



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년12월11일
(11) 등록번호 10-1926524
(24) 등록일자 2018년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0095259

(22) 출원일자 2012년08월29일

심사청구일자 2017년07월21일

(65) 공개번호 10-2014-0030462

(43) 공개일자 2014년03월12일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020120047003 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

한미영

경기도 파주시 가온로 67 501동 2201호 (목동동, 해솔마을5단지삼부르네상스아파트)

김화경

경기 김포시 사우중로73번길 11, 208동 1006호 (북면동, 풍년마을청구한라아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박영복

전체 청구항 수 : 총 10 항

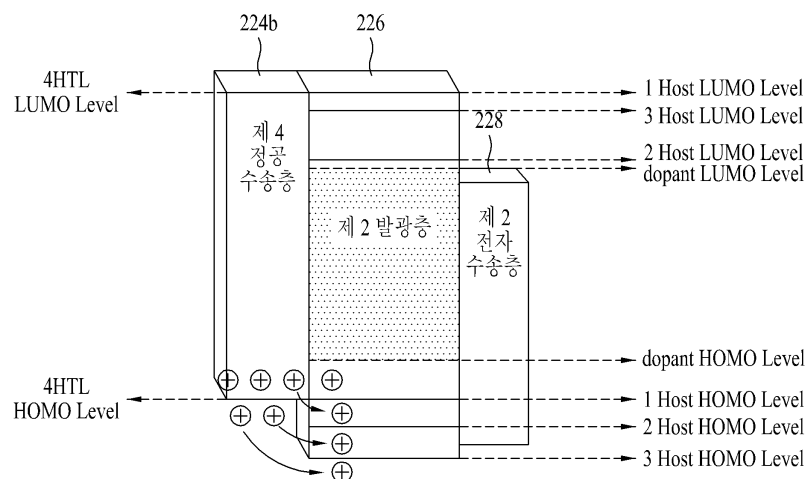
심사관 : 정명주

(54) 발명의 명칭 유기 발광 표시 장치

(57) 요약

본 발명은 재료비 감소 및 구동 전압을 감소시킬 수 있으며, 고효율의 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 기판 상에 서로 대향된 제1 및 제2 전극과, 상기 제1 전극 상에 정공 주입층, 제1 정공 수송층, 제2 정공 수송층, 제1 발광층, 제1 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제1 스택과, 상기 제1 스택과 제2 전극 사이에 제3 정공 수송층, 제4 정공 수송층, 제2 발광층, 제2 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제2 스택과, 상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 각 스택들 간의 전하 균형 조절을 하는 전하 생성층을 포함하며, 상기 제2 발광층은 적어도 세 개의 호스트와 하나의 인광 도펀트로 형성되며, 적어도 세 개의 호스트 중 하나의 호스트는 상기 제4 정공 수송층의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 레벨 및 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 레벨이 동일한 재료로 형성된 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김신한

경기 고양시 일산서구 하이파크3로 61, 414동 100
2호 (덕이동, 하이파크시티일산파밀리에4단지)

오혜민

서울 강서구 허준로 139, 306동 1506호 (가양동,
강변아파트)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050120400 A*

KR1020080028212 A*

KR1020140030462 A

KR1020130039671 A

KR1020110057377 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 서로 대향된 제1 및 제2 전극과;

상기 제1 전극 상에 정공 주입층, 제1 정공 수송층, 제2 정공 수송층, 제1 발광층, 제1 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제1 스택과;

상기 제1 스택과 제2 전극 사이에 제3 정공 수송층, 제4 정공 수송층, 제2 발광층, 제2 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제2 스택과;

상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 각 스택들 간의 전하 균형 조절을 하는 전하 생성층을 포함하며,

상기 제2 발광층은 적어도 제 1 내지 제 3 호스트와 하나의 인광 도펀트로 형성되며,

상기 제1 호스트와 상기 제 4 정공 수송층은 동일한 제1 HOMO 레벨 및 제1 LUMO 레벨을 갖고,

상기 제2 호스트는 전자 수송성을 갖고, 상기 제1 HOMO 레벨보다 낮은 제2 HOMO 레벨 및 상기 제 1 LUMO 레벨보다 낮은 제2 LUMO 레벨을 가지며,

상기 제3 호스트는 정공 수송성을 갖고, 상기 제2 HOMO 레벨보다 낮은 제3 HOMO 레벨 및 상기 제 1 LUMO 레벨보다 낮고 상기 제 2 LUMO 레벨보다 높은 제3 LUMO 레벨을 가지며,

상기 인광 도펀트는 상기 제 1 내지 제 3 HOMO레벨보다 낮은 제 4 HOMO 레벨과 상기 제 1 내지 제 3 LUMO 레벨보다 높은 제 4 LUMO 레벨을 갖는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 발광층에는

상기 제1 HOMO 레벨에 의해 제1 정공 이동 경로가 형성되며,

상기 제2 HOMO 레벨에 의해 제2 정공 이동 경로가 형성되며,

상기 제3 HOMO 레벨에 의해 제3 정공 이동 경로가 형성된 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 호스트는 상기 LUMO 레벨이 2.0eV~2.4eV이며, Triplet 레벨은 2.6eV~3.2eV을 갖는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 발광층의 인광 도펀트를 상기 제2 발광층의 부피 비를 기준으로 1%~7%로 도핑되는 것을 특징으로 하는

유기 발광 표시 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제4 정공 수송층과 제2 발광층 사이에 정공 블럭킹층을 더 구비하거나,

상기 제2 전자 수송층과 제2 발광층 사이에 전자 블럭킹층을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

기관 상에 서로 대향된 제1 및 제2 전극과;

상기 제1 전극과 제2 전극 사이에 정공 주입층, 제1 정공 수송층, 제2 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층이 순차적으로 적층된 유기층을 포함하며,

상기 발광층은 적어도 제 1 내지 제 3 호스트와 하나의 인광 도펀트로 형성되며,

상기 제1 호스트와 상기 제 2 정공 수송층은 동일한 제1 HOMO 레벨 및 제1 LUMO 레벨을 갖고,

상기 제2 호스트는 전자 수송성을 갖고, 상기 제1 HOMO 레벨보다 낮은 제2 HOMO 레벨 및 상기 제 1 LUMO 레벨보다 낮은 제2 LUMO 레벨을 가지며,

상기 제3 호스트는 정공 수송성을 갖고, 상기 제2 HOMO 레벨보다 낮은 제3 HOMO 레벨 및 상기 제 1 LUMO 레벨보다 낮고 상기 제 2 LUMO 레벨보다 높은 제3 LUMO 레벨을 가지며,

상기 인광 도펀트는 상기 제 1 내지 제 3 HOMO레벨보다 낮은 제 4 HOMO 레벨과 상기 제 1 내지 제 3 LUMO 레벨보다 높은 제 4 LUMO 레벨을 갖는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 발광층에는

상기 제1 HOMO 레벨에 의해 제1 정공 이동 경로가 형성되며,

상기 제2 HOMO 레벨에 의해 제2 정공 이동 경로가 형성되며,

상기 제3 HOMO 레벨에 의해 제3 정공 이동 경로가 형성된 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 제1 호스트는 상기 LUMO 레벨이 2.0eV~2.4eV이며, Triplet 레벨은 2.6eV~3.2eV를 갖는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 발광층의 인광 도펀트를 상기 발광층의 부피 비를 기준으로 1%~7%로 도핑되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 15

삭제

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 제2 정공 수송층과 발광층 사이에 정공 블럭킹층을 더 구비하거나,

상기 전자 수송층과 발광층 사이에 전자 블럭킹층을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로 특히, 재료비 감소 및 구동 전압을 감소시킬 수 있으며, 고효율의 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다양한 정보를 화면으로 구현해 주는 영상 표시 장치는 정보 통신 시대의 핵심 기술로 더 얇고 더 가볍고 휴대가 가능하면서도 고성능의 방향으로 발전하고 있다. 이에 음극선관(CRT)의 단점인 무게와 부피를 줄일 수 있는 평판 표시 장치로 유기 발광층의 발광량을 제어하여 영상을 표시하는 유기 발광 소자가 각광받고 있다.

[0003] 유기 발광 소자(Organic Light Emitting Device: OLED)는 전극 사이의 얇은 발광층을 이용한 자발광 소자로 종이와 같이 박막화가 가능하다는 장점을 갖고 있다. 구체적으로, 유기 발광 소자는 양극(anode), 정공 주입층(Hole Injection Layer; HIL), 정공 수송층(Hole Transport Layer; HTL), 발광층, 전자 수송층(Electron Transport Layer; ETL), 전자 주입층(Electron Injection Layer; EIL), 음극(cathode)을 포함한다.

[0004] 이때, 발광층에 인광 도펀트를 도핑할 경우에는 효율을 높이기 위해 도펀트를 발광층의 두께를 기준으로 10~20%로 도핑되어야 한다.

[0005] 도 1b를 결부하여 설명하자면, 제1 곡선(20)은 발광층에 인광 도펀트를 발광층의 두께를 기준으로 8% 도핑한 경우이며, 제2 곡선(22)은 발광층에 인광 도펀트를 발광층의 두께를 기준으로 10% 도핑한 경우이며, 제3 곡선(24)은 발광층에 인광 도펀트를 발광층의 두께를 기준으로 15% 도핑한 경우이며, 제4 곡선(26)은 발광층에 인광 도펀트를 발광층의 두께를 기준으로 20% 도핑한 경우이다. 제1 내지 제4 곡선(20,22,24,26)과 같이 도핑 농도가 높을수록 효율이 높아짐을 알 수 있다.

[0006] 이는, 도 1a에 도시된 바와 같이 10%이상의 도핑 농도를 가져야 정공 수송층(12)과 발광층(10) 간의 High Barrier가 형성되며, 높은 에너지 장벽으로 인해 정공의 일부가 도펀트의 HOMO 레벨로 바로 주입되기 때문에 높은 도핑 농도에서 효율이 상승한다. 따라서, 도펀트를 발광층에 10%이상의 높게 도핑되어야 고효율을 가지므로 그에 따른 재료비 상승 및 구동 전압 상승이 발생된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 재료비 감소 및 구동 전압을 감소시킬 수 있으며, 고효율의 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 이를 위하여, 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 기관 상에 서로 대향된 제1 및 제2 전극과, 상기 제1 전극 상에 정공 주입층, 제1 정공 수송층, 제2 정공 수송층, 제1 발광층, 제1 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제1 스택과, 상기 제1 스택과 제2 전극 사이에 제3 정공 수송층, 제4 정공 수송층, 제2 발광층, 제2 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제2 스택과, 상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 각 스택들 간의 전하 균형 조절을 하는 전하 생성층을 포함하며, 상기 제2 발광층은 적어도 세 개의 호스트와 하나의 도펀트로 형성되며, 적어도 세 개의 호스트 중 하나의 호스트와 상기 제4 정공 수송층은 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 레벨 및 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 레벨이 동일한 재질로 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0009] 여기서, 상기 적어도 세 개의 호스트는 서로 다른 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨을 가지는 제1 내지 제3 호스트로 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0010] 그리고, 상기 제1 호스트는 제1 HOMO 레벨 및 제1 LUMO 레벨을 가지며, 상기 제2 호스트는 제2 HOMO 레벨 및 제2 LUMO 레벨을 가지며, 상기 제3 호스트는 제3 HOMO 레벨 및 제3 LUMO 레벨을 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 상기 제2 발광층에는 상기 제1 HOMO 레벨에 의해 제1 정공 이동 경로가 형성되며, 상기 제2 HOMO 레벨에 의해 제2 정공 이동 경로가 형성되며, 상기 제3 HOMO 레벨에 의해 제3 정공 이동 경로가 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0012] 그리고, 상기 제1 호스트는 상기 LUMO 레벨이 2.0eV~2.4eV이며, Triplet 레벨은 2.6eV~3.2eV을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 제2 발광층의 도펀트를 상기 제2 발광층의 두께 또는 부피비를 기준으로 1%~7%로 도핑되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 그리고, 상기 제2 호스트는 전자 이동도 특성이 우수한 재질로 형성되며, 상기 제3 호스트는 정공 이동도 특성이 우수한 재질로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 제4 정공 수송층과 제2 발광층 사이에 정공 블럭킹층을 더 구비하거나, 상기 제2 전자 수송층과 제2 발광층 사이에 전자 블럭킹층을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 기관 상에 서로 대향된 제1 및 제2 전극과, 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에 정공 주입층, 제1 정공 수송층, 제2 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층이 순차적으로 적층된 유기층을 포함하며, 상기 발광층은 적어도 세 개의 호스트와 하나의 도펀트로 형성되며, 적어도 세 개의 호스트 중 하나의 호스트와 상기 제2 정공 수송층은 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 레벨 및 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 레벨이 동일한 재질로 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0017] 여기서, 상기 적어도 세 개의 호스트는 서로 다른 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨을 가지는 제1 내지 제3 호스트로 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0018] 그리고, 상기 제1 호스트는 제1 HOMO 레벨 및 제1 LUMO 레벨을 가지며, 상기 제2 호스트는 제2 HOMO 레벨 및 제2 LUMO 레벨을 가지며, 상기 제3 호스트는 제3 HOMO 레벨 및 제3 LUMO 레벨을 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 발광층에는 상기 제1 HOMO 레벨에 의해 제1 정공 이동 경로가 형성되며, 상기 제2 HOMO 레벨에 의해 제2 정공 이동 경로가 형성되며, 상기 제3 HOMO 레벨에 의해 제3 정공 이동 경로가 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0020] 그리고, 상기 제1 호스트는 상기 LUMO 레벨이 2.0eV~2.4eV이며, Triplet 레벨은 2.6eV~3.2eV을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 발광층의 도펀트를 상기 발광층의 두께 또는 부피비를 기준으로 1%~7%로 도핑되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 그리고, 상기 제2 호스트는 전자 이동도 특성이 우수한 재질로 형성되며, 상기 제3 호스트는 정공 이동도 특성이 우수한 재질로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 제2 정공 수송층과 발광층 사이에 정공 블럭킹층을 더 구비하거나, 상기 전자 수송층과 발광층 사이에 전자 블럭킹층을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 적어도 세 개의 호스트와 하나의 도펀트를 가지는 구조를 가지는 발광층을 구비함으로써 정공 수송층으로부터 발광층의 호스트로의 정공 주입이 원활하며, 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 발광층에 도펀트를 1%~7%로 도핑한다. 이와 같이, 발광층의 도핑 농도를 1%~7%의 낮은 도핑 농도로도 가지더라도 적어도 세 개의 호스트로 인해 다양한 정공 이동 경로를 제공하게 되어 높은 효율을 가질 수 있으며, 도핑 농도를 낮게 해도 높은 효율을 가짐으로써 그에 따른 재료비를 감소시킬 수 있다.
- [0026] 그리고, 낮은 도핑 농도로도 고효율을 가짐으로써 낮은 구동 전압으로도 구동이 가능하며, 그에 따른 수명이 연장될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1a는 인광 도펀트의 도핑 농도에 따른 효율을 나타낸 그래프이며, 도 1b는 종래 유기 발광 소자의 밴드 다이어그램이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 나타낸 사시도이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 유기 발광 소자의 밴드 다이어그램이다.
- 도 4a는 인광 도펀트 농도에 따른 발광 스펙트럼의 비교 그래프이다.
- 도 4b는 도 4a에 도시된 인광 도펀트 농도에 따른 효율을 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 나타낸 사시도이다.
- 도 6는 도 5에 도시된 유기 발광 소자의 밴드 다이어그램이다.
- 도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 이용한 표시 장치의 R,G,B 화소에 대한 등가 회로도이다.
- 도 8은 도 7에 도시된 유기 발광 소자를 이용한 표시 장치에 대한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시 예를 상세하게 설명한다. 본 발명의 구성 및 그에 따른 작용 효과는 이하의 상세한 설명을 통해 명확하게 이해될 것이다. 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 동일한 구성 요소에 대해서는 다른 도면 상에 표시되더라도 가능한 동일한 부호로 표시하며, 공지된 구성에 대해서는 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 구체적인 설명은 생략하기로 함에 유의한다.
- [0029] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 도 2 내지 도 7를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0030] 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 나타낸 사시도이고, 도 3은 도 2에 도시된 유기 발광 소자의 밴드 다이어그램이다.
- [0031] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 발광 소자는 기판 상에 서로 대향된 제1 전극(240)과 제2 전극(230), 제1 전극(240)과 제2 전극(230) 사이에 적층된 제1 스택(210), 전하생성층(Charge Generation Layer; 222) 및 제2 스택(220)을 포함하는 멀티-스택 구조를 가진다. 이러한, 멀티-스택(Multi-Stack) 구조의 유기 발광 소자는 각 스택에 서로 다른 색의 발광층을 포함하며, 각 스택의 발광층으로부터 출사되는 광이 혼합되어 백색 광을 구현한다. 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 발광 소자는 제1 발광층(218)으로부터 출사되는 청색(Blue) 광과 제2 발광층(226)으로부터 출사되는 옐로우-그린(Yellow-Green) 광이 혼합되어 백색 광이 구현된다. 또한, 도 2에는 제1 및 제2 발광층(218, 226)으로부터 출사되는 빛이 하부로 출사되는 바텀 발광 방식을 도시하고 있지만, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 발광 소자는 탑 발광 방식 또는 양면 발광 방식으로 빛을 출사할 수 있다. 따라서, 이에 한정하지 않는다.
- [0032] 제1 전극(240)은 양극으로 TCO(Transparent Conductive Oxide; 이하, TCO)와 같은 투명 도전 물질로 ITO(Indium Tin Oxide; 이하, ITO), IZO(Indium Zinc Oxide; 이하, IZO) 등으로 형성된다.

- [0033] 제2 전극(230)은 음극으로 알루미늄과 같이 반사성 금속 재질로 금(Au), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 구리(Cu), LiF 등으로 형성되거나, 알루미늄과 LiF 합금으로 형성된다.
- [0034] 제1 스택은 제1 전극(240)과 전하 생성층(222) 사이에 정공 주입층(Hole Injection Layer;HIL)(214), 제1 정공 수송층(Hole Transport Layer;HTL)(216a), 제2 정공 수송층(216b), 제1 발광층(Emitting Layer; ETL)(218), 제1 전자 수송층(Electron Transport Layer; ETL)(212)가 차례로 적층된다. 이때, 제1 발광층(218)은 하나의 호스트에 청색 형광 성분의 도펀트가 포함된 발광층으로 청색을 출사한다.
- [0035] 전하 생성층(Charge Generation Layer; CGL)(122)은 스택들 사이에 형성되어 각 스택들 간의 전하 균형 조절을 한다. 이러한, 전하 생성층(122)은 제1 스택(210)과 인접하게 위치하여 제1 스택(210)으로 전자를 주입해주는 역할을 하는 N 타입 유기층(222a)과 제2 스택(220)과 인접하게 위치하여 제2 스택(220)으로 정공을 주입해주는 역할을 하는 P 타입 유기층(222b)으로 이뤄진다.
- [0036] 제2 스택(220)은 제2 전극(230)과 전하 생성층(222) 사이에 제3 정공 수송층(224a), 제4 정공 수송층(224b), 제2 발광층(226), 제2 전자 수송층(228)이 차례로 적층된 구조이다.
- [0037] 제2 발광층(226)은 적어도 세 개의 호스트와 하나의 인광 Yellow-Green 도펀트(phosphorescence Yellow-green)를 가진다. 도펀트는 적어도 세 개의 호스트들의 밴드갭(HOMO 레벨과 LUMO 레벨의 차) 각각보다 작은 밴드갭을 갖는다. 적어도 세 개의 호스트는 서로 다른 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 레벨 및 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 레벨을 가지는 제1 내지 제3 호스트(1Host,2Host,3Host)로 이루어진다. 즉, 도펀트는 제 1 내지 제 3 호스트(1Host, 2Host, 3Host)의 LUMO 레벨보다 낮은 LUMO 레벨(dopant LUMO)을 갖고, 제 1 내지 제 3 호스트(1Host, 2Host, 3Host)의 HOMO 레벨보다 높은 HOMO 레벨을 갖는다. 이와 같이, 적어도 세 개의 호스트와 하나의 도펀트 구조를 가짐으로써 제4 정공 수송층(224b)으로부터의 정공(Hole)은 제2 발광층(226)의 호스트로의 주입이 원활하게 된다.
- [0038] 구체적으로, 도 3의 예는 제1 호스트(1Host)는 제1 HOMO 레벨(1 Host HOMO Level) 및 제1 LUMO 레벨(1 Host LUMO Level)을 가지며, 제 1 HOMO 레벨과 제 1 LUMO 레벨은 각각 상기 제 4 정공 수송층(224b)의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨과 동일하다. 그리고, 제2 호스트(2 Host)는 제2 HOMO 레벨(2 Host HOMO Level) 및 제2 LUMO 레벨(2 Host LUMO Level)을 가지며, 제3 호스트(3 Host)는 제3 HOMO 레벨(3 Host HOMO Level) 및 제3 LUMO 레벨(3 Host LUMO Level)을 가진다. 제1 호스트는 제2 및 제3 호스트의 HOMO 레벨보다 높게 제 1 HOMO 레벨을 갖고, 제2 및 제3 호스트의 LUMO 레벨보다 높게 제 1 LUMO 레벨을 갖는다. 제2 호스트는 제1 및 제3 호스트의 제 1, 제 3 LUMO 레벨보다 낮게 제 2 LUMO 레벨을 갖고, 제1 호스트의 제 1 HOMO 레벨보다 낮은 제 2 HOMO 레벨을 갖는다. 제3 호스트는 제2 호스트의 제 2 LUMO 레벨보다 높은 제 3 LUMO 레벨을 갖고, 제2 호스트의 제 2 HOMO 레벨보다 낮은 제 3 HOMO 레벨을 갖는다.
- [0039] 이와 같이, 제2 발광층(226)에는 제1 호스트의 제1 HOMO 레벨에 의해 제1 정공 이동 경로가 형성되며, 제2 호스트의 제2 HOMO 레벨에 의해 제2 정공 이동 경로가 형성되며, 제3 호스트의 제3 HOMO 레벨에 의해 제 3 정공 이동 경로가 형성된다. 이와 같이, 제1 내지 제3 호스트를 통해 정공의 이동 경로가 다양하게 형성됨으로써 제4 정공 수송층(224b)으로부터의 정공이 제2 발광층(226)으로 원활하게 이동하게 된다.
- [0040] 제1 호스트는 제4 정공 수송층(224b)의 물질과 동일 물질로 형성되어 제4 정공 수송층(224b)의 LUMO 레벨(4 HTL LUMO Level) 및 HOMO 레벨(4 HTL HOMO Level)과 각각 같은 제 1 LUMO 레벨 및 제 1 HOMO 레벨을 갖는다. 즉, 제1 호스트의 제1 HOMO 레벨과 제4 정공 수송층(224b)의 HOMO 레벨이 동일하며, 제1 호스트의 제1 LUMO 레벨과 제4 정공 수송층(224b)의 LUMO 레벨이 동일하다. 이에 따라, 제4 정공 수송층(224b)으로부터 정공이 제2 발광층(226)으로 잘 넘어갈 수 있다. 또한, 제1 호스트는 제1 LUMO 레벨이 2.0eV~2.4eV이며, Triplet level(T1)은 2.6eV~3.2eV을 갖는 정공 수송 특성이 우수한 물질을 이용한다. 제2 호스트는 전자 이동도(electron mobility)가 우수한 재질로 형성되며, 제2 LUMO 레벨이 제1 및 제3 호스트의 제 1, 제 3 LUMO 레벨보다 낮고, 제 2 LUMO 레벨이 제 2 전자 수송층의 LUMO 레벨과 유사하여, 제2 전자 수송층으로부터 전자가 잘 넘어갈 수 있다. 제3 호스트는 정공 이동도(Hole mobility)가 우수한 재질로 형성된다.
- [0041] 또한, 제2 발광층(226)의 인광 도펀트는 제2 발광층(226)의 두께 또는 부피비를 기준으로 1%~7%로 도핑된다. 일반적으로, 인광 도펀트를 이용하여 제2 발광층을 형성할 때, 도펀트는 10~15%로 도핑된다. 이와 같이, 인광 도펀트를 이용할 때는 도펀트가 10%이상으로 도핑되어야 최적의 도핑 농도가 된다. 이는, 정공 수송층으로부터 발광층으로 정공이 주입될 때 정공의 이동 경로가 발광층 내의 호스트로의 주입보다는 배리어(barrier)가 상대적으로 낮은 도펀트로의 주입이 유리해지기 때문에 높은 농도에서 최적의 조건을 갖게 된다.

- [0042] 하지만, 본 발명의 제2 발광층(226)은 정공의 이동경로가 3 종의 호스트로 인해 다양해지기 때문에 1~7%의 낮은 도핑 농도에서도 최적의 조건을 가지게 된다. 이와 같이, 제2 발광층(226)의 제1 내지 제3 호스트는 제4 정공 수송층(224b)으로부터 정공이 잘 넘어갈 수 있는 제1 내지 제3 정공 이동 경로를 만들어 줌으로써 제4 정공 수송층(224b)과 제2 발광층(226)의 계면의 정공이 축적(accumulation)되는 것을 완화시키기 때문에 수명 향상에도 효과적이다. 이는, 도 4a 및 도 4b를 결부하여 설명하기로 한다.
- [0043] 그리고, 제4 정공 수송층(224b)과 제2 발광층(226) 사이에 정공의 확산을 방지하기 위한 정공 블럭킹층(Hole Blocking layer)를 더 구비하거나, 제2 전자 수송층(228)과 제2 발광층(226) 사이에 전자의 확산을 방지하기 위한 전자 블럭킹층(Electron Blocking layer)를 더 구비할 수 있다. 정공 블럭킹층과 전자 블럭킹층을 둘다 형성할 수 있으며, 이는 사용자의 선택에 따라 변경이 가능하다.
- [0044] 도 4a는 인광 도펀트 농도에 따른 발광 스펙트럼의 비교 그래프이며, 도 4b는 도 4a에 도시된 인광 도펀트 농도에 따른 효율은 나타낸 그래프이다.
- [0045] 본 발명에 따른 제2 발광층(226)은 인광 도펀트를 1~7%의 낮은 도핑 농도에서 높은 효율을 가지게 된다.
- [0046] 구체적으로, 도 4a 및 도 4b는 멀티 스택 구조에서의 제2 발광층(226)의 도펀트 농도를 나타내고 있으며, 도 4a에 도시된 제1 곡선(44)은 인광 도펀트 농도를 제2 발광층(226)의 두께를 기준으로 12%를 주입한 경우에 따른 그래프를 나타내고 있으며, 제2 곡선(42)은 인광 도펀트 농도를 제2 발광층(226)의 두께를 기준으로 9%를 주입한 경우에 따른 그래프를 나타내고 있으며, 제3 곡선(40)은 인광 도펀트 농도를 제2 발광층(226)의 두께를 기준으로 6%를 주입한 경우를 나타낸 그래프이다.
- [0047] 도 4a에 도시된 바와 같이 제1 곡선(44)에서 제3 곡선(40)으로 갈수록 효율이 높음을 알 수 있다. 즉, 제1 곡선(44)보다는 제2 곡선(42)이 효율이 높으며, 제2 곡선(42)보다는 제3 곡선(40)의 효율이 높음을 알 수 있으며, 인광 도펀트의 농도가 낮을수록 효율이 높다.
- [0048] [표 1]은 도펀트 농도에 따른 양자 효율(QE(%)), 색좌표(CIE_x, CIE_y)를 나타내고 있다.

표 1

농도	QE(%)	CIE _x	CIE _y
6%	20.5	0.443	0.547
9%	18.6	0.462	0.531
12%	18.0	0.481	0.513

- [0050] [표 1] 및 도 4b에 나타낸 바와 같이 제2 발광층(226)에 인광 도펀트를 6%로 도핑한 경우에는 양자효율이 20.5%이며, 제2 발광층(226)에 인광 도펀트를 9%로 도핑한 경우에는 양자 효율이 18.6%이며, 제2 발광층(226)에 인광 도펀트를 12%로 도핑한 경우에 양자 효율이 18.0%이다. 이와 같이, 제2 발광층(226)에 인광 도펀트의 농도를 작게 할수록 양자 효율이 높아짐을 알 수 있다.
- [0051] 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 나타낸 사시도이고, 도 6는 도 5에 도시된 유기 발광 소자의 밴드 다이어그램이다.
- [0052] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자는 기판 상에 제1 전극(310), 유기층, 제2 전극(330)을 포함하는 단일 스택으로 형성한다. 이러한, 유기 발광 소자는 제1 전극(310)과 제2 전극(330) 사이에 전압을 인가하면 제1 전극(310)으로부터 정공(Hole)이 제2 전극(330)으로부터 전자(electron)가 주입되어 발광층(318)에서 재결합하여 이로 인해 엑시톤(exciton)이 생성되며, 이 엑시톤이 기저 상태로 떨어지면서 빛이 출사된다. 또한, 도 5에는 발광층(318)으로부터 출사되는 빛이 하부로 출사되는 바텀 발광 방식을 도시하고 있지만, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자는 탑 발광 방식 또는 양면 발광 방식으로 빛을 출사할 수 있다. 따라서, 이에 한정하지 않는다.
- [0053] 제1 전극(310)은 양극으로 TCO(Transparent Conductive Oxide; 이하, TCO)와 같은 투명 도전 물질로 ITO(Indium Tin Oxide; 이하, ITO), IZO(Indium Zinc Oxide; 이하, IZO) 등으로 형성된다.
- [0054] 제2 전극(330)은 음극으로 알루미늄과 같이 반사성 금속 재질로 금(Au), 몰리브덴(MO), 크롬(Cr), 구리(Cu), LiF 등으로 형성되거나, 알루미늄과 LiF 합금으로 형성된다.
- [0055] 유기층은 정공 주입층(Hole Injection Layer; HIL)(314), 제1 정공 수송층(Hole Transport Layer; HTL)(316a),

제2 정공 수송층(316b), 발광층(318), 전자 수송층(Electron Transport Layer;ETL)(328)이 순차적으로 적층되어 형성된다. 이때, 제2 정공 수송층(316)과 발광층(319) 사이에는 정공의 확산을 방지하기 위한 정공 블럭킹층(Hole Blocking layer)를 더 구비하거나, 전자 수송층(328)과 발광층(318) 사이에 전자의 확산을 방지하기 위한 전자 블럭킹층(Electron Blocking layer)를 더 구비할 수 있다. 정공 블럭킹층과 전자 블럭킹층을 둘다 형성할 수 있으며, 이는 사용자의 선택에 따라 변경이 가능하다.

[0056] 발광층(318)은 적어도 세 개의 호스트와 하나의 인광 도펀트를 가지며, 도펀트는 적어도 세 개의 호스트들의 밴드갭(HOMO 레벨과 LUMO 레벨의 차) 각각보다 작은 밴드갭을 갖는다. 적어도 세 개의 호스트는 서로 다른 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 레벨 및 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 레벨을 가지는 제1 내지 제3 호스트(1Host,2Host,3Host)로 이루어진다. 즉, 도펀트는 제 1 내지 제 3 호스트(1Host, 2Host, 3Host)의 LUMO 레벨보다 낮은 LUMO 레벨을 갖고, 제 1 내지 제 3 호스트(1Host, 2Host, 3Host)의 HOMO 레벨보다 높은 HOMO 레벨을 갖는다. 이와 같이, 적어도 세 개의 호스트와 하나의 도펀트 구조를 가짐으로써 제2 정공 수송층(316b)으로부터의 정공은 발광층(318)의 호스트로의 주입이 원활하게 된다.

[0057] 구체적으로, 제1 호스트(1Host)는 제1 HOMO 레벨(1 Host HOMO Level) 및 제1 LUMO 레벨(1 Host LUMO Level)을 가지며, 제2 호스트(2 Host)는 제2 HOMO 레벨(2 Host HOMO Level) 및 제2 LUMO 레벨(2 Host LUMO Level)을 가지며, 제3 호스트(3 Host)는 제3 HOMO 레벨(3 Host HOMO Level) 및 제3 LUMO 레벨(3 Host LUMO Level)을 가진다. 이와 같이, 제1 내지 제3 호스트를 통해 정공의 이동 경로가 다양하게 형성됨으로써 제2 정공 수송층(316b)으로부터의 정공이 발광층(318)으로 원활하게 이동하게 된다.

[0058] 제1 호스트는 제2 정공 수송층(316b)의 물질과 동일 물질로 형성되어 제2 정공 수송층(316b)의 LUMO 레벨 및 HOMO 레벨이 동일할 수 있다. 즉, 제1 호스트의 제1 HOMO 레벨과 제2 정공 수송층(316b)의 HOMO 레벨이 동일하며, 제1 호스트의 제1 LUMO 레벨과 제2 정공 수송층(316b)의 LUMO 레벨이 동일하다. 이에 따라, 제2 정공 수송층(316b)으로부터 정공이 발광층(318)으로 잘 넘어갈 수 있다. 또한, 제1 호스트는 제1 LUMO 레벨이 2.0eV~2.4eV이며, Triplet level(T1)은 2.6eV~3.2eV을 갖는 정공 수송 특성이 우수한 물질을 이용한다. 제2 호스트는 전자 이동도(electron mobility)가 우수한 재료로 형성되며, 제2 LUMO 레벨이 제1 및 제3 호스트의 LUMO 레벨보다 낮게 형성되어, 제2 전자 수송층으로부터 전자가 잘 넘어갈 수 있다. 제3 호스트는 정공 이동도(Hole mobility)가 우수한 재료로 형성된다. 또한, 발광층(318)의 인광 도펀트는 발광층의 두께 또는 부피비를 기준으로 1%~7%로 도핑된다.

[0059] 도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 이용한 표시 장치의 R,G,B 화소에 대한 등가 회로도이며, 도 8은 도 7에 도시된 유기 발광 소자를 이용한 표시 장치에 대한 단면도이다.

[0060] 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 매트릭스형태로 형성된 서브 픽셀들에 의해 표시 영역이 정의된 기판과 기판 상에 형성된 서브 픽셀들을 수분이나 산소로부터 보호하기 위한 밀봉기판을 포함한다. 서브 픽셀들은 수동 매트릭스형(Passive Matrix) 또는 능동 매트릭스형(Active Matrix)로 형성된다. 서브 픽셀들이 능동 매트릭스형으로 형성된 경우, 이는 스위치 트랜지스터, 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기 발광 소자를 포함하는 구조로 구성되거나, 트랜지스터 및 커패시터가 더 추가된 구조로 구성될 수 있다. 이때, 유기 발광 소자는 제1 및 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 이용할 수 있으며, 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 이용한 유기 발광 표시 장치를 예를 들어 설명하기로 한다.

[0061] 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 이용한 표시 장치의 R,G,B 화소 각각에는 셀 구동부와 셀 구동부와 접속된 유기 발광 소자를 구비한다. 구체적으로, R 화소에는 게이트 라인(GL)과 데이터 라인(DL) 및 전원 라인(PL)과 접속된 R 셀 구동부와, R 셀 구동부와 접속된 제1 유기 발광 소자와, G 화소에는 게이트 라인(GL)과 데이터 라인(DL) 및 전원 라인(PL)과 접속된 G 셀 구동부와, G 셀 구동부와 접속된 제2 유기 발광 소자와, B 화소에는 게이트 라인(GL)과 데이터 라인(DL) 및 전원 라인(PL)과 접속된 B 셀 구동부와, B 셀 구동부와 접속된 제3 유기 발광 소자를 포함한다. 이러한 표시 장치는 R 화소의 제1 유기 발광 소자의 발광층으로부터 출사되는 적색(R) 광과 G 화소의 제2 유기 발광 소자의 유기 발광 소자의 발광층으로부터 출사되는 녹색(G) 광과 B 화소의 제3 유기 발광 소자의 유기 발광 소자의 발광층으로부터 출사되는 청색(B) 광이 혼합되어 백색을 광을 구현한다. 본 발명의 실시 예에 따른 유기 발광 소자는 전면 발광한다.

[0062] R 셀 구동부에는 게이트 라인(GL)과 데이터 라인(DL)과 접속된 제1 스위치 박막 트랜지스터(TS1)와, 제1 스위치 박막 트랜지스터(TS1) 및 전원 라인(PL)과 제1 유기 발광 소자의 제1 전극(112)과 접속된 제1 구동 박막 트랜지스터(TD1)와, 전원 라인(PL)과 제1 스위치 박막 트랜지스터(TS1)의 드레인 전극(138) 사이에 접속된 스토리지 커패시터(C1)를 구비한다.

- [0063] G 셀 구동부에는 게이트 라인(GL)과 데이터 라인(DL)과 접속된 제2 스위치 박막 트랜지스터(TS2)와, 제2 스위치 박막 트랜지스터(TS2) 및 전원 라인(PL)과 제2 유기 발광 소자의 제1 전극(112)과 접속된 제2 구동 박막 트랜지스터(TD2)와, 전원 라인(PL)과 제2 스위치 박막 트랜지스터(TS2)의 드레인 전극(158) 사이에 접속된 스토리지 커패시터(C2)를 구비한다.
- [0064] B 셀 구동부에는 게이트 라인(GL)과 데이터 라인(DL)과 접속된 제3 스위치 박막 트랜지스터(TS3)와, 제3 스위치 박막 트랜지스터(TS3) 및 전원 라인(PL)과 제3 유기 발광 소자의 제1 전극(158)과 접속된 제3 구동 박막 트랜지스터(TD3)와, 전원 라인(PL)과 제3 스위치 박막 트랜지스터(TS3)의 드레인 전극(178) 사이에 접속된 스토리지 커패시터(C3)를 구비한다.
- [0065] 제1 내지 제3 구동 박막 트랜지스터(TD1 내지 TD3)는 도 8에 도시된 바와 같이 절연 기판(101) 위에 형성된 게이트 전극(132, 152, 172)과, 게이트 전극(132, 152, 172)을 덮는 게이트 절연막과, 게이트 절연막 위에 형성된 반도체층(136, 156, 176)과, 반도체층(136, 156, 176)을 덮는 층간 절연막과, 층간 절연막을 관통하는 제1 및 제2 컨택홀(130, 119, 150, 139, 170, 159)을 통해 반도체층(136, 156, 176)의 소스 영역(136S, 156S, 176S) 및 드레인 영역(136D, 156D, 176D)과 각각 접속된 소스 전극(134, 154, 174) 및 드레인 전극(138, 158, 178)을 구비한다. 반도체층(136, 156, 176)은 LTPS 박막으로 형성되고 게이트 전극(132, 152, 172)과 중첩된 채널 영역(136C, 156C, 176C)과, 채널 영역(136C, 156C, 176C)을 사이에 두고 게이트 전극(132, 152, 172)과 비중첩되며 불순물이 주입된 소스 영역(136S, 156S, 176S) 및 드레인 영역(136D, 156D, 176D)으로 구성된다. 본 발명은 반도체층을 LTPS 박막으로 형성되는 것을 예로 들었지만, 이에 한정하지 않는다.
- [0066] 제1 유기 발광 소자는 제1 구동 박막 트랜지스터를 덮는 보호막 위에 형성된 제1 전극(110), 제1 전극(110)을 노출시키는 화소홀이 형성된 बैं크 절연막(142)과, 화소홀을 통해 노출된 제1 전극(110) 위에 형성된 정공 주입층(112), 제1 정공 수송층(114), 제2 정공 수송층(116), 적색 발광층(122R), 전자 수송층(118), 제2 전극(128)으로 형성된다. 적색 발광층(122R)은 적어도 세 개의 호스트와 하나의 인광 적색 도펀트를 가진다.
- [0067] 제2 유기 발광 소자는 제2 구동 박막 트랜지스터를 덮는 보호막 위에 형성된 제1 전극(112), 제1 전극(112)을 노출시키는 화소홀이 형성된 बैं크 절연막(142)과, 화소홀을 통해 노출된 제1 전극(112) 위에 형성된 정공 주입층(112), 제1 정공 수송층(114), 제2 정공 수송층(116), 녹색 발광층(122G), 전자 수송층(118), 제2 전극(128)으로 형성된다. 녹색 발광층(122G)은 적어도 세 개의 호스트와 하나의 인광 녹색 도펀트를 가진다.
- [0068] 제3 유기 발광 소자는 제3 구동 박막 트랜지스터를 덮는 보호막 위에 형성된 제1 전극(112), 제1 전극(112)을 노출시키는 화소홀이 형성된 बैं크 절연막(142)과, 화소홀을 통해 노출된 제1 전극(112) 위에 형성된 정공 주입층(112), 제1 정공 수송층(114), 제2 정공 수송층(116), 청색 발광층(122B), 전자 수송층(118), 제2 전극(128)으로 형성된다. 청색 발광층(122B)은 적어도 세 개의 호스트와 하나의 인광 청색 도펀트를 가진다.
- [0069] 제1 내지 제3 유기 발광 소자 각각의 발광층은 각 도펀트의 색을 제외하고는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자의 발광층과 동일하게 형성하므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0070] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술적 사상에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명의 명세서에 개시된 실시 예들은 본 발명을 한정하는 것이 아니다. 본 발명의 범위는 아래의 특허청구범위에 의해 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술도 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석해야 할 것이다.

부호의 설명

- [0071]
- | | |
|------------------------|------------------------|
| 100 : 기판 | 210 : 제1 스택 |
| 212 : 제1 전자 수송층 | 214, 314 : 정공 주입층 |
| 216a, 316a : 제1 정공 수송층 | 216b, 316b : 제2 정공 수송층 |
| 218 : 제1 발광층 | 220 : 제2 스택 |
| 222 : 전하 생성층 | 222a : N타입 전하 생성층 |
| 222b : P타입 전하 생성층 | 224a : 제3 정공 수송층 |
| 224b : 제4 정공 수송층 | 226 : 제2 발광층 |

228 : 제2 전자 수송층

230,330 : 제2 전극

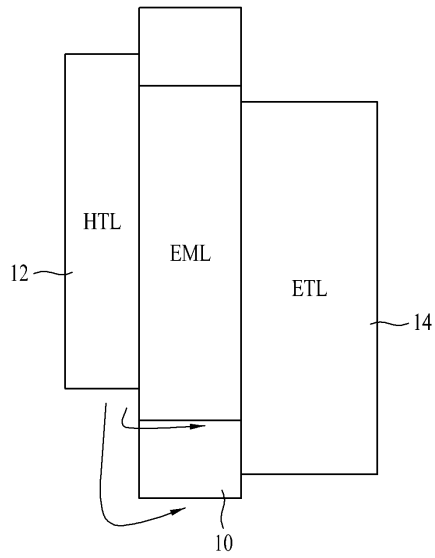
240,310 : 제1 전극

318 : 발광층

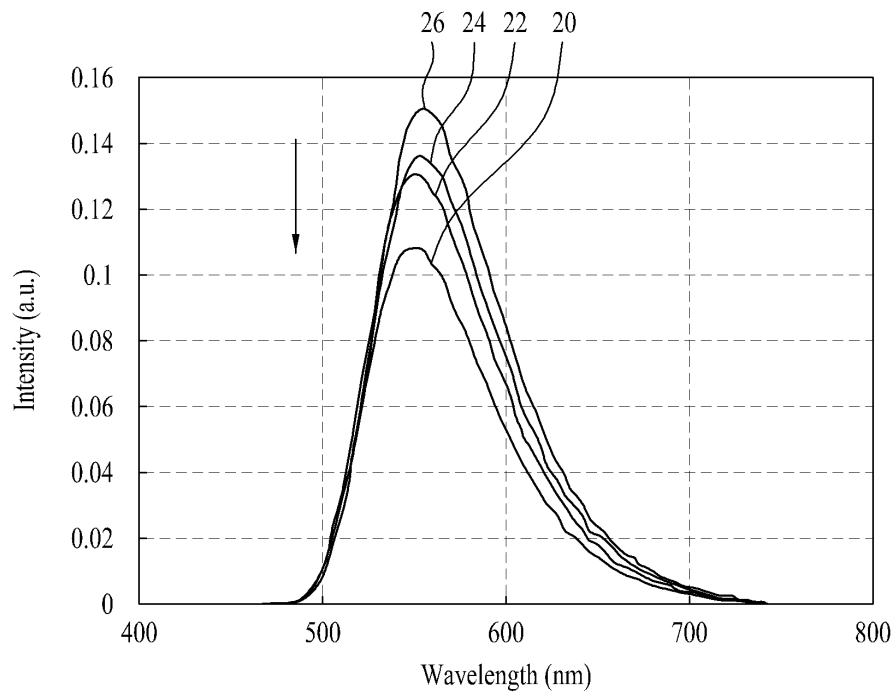
328 : 전자 수송층

도면

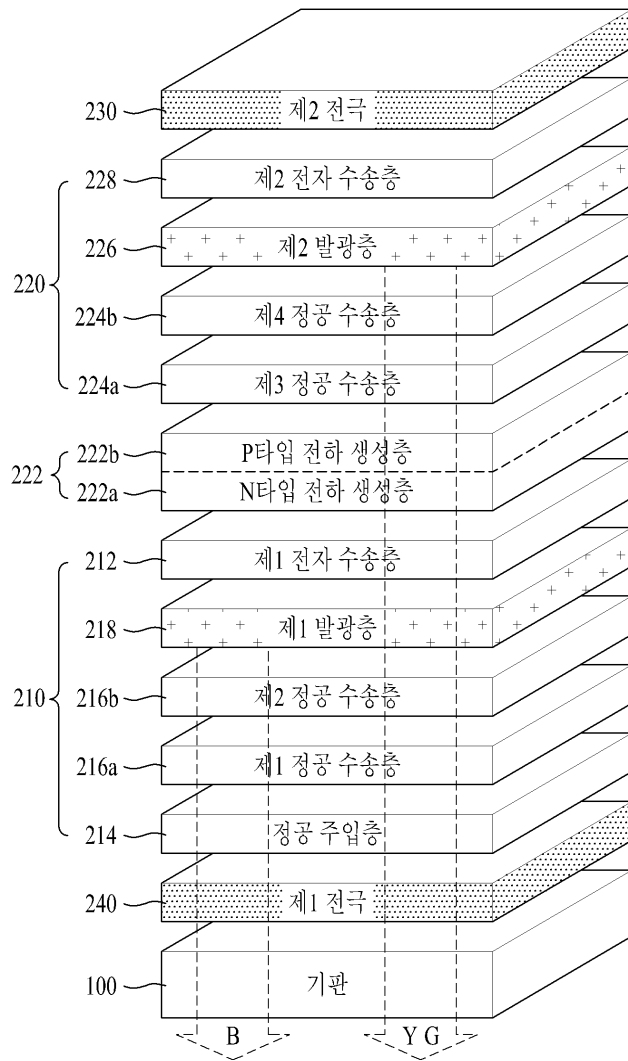
도면1a



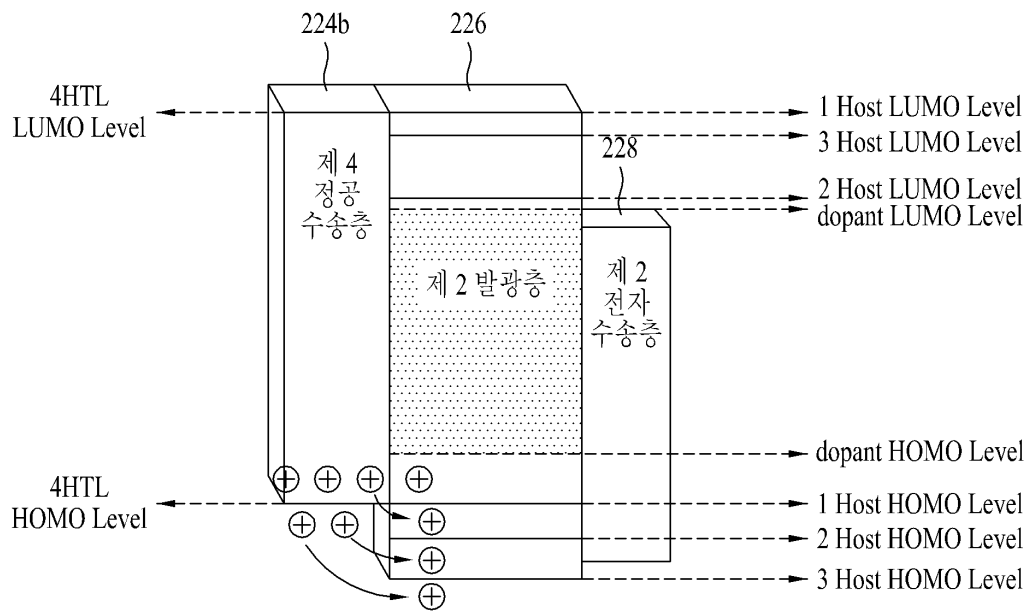
도면1b



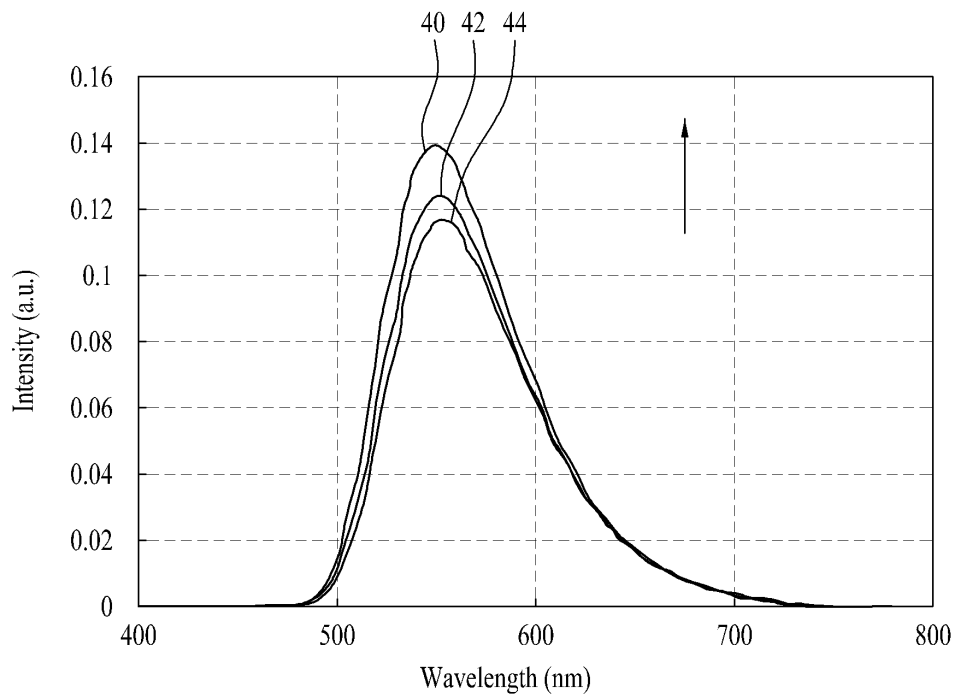
도면2



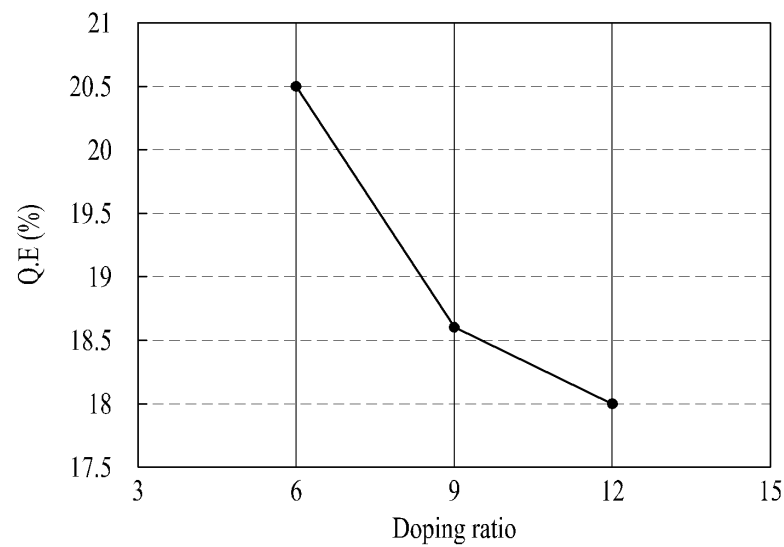
도면3



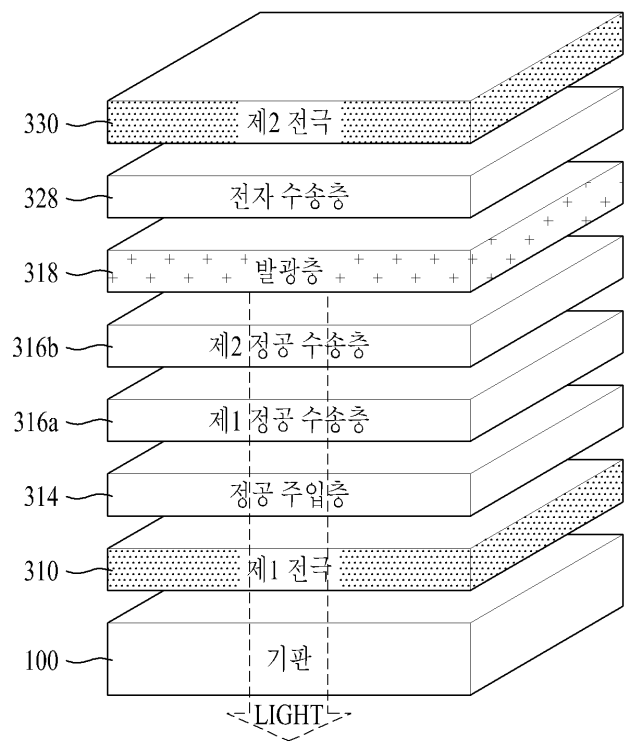
도면4a



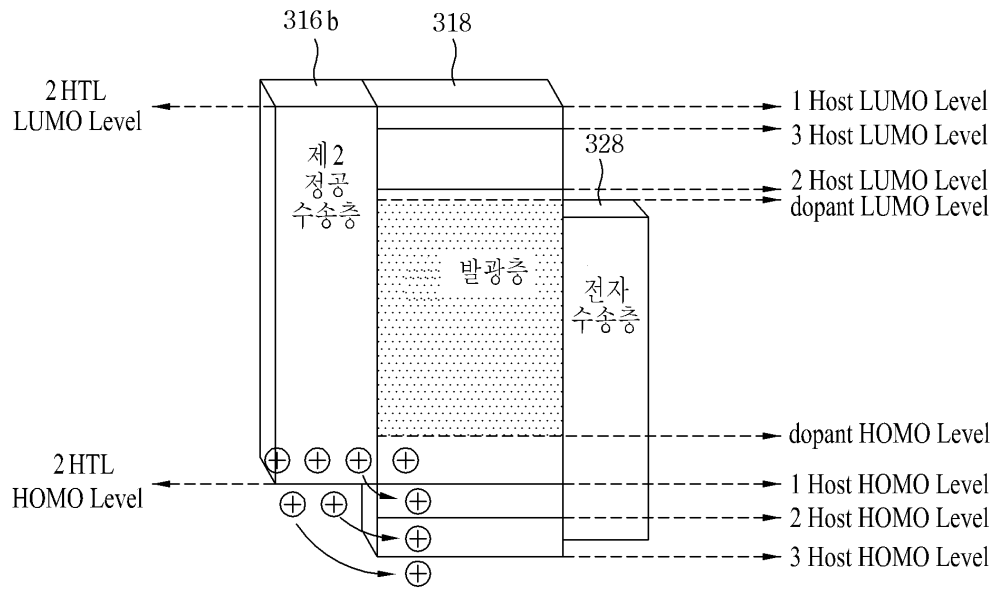
도면4b



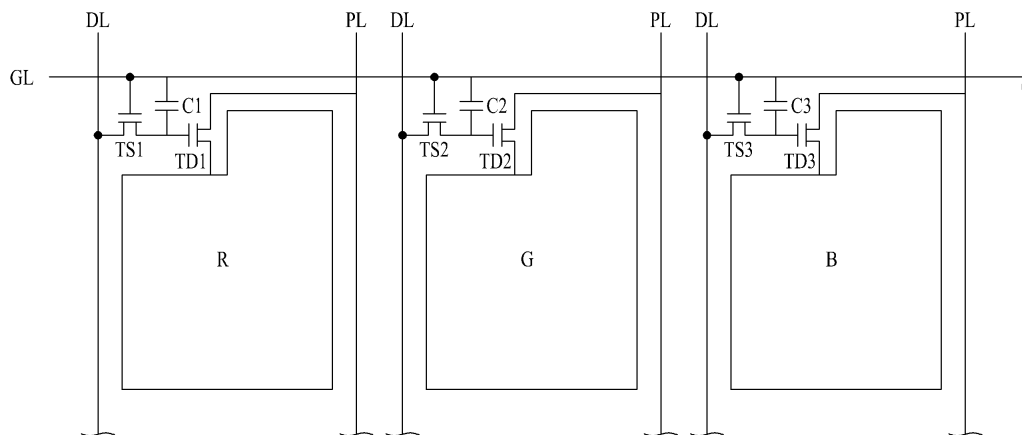
도면5



도면6



도면7



도면8

