



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0082277
(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/504 (2013.01)
H01L 27/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0172710
(22) 출원일자 2018년12월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
박한솔
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(74) 대리인
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 11 항

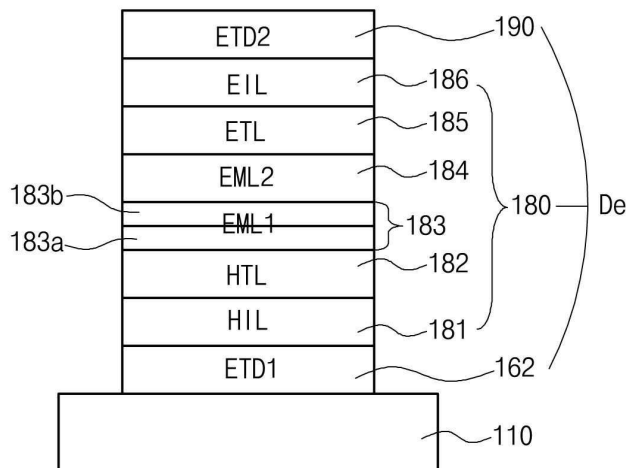
(54) 발명의 명칭 전계발광 표시장치

(57) 요약

본 발명의 전계발광 표시장치는, 기판과; 상기 기판 상부의 제1 전극과; 상기 제1 전극 상부의 제1 정공수송층과; 상기 제1 정공수송층 상부에 제1 정공타입 호스트와 제1 도펀트 및 제1 전자타입 호스트를 포함하는 제1 발광물질층과; 상기 제1 발광물질층 상부에 제2 정공타입 호스트와 제2 도펀트 및 상기 제1 전자타입 호스트를 포함하는 제2 발광물질층과; 상기 제2 발광물질층 상부의 제1 전자수송층과; 상기 제1 전자수송층 상부의 제2 전극을 포함한다.

이에 따라, 재료 이용 효율을 높이고, 발광 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 51/502 (2013.01)

H01L 51/5024 (2013.01)

H01L 51/5048 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관과;

상기 기관 상부의 제1 전극과;

상기 제1 전극 상부의 제1 정공수송층과;

상기 제1 정공수송층 상부에 제1 정공타입 호스트와 제1 도펀트 및 제1 전자타입 호스트를 포함하는 제1 발광물질층과;

상기 제1 발광물질층 상부에 제2 정공타입 호스트와 제2 도펀트 및 상기 제1 전자타입 호스트를 포함하는 제2 발광물질층과;

상기 제2 발광물질층 상부의 제1 전자수송층과;

상기 제1 전자수송층 상부의 제2 전극

을 포함하는 전계발광 표시장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 발광물질층은 제1 영역과 제2 영역을 포함하고, 상기 제2 영역은 상기 제1 영역과 상기 제2 발광물질층 사이에 위치하며,

상기 제2 영역에서 상기 제1 전자타입 호스트의 비율은 상기 제1 영역보다 높은 전계발광 표시장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 및 제2 영역에서 상기 제1 전자타입 호스트의 비율은 상기 제1 정공타입 호스트의 비율보다 낮은 전계발광 표시장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제1 도펀트의 비율은 상기 제1 영역과 상기 제2 영역에서 동일한 전계발광 표시장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제1 영역과 상기 제2 영역의 두께는 동일한 전계발광 표시장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 발광물질층과 상기 제1 전자수송층 사이에, 상기 제2 정공타입 호스트와 제3 도펀트 및 제2 전자타입 호스트를 포함하는 제3 발광물질층을 더 포함하는 전계발광 표시장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제 3 발광물질층은 제1 영역과 제2 영역을 포함하고, 상기 제2 영역은 상기 제1 영역과 상기 제1 전자수송층 사이에 위치하며,

상기 제2 영역에서 상기 제3 도펀트의 비율은 상기 제1 영역보다 낮은 전계발광 표시장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제2 영역의 두께는 상기 제1 영역의 두께보다 작은 전계발광 표시장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제2 정공타입 호스트의 비율은 상기 제1 영역과 상기 제2 영역에서 동일하며, 상기 제2 전자타입 호스트의 비율보다 낮은 전계발광 표시장치.

청구항 10

제6항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 제1 정공수송층 사이에, 제2 정공수송층과 제4 발광물질층 및 제2 전자수송층을 더 포함하고,

상기 제1 전자수송층과 상기 제2 전극 사이에, 제2 전하생성층과, 제3 정공수송층 및 제5 발광물질층을 더 포함하는 전계발광 표시장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 발광물질층은 적색광을 발광하고, 상기 제2 발광물질층과 제3 발광물질층은 황색-녹색광이나 황색광 또는 녹색광을 발광하며, 상기 제4 및 제5 발광물질층은 청색광을 발광하는 전계발광 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전계발광 표시장치에 관한 것으로, 특히, 발광 효율 및 수명이 향상된 전계발광 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 최근, 박형화, 경량화, 저 소비전력화 등의 우수한 특성을 가지는 평판표시장치(flat panel display)가 널리 개발되어 다양한 분야에 적용되고 있다.
- [0004] 평판표시장치 중에서, 전계발광 표시장치(electroluminescent display device)는 전자 주입 전극인 음극과 정공 주입 전극인 양극 사이에 형성된 발광층에 전하를 주입하여 전자와 정공이 쌍을 이룬 후 소멸하면서 빛을 내는 소자이다. 이러한 전계발광 표시장치는 플라스틱과 같은 유연한 기판(flexible substrate) 위에도 형성할 수 있을 뿐 아니라, 자체 발광형이기 때문에 대조비(contrast ratio)가 크며, 응답시간이 수 마이크로초(μs) 정도이므로 동화상 구현이 쉽고, 시야각의 제한이 없다.
- [0005] 전계발광 표시장치는 구동 방식에 따라 수동형(passive matrix type) 및 능동형(active matrix type)으로 나눌 수 있는데, 저소비전력, 고정세, 대형화가 가능한 능동형 전계발광 표시장치가 다양한 표시장치에 널리 이용되고 있다.
- [0006] 이러한 전계발광 표시장치는, 하나의 화소가 적, 녹, 청의 부화소(sub pixel)를 포함하고, 적, 녹, 청의 부화소는 각각 적, 녹, 청색광을 발광하는 발광층을 포함함으로써, 각 부화소로부터 발광된 빛을 조합하여 영상을 표시한다.
- [0007] 그런데, 적, 녹, 청색광을 발광하는 발광층은 서로 다른 물질로 형성되어 서로 다른 특성을 가진다. 이에 따라, 적, 녹, 청의 부화소는 서로 다른 발광 효율을 가지며 각각의 수명도 서로 다르다는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은, 상기한 문제점을 해결하기 위하여 제시된 것으로, 발광 효율 및 수명이 향상된 전계발광 표시장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 전계발광 표시장치는, 기판과; 상기 기판 상부의 제1 전극과; 상기 제1 전극 상부의 제1 정공수송층과; 상기 제1 정공수송층 상부에 제1 정공타입 호스트와 제1 도펀트 및 제1 전자타입 호스트를 포함하는 제1 발광물질층과; 상기 제1 발광물질층 상부에 제2 정공타입 호스트와 제2 도펀트 및 상기 제1 전자타입 호스트를 포함하는 제2 발광물질층과; 상기 제2 발광물질층 상부의 제1 전자수송층과; 상기 제1 전자수송층 상부의 제2 전극을 포함한다.
- [0012] 상기 제1 발광물질층은 제1 영역과 제2 영역을 포함하고, 상기 제2 영역은 상기 제1 영역과 상기 제2 발광물질층 사이에 위치하며, 상기 제2 영역에서 상기 제1 전자타입 호스트의 비율은 상기 제1 영역보다 높다.
- [0013] 상기 제1 및 제2 영역에서 상기 제1 전자타입 호스트의 비율은 상기 제1 정공타입 호스트의 비율보다 낮을 수 있다.
- [0014] 상기 제1 도펀트의 비율은 상기 제1 영역과 상기 제2 영역에서 동일할 수 있다.
- [0015] 상기 제1 영역과 상기 제2 영역의 두께는 동일할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 전계발광 표시장치는, 상기 제2 발광물질층과 상기 제1 전자수송층 사이에, 상기 제2 정공타입 호스트와 제3 도펀트 및 제2 전자타입 호스트를 포함하는 제3 발광물질층을 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 제3 발광물질층은 제1 영역과 제2 영역을 포함하고, 상기 제2 영역은 상기 제1 영역과 상기 제1 전자수송층 사이에 위치하며, 상기 제2 영역에서 상기 제3 도펀트의 비율은 상기 제1 영역보다 낮다.
- [0018] 상기 제2 영역의 두께는 상기 제1 영역의 두께보다 작을 수 있다.
- [0019] 상기 제2 정공타입 호스트의 비율은 상기 제1 영역과 상기 제2 영역에서 동일하며, 상기 제2 전자타입 호스트의 비율보다 낮을 수 있다.
- [0020] 본 발명의 전계발광 표시장치는, 상기 제1 전극과 상기 제1 정공수송층 사이에, 제2 정공수송층과 제4 발광물질

층 및 제2 전자수송층을 더 포함하고, 상기 제1 전자수송층과 상기 제2 전극 사이에, 제2 전하생성층과, 제3 정공수송층 및 제5 발광물질층을 더 포함할 수 있다.

[0021] 상기 제1 발광물질층은 적색광을 발광하고, 상기 제2 발광물질층과 제3 발광물질층은 황색-녹색광이나 황색광 또는 녹색광을 발광하며, 상기 제4 및 제5 발광물질층은 청색광을 발광할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에서는, 하나의 발광층 내에 서로 다른 색의 광을 방출하는 발광물질층을 배치함으로써, 색재현율 및 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

[0024] 또한, 각 부화소마다 서로 다른 색의 광을 방출하는 다수의 발광부를 구비하여 백색광을 방출함으로써, 각 부화소별 수명을 균일하게 할 수 있다.

[0025] 게다가, 호스트 소스를 공유하여 발광물질층을 증착함으로써 재료 이용 효율을 높일 수 있다.

[0026] 또한, 발광물질층 내에 구성비 및/또는 두께가 서로 다른 영역을 포함함으로써, 인접한 층과의 계면에서 헤테로 접합(heterojunction)을 최소화하여 발광 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 하나의 화소영역을 나타내는 회로도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광 스펙트럼을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 적색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이다.

도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 녹색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이다.

도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광층 형성을 위한 장비를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광층의 두께 방향에 대한 구성비를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 9a와 도 9b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광층 형성을 위한 장비의 다른 예를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광 스펙트럼을 도시한 도면이다.

도 12는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 적색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이다.

도 13은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 녹색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이다.

도 14는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 청색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이다.

도 15는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 제1 발광부 형성을 위한 장비를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 16은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 제1 발광부의 두께 방향에 대한 구성비를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 17a와 도 17b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 제1 발광부 형성을 위한 장비의 다른 예를 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 표시장치에 대하여 상세히 설명한다.
- [0030] 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 표시장치는 영상을 구현하는 표시영역과 표시영역을 둘러싸는 비표시영역을 가지며, 표시영역에는 다수의 화소(pixel)를 포함한다. 하나의 화소는 적, 녹, 청색 부화소(sub pixels)를 포함하며, 각 부화소에 해당하는 화소영역은 도 1과 같은 구성을 가질 수 있다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 하나의 화소영역을 나타내는 회로도이다.
- [0032] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 전계발광 표시장치는 서로 교차하여 화소영역(P)을 정의하는 게이트 배선(GL)과 데이터 배선(DL)을 포함하고, 각 화소영역(P)에는 스위칭 박막트랜지스터(Ts)와 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 커패시터(Cst), 그리고 발광다이오드(De)가 형성된다.
- [0033] 보다 상세하게, 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 게이트 전극은 게이트 배선(GL)에 연결되고 소스 전극은 데이터 배선(DL)에 연결된다. 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극은 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 드레인 전극에 연결되고, 소스 전극은 고전위 전압(VDD)에 연결된다. 발광다이오드(De)의 애노드(anode)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극에 연결되고, 캐소드(cathode)는 저전위 전압(VSS)에 연결된다. 스토리지 커패시터(Cst)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 드레인 전극에 연결된다.
- [0034] 이러한 전계발광 표시장치의 영상표시 동작을 살펴보면, 게이트 배선(GL)을 통해 인가된 게이트 신호에 따라 스위칭 박막트랜지스터(Ts)가 턴-온(turn-on) 되고, 이때, 데이터 배선(DL)으로 인가된 데이터 신호가 스위칭 박막트랜지스터(Ts)를 통해 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 스토리지 커패시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.
- [0035] 구동 박막트랜지스터(Td)는 데이터 신호에 따라 턴-온 되어 발광다이오드(De)를 흐르는 전류를 제어하여 영상을 표시한다. 발광다이오드(De)는 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 전달되는 고전위 전압(VDD)의 전류에 의하여 발광한다.
- [0036] 즉, 발광다이오드(De)를 흐르는 전류의 양은 데이터 신호의 크기에 비례하고, 발광다이오드(De)가 방출하는 빛의 세기는 발광다이오드(De)를 흐르는 전류의 양에 비례하므로, 화소영역(P)은 데이터 신호의 크기에 따라 상이한 계조를 표시하고, 그 결과 전계발광 표시장치는 영상을 표시한다.
- [0037] 스토리지 커패시터(Cst)는 데이터 신호에 대응되는 전하를 일 프레임(frame) 동안 유지하여 발광다이오드(De)를 흐르는 전류의 양을 일정하게 하고 발광다이오드(De)가 표시하는 계조를 일정하게 유지시키는 역할을 한다.
- [0038] 한편, 화소영역(P)에는 스위칭 및 구동 박막트랜지스터(Ts, Td)와 스토리지 커패시터(Cst) 외에 다른 박막트랜지스터와 커패시터가 더 추가될 수도 있다.
- [0039] 즉, 전계발광 표시장치에서는, 데이터 신호가 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극에 인가되어, 발광다이오드(De)가 발광하여 계조를 표시하는 상대적으로 긴 시간 동안 구동 박막트랜지스터(Td)가 턴-온 된 상태를 유지하는데, 이러한 데이터 신호의 장시간 인가에 의하여 구동 박막트랜지스터(Td)는 열화(deterioration)될 수 있다. 이에 따라, 구동 박막트랜지스터(Td)의 이동도(mobility) 및/또는 문턱전압(threshold voltage: V_{th})이 변하게 되며, 전계발광 표시장치의 화소영역(P)은 동일한 데이터 신호에 대하여 상이한 계조를 표시하게 되고, 휘도 불균일이 나타나 전계발광 표시장치의 화질이 저하된다.
- [0040] 따라서, 이러한 구동 박막트랜지스터(Td)의 이동도 및/또는 문턱전압의 변화를 보상하기 위해, 각 화소영역(P)에는 전압 변화를 감지하기 위한 적어도 하나의 센싱 박막트랜지스터 및/또는 커패시터가 더 추가될 수 있으며, 센싱 박막트랜지스터 및/또는 커패시터는 기준 전압을 인가하고 센싱전압을 출력하기 위한 기준 배선과 연결될 수 있다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 개략적인 단면도로, 하나의 화소영역을 도시한다.
- [0042] 도 2에 도시한 바와 같이, 기판(110) 상부에 버퍼층(120)이 형성된다. 버퍼층(120)은 실질적으로 기판(110) 전면에 위치한다. 기판(110)은 유리기판이나 플라스틱기판일 수 있다. 일례로, 플라스틱 기판으로 폴리이미드가 사용될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 버퍼층(120)은 산화실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiNx)과 같은 무기물질로 형성될 수 있으며, 단일층 또는 다중층으로 이루어질 수 있다.
- [0043] 버퍼층(120) 상부에는 패터닝된 반도체층(122)이 형성된다. 반도체층(122)은 산화물 반도체 물질로 이루어질 수

있는데, 이 경우 반도체층(122) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)이 더 형성될 수 있으며, 차광패턴은 반도체층(122)으로 입사되는 빛을 차단하여 반도체층(122)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 반도체층(122)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(122)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.

[0044] 반도체층(122) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(130)이 실질적으로 기판(110) 전면에 형성된다. 게이트 절연막(130)은 산화 실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiN_x)과 같은 무기절연물질로 형성될 수 있다. 이때, 반도체층(122)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우, 게이트 절연막(130)은 산화 실리콘(SiO_2)으로 형성될 수 있다. 이와 달리, 반도체층(122)이 다결정 실리콘으로 이루어질 경우, 게이트 절연막(130)은 산화 실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiN_x)으로 형성될 수 있다.

[0045] 게이트 절연막(130) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(132)이 반도체층(122)의 중앙에 대응하여 형성된다. 또한, 게이트 절연막(130) 상부에는 게이트 배선(도시하지 않음)과 제1 커패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다. 게이트 배선은 제1 방향을 따라 연장되고, 제1 커패시터 전극은 게이트 전극(132)에 연결된다.

[0046] 한편, 본 발명의 실시예에서는 게이트 절연막(130)이 기판(110) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(130)은 게이트 전극(132)과 동일한 모양으로 패턴될 수도 있다.

[0047] 게이트 전극(132) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(140)이 실질적으로 기판(110) 전면에 형성된다. 층간 절연막(140)은 산화 실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiN_x)과 같은 무기절연물질로 형성되거나, 포토 아크릴(photo acryl)이나 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)과 같은 유기절연물질로 형성될 수 있다.

[0048] 층간 절연막(140)은 반도체층(122)의 양측 상면을 노출하는 제1 및 제2 컨택홀(140a, 140b)을 가진다. 제1 및 제2 컨택홀(140a, 140b)은 게이트 전극(132)의 양측에 게이트 전극(132)과 이격되어 위치한다. 여기서, 제1 및 제2 컨택홀(140a, 140b)은 게이트 절연막(130) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(130)이 게이트 전극(132)과 동일한 모양으로 패턴될 경우, 제1 및 제2 컨택홀(140a, 140b)은 층간 절연막(140) 내에만 형성된다.

[0049] 층간 절연막(140) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 소스 및 드레인 전극(142, 144)이 형성된다. 또한, 층간 절연막(140) 상부에는 제2 방향을 따라 연장되는 데이터 배선(도시하지 않음)과 전원 배선(도시하지 않음) 및 제2 커패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다.

[0050] 소스 및 드레인 전극(142, 144)은 게이트 전극(132)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제1 및 제2 컨택홀(140a, 140b)을 통해 반도체층(122)의 양측과 접촉한다. 도시하지 않았지만, 데이터 배선은 제2 방향을 따라 연장되고 게이트 배선과 교차하여 각 화소영역을 정의하며, 고전위 전압을 공급하는 전원 배선은 데이터 배선과 이격되어 위치한다. 제2 커패시터 전극은 드레인 전극(144)과 연결되고, 제1 커패시터 전극과 중첩하여 둘 사이의 층간 절연막(140)을 유전체로 스토리지 커패시터를 이룬다. 이와 달리, 제1 커패시터 전극이 드레인 전극(144)과 연결되고, 제2 커패시터 전극이 게이트 전극(132)과 연결될 수도 있다.

[0051] 한편, 반도체층(122)과, 게이트 전극(132), 그리고 소스 및 드레인 전극(142, 144)은 박막트랜지스터를 이룬다. 여기서, 박막트랜지스터는 반도체층(122)의 일측, 즉, 반도체층(122)의 상부에 게이트 전극(132)과 소스 및 드레인 전극(142, 144)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.

[0052] 이와 달리, 박막트랜지스터는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 및 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 산화물 반도체 물질 또는 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.

[0053] 여기서, 박막트랜지스터는 구동 박막트랜지스터에 해당하며, 구동 박막트랜지스터와 동일한 구조의 스위칭 박막트랜지스터(도시하지 않음)가 각 화소영역의 기판(110) 상에 더 형성된다. 구동 박막트랜지스터의 게이트 전극(132)은 스위칭 박막트랜지스터의 드레인 전극(도시하지 않음)에 연결되고 구동 박막트랜지스터의 소스 전극(142)은 전원 배선(도시하지 않음)에 연결된다. 또한, 스위칭 박막트랜지스터의 게이트 전극(도시하지 않음)과 소스 전극(도시하지 않음)은 게이트 배선 및 데이터 배선과 각각 연결된다.

[0054] 또한, 구동 박막트랜지스터와 동일한 구조의 센싱 박막트랜지스터가 각 화소영역의 기판(110) 상에 더 형성될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0055] 소스 및 드레인 전극(142, 144) 상부에는 절연물질로 오버코트층(150)이 실질적으로 기판(110) 전면에

형성된다. 오버코트층(150)은 포토 아크릴이나 벤조사이클로부텐과 같은 유기절연물질로 형성될 수 있다. 이러한 오버코트층(150)의 상면은 평탄할 수 있다.

[0056] 한편, 오버코트층(150) 하부에는 산화 실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiN_x)과 같은 무기절연물질로 이루어진 절연막이 더 형성될 수 있다.

[0057] 오버코트층(150)은 드레인 전극(144)을 노출하는 드레인 콘택홀(150a)을 가진다. 여기서, 드레인 콘택홀(150a)은 제2 콘택홀(140b)과 이격되어 형성될 수 있다. 이와 달리, 드레인 콘택홀(150a)은 제2 콘택홀(140b) 바로 위에 형성될 수도 있다.

[0058] 오버코트층(150) 상부에는 비교적 일함수가 높은 도전성 물질로 제1 전극(162)이 형성된다. 제1 전극(162)은 각 화소영역마다 형성되고, 드레인 콘택홀(150a)을 통해 드레인 전극(144)과 접촉한다. 일례로, 제1 전극(162)은 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide: ITO)와 같은 투명 도전성 물질로 형성될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0059] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 표시장치는 발광다이오드의 빛이 기판(110)과 반대 방향으로 출력되는 상부 발광 방식(top emission type)일 수 있으며, 이에 따라, 제1 전극(162)은 투명 도전성 물질 하부에 반사율이 높은 금속 물질로 형성되는 반사전극 또는 반사층을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 반사전극 또는 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-paladium-copper: APC) 합금이나 은(Ag)으로 이루어질 수 있다. 이때, 제1 전극(162)은 ITO/APC/ITO나 ITO/Ag/ITO의 3중층 구조를 가질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0060] 제1 전극(162) 상부에는 절연물질로 बैं크(172)가 형성된다. बैं크(172)는 제1 전극(162)의 가장자리와 중첩하고, 제1 전극(162)의 가장자리를 덮으며, 제1 전극(162)의 중앙부를 노출한다. 이러한 बैं크(172)는 무기절연물질로 형성될 수 있으며, 일례로, बैं크(172)는 산화 실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiN_x)으로 형성될 수 있다. 이와 달리, बैं크(172)는 유기절연물질로 형성될 수도 있으며, 일례로, 포토 아크릴이나 벤조사이클로부텐으로 형성될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0061] बैं크(172)를 통해 노출된 제1 전극(162) 상부에는 발광층(180)이 형성된다.

[0062] 도시하지 않았지만, 발광층(180)은 제1 전극(162) 상부로부터 순차적으로 위치하는 제1 전하보조층과, 발광물질층(light-emitting material layer), 그리고 제2 전하보조층을 포함할 수 있다. 발광물질층은 적, 녹, 청색 발광물질 중 적어도 하나를 포함하는 다중층 구조를 가질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 발광물질층이 다중층 구조를 가질 경우, 발광물질층 사이에는 전하생성층(charge generation layer)이나 제1 또는 제2 전하보조층이 더 형성될 수 있다. 여기서, 발광물질은 인광화합물 또는 형광화합물과 같은 유기발광물질이거나 양자 점(quantum dot)과 같은 무기발광물질일 수 있다.

[0063] 제1 전하보조층은 정공보조층(hole auxiliary layer)일 수 있으며, 정공보조층은 정공주입층(hole injecting layer: HIL)과 정공수송층(hole transporting layer: HTL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 제2 전하보조층은 전자보조층(electron auxiliary layer)일 수 있으며, 전자보조층은 전자주입층(electron injecting layer: EIL)과 전자수송층(electron transporting layer: ETL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0064] 이러한 발광층(180)은 진공 열 증착(vacuum thermal evaporation) 공정을 통해 형성될 수 있다.

[0065] 다음, 발광층(180) 상부에는 비교적 일함수가 낮은 도전성 물질로 이루어진 제2 전극(190)이 실질적으로 기판(110) 전면에 형성된다. 여기서, 제2 전극(190)은 알루미늄(aluminum)이나 마그네슘(magnesium), 은(silver) 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있다. 이때, 제2 전극(190)은 발광층(180)으로부터의 빛이 투과될 수 있도록 상대적으로 얇은 두께를 가진다. 이와 달리, 제2 전극(190)은 인듐-징크-옥사이드(indium zinc oxide: IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 형성될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0066] 제1 전극(162)과 발광층(180) 및 제2 전극(190)은 발광다이오드(De)를 이룬다. 여기서, 제1 전극(162)은 애노드(anode)의 역할을 하고, 제2 전극(190)은 캐소드(cathode)의 역할을 할 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0067] 앞서 언급한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 전계발광 표시장치는 발광다이오드(De)의 발광층(180)으로부터의 빛이 기판(110)과 반대 방향, 즉, 제2 전극(190)을 통해 외부로 출력되는 상부 발광 방식일 수 있으며, 이러한 상부 발광 방식은 동일 면적 대비 보다 넓은 발광영역을 가질 수 있으므로, 휘도를 향상시키고 소비 전력을 낮출 수 있다.

- [0068] 한편, 제2 전극(190) 상부의 실질적으로 기관(110) 전면에는 봉지층(도시하지 않음)이 형성되어, 외부에서 유입되는 수분이나 산소를 차단함으로써 발광다이오드(De)를 보호할 수 있다.
- [0069] 또한, 봉지층 상부에는 컬러필터를 갖는 대향 기관이 배치되어 기관(110)과 합착될 수도 있으며, 이에 제한되지 않는다.
- [0071] <제1 실시예>
- [0072] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 개략적인 단면도로, 발광다이오드의 구성을 도시한다.
- [0073] 도 3에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치는 기관(110)과 기관(110) 상부에 형성된 발광다이오드(De)를 포함한다.
- [0074] 기관(110)은 유리기관이나 플라스틱기관일 수 있다. 일례로, 플라스틱 기관으로 폴리이미드가 사용될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.
- [0075] 발광다이오드(De)는 제1 전극(162)과, 제1 전극(162) 상부의 발광층(180), 그리고 발광층(180) 상부의 제2 전극(190)을 포함한다.
- [0076] 또한, 발광층(180)은 제1 전극(162) 상부로부터 순차적으로 위치하는 정공주입층(181)과 정공수송층(182), 제1 발광물질층(183), 제2 발광물질층(184), 전자수송층(185), 그리고 전자주입층(186)을 포함한다.
- [0077] 보다 상세하게, 기관(110) 상부에 제1 전극(162)이 형성된다. 제1 전극(162)은 비교적 일함수가 높은 투명 도전 물질로 이루어질 수 있다. 일례로, 제1 전극(162)은 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide: ITO)로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 이러한 제1 전극(162)은 정공(hole)을 공급하는 양극(anode)일 수 있다.
- [0078] 제2 전극(190)은 비교적 일함수가 낮은 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 일례로, 제2 전극(190)은 알루미늄(aluminum)이나 마그네슘(magnesium), 은(silver) 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 제2 전극(190)은 인듐-징크-옥사이드(indium zinc oxide: IZO)로 이루어질 수도 있다. 이러한 제2 전극(190)은 전자(electron)를 공급하는 음극(cathode)일 수 있다.
- [0079] 빛이 제2 전극(190)을 통해 외부로 출력되는 상부 발광 방식의 경우, 제1 전극(162)은 투명 도전성 물질 하부에 반사율이 높은 금속 물질로 형성되는 반사전극 또는 반사층을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 반사전극 또는 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-paladium-copper: APC) 합금이나 은(Ag)으로 이루어질 수 있다. 이때, 제1 전극(162)은 ITO/APC/ITO나 ITO/Ag/ITO의 3중층 구조를 가질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 또한, 제2 전극(190)은 빛이 투과될 수 있도록 상대적으로 얇은 두께를 가질 수 있다.
- [0080] 정공주입층(181)은 제1 전극(162)으로부터의 정공을 제1 및 제2 발광물질층(183, 184)으로 원활하게 주입하는 역할을 한다. 정공주입층(181)은 생략될 수도 있다.
- [0081] 정공수송층(182)은 정공을 제1 및 제2 발광물질층(183, 184)으로 공급하며, 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 사용하여 형성될 수 있다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않으며, 정공수송층(182)은 1개의 재료를 사용하여 1개의 층으로 형성될 수도 있다.
- [0082] 또한, 전자주입층(186)은 제2 전극(190)으로부터의 전자를 제1 및 제2 발광물질층(183, 184)으로 원활하게 주입하는 역할을 한다. 전자주입층(186)은 생략될 수도 있다.
- [0083] 전자수송층(185)은 전자를 제1 및 제2 발광물질층(183, 184)으로 공급하며, 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 사용하여 형성될 수 있다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않으며, 전자수송층(185)은 1개의 재료를 사용하여 1개의 층으로 형성될 수도 있다.
- [0084] 여기서, 제1 발광물질층(183)은 적색광을 발광하고, 제2 발광물질층(184)은 녹색광을 발광할 수 있다.
- [0085] 이러한 제1 및 제2 발광물질층(183, 184)의 각각은 정공타입 호스트와 전자타입 호스트 및 도펀트를 포함한다.
- [0086] 이때, 제1 발광물질층(183)은 제1 정공타입 호스트와 제1 도펀트 및 전자타입 호스트를 포함하고, 제2 발광물질층(184)은 제2 정공타입 호스트와 제2 도펀트 및 전자타입 호스트를 포함한다.
- [0087] 즉, 제1 발광물질층(183)과 제2 발광물질층(184)은 동일한 전자타입 호스트를 포함한다. 이러한 제1 및 제2 발

광물질층(183, 184)은 증착 시 호스트 소스를 공유함으로써 구성될 수 있다.

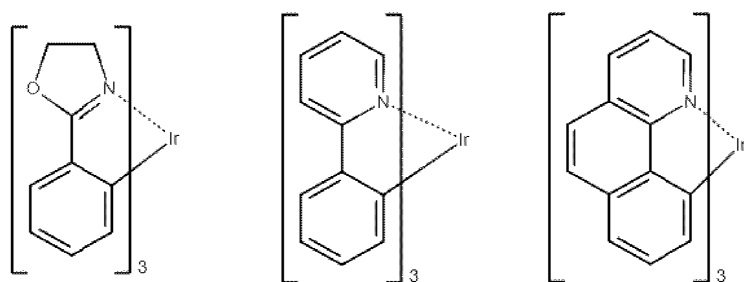
[0088] 여기서, 제1 도펀트는 적색 도펀트일 수 있고, 제2 도펀트는 녹색 도펀트일 수 있다.

[0089] 정공수송층(182)의 물질과 제1 및 제2 정공타입 호스트는 전자주개 모이어티를 포함하는 화합물일 수 있다. 예를 들어, 카바졸계 화합물(carbazole-based compound), 페나진계 화합물(phenazine-based compound), 페노티아진계 화합물(phenothiazine-based compound) 또는 페녹사진계 화합물(phenoxazine-based compound)일 수 있다.

[0090] 전자수송층(185)의 물질과 전자타입 호스트는 전자받기 모이어티를 포함하는 화합물일 수 있다. 예를 들어, 피리딘계 화합물(pyridine-based compound), 피리미딘계 화합물(pyrimidine-based compound), 트리아진 화합물(triazine-based compound), 페난스로린계 화합물(phenanthroline-based compound) 또는 벤조니트릴계 화합물(benzonitrile-based compound)일 수 있다

[0091] 적색 도펀트는 580~650nm의 발광 파장을 갖는 이리듐 착체(iridium complex)일 수 있다. 예를 들어, 적색 도펀트는 하기 화학식1의 화합물 중 하나일 수 있다.

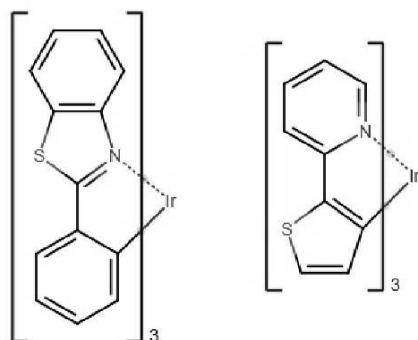
[0092] [화학식1]



[0093]

[0094] 황색 도펀트는 540~580nm의 발광 파장을 갖는 이리듐 착체(iridium complex)일 수 있다. 예를 들어, 황색 도펀트는 하기 화학식2의 화합물 중 하나일 수 있다.

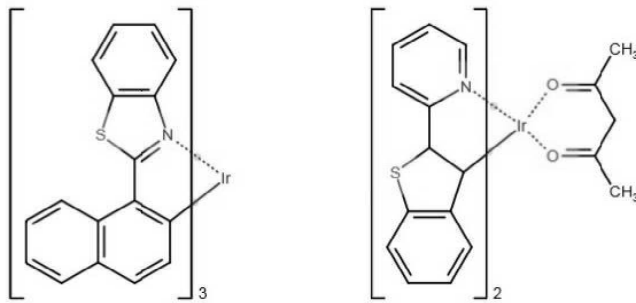
[0095] [화학식2]



[0096]

[0097] 녹색 도펀트는 500~540nm의 발광 파장을 갖는 이리듐 착체(iridium complex)일 수 있다. 예를 들어, 녹색 도펀트는 하기 화학식3의 화합물 중 하나일 수 있다.

[0098] [화학식3]



[0099]

[0100] 한편, 제1 발광물질층(183)은 제1 영역(183a)과 제2 영역(183b)을 포함하며, 제2 영역(183b)이 제1 영역(183a)과 제2 발광물질층(184) 사이에 위치한다.

[0101] 이러한 제1 및 제2 영역(183a, 183b)은 동일한 두께를 가지며, 호스트의 비율이 다를 수 있다. 즉, 제2 영역(183b)에서 전자타입 호스트의 비율은 제1 영역(183a)보다 높을 수 있다. 이에 따라, 제2 영역(183b)에서 제1 정공타입 호스트의 비율은 제1 영역(183a)보다 낮을 수 있다.

[0102] 이때, 제1 발광물질층(183)의 제1 및 제2 영역(183a, 183b)에서 제1 정공타입 호스트의 비율은 전자타입 호스트의 비율보다 높을 수 있다.

[0103] 한편, 제2 발광물질층(184)에서 전자타입 호스트의 비율은 제2 정공타입 호스트의 비율보다 높을 수 있다. 따라서, 제2 영역(183b)에서 전자타입 호스트의 비율은 제1 영역(183a)보다 높고 제2 발광물질층(184)보다 낮을 수 있다.

[0104] 이에 따라, 인접한 층간의 계면에서 헤테로 접합(heterojunction)을 최소화하여 에너지 장벽(energy barrier)을 줄임으로써, 발광 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.

[0105] 이와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치는, 하나의 발광층 내에 서로 다른 색의 광을 방출하는 제1 및 제2 발광물질층(183, 184)을 배치함으로써, 색재현율 및 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

[0106] 게다가, 호스트 소스를 공유하여 제1 및 제2 발광물질층(183, 184)을 증착함으로써 재료 이용 효율을 높일 수 있다.

[0107] 또한, 제1 발광물질층(183) 내에 구성비가 서로 다른 영역을 포함함으로써, 인접한 층과의 계면에서 헤테로 접합(heterojunction)을 최소화하여 발광 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.

[0108] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광 스펙트럼을 도시한 도면이고, 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 적색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이며, 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 녹색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이다. 수명 측정 조건은 22.5 mA/cm^2 , 섭씨 40도이다.

[0109] 여기서, 비교예(Ref)는 제1 발광물질층이 하나의 영역을 가지며, 본 발명의 제1 실시예에 따른 제1 발광물질층(183)과 동일한 두께를 가진다. 이때, 비교예(Ref)의 제1 발광물질층에서 제1 정공타입 호스트의 비율과 전자타입 호스트의 비율 및 제1 도펀트의 비율은 본 발명의 제1 실시예에 따른 제1 발광물질층(183)의 제2 영역(183b)과 동일하다. 이때, 제1 도펀트는 적색 도펀트로, 화학식1의 화합물 중 하나일 수 있다.

[0110] 도 4에 도시한 바와 같이, 제1 실시예(EM1)는 비교예(Ref)에 비해 적색광의 강도가 더 높은 것을 알 수 있다. 이에 따라 휘도가 증가한다.

[0111] 한편, 도 5와 도 6에 도시한 바와 같이, 초기 휘도(L0)를 100%로 하여 발광층의 열화에 따라 휘도(L)가 95%로 감소할 때까지의 시간도, 제1 실시예(EM1)가 비교예(Ref)에 비해 증가한다. 이에 따라, 제1 실시예(Ex1)는 비교예(Ref)에 비해 발광효율 및 수명이 향상됨을 알 수 있다.

[0112] 비교예(Ref)와 비교하여, 제1 실시예(Ex1)는 적색광에 대한 수명이 23% 상승하고, 녹색광에 대한 수명은 27% 상승한다.

- [0113] 여기서, 제1 실시예(Ex1)는 비교예(Ref)에 비해 적색광을 발광하는 제1 발광물질층(183)의 조건만을 변경하였으나, 차지 다이내믹스(charge dynamics)의 변화로 인해 헤테로 접합이 감소하므로, 인접한 제2 발광물질층(184)에도 영향을 미친다. 이에 따라, 녹색광에 대한 수명이 비교적 크게 상승하는 것을 알 수 있다.
- [0115] 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광층 형성을 위한 장비를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광층의 두께 방향에 대한 구성비를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0116] 도 8에 도시한 바와 같이, 제1 정공수송물질 소스(212)와 제2 정공수송물질 소스(214), 제1 정공타입 호스트 소스(221), 제1 도펀트 소스(222), 전자타입 호스트 소스(223), 제2 도펀트 소스(224), 제2 정공타입 호스트 소스(225), 제1 전자수송물질 소스(232), 그리고 제2 전자수송물질 소스(234)가 순차적으로 배치된다.
- [0117] 여기서, 제2 정공수송물질 소스(214)와 제1 정공타입 호스트 소스(221) 사이에는 제1 게이트(252)가 배치되어, 정공수송층(HTL)과 발광물질층(EML1, EML2)을 구분하고, 제2 정공타입 호스트 소스(225)와 제1 전자수송 물질 소스(332) 사이에는 제2 게이트(254)가 배치되어, 전자수송층(ETL)과 발광물질층(EML1, EML2)을 구분한다.
- [0118] 또한, 제1 정공수송물질 소스(212)와 제2 정공수송물질 소스(214) 상부에는 제1 마스크(262)가 배치되고, 제1 및 제2 게이트(252, 254) 사이에는 제2 마스크(264)가 배치되며, 제1 전자수송물질 소스(232)와 제2 전자수송물질 소스(234) 상부에는 제3 마스크(266)가 배치된다.
- [0119] 이어, 기판을 제1 마스크(262) 상부로부터 제3 마스크(266) 상부로 이동시킴으로써, 정공수송층(HTL)과 제1 및 제2 발광물질층(EML1, EML2), 그리고 전자수송층(ETL)을 순차적으로 형성한다.
- [0120] 이때, 제1 및 제2 발광물질층(EML1, EML2)은 동일 구역에 배치된 소스(221, 222, 223, 224, 225)와 하나의 마스크(264)를 통해 형성되며, 호스트 소스를 공유함으로써, 인접한 발광물질층(EML1, EML2)은 동일한 호스트를 포함할 수 있다.
- [0121] 즉, 도 8에 도시한 바와 같이, 제1 및 제2 발광물질층(EML1, EML2)은 전자타입 호스트 소스(223)를 공유하여 형성됨으로써 동일한 전자타입 호스트(E1)를 포함한다.
- [0122] 이에 따라, 재료 이용 효율을 높이고, 장비 구성을 간소화하여 비용을 절감하며 공간의 제약을 줄일 수 있다.
- [0123] 한편, 제1 발광물질층(EML1) 내에서 정공수송층(HTL)에 인접한 영역에서는 제1 정공타입 호스트(H1)의 비율이 전자타입 호스트(E1)의 비율보다 높고, 제2 발광물질층(EML2)에 인접한 영역에서는 전자타입 호스트(E1)의 비율이 제1 정공타입 호스트(H1)의 비율보다 높을 수 있다.
- [0124] 또한, 제2 발광물질층(EML2) 내에서 제1 발광물질층(EML1)에 인접한 영역에서는 전자타입 호스트(E1)의 비율이 제2 정공타입 호스트(H2)의 비율보다 높고, 전자수송층(ETL)에 인접한 영역에서는 제2 정공타입 호스트(H2)의 비율이 전자타입 호스트(E1)의 비율보다 높을 수 있다.
- [0125] 제1 및 제2 정공타입 호스트(H1, H2)는 동일 물질일 수도 있고, 서로 다른 물질일 수도 있다.
- [0126] 이러한 장비의 구성은 달라질 수 있다.
- [0127] 도 9a와 도 9b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광층 형성을 위한 장비의 다른 예를 개략적으로 도시한 도면이다. 여기서, 도 7의 장비와 동일한 구성에 대해 동일 부호를 부여하고 이에 대한 설명은 간략히 하거나 생략한다.
- [0128] 도 9a에 도시한 바와 같이, 도 7의 제1 및 제2 게이트(252, 254)를 생략하고, 제1 정공수송물질 소스(212)로부터 제2 전자수송물질 소스(234)까지에 대해 하나의 마스크(362)를 배치하여, 기판을 제1 정공수송물질 소스(212) 상부로부터 제2 전자수송물질 소스(334) 상부로 이동시킴으로써, 정공수송층(HTL)과 제1 및 제2 발광물질층(EML1, EML2), 그리고 전자수송층(ETL)을 순차적으로 형성할 수도 있다.
- [0129] 이와 달리, 도 9b에 도시한 바와 같이, 도 7의 제1 및 제2 게이트(252, 254)를 생략하고, 하나의 정공수송물질 소스(412)와 하나의 전자수송물질 소스(434)를 이용할 수 있으며, 정공수송물질 소스(412)로부터 전자수송물질 소스(434)까지에 대해 하나의 마스크(462)를 배치하여, 기판을 정공수송물질 소스(412) 상부로부터 전자수송물질 소스(434) 상부로 이동시킴으로써, 정공수송층(HTL)과 제1 및 제2 발광물질층(EML1, EML2), 그리고 전자수송층(ETL)을 순차적으로 형성할 수도 있다.

- [0131] <제2 실시예>
- [0132] 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 개략적인 단면도로, 발광다이오드의 구성을 도시한다.
- [0133] 도 10에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치는 기관(510)과 기관(510) 상부에 형성된 발광다이오드(De)를 포함한다.
- [0134] 기관(510)은 유리기관이나 플라스틱기관일 수 있다. 일례로, 플라스틱 기관으로 폴리이미드가 사용될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.
- [0135] 발광다이오드(De)는 제1 전극(520)과 제2 전극(580), 그리고 제1 및 제2 전극(520, 580) 사이에 제1, 제2, 제3 발광부(530, 540, 550)로 이루어진 발광층을 포함한다. 여기서, 제1 전극(520)과 제1 발광부(530) 사이에 제2 발광부(540)가 위치하고, 제1 발광부(530)와 제2 전극(580) 사이에 제3 발광부(550)가 위치한다.
- [0136] 보다 상세하게, 기관(510) 상부에 제1 전극(520)이 형성된다. 제1 전극(520)은 비교적 일함수가 높은 투명 도전 물질로 이루어질 수 있다. 일례로, 제1 전극(520)은 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide: ITO)로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 이러한 제1 전극(520)은 정공(hole)을 공급하는 양극(anode)일 수 있다.
- [0137] 제2 전극(580)은 비교적 일함수가 낮은 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 일례로, 제2 전극(580)은 알루미늄(aluminum)이나 마그네슘(magnesium), 은(silver) 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 제2 전극(580)은 인듐-징크-옥사이드(indium zinc oxide: IZO)로 이루어질 수도 있다. 이러한 제2 전극(580)은 전자(electron)를 공급하는 음극(cathode)일 수 있다.
- [0138] 빛이 제2 전극(580)을 통해 외부로 출력되는 상부 발광 방식의 경우, 제1 전극(520)은 투명 도전성 물질 하부에 반사율이 높은 금속 물질로 형성되는 반사전극 또는 반사층을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 반사전극 또는 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-paladium-copper: APC) 합금이나 은(Ag)으로 이루어질 수 있다. 이때, 제1 전극(520)은 ITO/APC/ITO나 ITO/Ag/ITO의 3중층 구조를 가질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 또한, 제2 전극(580)은 빛이 투과될 수 있도록 상대적으로 얇은 두께를 가질 수 있다.
- [0139] 제1 발광부(530)는 제1 및 제2 전극(520, 580) 사이에 위치하며, 제1 전극(520) 상부로부터 순차적으로 위치하는 제1 정공수송층(531)과 제1 발광물질층(532), 제2 발광물질층(533), 제3 발광물질층(534), 그리고 제1 전자수송층(535)을 포함한다.
- [0140] 제1 정공수송층(531)은 정공을 제1, 제2, 제3 발광물질층(532, 533, 534)으로 공급하며, 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 사용하여 형성될 수 있다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않으며, 제1 정공수송층(531)은 1개의 재료를 사용하여 1개의 층으로 형성될 수도 있다.
- [0141] 또한, 제1 전자수송층(535)은 전자를 제1, 제2, 제3 발광물질층(532, 533, 534)으로 공급하며, 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 사용하여 형성될 수 있다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않으며, 제1 전자수송층(535)은 1개의 재료를 사용하여 1개의 층으로 형성될 수도 있다.
- [0142] 제1, 제2, 제3 발광물질층(532, 533, 534)은 제1 정공수송층(531)을 통해 공급된 정공과 제1 전자수송층(535)을 통해 공급된 전자의 재결합에 의해 광을 생성한다.
- [0143] 제1, 제2, 제3 발광물질층(532, 533, 534) 중 적어도 하나는 적색광을 발광하고, 나머지는 황색-녹색광을 발광하거나 황색광 또는 녹색광을 발광할 수 있다.
- [0144] 일례로, 제1 발광물질층(532)이 적색광을 발광하고, 제2 발광물질층(533)과 제3 발광물질층(534)은 황색광을 발광하며, 이때, 제2 발광물질층(533)과 제3 발광물질층(534)은 서로 다른 구성비를 가질 수 있다.
- [0145] 이러한 제1, 제2, 제3 발광물질층(532, 533, 534)의 각각은 정공타입 호스트와 전자타입 호스트 및 도펀트를 포함한다.
- [0146] 이때, 제1 발광물질층(532)은 제1 정공타입 호스트와 제1 도펀트 및 제1 전자타입 호스트를 포함하고, 제2 발광물질층(533)은 제2 정공타입 호스트와 제2 도펀트 및 제1 전자타입 호스트를 포함하며, 제3 발광물질층(534)은 제2 정공타입 호스트와 제3 도펀트 및 제2 전자타입 호스트를 포함한다.

- [0147] 즉, 제1 발광물질층(532)과 제2 발광물질층(533)은 동일한 제1 전자타입 호스트를 포함하고, 제2 발광물질층(533)과 제3 발광물질층(534)은 동일한 제2 정공타입 호스트를 포함한다. 이러한 제1, 제2, 제3 발광물질층(532, 533, 534)은 증착 시 호스트 소스를 공유함으로써 구성될 수 있다.
- [0148] 여기서, 제1 도펀트는 적색 도펀트일 수 있고, 제2 및 제3 도펀트는 황색 도펀트 또는 녹색 도펀트일 수 있다.
- [0149] 제1 정공수송층(531)의 물질과 제1 및 제2 정공타입 호스트는 전자주개 모이어티를 포함하는 화합물일 수 있다. 예를 들어, 카바졸계 화합물(carbazole-based compound), 페나진계 화합물(phenazine-based compound), 페노티아진계 화합물(phenothiazine-based compound) 또는 페녹사진계 화합물(phenoxazine-based compound)일 수 있다.
- [0150] 제1 전자수송층(535)의 물질과 제1 및 제2 전자타입 호스트는 전자받개 모이어티를 포함하는 화합물일 수 있다. 예를 들어, 피리딘계 화합물(pyridine-based compound), 피리미딘계 화합물(pyrimidine-based compound), 트리아진 화합물(triazine-based compound), 페난스롤린계 화합물(phenanthroline-based compound) 또는 벤조니트릴계 화합물(benzonitrile-based compound)일 수 있다.
- [0151] 적색 도펀트는 580~650nm의 발광 파장을 갖는 이리듐 착체(iridium complex)일 수 있다. 예를 들어, 적색 도펀트는 화학식1의 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0152] 황색 도펀트는 540~580nm의 발광 파장을 갖는 이리듐 착체(iridium complex)일 수 있다. 예를 들어, 황색 도펀트는 화학식2의 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0153] 녹색 도펀트는 500~540nm의 발광 파장을 갖는 이리듐 착체(iridium complex)일 수 있다. 예를 들어, 녹색 도펀트는 화학식3의 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0154] 한편, 제3 발광물질층(534)은 제1 영역(534a)과 제2 영역(534b)을 포함하며, 제2 영역(534b)이 제1 영역(534a)과 제1 전자수송층(535) 사이에 위치한다.
- [0155] 이러한 제1 및 제2 영역(534a, 534b)은 서로 다른 두께를 가지며, 제3 도펀트의 비율이 다를 수 있다. 즉, 제2 영역(534b)의 두께가 제1 영역(534a)의 두께보다 작으며, 제2 영역(534b)에서 제3 도펀트의 비율은 제1 영역(534a)보다 낮을 수 있다. 일례로, 제1 영역(534a)의 두께는 제2 영역(534b) 두께의 3배일 수 있다.
- [0156] 이때, 제2 정공타입 호스트의 비율 및 제2 전자타입 호스트의 비율은 제1 영역(534a)과 제2 영역(534b)에서 동일하며, 제1 및 제2 영역(534a, 534b)에서 제2 정공타입 호스트의 비율은 제2 전자타입 호스트의 비율보다 낮을 수 있다.
- [0157] 이에 따라, 인접한 층간의 계면에서 헤테로 접합(heterojunction)을 최소화하여 에너지 장벽(energy barrier)을 줄임으로써, 발광 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0158] 여기서, 제2 발광물질층(533)은 제2 정공타입 호스트의 비율이 제1 전자타입 호스트의 비율보다 높을 수 있다.
- [0159] 한편, 제1 전극(520)과 제1 발광부(530) 사이에는 제2 발광부(540)가 위치하며, 제2 발광부(540)는 제1 전극(520) 상부로부터 순차적으로 위치하는 제2 정공수송층(542)과 제4 발광물질층(544) 및 제2 전자수송층(546)을 포함한다.
- [0160] 여기서, 제1 전극(520)과 제2 정공수송층(542) 사이에는 정공주입층이 더 구비될 수 있으며, 정공주입층은 제1 전극(520)으로부터의 정공을 제4 발광물질층(544)으로 원활하게 주입하는 역할을 한다.
- [0161] 제2 정공수송층(542)은 제1 전극(520) 또는 정공주입층으로부터의 정공을 제4 발광물질층(544)에 공급한다. 또한, 제2 전자수송층(546)은 제2 전극(580)으로부터의 전자를 제4 발광물질층(544)에 공급한다. 따라서, 제4 발광물질층(544)은 제2 정공수송층(542)을 통해 공급된 정공과 제2 전자수송층(546)을 통해 공급된 전자의 재결합에 의해 광을 생성한다. 이때, 제4 발광물질층(544)은 청색광을 발광할 수 있다.
- [0162] 또한, 제1 발광부(530)와 제2 전극(580) 사이에는 제3 발광부(550)가 위치하며, 제3 발광부(550)는 제1 발광부(530) 상부로부터 순차적으로 위치하는 제3 정공수송층(552)과 제5 발광물질층(554) 및 제3 전자수송층(556)을 포함한다.
- [0163] 여기서, 제2 전극(580)과 제3 전자수송층(556) 사이에는 전자주입층이 더 구비될 수 있으며, 전자주입층은 제2 전극(580)으로부터의 전자를 제5 발광물질층(554)으로 원활하게 주입하는 역할을 한다.

- [0164] 제3 정공수송층(552)은 제1 전극(520)으로부터의 정공을 제5 발광물질층(554)에 공급한다. 또한, 제3 전자수송층(556)은 제2 전극(580) 또는 전자주입층으로부터의 전자를 제5 발광물질층(554)에 공급한다. 따라서, 제5 발광물질층(554)은 제3 정공수송층(552)을 통해 공급된 정공과 제3 전자수송층(556)을 통해 공급된 전자의 재결합에 의해 광을 생성한다. 이때, 제5 발광물질층(554)은 청색광을 발광할 수 있다.
- [0165] 한편, 제1 발광부(530)와 제2 발광부(540) 사이에는 제1 전하생성층(560)이 형성되고, 제1 발광부(530)와 제3 발광부(550) 사이에는 제2 전하생성층(570)이 형성될 수 있다. 제1 전하생성층(560)은 제1 발광부(530)와 제2 발광부(540) 사이의 전하 균형(charge balance)을 조절하는 역할을 하고, 제2 전하생성층(570)은 제1 발광부(530)와 제3 발광부(550) 사이의 전하 균형을 조절하는 역할을 한다.
- [0166] 제1 및 제2 전하생성층(560, 570)의 각각은 N형 전하생성층과 P형 전하생성층을 포함한다. N형 전하생성층은 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 또는 세슘(Cs)과 같은 알칼리 금속, 또는 마그네슘(Mg), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 또는 라듐(Ra)과 같은 알칼리 토금속으로 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 또한, P형 전하생성층은 P형 도펀트가 포함된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.
- [0167] 이와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치는 각 부화소마다 서로 다른 색의 광을 방출하는 제1, 제2, 제3 발광부(530, 540, 550)를 구비하여 백색광을 방출함으로써, 각 부화소별 수명을 균일하게 할 수 있다.
- [0168] 또한, 하나의 발광부(530) 내에 서로 다른 색의 광을 방출하는 제1, 제2, 제3 발광물질층(532, 533, 534)을 배치함으로써, 색재현율 및 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0169] 게다가, 호스트 소스를 공유하여 제1, 제2, 제3 발광물질층(532, 533, 534)을 증착함으로써 재료 이용 효율을 높일 수 있다.
- [0170] 또한, 제3 발광물질층(534) 내에 도펀트 비율 및 두께가 다른 영역을 포함함으로써, 인접한 층과의 계면에서 헤테로 접합(heterojunction)을 최소화하여 발광 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0171] 도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 발광 스펙트럼을 도시한 도면이고, 도 12는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 적색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이며, 도 13은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 녹색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이고, 도 14는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 청색광에 대한 수명을 나타내는 그래프이다. 수명 측정 조건은 22.5 mA/cm^2 , 섭씨 40도이다.
- [0172] 여기서, 본 발명의 제2 실시예에 따른 실험예1(Ex1)과 실험예2(Ex2)는 제3 발광물질층(534)의 제2 영역(534b)에서 제3 도펀트의 비율이 다르다. 즉, 제3 발광물질층(534)의 제1 영역(534a)에서 실험예1(Ex1)과 실험예2(Ex2)는 동일한 구성비를 가지며, 제3 발광물질층(534)의 제2 영역(534b)에서 제3 도펀트의 비율은 실험예1(Ex1)이 실험예2(Ex2)보다 높다. 이때, 제3 도펀트는 황색 도펀트로, 화학식2의 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0173] 한편, 비교예(Ref)는 제3 발광물질층이 하나의 영역을 가지며, 본 발명의 제2 실시예에 따른 제3 발광물질층(53)과 동일한 두께를 가진다. 이때, 비교예(Ref)의 제3 발광물질층에서 제2 정공타입 호스트의 비율과 제2 전자타입 호스트의 비율 및 제3 도펀트의 비율은 본 발명의 제2 실시예에 따른 제3 발광물질층(534)의 제1 영역(534a)과 동일하다.
- [0174] 도 11에 도시한 바와 같이, 실험예1, 2(Ex1, Ex2)는 비교예(Ref)에 비해 황색광의 강도가 더 높은 것을 알 수 있다. 이에 따라 휘도가 증가한다.
- [0175] 한편, 도 12 내지 도 14에 도시한 바와 같이, 초기 휘도를 100%로 하여 발광층의 열화에 따라 휘도가 95%로 감소할 때까지의 시간은 실험예1, 2(Ex1, Ex2) 모두 비교예(Ref)에 비해 증가한다. 이에 따라, 실험예1, 2(Ex1, Ex2) 모두 비교예(Ref)에 비해 발광효율 및 수명이 향상됨을 알 수 있다.
- [0176] 비교예(Ref)와 비교하여, 적색광에 대한 수명은 실험예1(Ex1)이 31% 상승하고, 실험예2(Ex2)가 17% 상승하며, 녹색광에 대한 수명은 실험예1(Ex1)이 24% 상승하고, 실험예2(Ex2)가 14% 상승하며, 청색광에 대한 수명은 실험예1(Ex1)이 13% 상승하고, 실험예2(Ex2)가 18% 상승한다.
- [0177] 적색광 및 녹색광에 대한 수명은 실험예1(Ex1)이 실험예2(Ex2)보다 증가하고, 청색광에 대한 수명은 실험예2(Ex2)가 실험예1(Ex1)보다 증가한다.

- [0178] 여기서, 실험예1, 2(Ex1, Ex2)는 비교예(Ref)에 비해 황색광을 발광하는 제3 발광물질층(534)의 조건만을 변경하였으나, 차지 다이내믹스(charge dynamics)의 변화로 인해 헤테로 접합이 감소하므로, 인접한 발광물질층(532, 533)에도 영향을 미친다. 이때, 적색광에 대한 수명이 가장 크게 상승하는 것을 알 수 있다.
- [0180] 도 15는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 제1 발광부 형성을 위한 장비를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 16은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 제1 발광부의 두께 방향에 대한 구성비를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0181] 도 15에 도시한 바와 같이, 제1 정공수송물질 소스(612)와 제2 정공수송물질 소스(614), 제1 정공타입 호스트 소스(621), 제1 도펀트 소스(622), 제1 전자타입 호스트 소스(623), 제2 도펀트 소스(624), 제2 정공타입 호스트 소스(625), 제3 도펀트 소스(626), 제2 전자타입 호스트 소스(627), 제1 전자수송물질 소스(632), 그리고 제2 전자수송물질 소스(634)가 순차적으로 배치된다.
- [0182] 여기서, 제2 정공수송물질 소스(614)와 제1 정공타입 호스트 소스(621) 사이에는 제1 게이트(652)가 배치되어, 제1 정공수송층(HTL1)과 발광물질층(EML1, EML2, EML3)을 구분하고, 제2 전자타입 호스트 소스(627)와 제1 전자수송 물질 소스(632) 사이에는 제2 게이트(654)가 배치되어, 제1 전자수송층(ETL1)과 발광물질층(EML1, EML2, EML3)을 구분한다.
- [0183] 또한, 제1 정공수송물질 소스(612)와 제2 정공수송물질 소스(614) 상부에는 제1 마스크(662)가 배치되고, 제1 및 제2 게이트(652, 654) 사이에는 제2 마스크(664)가 배치되며, 제1 전자수송물질 소스(632)와 제2 전자수송물질 소스(634) 상부에는 제3 마스크(666)가 배치된다.
- [0184] 이어, 기판을 제1 마스크(662) 상부로부터 제3 마스크(666) 상부로 이동시킴으로써, 제1 정공수송층(HTL1)과 제1, 제2, 제3 발광물질층(EML1, EML2, EML3), 그리고 제1 전자수송층(ETL1)을 순차적으로 형성한다.
- [0185] 이때, 제1, 제2, 제3 발광물질층(EML1, EML2, EML3)은 동일 구역에 배치된 소스(621, 622, 623, 624, 625, 626, 627)와 하나의 마스크(664)를 통해 형성되며, 호스트 소스를 공유함으로써, 인접한 발광물질층(EML1, EML2, EML3)은 동일한 호스트를 포함할 수 있다.
- [0186] 즉, 도 16에 도시한 바와 같이, 제1 및 제2 발광물질층(EML1, EML2)은 제1 전자타입 호스트 소스(623)를 공유하여 형성됨으로써 동일한 제1 전자타입 호스트(E1)를 포함하고, 제2 및 제3 발광물질층(EML2, EML3)은 제2 정공타입 호스트 소스(625)를 공유하여 형성됨으로써 동일한 제2 정공타입 호스트(H2)를 포함한다.
- [0187] 이에 따라, 재료 이용 효율을 높이고, 장비 구성을 간소화하여 비용을 절감하며 공간의 제약을 줄일 수 있다.
- [0188] 한편, 제1 발광물질층(EML1) 내에서 제1 정공수송층(HTL1)에 인접한 영역에서는 제1 정공타입 호스트(H1)의 비율이 제1 전자타입 호스트(E1)의 비율보다 높고, 제2 발광물질층(EML2)에 인접한 영역에서는 제1 전자타입 호스트(E1)의 비율이 제1 정공타입 호스트(H1)의 비율보다 높을 수 있다.
- [0189] 또한, 제2 발광물질층(EML2) 내에서 제1 발광물질층(EML1)에 인접한 영역에서는 제1 전자타입 호스트(E1)의 비율이 제2 정공타입 호스트(H2)의 비율보다 높고, 제3 발광물질층(EML3)에 인접한 영역에서는 제2 정공타입 호스트(H2)의 비율이 제1 전자타입 호스트(E1)의 비율보다 높을 수 있다.
- [0190] 또한, 제3 발광물질층(EML3) 내에서 제2 발광물질층(EML2)에 인접한 영역에서는 제2 정공타입 호스트(H2)의 비율이 제2 전자타입 호스트(E2)의 비율보다 높고, 제1 전자수송층(ETL)에 인접한 영역에서는 제2 전자타입 호스트(E2)의 비율이 제2 정공타입 호스트(H1)의 비율보다 높을 수 있다.
- [0191] 여기서, 제1 및 제2 정공타입 호스트(H1, H2)는 동일 물질일 수도 있고, 서로 다른 물질일 수도 있다. 게다가, 제1 및 제2 전자타입 호스트(E1, E2)는 동일 물질일 수도 있고, 서로 다른 물질일 수도 있다.
- [0192] 이러한 장비의 구성은 달라질 수 있다.
- [0193] 도 17a와 도 17b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전계발광 표시장치의 제1 발광부 형성을 위한 장비의 다른 예를 개략적으로 도시한 도면이다. 여기서, 도 15의 장비와 동일한 구성에 대해 동일 부호를 부여하고 이에 대한 설명은 간략히 하거나 생략한다.
- [0194] 도 17a에 도시한 바와 같이, 도 15의 제1 및 제2 게이트(652, 654)를 생략하고, 제1 정공수송물질 소스(612)로부터 제2 전자수송물질 소스(634)까지에 대해 하나의 마스크(762)를 배치하여, 기판을 제1 정공수송물질 소스

(612) 상부로부터 제2 전자수송물질 소스(634) 상부로 이동시킴으로써, 제1 정공수송층(HTL1)과 제1, 제2, 제3 발광물질층(EML1, EML2, EML3), 그리고 제1 전자수송층(ETL1)을 순차적으로 형성할 수도 있다.

[0195] 이와 달리, 도 17b에 도시한 바와 같이, 도 15의 제1 및 제2 게이트(652, 654)를 생략하고, 하나의 정공수송물질 소스(812)와 하나의 전자수송물질 소스(834)를 이용할 수 있으며, 정공수송물질 소스(812)로부터 전자수송물질 소스(834)까지에 대해 하나의 마스크(862)를 배치하여, 기판을 정공수송물질 소스(812) 상부로부터 전자수송물질 소스(834) 상부로 이동시킴으로써, 제1 정공수송층(HTL1)과 제1, 제2, 제3 발광물질층(EML1, EML2, EML3), 그리고 제1 전자수송층(ETL1)을 순차적으로 형성할 수도 있다.

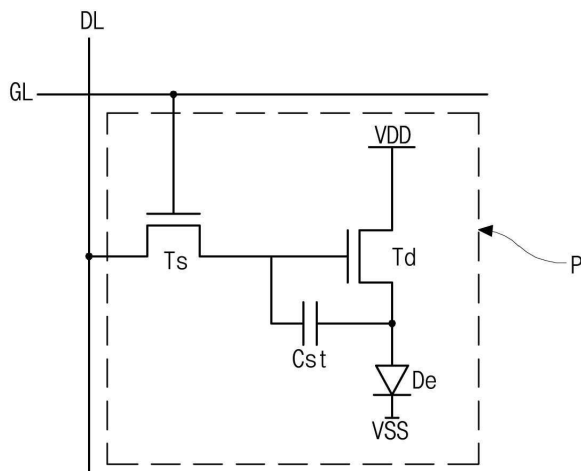
[0197] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

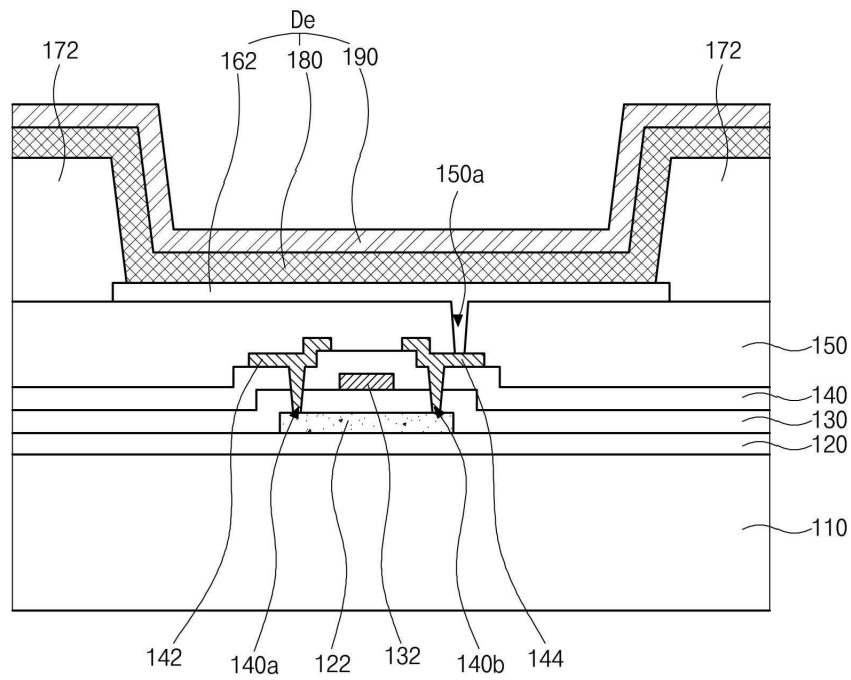
[0199] 110: 기판 162: 제1 전극
180: 발광층 181: 정공주입층
182: 정공수송층 183: 제1 발광물질층
184: 제2 발광물질층 185: 전자수송층
186: 전자주입층 190: 제2 전극
De: 발광 다이오드

도면

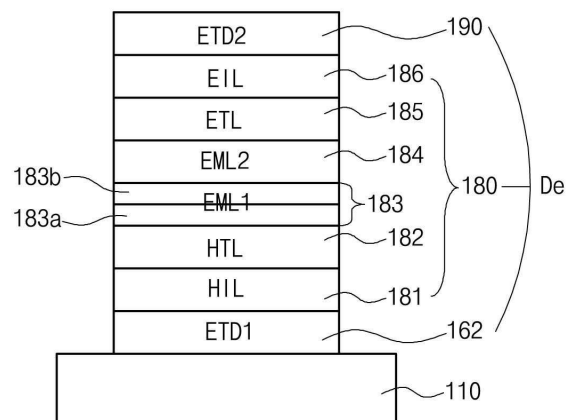
도면1



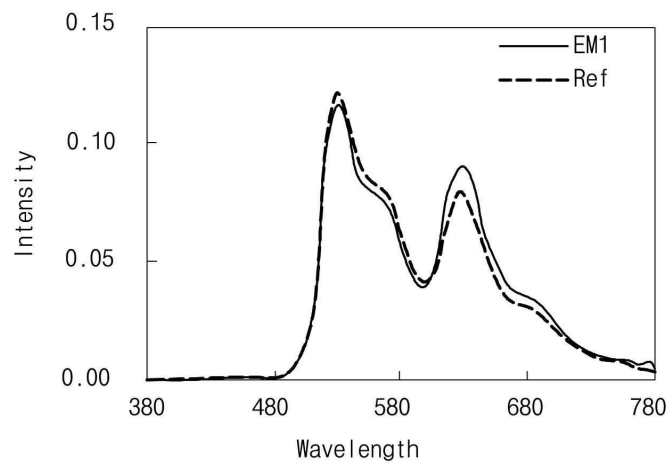
도면2



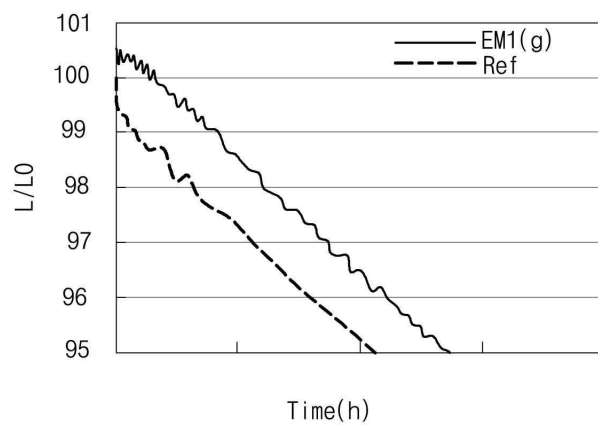
도면3



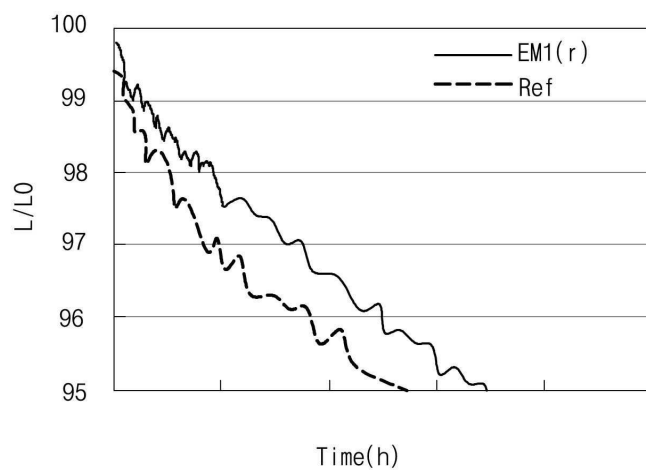
도면4



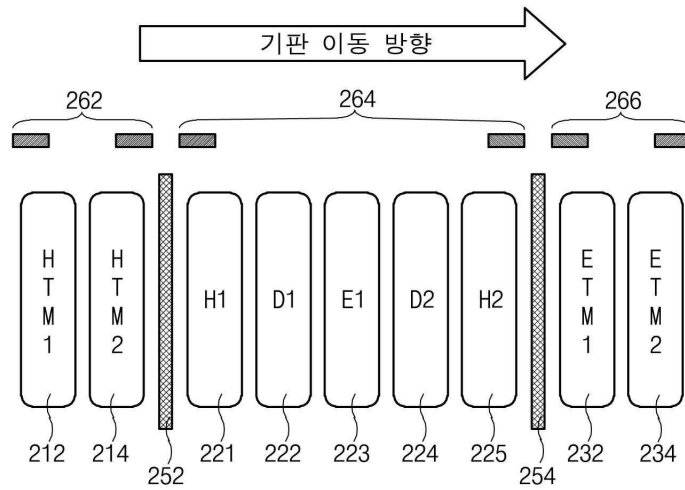
도면5



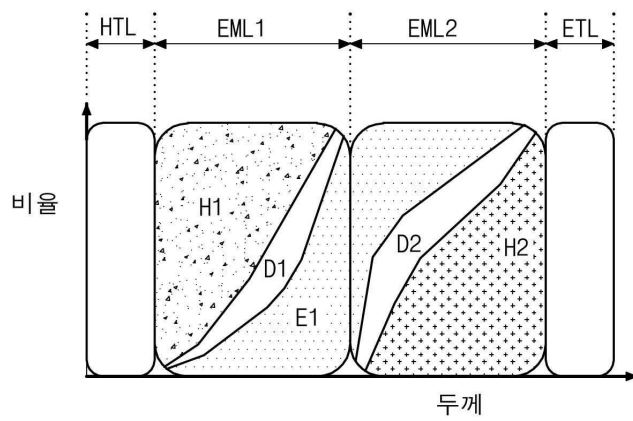
도면6



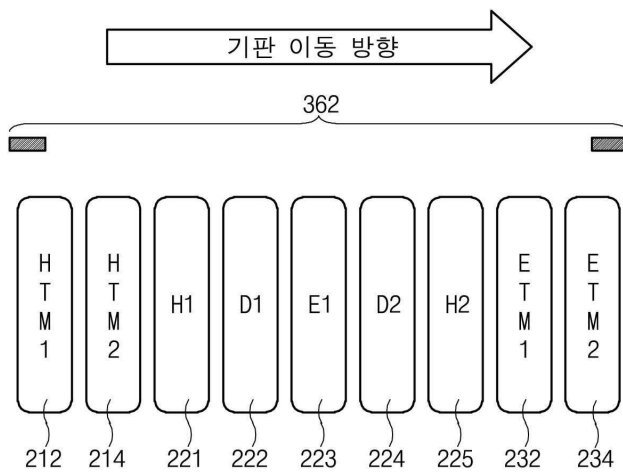
도면7



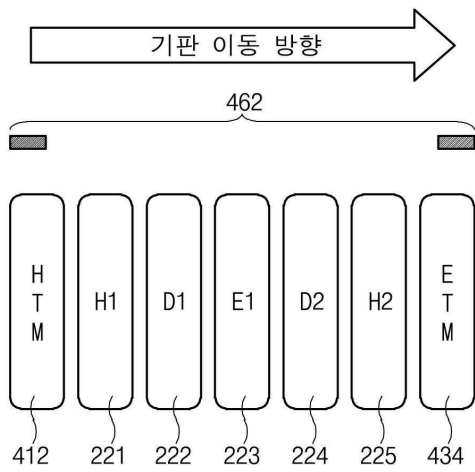
도면8



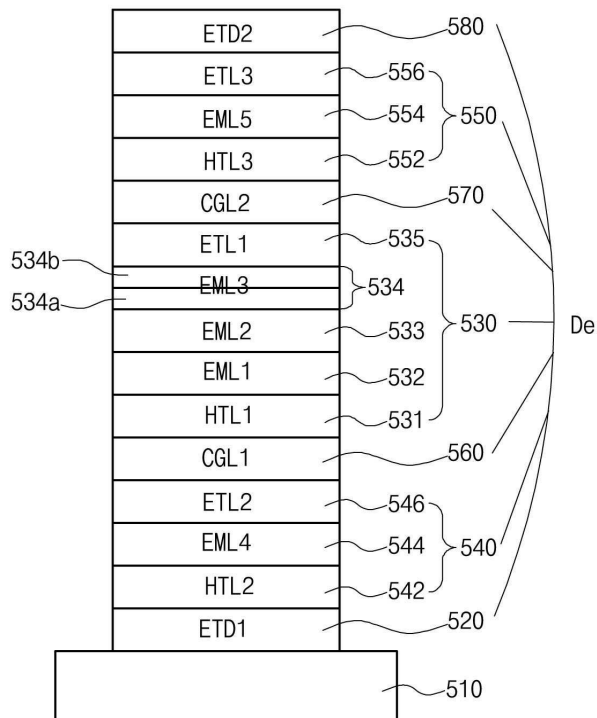
도면9a



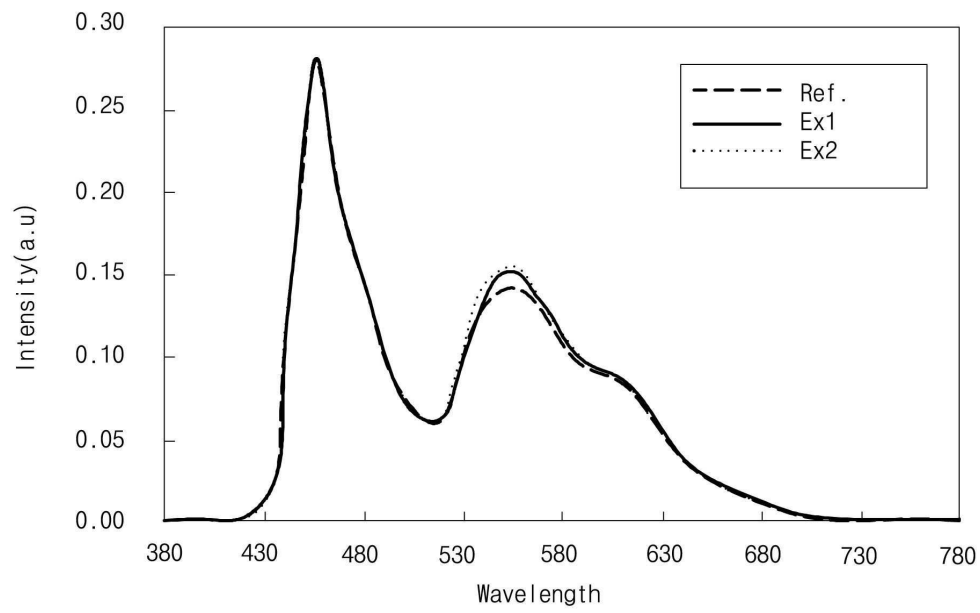
도면9b



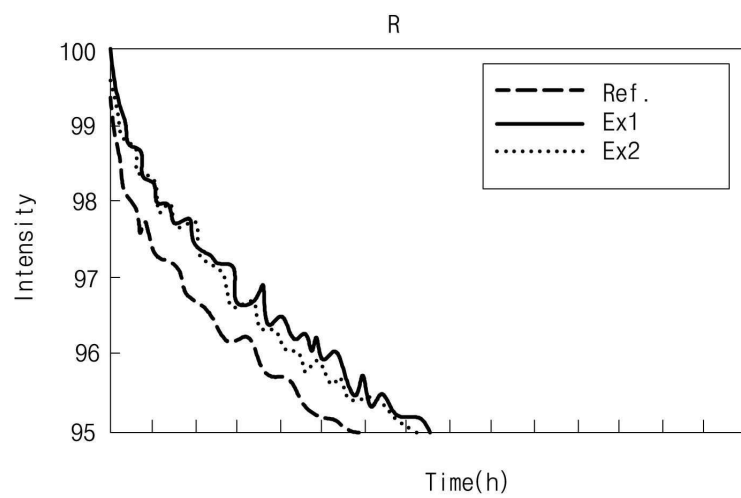
도면10



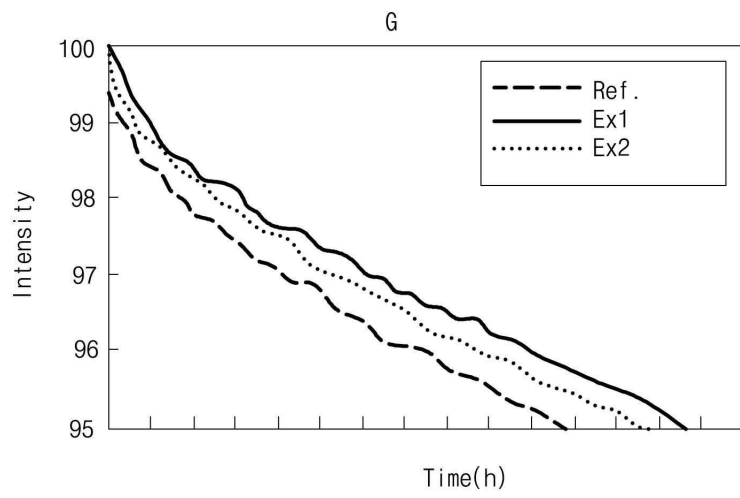
도면11



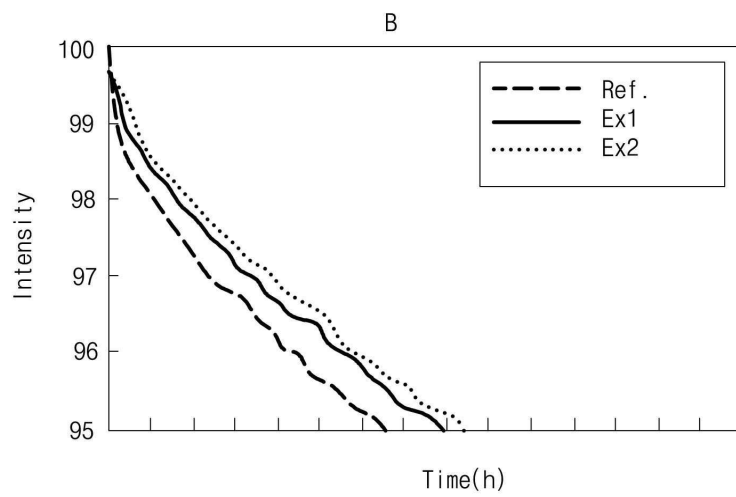
도면12



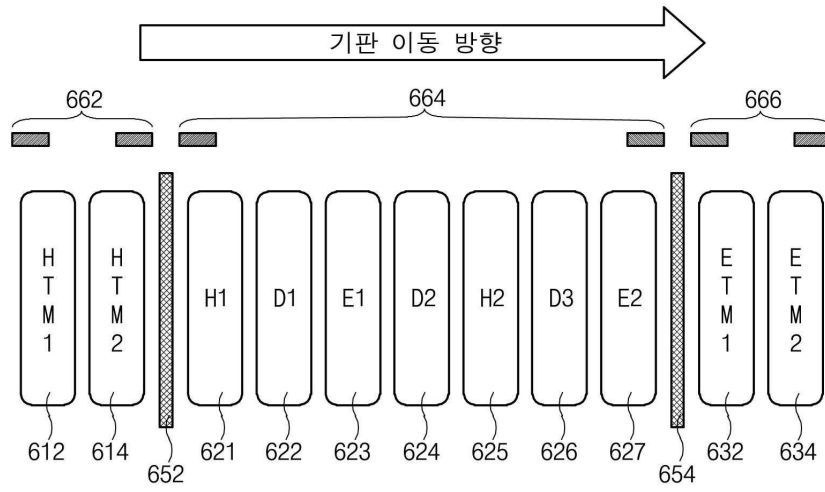
도면13



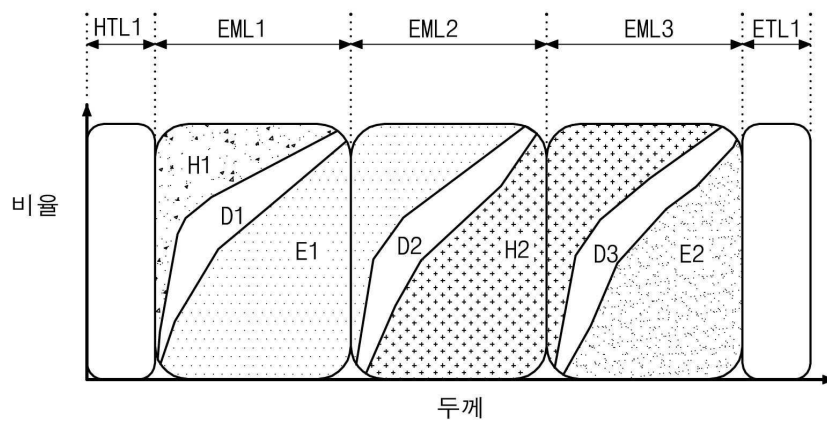
도면14



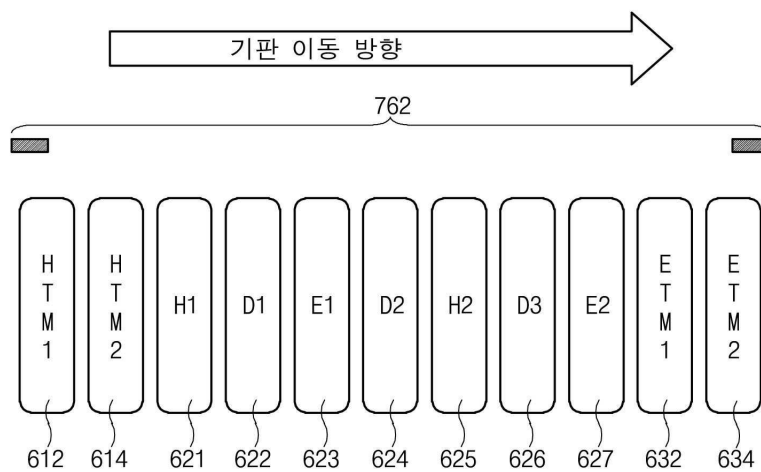
도면15



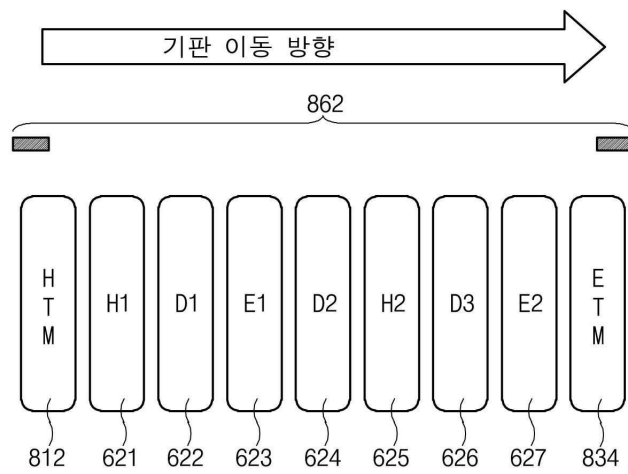
도면16



도면17a



도면17b



专利名称(译)	电致发光显示装置		
公开(公告)号	KR1020200082277A	公开(公告)日	2020-07-08
申请号	KR1020180172710	申请日	2018-12-28
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	박한솔		
发明人	박한솔		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/504 H01L27/32 H01L51/502 H01L51/5024 H01L51/5048		

摘要(译)

本发明的电致发光显示装置包括:基板;和基板。基板上的第一电极;第一电极上的第一空穴传输层;第一发光材料层,在第一空穴传输层上具有第一空穴型主体,第一掺杂剂和第一电子型主体。在第一发光材料层上包括第二空穴型主体,第二掺杂剂和第一电子型主体的第二发光材料层。在第二发光材料层上方的第一电子传输层;在第一电子传输层上的第二电极。因此,可以提高材料利用效率并改善发光效率和寿命。

