



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0068530
(43) 공개일자 2018년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5004 (2013.01)
H01L 27/3211 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0170315
(22) 출원일자 2016년12월14일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
임동혁
경기도 고양시 일산동구 하늘마을로 94, 202동
1902호(중산동, 하늘마을2단지아파트)
박진호
경기도 고양시 일산서구 산현로17번길 38, 1105동
802호(탄현동, 탄현마을11단지아파트)
이소희
경기도 수원시 장안구 정조로 941, 101동 907호
(영화동, 동성아파트)
(74) 대리인
박영복

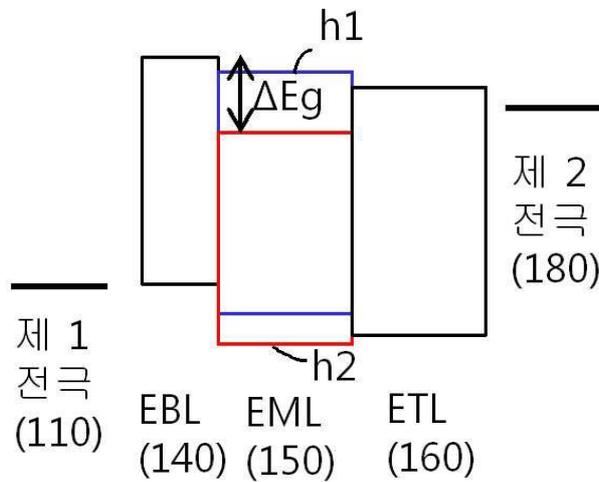
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치

(57) 요약

본 발명은 캐리어가 발광층 계면에 적체됨을 방지하여, 유기 발광 소자의 효율을 향상시키고, 수명을 향상시킬 수 있다. 이를 위해 발광층과 접한 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위와 일정 이상 차를 갖는 LUMO 준위의 n형 호스트를 발광층에 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 27/3244 (2013.01)

H01L 51/5016 (2013.01)

H01L 51/5024 (2013.01)

H01L 51/5096 (2013.01)

H01L 2251/5384 (2013.01)

H01L 2251/552 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

서로 대향된 제 1 전극 및 제 2 전극;

상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 정공 수송성 제 1 호스트와 전자 수송성 제 2 호스트 및 도펀트로 이루어진 발광층;

상기 제 1 전극과 발광층 사이에 구비된 정공 수송층 및 전자 저지층; 및

상기 발광층과 제 2 전극 사이에 구비된 전자 수송층을 포함하며,

상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7 eV 이상 낮은 유기 발광 소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 전자 저지층은 상기 발광층과 접한 유기 발광 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 1.0eV 이상 내지 1.4eV 미만 낮은 유기 발광 소자.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 발광층의 도펀트는 녹색 인광 도펀트인 유기 발광 소자.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제 2 호스트의 밴드갭은 2.6eV 내지 2.9eV인 유기 발광 소자.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 제 2 호스트의 HOMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 HOMO 에너지 준위보다 0.8 eV 이상 낮은 유기 발광 소자.

청구항 7

제 2항에 있어서,

상기 제 1 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위와 0.2eV 이하의 차이를 가지며,

상기 제 1 호스트의 HOMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 HOMO 에너지 준위보다 0.4eV 이상 낮은 유기 발광 소자.

청구항 8

제 2항에 있어서,

상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7eV 이상 내지 1.2eV 이하로 낮은 유기 발광 소자.

청구항 9

제 8항에 있어서,
상기 발광층의 도펀트는 적색 인광 도펀트인 유기 발광 소자.

청구항 10

제 8항에 있어서,
상기 제 2 호스트의 밴드갭은 2.25eV 내지 2.55eV인 유기 발광 소자.

청구항 11

제 9항에 있어서,
상기 제 2 호스트의 HOMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 HOMO 에너지 준위보다 낮은 유기 발광 소자.

청구항 12

제 1 내지 제 3 서브 화소를 갖는 기관;
상기 기관의 제 1 내지 제 3 서브 화소에 각각 구비된 제1 전극;
상기 제 1 전극 상에 위치한 정공 수송층 및 전자 저지층;
상기 전자 저지층에 각각 접하며, 상기 제 1 내지 제 3 서브 화소에 구비된 제 1 내지 제 3 발광층; 및
상기 제 1 내지 제 3 발광층 상에 구비된 전자 수송층 및 제 2 전극을 갖는 유기 발광 표시 장치에 있어서,
상기 제 1 발광층은, 정공 수송성 제 1 호스트와 전자 수송성 제 2 호스트 및 도펀트로 이루어지며,
상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7 eV 이상 낮은 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

제 12항에 있어서,
상기 제 1 발광층의 도펀트는 녹색 인광 도펀트인 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

제 13항에 있어서,
상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 1.0eV 이상 내지 1.4eV 미만 낮은 유기 발광 표시 장치.

청구항 15

제 13항에 있어서,
상기 제 2 발광층은, 정공 수송성 제 3 호스트와 전자 수송성 제 4 호스트 및 도펀트로 이루어지며,
상기 제 4 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7 eV 이상 내지 1.2eV 이하로 낮은 유기 발광 표시 장치.

청구항 16

제 15항에 있어서,
상기 제 2 발광층의 도펀트는 적색 인광 도펀트인 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자에 관한 것으로, 특히 캐리어가 발광층 계면에 적체됨을 방지하여, 유기 발광 소자의 효율을 향상시키고, 수명을 향상시킨 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 본격적인 정보화 시대로 접어들에 따라 전기적 정보신호를 시각적으로 표현하는 디스플레이(display) 분야가 급속도로 발전해 왔고, 이에 부응하여 박형화, 경량화, 저소비전력화의 우수한 성능을 지닌 여러 가지 다양한 평판 표시장치(Flat Display Device)가 개발되어 기존의 브라운관(Cathode Ray Tube: CRT)을 빠르게 대체하고 있다.

[0003] 이 같은 평판 표시장치의 구체적인 예로는 액정 표시장치(Liquid Crystal Display device: LCD), 플라즈마 표시장치(Plasma Display Panel device: PDP), 전계방출 표시장치(Field Emission Display device: FED), 유기 발광 표시장치(Organic Light Emitting Device: OLED) 등을 들 수 있다.

[0004] 이 중, 별도의 광원을 요구하지 않으며 장치의 컴팩트화 및 선명한 컬러 표시를 위해 유기 발광 표시 장치가 경쟁력 있는 어플리케이션(application)으로 고려되고 있다.

[0005] 이러한 유기 발광 표시 장치는 각 서브 화소별로 독립적으로 구동하는 유기 발광 소자를 구비하는데, 유기 발광 소자는 양극과 음극 및 양극과 음극 사이에 복수개의 유기층을 구비하여 이루어진다.

[0006] 그리고, 상기 복수개의 유기층에는 양극에서부터 차례로, 정공 주입층, 정공 수송층, 유기 발광층, 전자 수송층을 포함한다. 이 중 실질적으로 유기 발광층이 정공과 전자가 결합하며 엑시톤을 이루며 그 에너지가 그라운드 상태로 떨어지며 발광하는 기능을 하며, 다른 층들은 유기 발광층으로의 정공 또는 전자 수송을 돕는 기능을 한다.

[0007] 또한, 상기 유기 발광층에는 주 재료의 호스트에 소량의 도펀트를 포함할 수 있다. 이러한 유기 발광 소자에는, 양극 및 음극 사이에 전압이 가해져 전기장 생성시 상기 호스트에서 도펀트로의 에너지의 이동이 있으며, 이 때 도펀트 분자가 캐리어의 트랩으로 작용함으로써, 정공과 전자 캐리어의 재결합 중심이 되어 직접 도펀트 분자에서 여기자를 만들어 낼 수 있다. 즉, 일반적인 유기 발광 소자는 도펀트 도핑으로 유기 발광 소자의 양자 효율이 향상될 수 있어, 호스트와 도펀트를 포함한 구조로 유기 발광층을 구현하고 있다.

[0008] 그런데, 유기 발광층에 이용된 호스트는 일반적으로 전자 수송성으로, 유기 발광층 내로 들어온 전자들이 음극에서 양극의 방향으로 계속 이동을 하여, 발광층을 통과하여 하층의 정공 수송층에 쌓여 정공 수송층을 열화시키고 유기 발광 소자를 열화시키는 문제가 있었다.

[0009] 이를 개선하기 위해 유기 발광층과 정공 수송층 사이에 전자 저지층(electron blocking layer)을 더 구비하여, 전자가 발광층을 벗어나는 것을 방지하는 안이 제안되었다.

[0010] 하지만, 전자 저지층을 구비한 경우에도, 발광층과 정공 수송층간의 계면에서 그 에너지 준위가 유사하여 전자가 전자 저지층 층으로 넘어가는 현상을 완전히 제어하기 힘들며, 일단 전자가 발광층을 벗어나게 되면, 여기자(exciton)로 이용될 수 없어 발광 효율의 저하 문제는 해결하기 어려웠다.

[0011] 더불어, 전자 또는 여기자가 계면을 넘어 정공 수송층으로 이동하여 여기 상태의 발광효율이 저하되는 문제가 있었고, 이를 방지하기 위해 전자 저지층(EBL: Electron Blocking Layer)을 구비하는 구조가 제안되었다.

[0012] 하지만, 전자 저지층을 구비하여도, 전자가 발광층과 전자 저지층의 계면에 적체되는 문제와 발광 영역(emission zone)이 발광층 내에서 전자 저지층 층으로 이동하는 문제 등으로 효율 떨어지고 수명이 저하되는 문제점은 계속 보고되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 특히 전자 저지층과 발광층을 이루는 재료간 에너지 준위 차를 조정하여, 저전압 계조 특성을 조절하며 효율을 향상시키고, 수명을 향상시킨 유기 발광 소자 및

이를 이용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 유기 발광 소자는 전자 저지층과 발광층을 이루는 재료간 에너지 준위 차를 조정하여, 저전압 제조 특성을 조절하여 누설 전류를 방지할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 따른 본 발명의 유기 발광 소자는 서로 대향된 제 1 전극 및 제 2 전극과, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 정공 수송성 제 1 호스트와 전자 수송성 제 2 호스트 및 도펀트로 이루어진 발광층과, 상기 제 1 전극과 발광층 사이에 구비된 정공 수송층 및 전자 저지층 및 상기 발광층과 제 2 전극 사이에 구비된 전자 수송층을 포함할 수 있다. 여기서, 상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7 eV 이상 낮을 수 있다.
- [0016] 상기 전자 저지층은 상기 발광층과 접할 수 있다.
- [0017] 상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 1.0eV 이상 내지 1.4eV 미만 낮을 수 있다. 이 경우, 상기 발광층의 도펀트는 녹색 인광 도펀트일 수 있다. 이 경우, 상기 제 2 호스트의 밴드갭은 2.6eV 내지 2.9eV일 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 제 2 호스트의 HOMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 HOMO 에너지 준위보다 0.8 eV 이상 낮을 수 있다.
- [0019] 그리고, 상기 제 1 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위와 0.2eV 이하의 차이를 가지며, 상기 제 1 호스트의 HOMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 HOMO 에너지 준위보다 0.4eV 이상 낮을 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7eV 이상 내지 1.2eV 이하로 낮을 수 있다. 이 경우, 상기 발광층의 도펀트는 적색 인광 도펀트일 수 있다.
- [0021] 그리고, 상기 제 2 호스트의 밴드갭은 2.25eV 내지 2.55eV일 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 제 2 호스트의 HOMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 HOMO 에너지 준위보다 낮을 수 있다.
- [0023] 한편, 동일한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유기 발광 표시 장치는 제 1 내지 제 3 서브 화소를 갖는 기관과, 상기 기관의 제 1 내지 제 3 서브 화소에 각각 구비된 제1 전극과, 상기 제 1 전극 상에 위치한 정공 수송층 및 전자 저지층과, 상기 전자 저지층에 각각 접하며, 상기 제 1 내지 제 3 서브 화소에 구비된 제 1 내지 제 3 발광층 및 상기 제 1 내지 제 3 발광층 상에 구비된 전자 수송층 및 제 2 전극을 갖는다. 또한, 상기 제 1 발광층은, 정공 수송성 제 1 호스트와 전자 수송성 제 2 호스트 및 도펀트로 이루어지며, 상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7 eV 이상 낮을 수 있다.
- [0024] 그리고, 상기 제 1 발광층의 도펀트는 녹색 인광 도펀트일 수 있다. 또한, 상기 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 1.0eV 이상 내지 1.4eV 미만 낮을 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 제 2 발광층은, 정공 수송성 제 3 호스트와 전자 수송성 제 4 호스트 및 도펀트로 이루어지며, 상기 제 4 호스트의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7 eV 이상 내지 1.2eV 이하로 낮을 수 있다. 여기서, 상기 제 2 발광층의 도펀트는 적색 인광 도펀트일 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0027] 첫째, 유기 발광 소자의 발광층과 전자 저지층 사이의 적절한 에너지 배리어를 주어 전자가 발광층에 제한되도록 하여, 정공과의 재결합률을 높여 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0028] 둘째, 저전압 구동에서 누설 전류를 방지하여, 저제조의 순도를 향상시키며, 효율을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 유기 발광 소자를 나타낸 단면도
- 도 2는 본 발명의 발광층과 그 주변층들의 HOMO-LUMO 에너지 준위를 나타낸 밴드 다이어그램

도 3은 비교예의 CV 특성을 나타낸 그래프

도 4는 본 발명의 유기 발광 소자에서 이용하는 CV 측정법에 따라 구동 전압 증가에 따른 캐리어의 변화를 나타낸 도면

도 5는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기 발광 소자의 발광층의 제 2 호스트와 그 주변층의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면

도 6은 비교예와 본 발명의 유기 발광 소자의 CV 특성을 나타낸 그래프

도 7은 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 실험예들의 유기 발광 소자의 발광층의 제 2 호스트와 그 주변층의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면

도 8은 7의 비교예와 실험예들의 CV 곡선을 나타낸 그래프

도 9는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 실험예들의 유기 발광 소자의 발광층의 제 2 호스트와 그 주변층의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면

도 10은 도 9의 비교예와 실험예들의 CV 곡선을 나타낸 그래프

도 11은 본 발명의 유기 발광 표시 장치를 나타낸 단면도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 다양한 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 다양한 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 발명의 다양한 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의된다.

[0031] 본 발명의 다양한 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도면에 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 본 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급한 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

[0032] 본 발명의 다양한 실시예에 포함된 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0033] 본 발명의 다양한 실시예를 설명함에 있어, 위치 관계에 대하여 설명하는 경우에, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.

[0034] 쯤?~본 발명의 다양한 실시예를 설명함에 있어, 시간 관계에 대한 설명하는 경우에, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.

[0035] 본 발명의 다양한 실시예를 설명함에 있어, '제 1~', '제 2~' 등이 다양한 구성 요소를 서술하기 위해서 사용될 수 있지만, 이러한 용어들은 서로 동일 유사한 구성 요소 간에 구별을 하기 위하여 사용될 따름이다. 따라서, 본 명세서에서 '제 1~'로 수식되는 구성 요소는 별도의 언급이 없는 한, 본 발명의 기술적 사상 내에서 '제 2~'로 수식되는 구성 요소와 동일할 수 있다.

[0036] 본 발명의 여러 다양한 실시예의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 다양한 실시예가 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.

[0037] 본 명세서에서 어떠한 층의 'LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbitals Level) 에너지 준위' 및 'HOMO(Highest Occupied Molecular Orbitals Level) 에너지 준위'라 함은, 해당 층에 도핑된 도펀트(dopant) 물질의 LUMO 에너지 준위 및 HOMO 에너지 준위이라고 지칭하지 않는 한, 해당 층의 대부분의 중량비를 차지하는

물질, 예를 들어 호스트(host) 물질의 LUMO 에너지 준위 및 HOMO 에너지 준위를 의미한다.

- [0038] 일반적으로 유기 분자의 기저 상태를 'HOMO 에너지 준위'라 하며, 여기 상태를 'LUMO 에너지 준위'라 한다. 'HOMO 에너지 준위' 및 'LUMO 에너지 준위'는 진공 준위에 대한 상대적인 전위 값의 차로 정의하며, 본 명세서의 진공 준위가 0eV임을 고려하여, 하측에 위치하는 'LUMO 에너지 준위'와 'HOMO 에너지 준위'의 관계를 고려하여, 이를 음의 값으로 표현한다. 따라서, LUMO 에너지 준위와 HOMO 에너지 준위를 물질간 비교함에 있어, 더 낮다는 의미는 상대적으로 진공 준위로부터 더 떨어졌다는 의미이므로, 이는 절대 값으로는 값이 증가한 것을 의미한다. 예를 들어, LUMO 에너지 준위가 -2.5eV, -2.7eV이라 할 때, 후자가 더 낮은 LUMO 에너지 준위를 가진 것을 의미한다. 본 발명의 유기 발광 소자에서는 측정된 LUMO 에너지 준위 및 HOMO 에너지 준위는 전위 값을 알고 있는 기준 전극에 대한, 상대적인 전위 값으로부터 에너지 준위를 결정하는, CV(cyclic voltammetry) 법으로 측정된 에너지 준위일 수 있다.
- [0039] 본 명세서에서 '도핑된'이란, 어떤 층의 대부분의 중량비를 차지하는 물질에, 대부분의 중량비를 차지하는 물질과 다른 물성(서로 다른 물성이란, 예를 들어, N-타입과 P-타입, 유기물질과 무기물질)을 가지는 물질이 중량비 10 % 미만으로 첨가가 되어 있음을 의미한다. 달리 말하면, '도핑된' 층이란, 어떤 층의 호스트 물질과 도펀트 물질을 중량비의 비중을 고려하여 분별해 낼 수 있는 층을 의미한다. 그리고 '비도핑된'이란, 도핑된'에 해당하는 경우 이외의 모든 경우를 칭한다. 예를 들어, 어떤 층이 단일 물질로 구성되었거나, 서로 성질이 동일 유사한 물질들이 혼합되어 구성되는 경우, 그 층은 '비도핑된' 층에 포함된다. 예를 들어, 어떤 층을 구성하는 물질들 중 적어도 하나가 P-타입이고, 그 층을 구성하는 물질 모두가 N-타입이 아니라면, 그 층은 '비도핑된' 층에 포함된다. 예를 들어, 어떤 층을 구성하는 물질들 중 적어도 하나가 유기 물질이고, 그 층을 구성하는 물질 모두가 무기 물질은 아니라면, 그 층은 '비도핑된' 층에 포함된다. 예를 들어, 어떤 층을 구성하는 물질들이 모두 유기 물질인데, 그 층을 구성하는 물질들 중 적어도 어느 하나가 N-타입이고 또 다른 적어도 어느 하나가 P-타입인 경우에, N-타입인 물질이 중량비 10 % 미만이거나 또는 P-타입인 물질이 중량비 10% 미만인 경우에 '도핑된' 층에 포함된다.
- [0040] 본 명세서에서 스택이란, 정공 수송층과, 정공 수송층을 포함하는 유기층 및 정공 수송층과 전자 수송층 사이에 배치되는 유기 발광층을 포함하는 단위 구조를 의미한다. 유기층에는 정공 주입층, 전자 저지층, 정공 저지층 및 전자 주입층 등이 더 포함될 수도 있으며, 이 밖에도 유기 발광 소자의 구조나 설계에 따라 다른 유기층들이 더 포함될 수 있다.
- [0041] 도 1은 본 발명의 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이며, 도 2는 본 발명의 발광층과 그 주변층들의 HOMO-LUMO 에너지 준위를 나타낸 밴드 다이어그램이다.
- [0042] 도 1과 같이, 본 발명의 유기 발광 소자는 서로 대향된 제 1 전극(110) 및 제 2 전극(180)과, 상기 제 1 전극(110)과 제 2 전극(180) 사이에, 정공 수송성(p형) 제 1 호스트(h1)와 전자 수송성(n형) 제 2 호스트(h2) 및 도펀트(d)로 이루어진 발광층(150)과, 상기 제 1 전극(110)과 발광층(150) 사이에 구비된 정공 수송층(130) 및 전자 저지층(140), 및 상기 발광층(150)과 제 2 전극(180) 사이에 구비된 전자 수송층(160)을 포함한다.
- [0043] 또한, 상기 제 2 전극(180)과 전자 수송층(160) 사이에는 제 2 전극(180) 형성시 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 이들과의 F, O 등의 기체와 반응한 무기물의 화합물로 이루어진 전자 주입층(170)이 더 포함될 수 있다. 경우에 따라 전자 주입층(170)은 선택적일 수 있다.
- [0044] 여기서, 상기 발광층(150)은 제 1, 제 2 호스트(h1, h2)와 도펀트(d)가 혼합되어 함께 형성된다. 상기 제 1, 제 2 호스트(h1, h2)는 모두 쌍극성이나 각각 정공 수송성이 강한 호스트와 전자 수송성이 강한 호스트인 것으로, 이는 제 1, 제 2 전극(110, 180)으로부터의 정공과 전자가 공급되었을 때, 발광층(150) 내에서 빠르게 여기자로 결합하기 위함으로, 발광 효율을 높이기 위해 함께 구비하는 것이다. 제 1 호스트(h1)와 제 2 호스트(h2)의 양은 서로 1:5 내지 5:1의 수준으로 조절할 수 있다.
- [0045] 그리고, 도펀트(d)는 상기 발광층(150)의 제 1, 제 2 호스트(h1, h2)로부터 에너지를 전달받아 자체의 PL 파장대에서 발광하는 것으로, 발광층(150) 내의 발광 파장은 상기 도펀트의 PL 파장의 피크 파장과 유사하다.
- [0046] 상기 제 1 전극(110)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.
- [0047] 제 2 전극(180)은 음극으로 알루미늄(Al)과 같이, 반사성 금속 재질로 금(Au), 알루미늄(Al), 몰리브덴(MO), 크롬(Cr), 구리(Cu) 등으로 형성되거나 혹은 MgAg 등의 합금으로 반투과성 물질로 형성된다. 반사성 금속이라도 두께를 조절하여 반투과성을 유지할 수 있다. 이러한 제 1 전극과 제 2 전극의 선택은 유기물로의 정공/전자 주

입 효율과 발광 방식(상부 발광 또는 하부 발광)에 따라 정할 수 있다.

- [0048] 상기 정공 주입층(120)은 상기 제 1 전극(110)을 이루는 금속으로부터 정공 주입이 용이하도록 제 1 전극(110)의 일함수와 차이가 작은 HOMO 에너지 준위를 갖는 물질에서 선택하는 것이 바람직하다.
- [0049] 또한, 상기 정공 수송층(130)은 정공 주입층(120)을 통해 공급되는 정공을 발광층(150)으로 전달하는 것으로, 낮은 HOMO 에너지 준위를 갖도록 하여, 제 1, 제 2 전극(110, 180) 사이에 전기장 생성시 이동하는 캐리어와 내부 물질이 상호 반응하지 않도록 한다. 특히, 상기 정공 수송층(130)과 발광층(150)의 사이에서 생성한 여기자가 정공 수송층(130)의 에너지로 이동하는 것을 저지하기 위해, 상기 정공 수송층(130)의 일중항 및 삼중항 여기자 에너지가 상기 발광층(150)의 일중항 및 삼중항 여기자 에너지보다 각각 큰 것이 바람직하다.
- [0050] 상기 전자 저지층(140)은 발광층(150)에서 전자나 여기자가 발광층(150)을 넘어오지 못하며 상기 발광층(150)에 제한되도록, 상기 제 1 전극(110)과 발광층(150) 사이에서 상기 발광층(150)과 직접 접하도록 배치되며, 전자 저지층(140)과 상기 발광층(150)의 재료와는 일정 이상의 LUMO 준위차를 갖는다. 이 점에 대해서는 후술한다.
- [0051] 또한, 전자 수송층(160)은 제 2 전극(180)으로부터 전자를 공급하여 상기 발광층(150)으로 전달한다.
- [0052] 여기서, 상기 제 1, 제 2 전극(110, 180) 사이에 구비되는 유기물층 및 전자 주입층(170) 중 발광층(150)을 제외한 나머지 층들은 모두 서브 화소를 구분하지 않도록 연속되어 공통적으로 형성될 수 있다. 반면, 발광층(150)은 서브 화소별로 나누어 형성한다.
- [0053] 한편, 도 2와 같이, 본 발명의 유기 발광 소자의 발광층(150) 내 상기 제 2 호스트(h2)의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층(140)의 LUMO 에너지 준위보다 0.7 eV 이상 낮은 점을 특징으로 한다. 발광층(150) 내 정공 수송성의 제 1 호스트(h1)와 전자 수송성의 제 2 호스트(h2)가 있을 때, 전자의 이동에 관계하는 것은 전자 수송성의 제 2 호스트(h2)인데, 상기 제 2 호스트(h2)의 LUMO 에너지 준위를 상기 전자 저지층(140)의 LUMO 에너지 준위 대비 일정 이상으로 낮게 하여, 전자가 상기 전자 저지층(140)을 넘어 정공 수송층(130)을 넘어가는 것을 방지한 것이다.
- [0054] 각 물질의 LUMO 에너지 준위와 HOMO 에너지 준위는 물질 고유의 밴드갭에 의해 주로 정해지지만 접하여 있는 물질과의 반응성 및 계면의 표면 처리에 따라 LUMO 에너지 준위와 HOMO 에너지 준위는 약간씩 변동될 수 있다.
- [0055] 도 2에 도시한 밴드 다이어그램은 일 실시예에 따른 것으로, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(180)의 일함수를 각각 5.4eV, 3.1eV로 하였으며, 발광층(150)에 접하여 있는 전자 저지층(140) 및 전자 수송층(160)의 밴드갭 특성만을 나타낸 것으로, 제 1, 제 2 전극(110, 180) 사이에 구비되는 다른 층들은 생략되어 도시되어 있다.
- [0056] 여기서, 상기 제 2 호스트(h2)의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7eV 이상 낮을 수 있다. 만일, 상기 발광층(150)의 도펀트(d)가 녹색 인광 도펀트일 경우, 상기 제 2 호스트(h2)의 LUMO 에너지 준위와 상기 제 2 호스트(h2)의 LUMO 에너지 준위의 차(ΔE_g)는 1.0eV 이상 크고 1.4eV 미만이다. 이 경우, 상기 제 2 호스트(h2)의 밴드갭은 2.6eV 내지 2.9eV일 수 있다.
- [0057] 또한, 상기 제 2 호스트(h2)의 HOMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층(140)의 HOMO 에너지 준위보다 0.8 eV 이상 낮은 것으로, 발광층(150)에 구비된 제 2 호스트(h2)의 발광층(150)으로 전송된 정공의 흐름을 방해하지 않는다.
- [0058] 그리고, 상기 제 1 호스트(h1)의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층(140)의 LUMO 에너지 준위와 0.2eV 이하의 차이를 가는 것으로, 이는 제 1 호스트(h1)는 상기 전자 저지층(140)의 LUMO 에너지와 거의 차이를 갖지 않으며, 이는 제 1 호스트(h1)를 통한 전자의 이동보다는 제 1, 제 2 호스트(h1, h2)을 포함하여 이루어진 발광층(150)이 넓은 밴드갭을 갖도록 하여, 그 안에 도펀트(d)의 여기 작용을 돕기 위함이다. 한편, 상기 제 1 호스트(h1)는 정공 수송성(p형)의 호스트로, 이의 HOMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층(140)의 HOMO 에너지 준위보다 0.4eV 이상 낮아 정공 수송층(130)에서 전자 저지층(140)을 거쳐 발광층(150)으로의 정공의 전송이 용이하도록 한다.
- [0059] 한편, 전자 저지층(140)은 LUMO 에너지 준위를 -2.3eV, HOMO 에너지 준위를 -5.35eV로 하는 재료를 이용하였으며, 전자 수송층(160)은 LUMO 에너지 준위를 -2.6eV, HOMO 에너지 준위를 -6.1eV로 하는 재료를 이용하였다.
- [0060] 또한, 발광층(150)을 이루는 제 1 호스트(h1)와 제 2 호스트(h2) 중, 제 1 호스트(h1)는 LUMO 에너지 준위를 -2.37eV, HOMO 에너지 준위를 -5.77eV로 하는 재료를 이용하였으며, 제 2 호스트(h2)는 LUMO 에너지 준위를 -3.3eV, HOMO 에너지 준위를 -6.18eV로 하는 재료를 이용하였다. 발광층(150)에 포함되는 성분 중 소량인 도펀

트(d)는 전자/정공의 이동이 아닌 여기자가 그라운드의 에너지로 떨어지며 발광함에 관여하는 것으로, 도 2에서는 생략하였다. 도펀트(d)의 LUMO 에너지 준위는 -2.8eV이며, HOMO 에너지 준위는 -5.1eV로, 제 1, 제 2 호스트(h1, h2)보다 높은 HOMO 에너지 준위를 가지며, 정공 수송성의 제 1 호스트(h1)의 LUMO 에너지 준위보다는 낮으며, 제 2 호스트(h2)보다 높은 LUMO 에너지 준위를 갖는다. 이러한 조건에서 상기 도펀트(d)는 상기 제 1, 제 2 호스트(h1, h2) 내에서 여기자가 자신의 PL 스펙트럼의 피크 파장 근방에서 발광하도록 작용한다.

- [0061] 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기 발광 소자에서는 상기 발광층(150) 내에서 전자의 수송성을 조절하는 제 2 호스트(h2)와 발광층(150)에 접한 전자 저지층(140)을 이루는 물질의 LUMO 에너지 준위 차를 1.0 eV 이상으로 하여, 전자가 발광층(150)을 빠져나가는 에너지 배리어를 높게 한 것이다. 상술한 전자 저지층(140), 발광층(150) 및 전자 수송층(160)들은, 상기 제 2 호스트(h2)의 LUMO 준위가 상기 전자 저지층(140)의 LUMO 준위보다 1.0eV 이상 낮다는 점을 전제로, 다른 값의 밴드갭이나 HOMO-LUMO 특성을 갖는 재료로도 변경될 수 있다. 한편, 이와 같은 발광층(150)과 전자 저지층(140)의 LUMO 에너지 준위 차(ΔE_g)는 상기 발광층이 녹색 발광층, 즉, 구비된 도펀트가 녹색 인광 도펀트일 경우이고, 만일, 다른 발광층이라면, 전자의 누설을 방지하기 위해 요구되는 발광층(150)과 전자 저지층(140)의 LUMO 에너지 준위 차(ΔE_g)는 변경될 수 있다.
- [0062] 이하, 비교예를 살펴보면, 본 발명의 유기 발광 소자에서 개선된 점을 살펴본다.
- [0063] 도 3은 비교예의 CV 특성을 나타낸 그래프이다.
- [0064] 도 3에 따른 비교예는 도 1의 유기 발광 소자에서, 제 2 호스트와 전자 저지층과의 LUMO 에너지 준위 차를 0.6eV로 하고, 다른 구성은 동일하게 한 것으로, CV(Capacitance-Voltage) 특성을, 정전 용량 측정법을 사용해서 살펴보면, 제 1, 제 2 전극 사이에 전기장이 걸리자마자, 저전압 부분, 예를 들어, -1V 내지 1V 부위에서부터 전하 이동에 따른 정전 용량 변화가 있음을 알 수 있다.
- [0065] 또한, 비교예는 저전압 부분에서, 발광층의 양 계면에 캐리어(전자 및 정공)이 쌓이며 발광에 기여하지 못하며 소자 성능 및 특성에 악영향을 미치며, 저계조 표현에 불량이 발생하며, 누설 전류가 발생하는 점을 알 수 있다.
- [0066] 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명의 유기 발광 소자에서는 발광층과 전자 저지층(140)의 LUMO 에너지 준위 차(ΔE_g)를 일정 이상으로 하여, 누설 전자가 발광층 계면에 쌓여 발생하는 문제점을 개선하도록 한 것이다.
- [0067] 도 4는 본 발명의 유기 발광 소자에서 이용하는 CV 측정법에 따라 구동 전압 증가에 따른 캐리어의 변화를 나타낸 도면이다.
- [0068] 도 4는 본 발명의 유기 발광 소자에서 이용하는 CV측정법을 나타낸 것으로, 주파수 1KHz, 50mV 변조로 하는 조건을 실험을 하였다.
- [0069] 구동 전압 1~2V 구간과, 구동 전압 2V 구간과, 구동 전압이 2.5V인 구간에서, 발광층 내의 캐리어의 위치를 살펴본다.
- [0070] 도 4와 같이, 구동 전압 1V에서 2V로 상승할 때에는, 정공과 전자는 각각 제 1 전극(양극)과 제 2 전극 (음극) 표면에만 적층되며, 이 과정에서는 정전 용량에 관한 식($C = \epsilon S/d$)에 따라 제 1, 제 2 전극 사이의 두께에 관한 정보만을 준다.
- [0071] 그리고, 구동 전압이 2V 이상으로 상승하면, 전하가 주입되기 시작하며, 발광층 양쪽 계면에서 전하가 쌓여 정전 용량이 서서히 상승하기 시작한다.
- [0072] 또한, 구동 전압이 2.5V 이상으로 증가하면, 정공과 전자의 두 캐리어가 발광층에서 만나 빛을 내며 정전 용량은 감소한다.
- [0073] 도 4는 본 발명의 각 실험에 및 비교예들의 호스트 이용시 C-V를 측정하는 방법을 설명한 것으로, 직접적으로 본 발명의 유기 발광 소자에 관련된 데이터를 의미하지는 않는다.
- [0074] 도 5는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기 발광 소자의 발광층의 제 2 호스트와 그 주변층의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이며, 도 6은 비교예와 본 발명의 유기 발광 소자의 CV 특성을 나타낸 그래프이다.
- [0075] 도 5와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기 발광 소자에 있어서, 발광층에서 전자의 이동을 살펴보면, 전자 수송층(160)을 통해 발광층(150)으로 전달된 전자는, 발광층(150) 내 전자 수송성의 제 2 호스트(h2)의 낮은 LUMO 에너지 준위에 의해, 상기 전자 저지층(140)의 LUMO 준위와 1eV 이상의 에너지 준위 차를 갖고, 이에

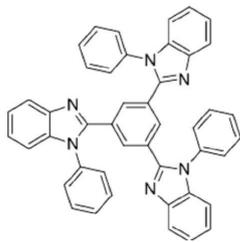
따라, 발광층(150)에서 전자 저지층(140)으로 전자가 넘어가는 것은 방지된다. 따라서, 도 6과 같이, 본 발명의 유기 발광 소자는 일정 값 이상, 예를 들어, 1V 이상의 구동 전압에서 정전 용량의 변화를 갖게 된다. 비교된 비교예의 유기 발광 소자는 -1V 내지 1V에서도 정전 용량의 변화가 커, 이는 구동 초기에 발광층으로부터의 캐리어의 이동이 큼을 의미하며, 특히, 발광층의 계면의 적체를 의미한다.

[0076] 본 발명의 유기 발광 소자는 이러한 비교예의 문제를 해결한 것으로, 누설 전류가 방지되며, 저전압 구동을 안정화할 수 있으며, 발광층 내에 캐리어를 제한하여 발광 효율을 상승시킬 수 있는 이점이 있음을 알 수 있다.

[0077] 한편, 전자 저지층과 발광층의 제 2 호스트간 LUMO 에너지 준위 차를 일정 이상으로 함에 있어서, 전자 저지층과 제 2 호스트 중 어느 하나의 재료를 변경하여도 좋고, 이 중 하나만의 재료의 변경할 수도 있다. 그런데, 전자 저지층으로 선택될 수 있는 물질은 제한되어 있으며, 특히, 높은 LUMO 에너지 준위 (절대 값으로 값이 작은 LUMO 에너지 준위)를 갖는 물질은 제한되어 있으므로, 상술한 예에서는 LUMO 준위 조정이 가능한 제 2 호스트의 재료를 변경하여 실험하였다.

[0078] 상기 제 2 호스트의 예로는 TBPi (화학식 1), DBFTrz (화학식 2), TCTA (화학식 3)이 있으며, 이들의 예는 다음과 같다. 제 2 호스트로서 하기 화합물을 그대로 사용할 수도 있으며, 이들과 같은 계열로 일부 치환기를 변경하여 낮은 LUMO 에너지 준위를 갖도록 조정할 수도 있을 것이다.

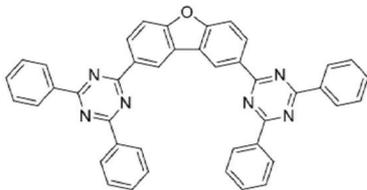
[0079] [화학식 1]



TBPi

[0080]

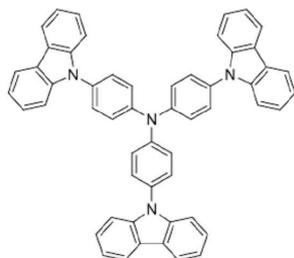
[0081] [화학식 2]



DBFTrz

[0082]

[0083] [화학식 3]



TCTA

[0084]

[0085] 상기 제 1 호스트(h1)는 TCTA 계열의 호스트를 사용하였다.

[0086] 한편, 상기 발광층(150)은 녹색 발광층일 수 있다. 이 경우, 도펀트(d)는 녹색 인광 도펀트를 이용하여 실험하였다. 상술한 바와 같이, 전자 저지층(140)와 LUMO 준위 차를 1.0eV 이상 갖도록, 녹색 발광층의 전자 수송성의

제 2 호스트(h2)를 적용한 이유는 특히, 발광 소자에 요구되는 구동 전압이 청색 등에 비해 녹색 발광층이 낮아 저계조의 측부 누설 전류가 심하기 때문이다. 예를 들어, 상술한 본 발명과 같은 전자 저지층과 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위 차를 갖지 않은 경우, 청색 서브 화소 구동시 (평면적으로) 인접한 녹색 서브 화소가 함께 턴 온되는 것과 같은 현상이 발생되어, 정확한 저계조 표현이 어렵다는 문제가 있으나, 본 발명은 전자 저지층과 제 2 호스트간의 일정 이상의 LUMO 에너지 준위 차로 저계조의 누설 전류 문제를 해결한 것이다.

- [0087] 이하에서는 비교예와 본 발명의 실시예를 확장하여, 전자 저지층과 발광층 내 제 2 호스트의 LUMO 준위 차의 범위를 살펴본다.
- [0088] 도 7은 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 실험예들의 유기 발광 소자의 발광층과 그 주변층의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이고, 도 8은 7의 비교예와 실험예들의 CV 곡선을 나타낸 그래프이다.
- [0089] 도 7 및 표 1과 같이, 비교예들과 실험예들을 나타낸 것으로, 본 발명의 제 2 호스트의 LUMO 에너지 준위를 정의하기 위해, -2.3eV의 LUMO 에너지 준위를 갖는 상기 전자 저지층과 LUMO 에너지 준위 차를 다양히 하여 캐리어 누설 여부를 관측하였다.
- [0090] 비교예 1, 2, 3는, -2.3eV의 LUMO 에너지 준위를 갖는 상기 전자 저지층과 LUMO 에너지 준위 차를 0.5eV, 0.6eV, 0.8eV을 하는 것이며, 실험예 1, 2, 3은 동일 전자 저지층과 LUMO 에너지 준위 차를 1.0eV, 1.2eV, 1.4eV로 한 것이다.
- [0091] 표 1을 살펴보면, 실험예들의 경우, 즉, 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위와 1.0eV의 LUMO 에너지 준위 차(ΔE_g)를 갖는 제 2호스트 재료를 이용시 캐리어 누설 현상이 없음을 확인하였다. 다만, 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위와 1.4eV을 넘는 LUMO 에너지 준위 차(ΔE_g)를 가질 경우, 구동 전압이 현저히 상승하여 발광 효율이 떨어지는 문제가 있어, 본 발명의 유기 발광 소자에서 제 2 호스트는 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위와 1.0eV 이상 내지 1.4eV 미만의 범위에서 LUMO 에너지 준위 차(ΔE_g)를 갖는 재료로 선택한다.

표 1

구분	제 2 호스트 LUMO 준위	ΔE_g	발광효율(%)	캐리어 누설
제 1 비교예	-2.8eV	0.5eV	87%	발생
제 2 비교예	-2.9eV	0.6eV	90%	발생
제 3 비교예	-3.1eV	0.8eV	92%	발생
제 1 실험예	-3.3eV	1.0eV	100%	미발생
제 2 실험예	-3.5eV	1.2eV	102%	미발생
제 3 실험예	-3.7eV	1.4eV	60%	미발생

- [0093] 한편, 상술한 실험들에서 이용되는 제 2 호스트 재료들은 동일 밴드갭을 갖지 않는다.
- [0094] 캐리어 누설 방지가 확인된 제 1 내지 제 3 실험예들의 각 제 2 호스트의 HOMO 준위는 -6.18eV, -6.2eV, -6.3eV인 것으로, 각각의 제 2 호스트의 밴드갭은 2.88eV, 2.7eV, 2.6eV으로 줄어든다.
- [0095] 또한, 도 8을 통해 제 1 내지 제 3 비교예들과, 제 1 내지 제 3 실험예들에 있어서, C-V 특성을 살펴보면, 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위와 1.0eV 미만의 LUMO 에너지 준위 차(ΔE_g)를 가질 경우, 구동 전압 0V 이하에서 정전 용량의 변동이 있는 것을 나타내고 있어, 이는 저계조의 누설 전류가 발생됨을 의미한다.
- [0096] 반면, 실험예 1 내지 3과 같이, 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위와 1.0eV 내지 1.4eV의 범위에서 LUMO 에너지 준위 차(ΔE_g)를 가질 경우, 모두 구동 전압 0V 이상에서 정전 용량의 변동이 있는 것으로, 상술한 비교예가 갖는 전계조의 누설 전류가 없어, 저계조의 색순도를 향상시킴을 예상할 수 있다.
- [0097] 한편, 상술한 실험은 발광층을 녹색 발광층으로 하여 실험한 것이다.
- [0098] 이러한 구동 전압 0V 이하에서 정전 용량이 변동하는 문제는 타색, 예를 들어, 적색 서브 화소에서도 발생할 수 있다.
- [0099] 이하에서는 적색 서브 화소에서, 도 1의 구조를 적용한 예를 살펴본다. 적색을 발광하기 위해 이용되는 적색 도펀트는 녹색 도펀트 대비 좁은 밴드갭을 갖는 것으로, 상기 적색 도펀트가 에너지를 전달하는 제 3, 제 4 호스트도 녹색 발광층의 제 1, 제 2 호스트보다 좁은 밴드갭을 갖는 호스트로 조정될 수 있다.

[0100] 이하의 실험에서 적색 도펀트의 LUMO 에너지 준위와 HOMO 에너지 준위는 각각 -3.1eV 및 -5.1eV인 재료를 이용하였다.

[0101] 그리고, 총 5개의 실험예(제 4 내지 제 8 실험예)가 적용되었으며, 각 실험예에서는 전자 수송성의 제 4 호스트만을 달리하고, 동일한 정공 수송성(p형)의 제 3 호스트를 이용하였다. 각각 제 4 내지 제 8 실험예에서, 제 4 호스트의 LUMO 준위는 -2.8eV, -3.0eV, -3.2eV, -3.4eV, -3.6eV으로 달리하였다.

[0102] 도 9는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 실험예들의 유기 발광 소자의 발광층과 그 주변층의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이며, 도 10은 도 9의 비교예와 실험예들의 CV 곡선을 나타낸 그래프이다.

표 2

구분	제 4 호스트의 LUMO 준위	ΔE_g	발광효율(%)	캐리어 누설
제 4 실험예	-2.8eV	0.5eV	89%	발생
제 5 실험예	-3.0eV	0.7eV	102%	미발생
제 6 실험예	-3.2eV	0.9eV	100%	미발생
제 7 실험예	-3.4eV	1.1eV	95%	미발생
제 8 실험예	-3.6eV	1.3eV	73%	미발생

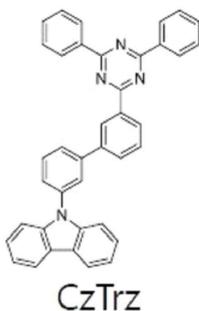
[0104] 도 9 내지 도 10과 표 2를 통해 적색 발광층의 경우, 제 4 호스트(n형: 전자 수송성)가 전자 저지층과 갖는 LUMO 준위 차(ΔE_g)는 0.7eV의 수준으로 작아져도 캐리어 누설이 방지됨을 확인할 수 있다. 즉, 제 4 실험예를 제외한 제 5 실험예 내지 제 8 실험예에서 캐리어 누설은 방지됨을 알 수 있다.

[0105] 도 10과 같이, C-V 특성을 살펴보면, 제 4 실험예는 구동 전압 0V 이하에서 변동을 갖는 것으로, 이 그래프 특성으로도 저전압 구동시 누설 전류가 문제가 됨을 예상할 수 있다. 제 5 내지 제 8 실험예들은 모두 0V 이상의 일정 구동 전압에서 정전 용량의 변동을 갖는 것으로, 누설 전류가 해결되나, 제 8 실험예의 경우(제 4 호스트(n형: 전자 수송성)가 전자 저지층과 갖는 LUMO 준위 차(ΔE_g)가 1.3eV를 넘는 경우) 최대 정전 용량이 다른 실시예들의 1/2 수준이 못미쳐 이는 구동 전압이 상승하거나 캐리어의 이동량이 너무 작아 효율이 떨어지는 것으로 예상할 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기 발광 소자에서 적색 발광층을 적용하는 예에서는 제 4 호스트(n형: 전자 수송성)가 전자 저지층과 갖는 LUMO 준위 차(ΔE_g)는 0.7eV 내지 1.2eV의 수준으로 하여 캐리어 누설 방지와 효율 증가를 동시에 꾀한다.

[0106] 그리고, 상기 제 4 호스트(h4)의 밴드갭은 2.25eV 내지 2.55eV로 앞서 설명한 제 1 실시예의 녹색 발광층의 전자 수송성 호스트(h2)의 밴드갭보다 좁은 범위일 수 있다.

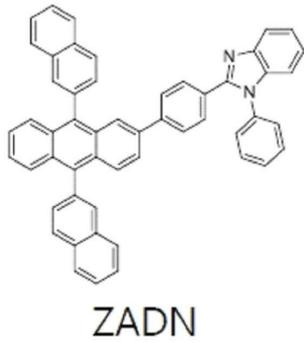
[0107] 한편, 본 발명의 제 2 실시예의 유기 발광 소자에서 사용하는 제 4 호스트(n형)는 다음의 CzTrz (화학식 4), ZADN (화학식 5)의 재료 혹은 이들 계열에 치환기를 달리하여 LUMO 에너지 준위 및 밴드갭 특성을 일부 조정하였다.

[0108] [화학식 4]



[0109]

[0110] [화학식 5]



- [0111]
- [0112] 한편, 상술한 본 발명의 유기 발광 소자에서 도 5 내지 도 8과 표 1은 본 발명의 제 1 실시예, 즉, 녹색 발광층을 갖는 유기 발광 소자에 효과적인 것을 나타낸 것이며, 도 9 내지 도 10 및 표 2는 본 발명의 제 2 실시예, 즉, 적색 발광층을 갖는 유기 발광 소자에 효과적인 것을 나타낸 것이다. 적색 발광층과 녹색 발광층을 이루는 전자 수송성 호스트와 접하여 있는 전자 저지층의 LUMO 준위 차는 발광색에 따라 다를 수 있지만, 전자 수송성 호스트와 접하여 있는 전자 저지층의 LUMO 준위 차가 일정 값 이상이어야 누설 전류가 방지되는 점을 확인할 수 있었다. 본 발명은 전자 수송성 호스트와 접하여 있는 전자 저지층의 LUMO 준위 차를 일정 범위로 제한하여 누설 전류를 방지하고 발광층 내에 전자를 제한하여 발광층에서 전자 및 정공 재결합율을 높여 효율을 향상시킨 것이다.
- [0113] 또한, 각 발광층에서 구비되는 도펀트는 인광 도펀트일 수 있으며, 상술한 전자 수송성 호스트와 접하여 있는 전자 저지층의 LUMO 준위 차를 일정 범위로 하는 것은 앞서 설명한 바와 같이, 녹색 발광층에만 정의할 수도 있고, 녹색과 적색 발광층에 함께 정의하되 그 범위를 달리하는 재료를 이용할 수도 있고, 혹은 적색, 녹색 및 청색 발광층에 각각 다른 범위로 정의할 수도 있다.
- [0114] 한편, 상술한 유기 발광 소자 구조를 적용하여 유기 발광 표시 장치를 구현한 예를 설명한다. 유기 발광 표시 장치는 컬러 표시가 전제인 것으로, 기판은 녹색을 발광하는 제 1 서브 화소, 적색을 발광하는 제 2 서브 화소 및 청색을 발광하는 제 3 서브 화소로 구분된다.
- [0115] 도 11은 본 발명의 유기 발광 표시 장치를 나타낸 단면도이다.
- [0116] 도 11과 같이, 본 발명의 유기 발광 표시 장치는 제 1 내지 제 3 서브 화소를 갖는 기판(100)과, 상기 기판(100)의 제 1 내지 제 3 서브 화소에 각각 구비된 박막 트랜지스터(105)와, 상기 박막 트랜지스터(105)에 각각의 서브 화소에서 접속된 제1 전극(110)과, 상기 제 1 전극(110) 상에 위치한 정공 수송층(130) 및 전자 저지층(140)과, 상기 전자 저지층(140)에 각각 접하며, 상기 제 1 내지 제 3 서브 화소에 구비된 제 1 내지 제 3 발광층(151, 152, 153) 및 상기 제 1 내지 제 3 발광층(151, 152, 153) 상에 구비된 전자 수송층(160) 및 제 2 전극(180)을 갖는다.
- [0117] 여기서, 상기 제 1 전극(110)과 정공 수송층(130) 사이에는 정공 주입층(120)이 더 구비되고, 제 2 전극(180)과 전자 수송층(160) 사이에는 전자 주입층(170)이 더 구비될 수 있다. 각 서브 화소의 구체적 구성들은 도 1의 설명을 참조한다.
- [0118] 그리고, 도시된 각 서브 화소의 박막 트랜지스터(105)는 단일층으로 개략화하여 도시하였으나, 실제 구비시에는 액티브층과 상기 액티브층을 덮는 게이트 절연막 상에 액티브층과 일부 중첩하여 구비된 게이트 전극과, 상기 액티브층의 양단과 접속되는 소오스 전극 및 드레인 전극을 포함하여 이루어지며, 각 서브 화소에 박막 트랜지스터(105)는 2개 이상이며, 이 중 적어도 하나가 상기 제 1 전극과 접속되어 있다.
- [0119] 또한, 상기 제 1 발광층(151)은 녹색 발광층으로, 정공 수송성 제 1 호스트(h1)와 전자 수송성 제 2 호스트(h2) 및 녹색 인광 도펀트(gd)로 이루어지며, 상기 제 2 호스트(h2)의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 1.0eV 이상 크고, 1.4 eV 미만으로 낮다.
- [0120] 상기 제 2 발광층(152)는 적색 발광층으로, 정공 수송성 제 3 호스트(h3)와 전자 수송성 제 4 호스트(h4) 및 적색 도펀트(rd)로 이루어지며, 상기 제 4 호스트(h4)의 LUMO 에너지 준위는 상기 전자 저지층의 LUMO 에너지 준위보다 0.7 eV 이상 내지 1.2eV 이하로 낮을 수 있다. 여기서, 상기 제 2 발광층(152)의 도펀트는 적색 인광 도

펀트일 수 있으며, 경우에 따라 이에 한하지 않으며, 형광 도펀트일 수도 있다.

[0121] 또한, 제 3 발광층(153)은 청색 발광층으로, 호스트(h5)와 청색 도펀트(bd)로 이루어진다. 상기 호스트(h5)는 전자 수송성일 수 있으며, 경우에 따라 제 3 발광층(153)에는 이 외에 정공 수송성을 더 포함할 수도 있다. 상기 제 3 발광층(153)에 포함된 청색 도펀트(bd)는 형광 도펀트일 수도 있고, 인광 도펀트일 수도 있으며, 인광 도펀트일 경우, 구비된 전자 수송성 호스트(h5)는 상기 전자 저지층과 일정 값 이상의 LUMO 에너지 준위 차를 가질 수 있다.

[0122] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 다양한 실시예는 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 다양한 실시예는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

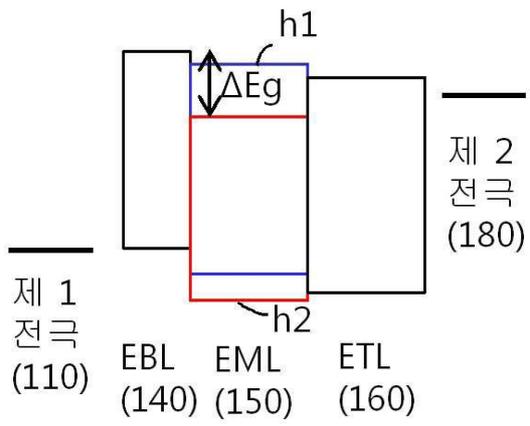
- [0123]
- | | |
|-------------|-------------|
| 100: 기관 | 110: 제 1 전극 |
| 120: 정공 주입층 | 130: 정공 수송층 |
| 140: 전자 저지층 | 150: 발광층 |
| 160: 전자 수송층 | 170: 전자 주입층 |
| 180: 제 2 전극 | |

도면

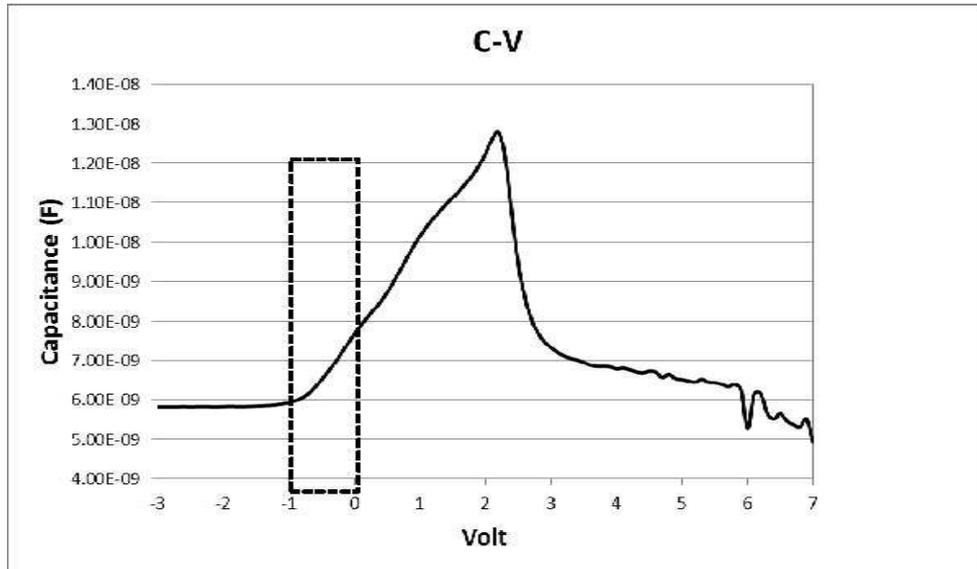
도면1

180 (Cathode)
170 (EIL)
160 (ETL)
150(EML) (h1+h2+d)
140 (EBL)
130 (HTL)
120 (HIL)
110 (Anode)

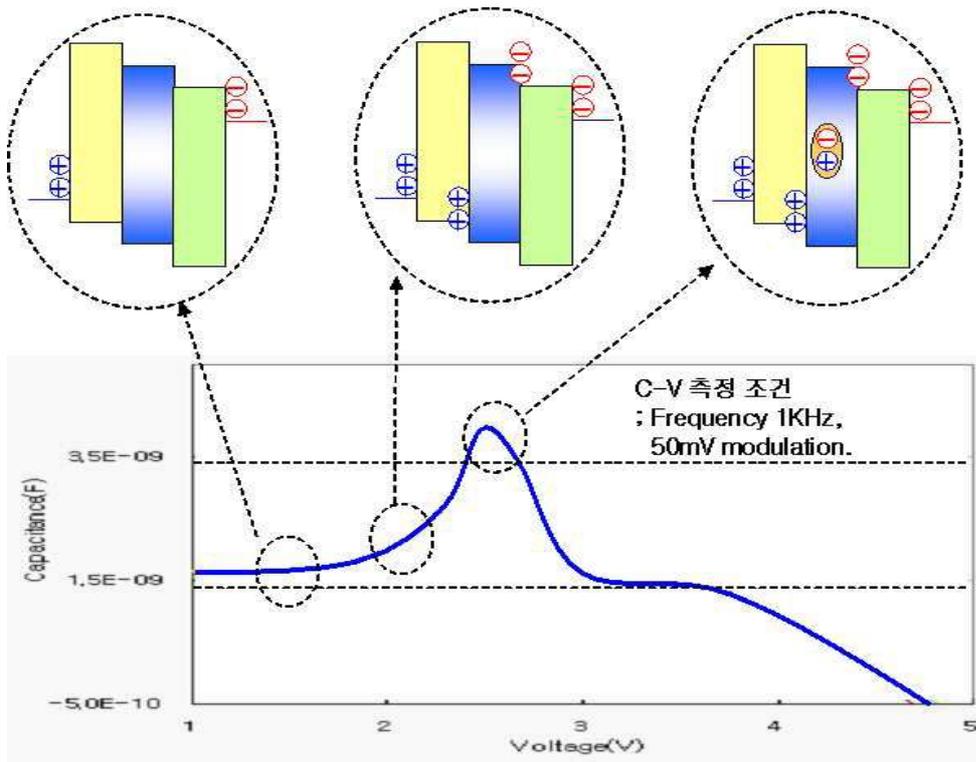
도면2



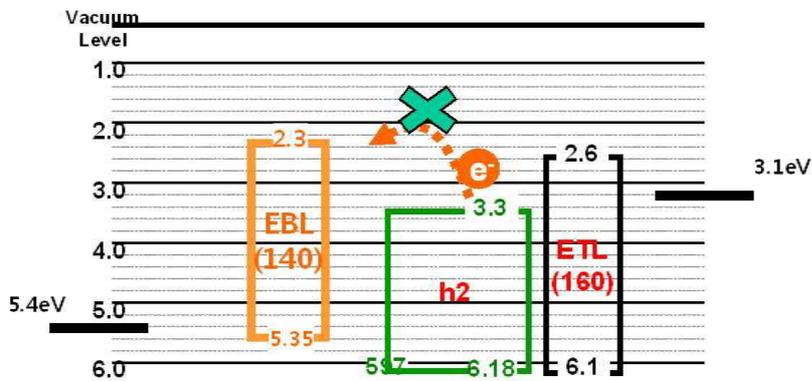
도면3



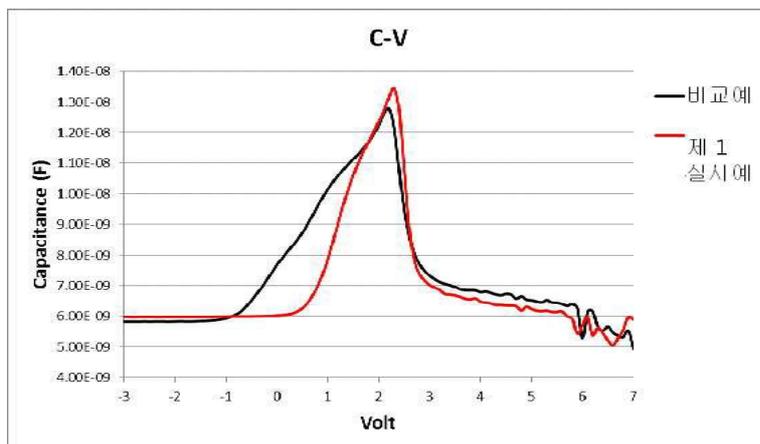
도면4



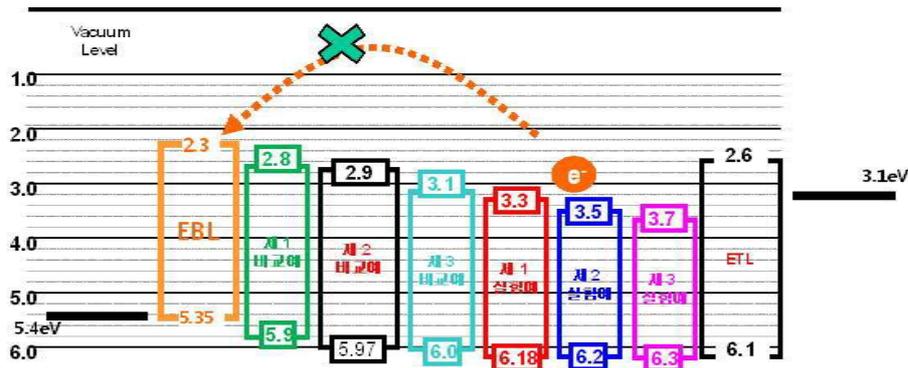
도면5



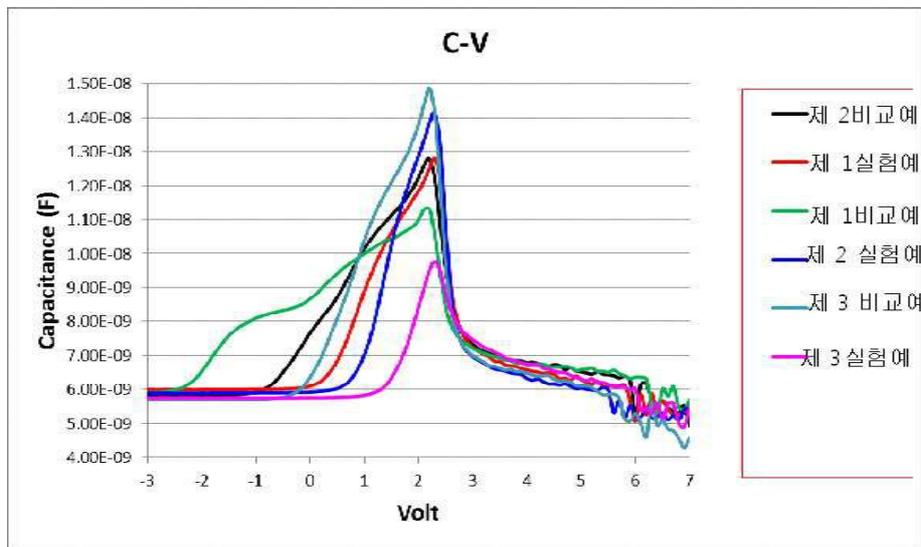
도면6



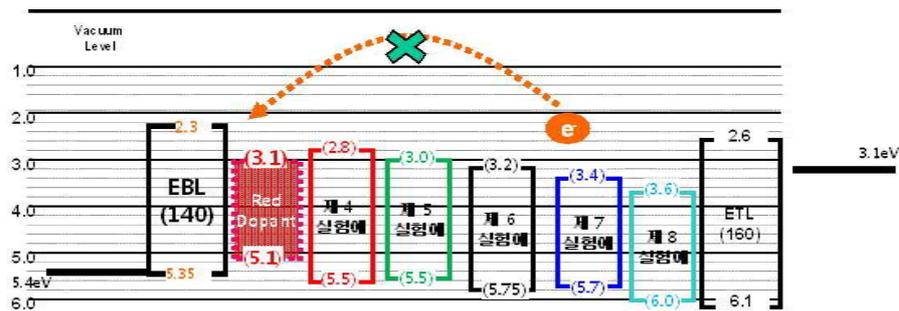
도면7



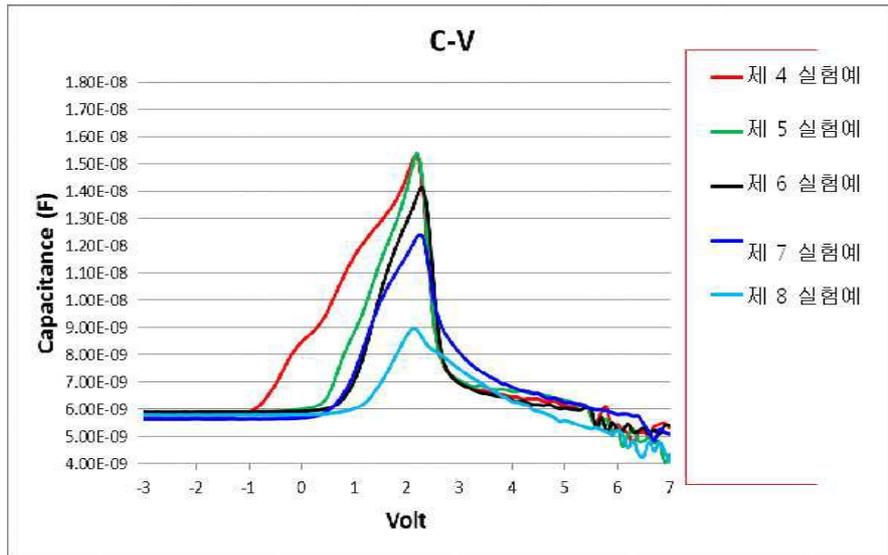
도면8



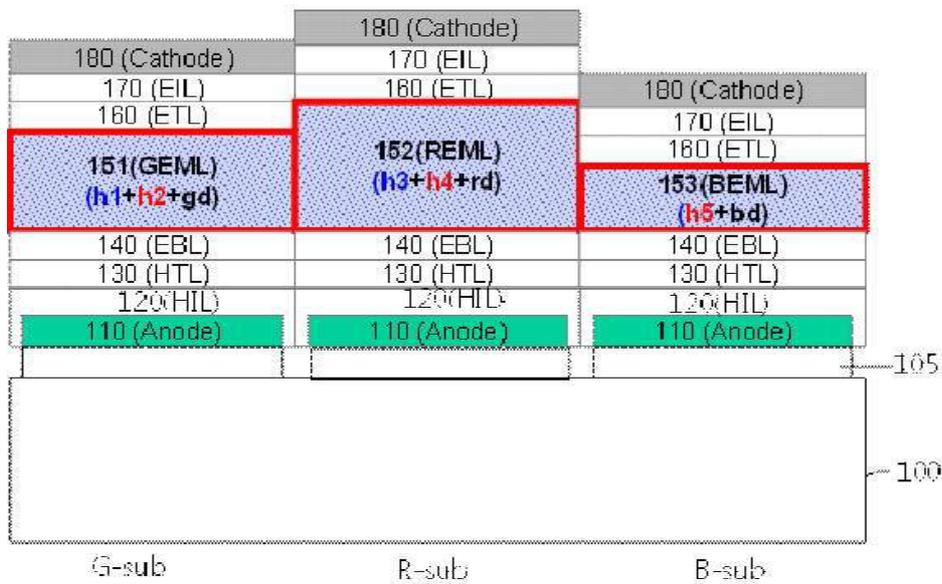
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	有机发光器件和使用其的有机发光显示器		
公开(公告)号	KR1020180068530A	公开(公告)日	2018-06-22
申请号	KR1020160170315	申请日	2016-12-14
[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	LIM DONG HYEOK 임동혁 PARK JIN HO 박진호 LEE SO HEE 이소희		
发明人	임동혁 박진호 이소희		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5004 H01L51/5024 H01L51/5096 H01L51/5016 H01L27/3211 H01L27/3244 H01L2251/552 H01L2251/5384		
代理人(译)	Bakyounbok		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明可以防止载体积聚在发光层的界面上，从而提高有机发光器件的效率并改善寿命。为此目的，发光层包括具有LUMO能级的n型主体，该LUMO能级与与发光层接触的电子阻挡层的LUMO能级具有一定的差异。

