게 분포되어 있을 수 있다.
- [0064] 또한, 무기산화물 입자(121)는 전자 수송성을 가질 수 있다. 일 구현예에 따른 무기산화물 입자(121)는 예를 들어 ZnO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0065] 한편, 일 구현예에 따른 무기산화물 입자(121)의 평균 입경은, 예를 들어 70 nm 이하, 60 nm 이하, 50 nm 이하, 40 nm 이하, 30 nm 이하, 20 nm 이하, 10 nm 이하일 수 있고, 예를 들어 1 nm 이상, 2 nm 이상, 3 nm 이상, 4 nm 이상, 5 nm 이상일 수 있다. 무기산화물 입자(121)의 평균 입경이 상기 범위 내를 만족할 경우, 전자 수송층(120)이 우수한 전자 수송성을 나타낼 수 있다.
- [0066] 한편, 전자 수송층(120)과 제1 전극(110) 사이에는 전자의 주입을 용이하게 하는 전자 주입층, 및/또는 정공의 이동을 저지하는 정공 차단층이 더 형성되어 있을 수 있다.
- [0067] 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 유기층일 수 있으며, 전자 수송층(120)이나 자기조립 단분자층(130)의 형성 두께, 재료 등을 고려하여 생략될 수도 있다.
- [0068] 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>, 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<sub>2</sub> 등), ET204 (8-(4-(4,6-di(naphthalen-2-yl)-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)quinolone), 및 이들의 조합에서 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0069] 상기 정공 차단층은 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 아니며, 전계 발광 소자(10) 내 다른 구성요소의 두께, 재료 등을 고려하여 생략될 수도 있다.

- [0070] 자기조립 단분자층(130)은 전자 수송층(120) 상부면 위에 배치되어 있을 수 있다. 일 구현예에서, 자기조립 단분자층(130)은 전자 수송층(120) 상부면에 부착되어 있을 수 있다.
- [0071] 자기조립 단분자층(130)은 전자 수송층(120) 상부면의 물리적, 화학적 특성을 변화시키는 일종의 표면개질층의 기능을 수행할 수 있다. 일 구현예에서, 자기조립 단분자층(130)은 전자 수송층(120) 상부면에 존재하는 보이드 및/또는 크랙을 제거하거나 최소화하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0072] 일 구현예에서, 자기조립 단분자층(130)의 평균 두께는 자기조립 단분자층(130)을 이루는 소재, 전자 수송층(120) 형성 두께, 제1 전극(110)의 소재 등에 따라 달라질 수 있으나, 예를 들어 0.1 nm 이상, 예를 들어 0.5 nm 이상, 예를 들어 1 nm 이상일 수 있고, 예를 들어 5 nm 이하, 예를 들어 4 nm 이하일 수 있으며, 예를 들어 0.5 nm 내지 5 nm 일 수 있다.
- [0073] 자기조립 단분자층(130)의 평균 두께가 0.1 nm 미만일 경우, 전자 수송층(120) 상부면에 존재하는 보이드 및/또는 크랙 제거 효과가 미비하다. 따라서, 자기조립 단분자층(130)에 의해 발현될 수 있는 전계 발광 소자(10)의 발광 효율 및 수명 특성 향상 효과가 발현되기 어렵다.
- [0074] 반면, 자기조립 단분자층(130)의 평균 두께가 5 nm를 초과할 경우, 자기조립 단분자층(130)이 오히려 전자의 이동을 방해 및/또는 차단하여 원활한 전자 수송이 어렵거나 불가능할 수 있다.
- [0075] 도 2는 일 구현예에 따른 전계 발광 소자 내부 전자 수송층과 자기조립 단분자층과의 배치관계를 나타낸 개략도이다.
- [0076] 도 2를 참고하면, 자기조립 단분자층(130)은 자기조립 단분자(131)를 포함할 수 있다. 자기조립 단분자층(130)은 2 이상의 자기조립 단분자(131)들이 모여 이루어진 것일 수 있다. 즉, 자기조립 단분자층(130)은 2 이상의 자기조립 단분자(131)들이 모여 이루어진 집합층일 수 있다.
- [0077] 한편, 도 2를 참고하면, 전자 수송층(120) 상부면은 무기산화물 입자로 채워진 제1 공간과, 상기 무기산화물 입자로 채워지지 않은 제2 공간(도 2에서 네모 점선 부분)을 포함할 수 있다. 즉, 전자 수송층(120) 상부면은 무기산화물 입자(121)의 크기 편차, 전자 수송층(120)의 형성 두께 등에 따라 제2 공간과 같은 높이 편차가 발생할 수 있다.
- [0078] 제2공간은 소자 구동 시 전자의 누설 경로(leakage path)로 작용하는 공간으로, 극성 용매에 대한 분산성이 우수한 무기산화물을 이용하여 전자 수송층(120)을 형성하더라도 상기 제2 공간을 완전히 제거하는 것은 불가능하다.
- [0079] 그러나, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 도 2에 도시된 바와 같이 전자 수송층(120)의 제2 공간의 적어도 일부를 자기조립 단분자층(130)으로 메우고 있을 수 있다. 예를 들어, 전자 수송층(120)의 제2 공간 전부를 자기조립 단분자층(130)으로 메우고 있을 수도 있다.
- [0080] 이와 같이 자기조립 단분자층(130)으로 제2 공간의 적어도 일부를 메움으로써, 전자 수송층(120) 상부면의 전자 누설 경로를 제거하거나 최소화할 수 있다. 이에 따라 발광층(140)에서 생성되는 엑시톤(exiton)들이 상기 전자 누설 경로를 통해 빠져나가 소광(quench)되는 것을 방지 또는 최소화할 수 있으며, 그 결과 전자 수송층(120)이 더 많은 오제 전자(auger-assisted electron)을 형성하여 발광층(140) 내에서 정공과의 재결합(electron-hole recombination) 확률을 높일 수 있다.
- [0081] 또한, 제2공간의 축소/제거를 통해 전자 수송층(120)의 전자 수송능이 향상되므로, 발광층(140)에서의 전자와 정공의 캐리어 밸런스를 맞추기 더욱 용이하다.
- [0082] 따라서, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 전자 수송층(120)의 전자 수송능이 향상되고, 엑시톤 소광이 방지 또는 최소화됨에 따라 개선된 발광 효율과 수명 특성을 나타낼 수 있다.
- [0083] 도 3은 일 구현예에 따른 전계 발광 소자의 자기조립 단분자층 일부를 확대하여 나타낸 개략도이다.
- [0084] 도 3을 참고하면, 자기조립 단분자(131)는 제1 말단(131a)과 제2 말단(131b)을 가질 수 있다. 제1 말단(131a)은 전자 수송층(120) 상부면과 가깝게 배치되고, 제2 말단(131b)은 제1 말단(131a) 보다는 전자 수송층(120) 상부면과 멀게 배치될 수 있다.
- [0085] 일 구현예에서, 제1 말단(131a)은 전자 수송층(120) 상부면과 화학 결합을 이루고 있을 수 있다. 상기 화학 결합은 공유 결합, 수소 결합, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

- [0086] 한편, 제2 말단(131b)은 제1 말단(131a)과는 다른 화학적 성질을 나타낼 수 있다. 제2 말단(131b)은 전자 수송층(120) 상부면과 화학 결합을 이루지 않고 전자 수송층(120) 상부면으로부터 일정 간격 이격되어 있을 수 있다.
- [0087] 일 구현예에서 제2 말단(131b)의 상기 화학적 성질을 나타내기 위하여, 제2 말단(131b)은 소정의 관능기를 포함하고 있을 수 있다. 상기 소정의 관능기의 예시로는 C2 내지 C20 의 직쇄 또는 분지쇄 알킬기, 전자공여성 관능기(electron donating group), 정공차단성 관능기(hole blocking group), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0088] 상기 전자공여성 관능기의 예시로는 아민기(amine group), 벤질아민기(benzylamine group), 옥시디아졸기(oxadiazole group) 등을 들 수 있다.
- [0089] 상기 정공차단성 관능기의 예시로는 트리아진기(triazine group), 트리아졸기(triazole group), 퀴놀린기(quinoline group), 퀴놀론기(quinolone group) 등을 들 수 있다.
- [0090] 즉, 일 구현예에 따른 자기조립 단분자(131)는 제2 말단(131b)이 전술한 바와 같이 소수성을 갖는 알킬기를 포함하거나, 소자 내부의 전자 수송성을 고려하여 전자공여성 관능기를 포함하거나, 정공의 이동을 억제하기 위해 정공차단성 관능기를 포함할 수도 있다. 제2 말단(131b)에 포함된 관능기의 종류는 소자 내부 전하 캐리어 밸런스, 자기조립 단분자(131)의 소재 등에 따라 달라질 수 있다.
- [0091] 도 4 내지 도 6은 일 구현예에 따른 전계 발광 소자 내부 전자 수송층과 자기조립 단분자층과의 화학 결합 관계를 나타낸 개략도이다.
- [0092] 우선, 도 4 를 참고하면, 자기조립 단분자는 제1 말단으로 에스테르기를 갖고, 제2 말단(R)으로 전술한 소정의 관능기를 가질 수 있다. 제1 말단의 에스테르기를 이루는 두 산소 원자 중 어느 하나는, 무기산화물 입자(ZnO) 중 Zn 부분과 공유결합을 형성할 수 있다.
- [0093] 다음, 도 5를 참고하면, 자기조립 단분자는 제1 말단으로 포스포닐기를 가지고, 제2 말단(R)으로 전술한 소정의 관능기를 갖는다. 제1 말단의 포스포닐기를 이루는 세 산소 원자 중 적어도 둘 이상은 도 5에 도시된 바와 같이 무기산화물 입자(ZnO) 중 Zn 부분과 공유결합을 형성할 수 있다.
- [0094] 다음, 도 6을 참고하면, 자기조립 단분자는 제1 말단으로 포스포닐기 또는 포스포닉산기를 가지고, 제2 말단(R)으로 전술한 소정의 관능기를 갖는다. 제1 말단의 포스포닐기를 이루는 세 산소 원자 중 어느 하나에 수소가 결합되어 있을 경우, 자기조립 단분자는 두 산소 원자가 Zn 부분과 공유결합을, 나머지 산소 원자에 결합된 수소가 무기 산화물 입자의 산소 부분과 수소결합을 각각 이루고 있을 수 있다.
- [0095] 또는, 자기 조립 단분자가 제1 말단으로 포스포닉산기를 가질 경우, 세 산소 원자 중 적어도 하나 이상은 수소가 결합되어 있으며, 상기 수소는 상기 무기 산화물 입자의 산소 부분과 수소결합을 이루고 있을 수 있다.
- [0096] 즉, 자기 조립 단분자는 제1 말단이 전자 수송층 상부면과 공유결합, 또는 수소결합을 이루고 있거나, 공유결합과 수소결합을 모두 이루고 있을 수 있다. 또한, 제2 말단은 전술한 알킬기, 전자공여성 관능기, 정공차단성 관능기, 또는 이들의 조합을 포함하여 전자 수송층 상부면과 화학 결합을 이루지 않는다.
- [0097] 상기 자기조립 단분자층(130)은 자기조립 단분자(131)를 비극성(non-polar) 용매에 분산시킨 용액을 전자 수송층(120)에 도포 및 건조하는 과정을 통해 형성될 수 있다.
- [0098] 즉, 일 구현예에서 상기 자기조립 단분자(131)는 전술한 무기산화물 입자(121)와는 달리 비극성(non-polar) 용매에 대한 가용성을 가질 수 있다. 또한, 상기 자기조립 단분자(131)의 용매선택성에 의해 자기조립 단분자층(130) 또한 비극성 용매에 대한 가용성을 갖는다.
- [0099] 일 구현예에서 비극성 용매로 사용 가능한 화합물은, 예컨대 C6 내지 C20의 직쇄형 또는 고리형 지방족 탄화수소, C5 내지 C20의 방향족 탄화수소, 클로로포름, 염화메틸렌, 에틸아세테이트, 에틸렌글리콜, 및 디에틸렌글리콜로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0100] 자기조립 단분자(131) 및 자기조립 단분자층(130)이 비극성 용매에 대한 가용성을 가짐으로써, 자기조립 단분자층(130)을 전자 수송층(120) 상부면에 형성하기 용이하다. 즉, 전자 수송층(120)과 자기조립 단분자층(130)은 용매 선택성이 상이하므로, 전자 수송층(120) 위에 자기조립 단분자층(130) 형성 시, 용매에 의해 전자 수송층(120)의 손상이 발생하는 것을 방지, 또는 최소화할 수 있다.
- [0101] 한편, 제1 말단(131a)으로부터 제2 말단(131b)까지의 길이, 즉 자기조립 단분자(131)의 길이는 자기조립 단분자

(131)의 종류, 제1, 제2 말단(131a, 131b)의 화학적 성질 등에 따라 달라질 수 있지만, 예를 들어 0.1 nm 이상, 예를 들어 0.5 nm 이상, 예를 들어 1 nm 이상, 예를 들어 2 nm 이상, 예를 들어 3 nm 이상일 수 있고, 예를 들어 15 nm 이하, 예를 들어 10 nm 이하일 수 있다.

- [0102] 자기조립 단분자(131)의 길이가 1 nm 미만인 경우, 자기조립 단분자(131)가 전자 수송층(120) 상부면의 제2 공간을 매우도록 형성되더라도 그로 인한 효과가 발현되기 어렵다.
- [0103] 반면, 자기조립 단분자(131) 길이가 15 nm를 초과할 경우, 전자 수송층(120)보다 전자수송능이 낮은 자기조립 단분자들에 의해 오히려 전자 수송층(120)의 전자 수송성이 저하될 우려가 있다.
- [0104] 이와 같이, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 자기조립 단분자층(130)을 이용하여 전자 수송층(120) 상부면의 보이드 및/또는 크랙을 최소화하거나 제거할 수 있으므로, 전계 발광 소자(10)가 개선된 발광 효율과 수명 특성을 나타낼 수 있다.
- [0105] 발광층(140)은 자기조립 단분자층(130)의 위에 위치할 수 있다. 발광층(140)은 자기조립 단분자층(130) 바로 위에 위치할 수 있으며, 2 이상의 발광체 입자를 포함할 수 있다.
- [0106] 발광층(140)은 제1 전극(110)과 제2 전극(170)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 발광체 입자(141)의 크기에 대응하는 파장의 빛을 발생시킬 수 있다.
- [0107] 한편, 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.
- [0108] 일 구현예에서, 발광체 입자(141)는 양자점을 포함할 수 있다. 즉, 발광체 입자(141)는 모두 양자점으로 이루어질 수도 있고, 발광체 입자(141) 중 어느 하나는 양자점으로 이루어지고, 다른 하나는 양자점과 구별되는 다른 종류의 발광체, 예를 들면 상업적으로 입수 가능한 형광체 등으로 이루어질 수도 있다.
- [0109] 양자점은 양자 구속 효과(quantum confinement effect)에 의해 불연속적인 밴드갭 에너지(energy band gap)을 가지므로, 입사된 광을 특정 파장을 갖는 광으로 변환하여 방사할 수 있다. 즉, 발광체 입자(141)가 모두 양자점으로 이루어질 경우, 발광층(140)은 모두 우수한 색재현율과 색순도를 갖는 광을 발생시킬 수 있다.
- [0110] 일 구현예에서, 상기 양자점의 소재는 특별히 제한되지 않으며, 공지되었거나 상업적으로 입수 가능한 양자점을 사용할 수 있다. 예를 들어 일 구현예에 따른 발광체 입자(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 포함하는 양자점일 수 있다. 즉, 일 구현예에 따른 발광체 입자(141) 각각은 비 카드뮴계 양자점일 수 있다. 이와 같이 발광체 입자(141) 모두 비 카드뮴계 소재로 이루어진 양자점일 경우, 기존 카드뮴계 양자점 대비 독성이 없어 인체에 무해하고 환경 친화적이다.
- [0111] 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.
- [0112] 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).
- [0113] 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 선택

되는 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 단 원소; 및 SiC, SiGe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

- [0114] 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.
- [0115] 일 구현예에 따르면, 상기 양자점은 하나의 반도체 나노결정 코어와, 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 양자점은 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.
- [0116] 일 구현예에서 발광체 입자는 코어-셸 구조를 가질 수 있다. 발광체 입자가 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.
- [0117] 양자점은 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.
- [0118] 또한, 디스플레이에서 색순도나 색재현성을 향상시키기 위해 양자점은 좁은 스펙트럼을 가질 수 있다. 상기 양자점은 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.
- [0119] 상기 양자점은 약 1 nm 내지 약 100 nm의 입경(구형이 아닌 경우 가장 긴 부분의 크기)을 가질 수 있다. 예컨대, 상기 양자점은, 약 1 nm 내지 약 20 nm, 예컨대, 2 nm (또는 3 nm) 내지 15 nm 의 입경(구형이 아닌 경우 가장 긴 부분의 크기)을 가질 수 있다.
- [0120] 또한, 상기 양자점의 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.
- [0121] 양자점은 임의의 단면 형상을 가질 수 있다.
- [0122] 한편, 상기 양자점은 상업적으로 입수 가능하거나 임의의 방법으로 합성될 수 있다. 예를 들어, 수 나노 크기의 양자점은 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 유기용매 또는 리간드 화합물이 자연스럽게 양자점의 표면에 배위됨으로써 결정의 성장을 조절할 수 있다. 유기 용매 및 리간드 화합물의 구체적인 종류는 알려져 있다. 이처럼 양자점의 표면에 배위된 유기 용매는 소자 내에서 안정성에 영향을 줄 수 있으므로, 나노 결정의 표면에 배위되지 않은 여분의 유기물은 과량의 비용매(non-solvent)에 붓고, 얻어진 혼합물을 원심 분리하는 과정을 거쳐 제거할 수 있다. 비용매의 구체적 종류로는, 아세톤, 에탄올, 메탄올 등을 들 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 여분의 유기물을 제거한 후 양자점의 표면에 배위된 유기물의 양은 양자점 무게의 50 중량% 이하, 예컨대, 30 중량% 이하, 20 중량% 이하, 또는 10 중량% 이하일 수 있다. 이러한 유기물은, 리간드 화합물, 유기 용매, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0123] 상기 양자점은, 예를 들어 표면에 결합된, 소수성 잔기를 가지는 유기 리간드를 가질 수 있다. 일 구현예에서, 상기 소수성 잔기를 가지는 유기 리간드는, RCOOH, RNH<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>NH, R<sub>3</sub>N, RSH, R<sub>3</sub>PO, R<sub>3</sub>P, ROH, RCOOR', RPO(OH)<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>POOH (여기서, R, R'는 각각 독립적으로 C5 내지 C24의 알킬기, C5 내지 C24의 알케닐기, C5 내지 C20의 지환족기, 또는 C5 내지 C20의 아릴기임), 고분자 유기 리간드, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 유기 리간드는 단일 작용기(mono-functional)의 유기 리간드일 수 있고, 상기 작용기는 양자점 표면에 결합되어 있을 수 있다.

- [0124] 상기 양자점이 소수성 잔기를 갖는 유기 리간드를 가질 경우, 일 구현예에 따른 발광체 입자는 양자점에 유기 리간드가 부착되어 전체적으로 소수성을 갖게 된다.
- [0125] 이와 같이 발광체가 양자점과 소수성 유기 리간드를 포함하는 경우, 발광층 또한 전체적으로 소수성을 띄게 된다. 이와 같이 발광층(140)이 소수성을 띄게 될 경우, 발광층(140)은 비극성 용매에 취약할 우려가 있다. 즉, 상기 발광층(140)과 비극성 용매가 접촉할 경우, 발광층(140)이 비극성 용매에 의해 손상됨에 따라 소자 특성이 크게 저하될 우려가 있다.
- [0126] 그러나, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 자기조립 단분자층(130)을 먼저 형성하고, 형성된 자기조립 단분자층(130) 위에 발광층(140)을 형성하게 된다. 이와 같이 전계 발광 소자(10)가 제1 전극(110) 위에 전자 수송층(120), 자기조립 단분자층(130), 및 발광층(140)이 순차 적층되는 인버티드 구조를 가짐으로써, 자기조립 단분자층(130) 형성 과정에서 비극성 용매가 발광층을 손상시키는 경우를 미연에 방지할 수 있다.
- [0127] 일 구현예에서 정공 수송층(150)은 상기 p-타입 반도체(p-type semiconductor) 물질, 또는 p-타입 도펀트로 도핑되어 있는 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 정공 수송층(150)은 PEDOT[Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)] 유도체, PSS[poly(styrene sulfonate)]유도체, 폴리-N-비닐카르바졸(poly-N-vinylcarbazole, PVK) 유도체, 폴리페닐렌비닐렌(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-co-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> 등과 같은 금속 산화물, 또는 이들의 조합을 들 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0128] 이러한 정공 수송층(150)은 발광 소자의 수명을 증가시키고, 전계 발광 소자(10)의 작동개시전압인 턴-온 전압(turn-on voltage)을 낮추는 기능을 한다. 특히, PEDOT, PSS, PPV, PVK, TCTA, TPD, NPB, MTDATA, TFB, PFB, poly-TPD 등 고분자 소재의 정공 수송층(150)은 저분자 유기 소재에 비하여, 산소나 수분 등의 유해물질에 대해 상대적으로 내성이 강한 특성을 가지며, 결정화에 대한 높은 저항성을 가질 수 있다.
- [0129] 상기 정공 수송층(150)은 스프인 코팅 등의 습식 코팅법에 의하여 형성될 수 있다. 이를 통해, 정공 수송층(150)을 간편한 방법으로 발광층(140) 위에 형성할 수 있을 뿐 아니라, 발광층(140)이 소수성을 갖는 경우, 발광층(140)에 영향을 최소화할 수 있도록 정공 수송층(150) 형성에 사용하는 용매로 극성 용매를 선택할 수 있다.
- [0130] 예를 들어, 상기 발광층(140) 위에 PPV 등의 폴리머 막을 성막하는 경우, PPV 전구체 폴리머와 극성 용매(예를 들어, 물, 메탄올, 에탄올 등)가 포함된 전구체 용액을 발광층(140) 위에 스프인 코팅(spin-coating)하고, 예컨대, N<sub>2</sub>의 비활성 가스 분위기 또는 진공 속에서 250℃ 내지 300℃의 경화(curing) 온도로 3시간 동안 열처리(thermal treatment)함으로써 PPV 박막으로 이루어진 정공 수송층(150)을 얻을 수 있다.
- [0131] 정공 주입층(160)은 정공 수송층(150)과 제2 전극(170) 사이에 위치할 수 있다. 정공 주입층(160)은 정공 수송층(150)과 함께 발광층(140)으로 정공을 공급하는 역할을 수행할 수 있다. 다만, 정공 주입층(160)은 정공 수송층(150)의 형성 두께, 재료 등을 고려하여 생략될 수도 있다.
- [0132] 한편, 정공 주입층(160)은 전술한 정공 수송층(150)과 마찬가지로 p-타입 반도체(p-type semiconductor) 물질, 또는 p-타입 도펀트로 도핑되어 있는 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 정공 주입층(160)은 PEDOT[Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)] 유도체, PSS[poly(styrene sulfonate)]유도체, 폴리-N-비닐카르바졸 (poly-N-vinylcarbazole, PVK) 유도체, 폴리페닐렌비닐렌(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-co-N-(4-부틸페닐)디페닐아민)), PFB(폴리(9,9 -디옥틸플루오렌)-co-N,N -다이페닐-N,N -di-(p-부틸페닐)-1,4-다이아미노벤젠), poly-TPD, 또는 NiO, MoO<sub>3</sub> 등과 같은 금속 산화물, 또는 이들의 조합을 들 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0133] 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)의 발광 방향은 특별히 한정되지 않는다. 즉, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 인버티드 전면 발광, 배면 발광, 및 양면 발광 중에서 선택된 어느 하나의 구동 방식을 가질 수 있다.
- [0134] 이와 같이 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 인버티드 구조를 가지면서, 전자 수송층(120)과 발광층(140) 사이에 자기조립 단분자층(130)이 형성된 적층 구조를 갖는다. 이에 따라 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 자기조립 단분자층(130)을 이용하여 전자 수송층(120) 상부면의 보이드, 크랙 등을 최소화 하는 한편, 비극성 용매를 사용하는 자기조립 단분자층(130)을 발광층(140)보다 먼저 형성함으로써 발광층(140)의 손상을 최소화할 수 있다. 그 결과, 일 구현예에 따른 전계 발광 소자(10)는 누설 전류를 최소화할 수 있고, 이를 통해 소자의 발광 효율 및 수명 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0135] 이하에서는 전술한 전계 발광 소자(10)를 포함하는 표시 장치에 대하여 설명한다.
- [0136] 일 구현예에 따른 표시 장치는 기관과, 기관 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.
- [0137] 제1 내지 제3 전계 발광 소자는 전술한 전계 발광 소자(10)와 동일한 구조를 가질 수 있으며, 각각의 양자점이 발광하는 광의 파장이 상이하다.
- [0138] 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.
- [0139] 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.
- [0140] 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.
- [0141] 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.
- [0142] 기관은 투명한 절연 기관이며, 연성 물질로 이루어질 수 있다. 기관은 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. 기관의 위에는 전술한 제1 내지 제3 전계 발광 소자가 모두 형성되어 있다. 즉, 일 구현예에 따른 표시 장치의 기관은 공통층을 이루고 있다.
- [0143] 구동 회로는 기관 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.
- [0144] 이상에서 살펴본 바와 같이, 일 구현예에 따른 표시 장치는 내부 전계 발광 소자의 누설 전류를 방지하고 발광 효율과 수명 특성을 향상시킬 수 있다. 따라서, 일 구현예에 따른 표시 장치는 저전력으로도 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.
- [0145] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예들을 제시한다. 다만, 하기에 기재된 실시예들은 본 발명을 구체적으로 예시하거나 설명하기 위한 것에 불과하며, 이로서 본 발명이 제한되어서는 아니된다.
- [0146] **실시예 1**
- [0147] 유리 기관 위에 인듐-주석 산화물(Indium-Tin-Oxide, ITO) 층을 증착하고, 그 위에 평균 입경 3 nm 인 ZnO 입자 3 mmol을 에탄올에 분산시킨 전자 수송층 형성용 조성물을 4000 rpm, 40 초의 조건으로 스핀 코팅한 후, 80℃에서 30 분 간 건조하는 과정을 거쳐 약 40 nm 내지 45 nm 의 두께를 갖는 ZnO 집합층을 형성한다.
- [0148] 이후, 형성된 ZnO 집합층 위에, 메타크릴산(methacrylic acid) 2 중량% 를 헥산(hexane)에 용해시킨 자기조립

단분자층 형성용 조성물을 4000 rpm의 조건으로 코팅한 후, 80 °C에서 건조하는 과정을 거쳐 약 1 nm 의 평균 두께를 갖는 자기조립 단분자층을 형성한다. 자기조립 단분자층을 이루는 자기조립 단분자들의 길이는 약 0.1 nm 내지 1 nm 이다. 이후, 코팅된 자기조립 단분자층을 클로로포름(chloroform)으로 1 회 내지 2 회 가량 세척 함으로써, 미반응 자기조립 단분자들을 제거한다.

[0149] 이후, 형성된 자기조립 단분자층 위에 청색 양자점(ZnTeSe), 올레산(oleic acid), 바인더가 옥탄에 분산된 발광 층 형성용 조성물을 코팅 후 80 °C에서 가열함으로써, 25 nm 두께를 갖는 청색 발광층을 형성한다.

[0150] 이후, 청색 발광층 위에 TCTA가 메탄올에 용해된 정공수송층 형성용 조성물을 도포하고, 고온에서 가열함으로써 TCTA층을 형성한다.

[0151] 이후, TCTA층 위에 MoO<sub>3</sub>를 증착하여, 정공 주입층으로 MoO<sub>3</sub>층을 형성한다.

[0152] 이후, MoO<sub>3</sub>층 위에 알루미늄(Al) 층을 증착함으로써, 실시예 1에 따른 전계 발광 소자(ITO/ZnO집합층/자기조립 단분자층/청색 발광층/TCTA/MoO<sub>3</sub>/Al)를 제조한다.

[0153] **실시예 2**

[0154] 발광층 형성용 조성물로 청색 양자점(ZnTeSe), 도데칸싸이올(dodecanthiol), 바인더가 옥탄에 분산된 발광층 형성용 조성물을 사용한 것을 제외하고는 전술한 실시예 1과 동일한 과정을 거쳐 실시예 2에 따른 전계 발광 소자 (ITO/ZnO집합층/자기조립 단분자층/청색 발광층/TCTA/MoO<sub>3</sub>/Al)를 제조한다.

[0155] **비교예 1**

[0156] 실시예 1에서 자기조립 단분자층을 형성하는 것을 생략한 채, ZnO 집합층 바로 위에 청색 발광층을 형성하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 과정을 거쳐 비교예 1에 따른 전계 발광 소자(ITO/ZnO집합층/청색 발광층 /TCTA/MoO<sub>3</sub>/Al)를 제조한다.

[0157] **비교예 2**

[0158] 실시예 2에서 자기조립 단분자층을 형성하는 것을 생략한 채, ZnO 집합층 바로 위에 청색 발광층을 형성하는 것을 제외하고는, 실시예 2와 동일한 과정을 거쳐 비교예 2에 따른 전계 발광 소자(ITO/ZnO집합층/청색 발광층 /TCTA/MoO<sub>3</sub>/Al)를 제조한다.

[0159] **평가 1: 전계 발광 소자의 발광 특성**

[0160] 실시예 1과 비교예 1에 따른 전계 발광 소자에 대한 휘도- 외부양자효율(External QuantumEfficiency, EQE) 관계, 및 전압-외부양자효율(External QuantumEfficiency, EQE)를 각각 도 7과 도 8로 나타낸다.

[0161] 도 7은 실시예 1과 비교예 1에 따른 전계 발광 소자의 휘도-외부양자효율을 나타낸 그래프이고, 도 8은 실시예 1과 비교예 1에 따른 전계 발광 소자의 전압-외부양자효율을 나타낸 그래프이다.

[0162] 도 7을 참고하면, 실시예 1에 따른 자기조립 단분자층을 갖는 전계 발광 소자는 비교예 1 대비 우수한 외부양자 효율을 가지며, 특히 최대 휘도가 약 2 배 가량 높은 것을 확인할 수 있다.

[0163] 도 8을 참고하면, 실시예 1에 따른 자기조립 단분자층을 갖는 전계 발광 소자는 비교예 1 대비 우수한 외부 양자효율을 갖는 것을 확인할 수 있다. 한편, 실시예 1에 따른 자기조립 단분자층을 갖는 전계 발광 소자는 비교예 1 대비 자기조립 단분자층의 존재로 인해 구동전압이 0.1 V 내지 0.2 V 가량 다소 상승한 것을 확인할 수 있다. 그러나, 도 8에 나타난 바와 같은 구동전압의 상승 정도는 실제 표시 장치 구동 효율 면에서 큰 차이라고 보기는 어렵다.

[0164] 도 7과 도 8로부터, 실시예 1에 따른 전계 발광 소자는 자기조립 단분자층을 이용하여 ZnO 집합층의 보이드, 크랙 등을 메워 전하 누설경로를 최소화함으로써 엑시톤 소광을 방지할 수 있으며, 그 결과 비교예 1 대비 외부양자 효율과 휘도가 우수한 것을 확인할 수 있다.

[0165] **평가 2: 전계 발광 소자의 수명 특성**

[0166] 실시예 2와 비교예 2에 따른 전계 발광 소자에 대한 구동 시간 별 휘도 변화를 도 9로 나타낸다.

[0167] 도 9는 실시예 2와 비교예 2에 따른 전계 발광 소자의 수명 특성을 나타낸 그래프이다. 도 9에서는 최초 구동

시 100 니트(nit)의 휘도를 기준으로, 구동 시간에 따라 전계 발광 소자의 휘도가 얼마나 감소하는지를 나타내었다.

[0168] 도 9를 참고하면, 비교예 2에 따른 전계 발광 소자가 최초 구동 시 휘도 대비 50 %의 휘도(즉, 50 니트의 휘도)를 나타내기까지 약 0.2 시간이 소요되었으나, 실시예 2에 따른 전계 발광 소자는 동일 조건에서 약 0.5 시간이 소요되는 것을 확인할 수 있다.

[0169] 따라서 도 9로부터, 실시예 2에 따른 전계 발광 소자는 자기조립 단분자층을 이용하여 ZnO 집합층의 보이드, 크랙 등을 배워 전하 누설경로를 최소화함으로써 비교예 2 대비 약 2.5 배 가량의 긴 수명을 나타내는 것을 확인할 수 있다.

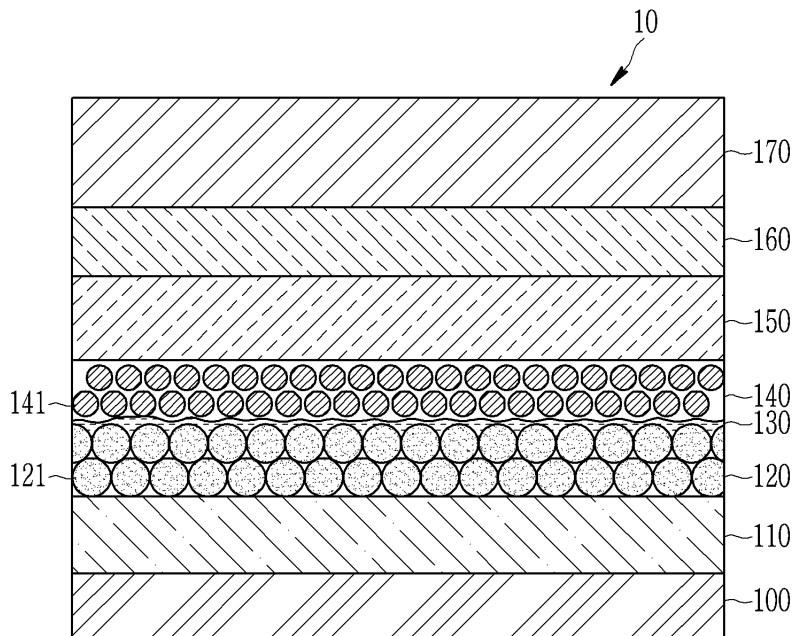
[0170] 이상에서 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구 범위에서 정의하고 있는 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

**부호의 설명**

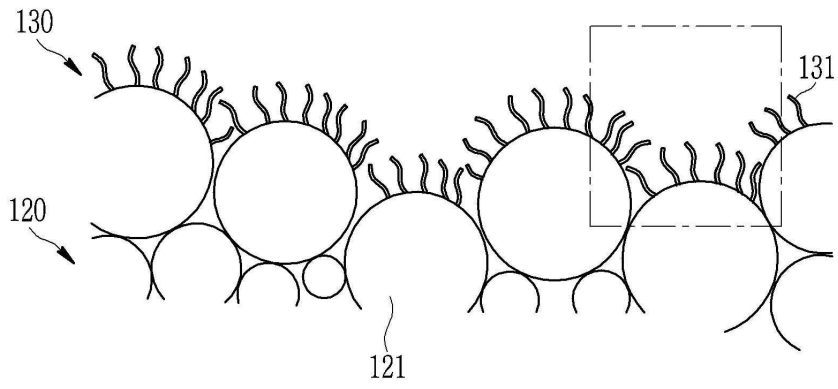
- [0171] 10: 전계 발광 소자    100: 기판
- 110: 제1 전극        120: 전자 수송층
- 121: 무기산화물 입자    130: 자기조립 단분자층
- 140: 발광층        141: 발광체 입자
- 150: 정공 수송층    160: 정공 주입층
- 170: 제2 전극

**도면**

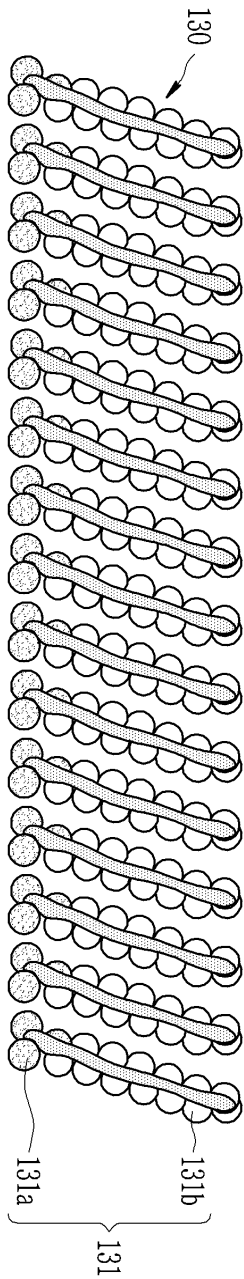
**도면1**



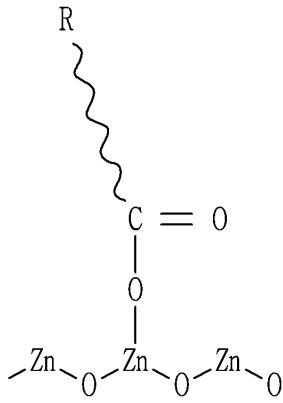
도면2



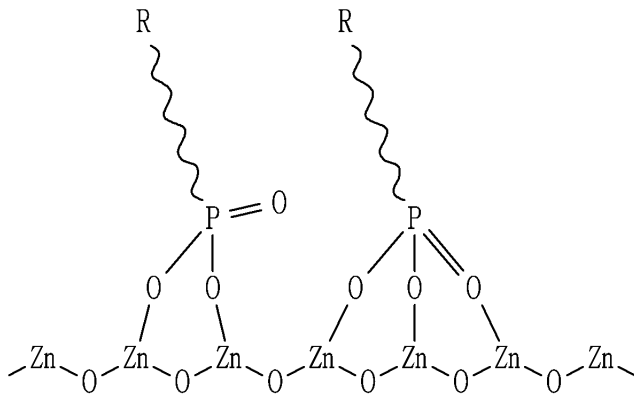
도면3



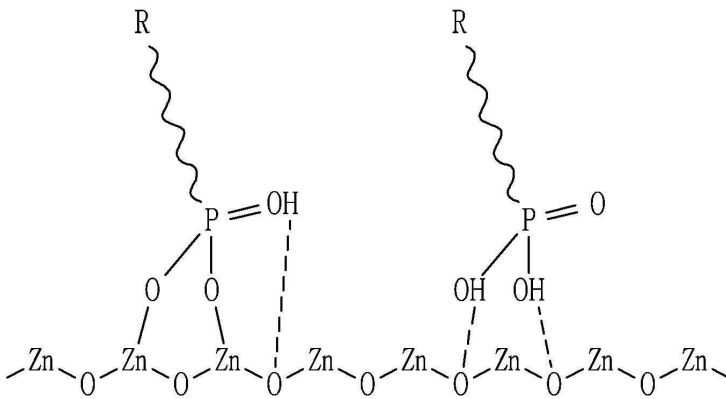
도면4



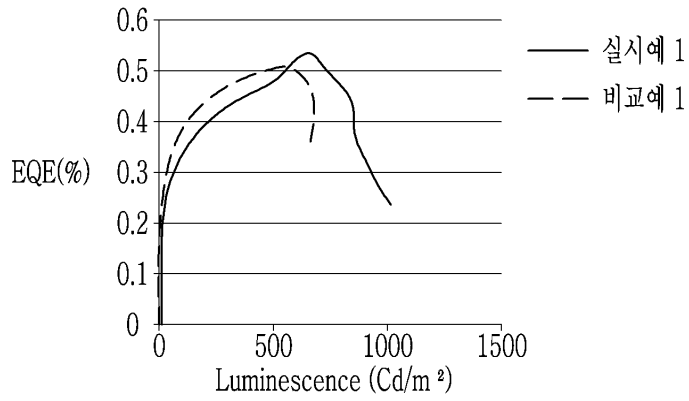
도면5



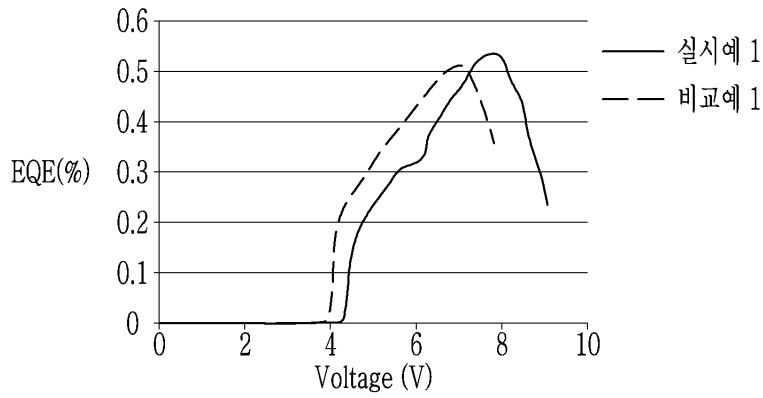
도면6



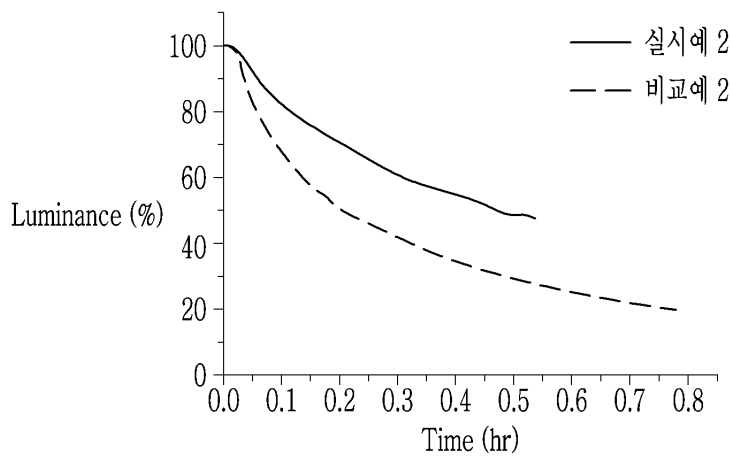
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	电致发光元件和包括该电致发光元件的显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020190112420A</a>	公开(公告)日	2019-10-07
申请号	KR1020180034392	申请日	2018-03-26
[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	김태호 김찬수 박건수 장은주 김성우 서흥규		
发明人	김태호 김찬수 박건수 장은주 김성우 서흥규		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/02 C09K11/08 H01L51/00		
CPC分类号	H01L51/5012 C09K11/02 C09K11/08 H01L51/0059 H01L51/0072 H01L51/5048 H01L51/5072 H01L51/0075 H01L51/502 H01L2251/308 H01L2251/5369 H01L51/0007 H01L51/0021 H01L51/5056 H01L51/5088 H01L51/5092 H01L51/5096 H01L51/5218 H01L51/5234 H01L51/56 H01L2251/303 H01L2251/5353 H01L2251/558		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

提供一种电致发光器件和包括该电致发光器件的显示装置。该电致发光器件包括：第一电极；以及第二电极。位于第一电极上并包括无机氧化物颗粒的电子传输层；位于电子传输层顶部的自组装单层；位于自组装单分子层的顶部上的发光层，其包括发光颗粒；空穴传输层，位于发光层的顶部；第二电极位于空穴传输层的顶部。因此，本发明提供了通过防止电流泄漏而具有改善的发光效率和寿命特性的电致发光器件。

