



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0058830
 (43) 공개일자 2017년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) *H01L 27/32* (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
H01L 51/5004 (2013.01)
H01L 27/3225 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0067756
 (22) 출원일자 2016년05월31일
 심사청구일자 없음
 (30) 우선권주장
 1020150162862 2015년11월19일 대한민국(KR)

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
 (72) 발명자
박은정
 경기도 고양시 일산서구 탄현로 94-45 (탄현동)
 두산위브더제니스 103동 4901호
 (74) 대리인
특허법인천문

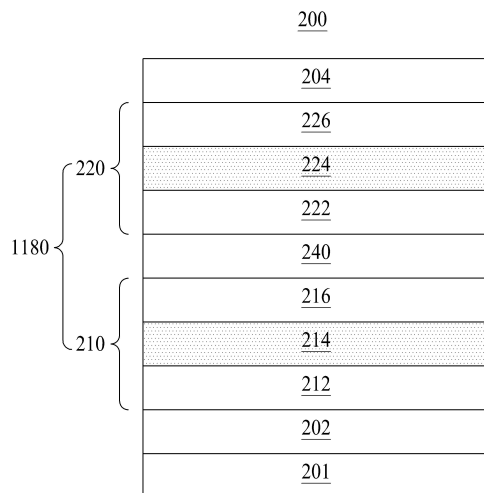
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 발명의 명칭 **유기발광 표시장치**

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는, 기판 위에 있는 애노드, 애노드 위에 있으며, 제1 발광층 및 제1 전자전달층을 포함하는 제1 발광부, 제1 발광부 위에 있으며, 제2 발광층 및 제2 전자전달층을 포함하는 제2 발광부, 및 제2 발광부 위에 있는 캐소드를 포함하고, 제1 전자전달층 및 제2 전자전달층 중 적어도 하나는 제1 물질과 제2 물질을 포함하며, 1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 높도록 구성함으로써, 수명이 향상된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01L 51/0008 (2013.01)

H01L 51/5012 (2013.01)

H01L 51/5056 (2013.01)

H01L 51/5072 (2013.01)

H01L 2227/32 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관 위에 있는 애노드;

상기 애노드 위에 있으며, 제1 발광층 및 제1 전자전달층을 포함하는 제1 발광부;

상기 제1 발광부 위에 있으며, 제2 발광층 및 제2 전자전달층을 포함하는 제2 발광부; 및

상기 제2 발광부 위에 있는 캐소드를 포함하고,

상기 제1 전자전달층 및 상기 제2 전자전달층 중 적어도 하나는 제1 물질과 제2 물질을 포함하며, 상기 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 상기 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 높은, 유기발광 표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제2 물질의 함량은 상기 제1 물질의 함량보다 많은, 유기발광 표시장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제2 물질은 상기 제1 전자전달층 또는 상기 제2 전자전달층에서 50중량%를 초과하는, 유기발광 표시장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제1 물질과 상기 제2 물질은 공증착하여 혼합된, 유기발광 표시장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.91eV 내지 3.40eV 범위이며, 상기 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.60eV 내지 2.90eV 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전자전달층은 상기 제1 물질 및 상기 제2 물질 중 하나를 포함하며, 상기 제2 전자전달층은 상기 제1 물질 및 상기 제2 물질을 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제1 전자전달층 위에 있는 제2 정공전달층; 및

상기 제2 정공전달층 및 상기 제2 발광층 사이에 제2 발광조절층을 더 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제2 발광조절층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 상기 제2 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 큰, 유기발광 표시장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제2 발광조절층의 정공이동도는 상기 제2 정공전달층의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 작은, 유기발광 표시장치.

청구항 10

상기 제1 전자전달층 및 상기 제2 전자전달층은 각각 상기 제1 물질 및 상기 제2 물질을 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 애노드 위에 있는 제1 정공전달층; 및

상기 제1 정공전달층 및 상기 제1 발광층 사이에 제1 발광조절층을 더 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제1 발광조절층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 상기 제1 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 큰, 유기발광 표시장치.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제1 발광조절층의 정공이동도는 상기 제1 정공전달층의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 작은, 유기발광 표시장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제1 전자전달층 위에 있는 제2 정공전달층; 및

상기 제2 정공전달층 및 상기 제2 발광층 사이에 제2 발광조절층을 더 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제2 발광조절층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 상기 제2 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 큰, 유기발광 표시장치.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 제2 발광조절층의 정공이동도는 상기 제2 정공전달층의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 작은, 유기발광 표시장치.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 제2 전자전달층은 상기 제1 물질 및 상기 제2 물질을 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 N형 전하생성층을 더 포함하며, 상기 제1 전자전달층은 상기 N형 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 0.50eV 내지 1.00eV 높은 에너지 밴드갭을 갖는 물질로 구성된, 유기발광 표시장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 제1 전자전달층의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.00eV 내지 2.50eV 범위이며, 상기 N형 전하생성층의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.90eV 내지 3.20eV 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

적어도 하나의 상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층의 아래에 발광조절층을 더 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층은 동일한 색을 발광하는, 유기발광 표시장치.

청구항 22

기관 위에 있는 애노드;

상기 애노드 위에 있으며, 제1 정공전달층, 제1 발광층 및 제1 전자전달층을 포함하는 제1 발광부;

상기 제1 발광부 위에 있으며, 제2 정공전달층, 제2 발광층 및 제2 전자전달층을 포함하는 제2 발광부; 및

상기 제2 발광부 위에 있는 캐소드를 포함하고,

상기 제1 발광부 및 상기 제2 발광부 중 적어도 하나의 발광부에 있으며, 상기 제1 정공전달층 또는 상기 제2 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 큰 HOMO 에너지 레벨의 절대값을 갖는 발광조절층을 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 발광조절층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 상기 제1 정공전달층 또는 상기 제2 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 큰, 유기발광 표시장치.

청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 발광조절층의 정공이동도는 상기 제1 정공전달층 또는 상기 제2 정공전달층의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 작은, 유기발광 표시장치.

청구항 25

제 22 항에 있어서,

상기 제2 전자전달층은 적어도 두 개의 물질들로 구성되며, 상기 적어도 두 개의 물질들 중 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 물질이 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 큰 물질보다 더 많도록 구성된, 유기발광 표시장치.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 발광조절층은 상기 제2 발광부에 있으며, 상기 제2 정공전달층 및 상기 제2 발광층 사이에 배치된, 유기발광 표시장치.

청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 제1 전자전달층은 상기 적어도 두 개의 물질들 중 하나를 포함한, 유기발광 표시장치.

청구항 28

제 22 항에 있어서,

상기 제1 전자전달층 및 상기 제2 전자전달층은 각각 적어도 두 개의 물질들로 구성되며, 상기 적어도 두 개의 물질들 중 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 물질이 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 큰 물질보다 더 많도록 구성된, 유기발광 표시장치.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 발광조절층은 상기 제1 발광부 및 상기 제2 발광부에 있으며, 상기 제1 정공전달층 및 상기 제1 발광층 사이 및 상기 제2 정공전달층 및 상기 제2 발광층 사이에 배치된, 유기발광 표시장치.

청구항 30

제 22 항에 있어서,

상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 N형 전하생성층을 더 포함하며, 상기 제1 전자전달층은 상기 N형 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 0.50eV 내지 1.00eV 높은 에너지 밴드갭을 갖는 물질로 구성된, 유기발광 표시장치.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 발광조절층은 상기 제1 발광부에 있으며, 상기 제1 정공전달층 및 상기 제1 발광층 사이에 배치된, 유기발광 표시장치.

청구항 32

제 30 항에 있어서,

상기 제2 전자전달층은 적어도 두 개의 물질들로 구성되며, 상기 적어도 두 개의 물질들 중 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 물질이 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 큰 물질보다 더 많도록 구성된, 유기발광 표시장치.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 발광조절층은 상기 제2 발광부에 있으며, 상기 제2 정공전달층 및 상기 제2 발광층 사이에 배치된, 유기발광 표시장치.

청구항 34

제 32 항에 있어서,

상기 제1 전자전달층은 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbazole) 유도체 중 하나로 구성된, 유기발광 표시장치.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 유기발광 표시장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 수명이 향상된 유기발광 표시장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 정보화 시대로 접어들어 따라 전기적 정보신호를 시각적으로 표현하는 디스플레이(display) 분야가 급속도로 발전해 왔고, 이에 부응하여 박형화, 경량화, 저소비전력화의 우수한 성능을 지닌 여러 가지 다양한 표시장치(Display Device)가 개발되고 있다.

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

[0004] 특히, 유기발광 표시장치는 자발광소자로서 다른 표시 장치에 비해 응답속도가 빠르고 발광 효율, 휘도 및 시야각이 큰 장점이 있으므로 널리 주목받고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 1. [백색 유기 발광 소자] (특허출원번호 제 10-2009-0092596호)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 유기발광소자는 두 개의 전극들 사이에 구성된 발광층을 포함한다. 두 개의 전극들로부터 각각 전자(electron)와 정공(hole)을 발광층 내로 주입시켜 전자와 정공의 결합에 따른 여기자(exciton)를 생성한다. 그리고, 생성된 여기자가 여기 상태(excited state)로부터 기저 상태(ground state)로 떨어질 때 광이 발생하는 원리를 이용하는 소자이다.

[0007] 유기발광소자에 포함된 발광층에 전자와 정공을 주입해 주기 위해서 정공수송층 또는 전자수송층이 구성된다. 전자수송층은 전자와 정공의 균형에 중요한 역할을 하는 층이므로 발광층으로 전자의 주입을 원활하게 하고 구동전압을 낮추기 위해서 전자이동도가 빠른 재료로 전자수송층을 구성하였다.

[0008] 전자이동도가 빠른 재료로 전자수송층을 사용할 경우 발광층으로 전자전달이 빠르므로 구동전압은 상승하지 않으나, 발광층 내에서 전자와 정공의 균형을 맞추기 어려운 문제점이 있다. 이에 따라 여기자 생성 영역인 재결합 영역 또는 발광영역이 발광층 내에 생성되는 것이 아니라, 정공수송층과 발광층 사이의 계면에 생성되어 발광층이 발광에 기여하지 못하므로 발광층의 수명이 저하되는 문제점이 생긴다. 또한, 시간이 지남에 따라 발광층의 발광영역이 더 좁아질 경우 수명이 더 저하되는 문제점이 생긴다.

[0009] 그리고, 전자이동도가 느린 전자수송층을 적용할 시에는 정공과 전자의 균형을 맞출 수 있으므로 수명은 향상될 수 있으나, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어지지 않고 급격히 저하되는 문제점이 생긴다.

[0010] 이에 본 발명의 발명자는 위에서 언급한 문제점들을 인식하고, 발광층 내에서의 전하 균형을 최적화하기 위한 전자수송층의 전자이동도를 조절하여 유기발광 표시장치의 수명을 개선할 수 있는 실험을 하였다.

[0011] 이에 여러 실험을 거쳐, 유기발광 표시장치의 수명을 향상시키기 위해서 전자수송층의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 물질들로 구성하고, 서로 다른 물질들의 함량을 조절하여 발광층에서 전자와 정공의 균형을 유지하게 함으로써, 수명이 향상될 수 있는 유기발광 표시장치를 발명하였다. 그리고, 유기발광 표시장치의 수명을 향상시키기 위해서 전자수송층의 에너지 밴드갭과 전자수송층에 인접한 전하생성층의 에너지 밴드갭을 조절하여 발광층에서 전자와 정공의 균형을 유지하게 함으로써, 수명이 향상될 수 있는 유기발광 표시장치를 발명하였다.

[0012] 본 발명의 실시예에 따른 해결 과제는 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 물질들로 전자수송층을

구성하고, 서로 다른 물질들의 함량을 조절하여 수명을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공하는 것이다.

[0013] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 해결 과제는 전자이동도가 조절된 전자수송층과, 발광조절층을 구성하여 수명을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공하는 것이다.

[0014] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 해결 과제는 전자수송층의 에너지 밴드갭과 전자수송층과 인접한 전하생성층의 에너지 밴드갭을 조절하여 수명을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공하는 것이다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 해결 과제는 전자수송층의 에너지 밴드갭과 전자수송층과 인접한 전하생성층의 에너지 밴드갭을 조절하고, 발광조절층을 구성하여 수명을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 실시예에 따른 해결 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는, 기판 위에 있는 애노드, 애노드 위에 있으며, 제1 발광층 및 제1 전자전달층을 포함하는 제1 발광부, 제1 발광부 위에 있으며, 제2 발광층 및 제2 전자전달층을 포함하는 제2 발광부, 및 제2 발광부 위에 있는 캐소드를 포함하고, 제1 전자전달층 및 제2 전자전달층 중 적어도 하나는 제1 물질과 제2 물질을 포함하며, 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 높도록 구성한다.

[0018] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는, 기판 위에 있는 애노드, 애노드 위에 있으며, 제1 발광층 및 제1 전자전달층을 포함하는 제1 발광부, 제1 발광부 위에 있으며, 제2 발광층 및 제2 전자전달층을 포함하는 제2 발광부, 및 제2 발광부 위에 있는 캐소드를 포함하고, 제1 발광부 및 제2 발광부 중 적어도 하나의 발광부에 있으며, 제1 정공전달층 또는 제2 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 큰 HOMO 에너지 레벨의 절대값을 갖는 발광조절층을 포함한다.

[0019] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명은 전자전달층의 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량을 제1 물질의 함량보다 많도록 구성함으로써, 발광영역이 발광층 내에 위치하게 하므로 수명이 향상된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0021] 그리고, 본 발명은 전자전달층의 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량을 제1 물질의 함량보다 많도록 구성하고, 발광조절층을 구성함으로써, 시간이 지남에 따라 발광층의 발광영역이 증가할 수 있으므로, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0022] 그리고, 본 발명은 전자전달층의 에너지 밴드갭이 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성함으로써, 발광영역이 발광층 내에 위치하게 하므로 수명이 향상된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0023] 그리고, 본 발명은 전자전달층의 에너지 밴드갭이 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성하고, 발광조절층을 더 구성함으로써, 시간이 지남에 따라 발광층의 발광영역이 증가할 수 있으므로, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0024] 그리고, 본 발명은 두 개의 전자전달층들 중 하나는 전자전달층의 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량을 제1 물질의 함량보다 많도록 구성하고 발광조절층을 구성하며, 두 개의 전자전달층들 중 다른 하나는 전자전달층의 에너지 밴드갭이 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성함으로써, 발광영역이 발광층 내에 위치하게 하므로 수명이 향상된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0025] 그리고, 본 발명은 두 개의 전자전달층들 중 하나는 전자전달층의 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량을 제1 물질의 함량보다 많도록 구성하고 발광조절층을 구성하며, 두 개의 전자전달층들 중 다른 하나는 전자전달층의 에너지 밴드갭이 전하생성층에 포함된 호

스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성하고 발광조절층을 구성함으로써, 시간이 지남에 따라 발광층의 발광영역이 증가할 수 있으므로, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0026] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[0027] 이상에서 해결하고자 하는 과제, 과제 해결 수단, 효과에 기재한 발명의 내용이 청구항의 필수적인 특징을 특정하는 것은 아니므로, 청구항의 권리 범위는 발명의 내용에 기재된 사항에 의하여 제한되지 않는다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- 도 3a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 에너지 밴드 다이어그램을 나타내는 도면이다.
- 도 3b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 발광 영역에서 시간에 따른 발광 분포를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 비교예 1 및 실험예 1 내지 실험예 3에 따른 수명을 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 에너지 밴드 다이어그램을 나타내는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 제4 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 실험예 4 내지 실험예 7에 따른 수명을 나타내는 도면이다.
- 도 10a는 본 발명의 제2 실시예 및 본 발명의 제3 실시예에 따른 에너지 밴드 다이어그램을 나타내는 도면이다.
- 도 10b는 본 발명의 제2 실시예, 및 본 발명의 제3 실시예에 따른 발광 영역에서 시간에 따른 발광 분포를 나타내는 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 제5 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 제6 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 제6 실시예에 따른 에너지 밴드 다이어그램을 나타내는 도면이다.
- 도 14는 본 발명의 제7 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- 도 15는 본 발명의 제8 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- 도 16은 비교예 2 및 본 발명의 실험예 8에 따른 수명을 나타내는 도면이다.
- 도 17은 비교예 2 및 본 발명의 실험예 9에 따른 수명을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0030] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 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.

- [0031] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0032] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 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.
- [0033] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 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.
- [0034] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0035] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0036] 이하, 첨부된 도면 및 실시예를 통해 본 발명의 실시예를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치를 나타내는 도면이다.
- [0038] 도 1을 참고하면, 유기발광 표시장치(1000)는 기관(100), 박막 트랜지스터(700), 유기발광소자(light-emitting device, D)를 포함한다. 유기발광 표시장치(1000)는 복수의 화소(pixel, P)를 포함한다. 화소(P)는 실제 빛이 발광되는 최소 단위의 영역을 말하며, 서브-화소 또는 화소 영역으로 지칭될 수 있다. 또한, 복수의 화소(P)가 모여 백색의 광을 표현할 수 있는 최소의 군(group)이 될 수 있으며, 예를 들어, 세 개의 화소가 하나의 군으로서, 적색 서브화소(red sub-pixel), 녹색 서브화소(green sub-pixel) 및 청색 서브화소(blue sub-pixel)가 하나의 군을 이룰 수 있다. 또는, 네 개의 화소가 하나의 군으로서, 적색 서브화소(red sub-pixel), 녹색 서브화소(green sub-pixel), 청색 서브화소(blue sub-pixel) 및 백색 서브화소(white sub-pixel)가 하나의 군을 이룰 수도 있다. 그러나, 이에 한정된 것은 아니며, 다양한 화소 설계가 가능하다. 도 1에서는 설명의 편의를 위하여, 하나의 화소(P)만을 도시하였다.
- [0039] 박막트랜지스터(700)는 게이트 전극(1115), 게이트 절연층(1120), 반도체층(1131), 소스 전극(1133) 및 드레인 전극(1135)을 포함한다. 박막 트랜지스터(700)는 기관(101) 상에 배치되며, 유기발광소자(D)로 신호를 공급한다. 도 1에 도시된 박막트랜지스터(700)는 제1 전극(102)과 연결된 구동 박막트랜지스터일 수 있다. 기관(101) 상에는 유기발광소자(D)를 구동하기 위한 스위칭 박막트랜지스터 또는 커패시터 등이 더 배치될 수 있다. 그리고, 도 1에서는 박막트랜지스터(TFT)가 인버티드 스테거드(inverted staggered) 구조로 도시되었으나, 코플라나(coplanar) 구조로 형성할 수도 있다.
- [0040] 기관(101)은 절연 물질, 또는 유연성(flexibility)을 가지는 재료로 구성될 수 있다. 유리, 금속, 또는 플라스틱 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 유기발광 표시장치가 플렉서블(flexible) 유기발광 표시장치인 경우에는 플라스틱 등과 같은 유연한 재질로 이루어질 수도 있다. 또한, 플렉서블(flexible) 구현에 용이한 유기발광소자를 차량용 조명장치 또는 차량용 표시장치(automotive display)에 적용할 경우, 차량의 구조나 외관의 형상에 맞춰 차량용 조명장치의 다양한 설계 및 디자인의 자유도가 확보될 수 있다.
- [0041] 게이트 전극(1115)은 기관(101) 위에 형성되며, 게이트 라인에 연결되어 있다. 상기 게이트 전극(1115)은 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 및 구리(Cu) 중 어느 하나 또는 이들의 합금으로 이루어진 다중층일 수 있다.
- [0042] 게이트 절연층(1120)은 게이트 전극(1115) 위에 형성되며, 실리콘 산화막(SiO_x), 실리콘 질화막(SiN_x) 또는 이들의 다중층일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0043] 반도체층(1131)은 게이트 절연층(1120) 위에 형성되며, 비정질 실리콘(amorphous silicon, a-Si), 다결정 실리콘(polycrystalline silicon, poly-Si), 산화물(oxide) 반도체 또는 유기물(organic) 반도체 등으로 형성할 수 있다. 반도체층을 산화물 반도체로 형성할 경우, ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ZTO(Zinc Tin Oxide), IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide), 또는 ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 등으로 형성할 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 그리고, 에치 스톱퍼는 상기 반도체층(1131) 위에 형성되어 반도체층

(1131)을 보호하는 기능을 할 수 있으나 소자의 구성에 따라서 생략할 수도 있다.

- [0044] 소스 전극(1133) 및 드레인 전극(1135)은 반도체층(1131) 상에 형성될 수 있다. 소스 전극(1133) 및 드레인 전극(1135)은 단일층 또는 다중층으로 이루어질 수 있으며, 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 및 구리(Cu) 중 어느 하나 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0045] 평탄화층(1140)은 상기 소스 전극(1133) 및 드레인 전극(1135) 상에 형성되며, 드레인 전극(1135)의 일부를 노출시킬 수 있다. 평탄화층(1140)은 실리콘 산화막(SiO_x), 실리콘 질화막(SiN_x) 또는 이들의 다중층으로 형성할 수 있다. 또는, 아크릴계(acryl) 수지, 폴리이미드(polyimide) 수지 등으로 형성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0046] 그리고, 평탄화층(1140)과 박막트랜지스터(700) 사이에 패시베이션층이 더 형성될 수도 있다. 패시베이션층은 무기 물질로 이루어지고, 박막트랜지스터(700)를 보호하며, 평탄화층(1140)과 마찬가지로 드레인 전극(1135)의 일부를 노출시킬 수 있다.
- [0047] 제1 전극(102)은 상기 평탄화층(1140) 상에 형성된다. 제1 전극(102)은 TCO(Transparent Conductive Oxide)와 같은 투명 도전 물질인 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 등으로 형성될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 유기발광 표시장치(1000)가 상부 발광(top emission) 방식으로 구동되는 경우, 제1 전극(102)는 반사판을 더 포함하여 구성될 수 있다. 그리고, 제1 전극(102)은 애노드 또는 화소 전극으로 지칭될 수도 있다.
- [0048] 제1 전극(102)은 상기 평탄화층(1140)의 소정 영역의 콘택홀(CH)을 통해 상기 드레인 전극(1135)과 전기적으로 연결되어, 박막트랜지스터(700)를 통해 각종 신호를 공급받는다. 도 1에서는 드레인 전극(1135)과 제1 전극(102)이 전기적으로 연결되는 것으로 도시되었으나, 상기 평탄화층(1140)의 소정 영역의 콘택홀(CH)을 통해 소스 전극(1133)과 제1 전극(102)이 전기적으로 연결되는 것도 가능하다.
- [0049] 도 1의 유기발광 표시장치(1000)는 상부 발광(top emission) 방식으로, 발광부(1180)로부터 발광된 광이 제2 전극(104)을 통과하여 상부 방향으로 방출될 수 있다. 그리고, 하부 발광(bottom emission) 방식인 경우에는 발광부(1180)로부터 발광된 광이 제1 전극(102)을 통과하여 하부 방향으로 방출될 수 있다. 이때, 박막 트랜지스터(700)는, 발광부(1180)로부터 발광된 광의 경로를 방해하지 않도록, 제1 전극(102)과 중첩되지 않는 영역 또는 뱅크층(1170)과 중첩되는 영역에 배치될 수 있다.
- [0050] 뱅크층(1170)은 상기 제1 전극(102) 상에 형성되며, 화소(P)를 구획할 수 있다. 그리고, 뱅크층(1170)은 제1 전극(102)의 끝 단을 덮을 수 있다. 도 1을 참고하면, 뱅크층(1170)은 제1 전극(102)의 상면의 일부를 노출시킨다. 뱅크층(1170)은 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene; BCB)계 수지, 아크릴(acryl)계 수지 또는 폴리이미드(polyimide) 수지 등의 유기물로 형성할 수 있다. 또는, 뱅크층(1170)은 검정색 안료를 포함하는 감광제로 형성할 수 있으며, 이 경우에는 뱅크층(1170)은 차광부재의 역할을 하게 된다.
- [0051] 유기발광소자(D)는 상기 뱅크층(1170) 상에 형성되며, 제1 전극(102), 발광부(1180), 및 제2 전극(104)을 포함한다.
- [0052] 제2 전극(104)은 상기 발광부(1180) 상에 형성된다. 제2 전극(104)은 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 플루오르화리튬(LiF), ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 등으로 형성되거나 이들의 합금으로 형성되거나, 단일층 또는 다중층으로 구성될 수 있다. 합금은 예를 들면, 은-마그네슘(Ag: Mg), 마그네슘-플루오르화리튬(Mg: LiF) 등일 수 있다. 그러나, 제2 전극(104)은 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, 제2 전극(104)은 캐소드 또는 공통 전극으로 지칭될 수도 있다.
- [0053] 그리고, 봉지부가 상기 제2 전극(104) 상에 구성될 수 있다. 봉지부는 상기 발광부(1180) 내부로 수분이 침투하는 것을 방지할 수 있다. 봉지부는 서로 상이한 무기물이 적층된 복수의 층으로 이루어질 수도 있고, 무기물과 유기물이 교대로 적층된 복수의 층으로 이루어질 수도 있다. 그리고, 봉지 기관이 봉지부 상에 추가로 구성될 수 있다. 봉지 기관은 유리 또는 플라스틱으로 이루어질 수도 있고, 금속으로 이루어질 수도 있다. 봉지 기관은 접착제에 의해서 봉지부에 접착될 수 있다.
- [0054] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- [0055] 도 2에 도시된 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기발광소자(100)는 기관(101), 제1 전극(102), 제2 전극(104), 및 제1 전극(102) 및 제2 전극(104) 사이에 제1 발광부(110)와 제2 발광부(120)로 이루어진 발광부(1180)를 포

함한다.

- [0056] 도 2에 도시된 발광부(1180)는 공통 발광층(common emission layer) 구조를 가지며, 백색의 광을 발광한다. 공통 발광층 구조의 발광부(1180)는, 모든 화소가 개구된 공통 마스크(common mask)를 이용하여 형성 가능하며, 화소 별 패턴 없이 모든 화소에 동일한 구조로 적층될 수 있다. 즉, 공통 발광층 구조의 발광부(1180)는, 하나의 화소에서 이웃하는 화소까지 끊어진 부분없이 연결 또는 연장되어 배치되며, 복수의 화소를 공유한다.
- [0057] 기판(101)은 절연 물질, 또는 유연성(flexibility)을 가지는 재료로 구성될 수 있다. 기판(101)은 유리, 금속, 또는 플라스틱 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0058] 제1 전극(102)은 정공(hole)을 공급하는 양극으로 일함수가 높은 투명 전도성 물질로 구성될 수 있다. 여기서, 투명 전도성 물질은 인듐 주석 산화물(ITO; Indium Tin Oxide), 인듐 아연 산화물(IZO; Indium Zinc Oxide), 인듐 주석 아연 산화물(ITZO; Indium Tin Zinc Oxide)을 포함할 수 있다.
- [0059] 제2 전극(104)은 전자(electron)를 공급하는 음극으로 상대적으로 일함수가 낮은 금속성 물질, 예를 들어, 은(Ag), 티타늄(Ti), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo) 등으로 구성될 수 있다.
- [0060] 그리고, 제2 전극(104) 위에는 유기발광소자를 보호하기 위하여 캡핑층(capping layer)를 더 구성할 수도 있으며, 유기발광소자의 구조나 특성에 따라 캡핑층을 생략하는 것도 가능하다.
- [0061] 제1 전극(102) 위에 제1 정공수송층(HTL; Hole Transport Layer)(112), 제1 발광층(EML; Emitting Layer)(114), 제1 전자수송층(ETL; Electron Transport Layer)(116)을 포함하는 제1 발광부(110)가 구성된다.
- [0062] 제1 발광층(EML)(114)에서는 제1 정공수송층(HTL)(112)을 통해 공급된 정공(hole)과 제1 전자수송층(ETL)(116)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(114)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0063] 그리고, 제1 발광부(110) 위에는 제2 정공수송층(HTL)(122), 제2 발광층(EML)(124), 및 제2 전자수송층(ETL)(126)을 포함하는 제2 발광부(120)가 구성될 수 있다.
- [0064] 제2 발광층(EML)(124)에서는 제2 정공수송층(HTL)(122)을 통해 공급된 정공(hole)과 제2 전자수송층(ETL)(126)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(124)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0065] 그리고, 제1 발광부(110)와 제2 발광부(120) 사이에는 전하생성층(CGL; Charge Generation Layer)(140)이 구성된다. 전하생성층(CGL)(140)은 제1 발광부(110)와 제2 발광부(120)의 전하균형을 조절하며, N형 전하생성층(N-CGL)과 P형 전하생성층(P-CGL)으로 구성될 수 있다.
- [0066] 제1 발광층(EML)(114)과 제2 발광층(EML)(124)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(114)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나이고, 제2 발광층(EML)(124)은 제1 발광층(EML)(114)과 다른 색의 하나일 수 있다.
- [0067] 제1 발광층(EML)(114) 및 제2 발광층(EML)(124)으로 전자의 전달을 원활히 하기 위해서 제1 전자수송층(ETL)(116) 및 제2 전자수송층(ETL)(126)은 전자이동도가 빠른 재료로 구성한다. 이렇게 구성할 경우, 제1 발광층(EML)(114) 및 제2 발광층(EML)(124)으로 전자의 전달이 빨라지므로 구동전압은 증가하지 않으나, 제1 발광층(EML)(114) 및 제2 발광층(EML)(124) 내에서 전자와 정공의 균형을 조절하기 어려운 문제점이 있다. 그리고, 시간이 지남에 따라 수명이 저하되는 문제점이 있다. 시간이 지남에 따라 수명이 저하되는 내용에 대해서는 도 3a 및 도 3b를 참조하여 설명한다.
- [0068] 도 3a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 에너지 밴드 다이어그램을 나타내는 도면이다.
- [0069] 도 3a에 도시한 바와 같이, 제1 발광층(EML)(114)은 제1 전자수송층(ETL)(116)으로부터 받은 전자(e⁻)와 제1 정공수송층(HTL)(112)으로부터 받은 정공(h⁺)이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(114)의 전자와 정공의 결합 영역은 재결합 영역(recombination zone, recombination area) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다. 도 3a에서 화살표는 시간이 증가함을 나타낸다.

- [0070] 제1 전자수송층(116)은 제1 발광층(EML)(114)으로 전자의 전달을 원활히 하고 구동전압을 낮추기 위해서 전자의 이동도가 빠른 재료로 구성하므로, 도 3a에 도시한 바와 같이, 제1 발광층(EML)(114)의 발광영역은 제1 발광층(EML)(114)의 중앙보다는 제1 정공수송층(HTL)(112)에 치우쳐 형성된다(①로 표시). 그리고, 시간이 지남에 따라 비발광 영역인 “A” 부분이 나타남을 알 수 있다(②로 표시). 그리고, 시간이 더 지나면 비발광 영역인 “A” 부분이 ②와 비교하여 더 많이 나타남을 알 수 있다(③으로 표시). “A” 부분은 비발광 영역으로, 제1 발광층(EML)(114)이 발광에 기여하지 못하는 부분이 된다. 따라서, 시간이 지남에 따라 발광영역이 제1 정공수송층(HTL)(112)과 제1 발광층(EML)(114) 사이의 계면에 형성되어 제1 발광층(EML)(114)의 발광에 기여하지 못하는 비발광 영역(A)이 증가함을 알 수 있다. 또한, 시간이 지남에 따라 발광영역이 제1 발광층(EML)(114)에서 제1 정공수송층(HTL)(112)과 제1 발광층(EML)(114)의 계면으로 이동함을 알 수 있다. 즉, 시간이 지남에 따라 발광 위치가 변하게 되므로, 수명이 저하하게 된다.
- [0071] 도 3b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 발광영역에서 시간에 따른 발광 분포를 나타내는 도면이다.
- [0072] 도 3b에 도시한 바와 같이, 시간이 지남에 따라(화살표로 표시) 비발광 영역(A)이 증가하므로 발광 분포가 좁아짐을 알 수 있다. 이에 의해 시간이 지남에 따라 수명이 감소하게 된다.
- [0073] 도 3a 및 도 3b에서 설명한 바와 같이, 시간이 지남에 따라 발광 위치가 변하고 비발광 영역이 증가하여 발광 분포가 좁아지게 되므로 수명이 저하하게 된다. 따라서, 본 발명의 발명자는 유기발광 표시장치의 수명을 향상시키기 위해서 시간에 따른 발광영역의 위치와 발광 분포를 개선하여야 함을 인식하였다.
- [0074] 이에 본 발명은 전자와 정공의 균형을 맞추어 발광층 내에서 전자와 정공의 재결합이 이루어지게 하며, 시간이 지남에 따라 발광 위치가 이동하더라도 발광영역이 넓은 분포를 갖도록 함으로써, 수명이 향상될 수 있는 유기발광 표시장치를 제공한다.
- [0075] 이에 대해서 도 4를 참조하여 설명한다.
- [0076] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다. 본 발명의 모든 실시예들의 모든 구성요소들은 상호유기적으로 결합되고 구현될 수 있다.
- [0077] 도 4에 도시된 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기발광소자(200)는 기관(101), 제1 전극(202), 제2 전극(204), 및 제1 전극(202) 및 제2 전극(204) 사이에 제1 발광부(210)와 제2 발광부(220)로 이루어진 발광부(1180)를 포함한다.
- [0078] 도 4에 도시된 발광부(1180)는 공통 발광층(common emission layer) 구조를 가지며, 백색의 광을 발광한다. 공통 발광층 구조의 발광부(1180)는, 모든 화소가 개구된 공통 마스크(common mask)를 이용하여 형성 가능하며, 화소 별 패턴 없이 모든 화소에 동일한 구조로 적층될 수 있다. 즉, 공통 발광층 구조의 발광부(1180)는, 하나의 화소에서 이웃하는 화소까지 끊어진 부분없이 연결 또는 연장되어 배치되며, 복수의 화소를 공유한다. 또한, 발광부(1180)에 포함된 복수의 발광층(214, 224)으로부터 발광된 광이 서로 혼합되어 제1 전극(202) 또는 제2 전극(204)을 통해 백색의 광을 방출한다. 또는, 발광부(1180)는 패턴 발광층(patterned emission layer) 구조를 가질 수 있다. 패턴 발광층 구조의 발광부(1180)는, 서로 다른 색을 발광하는 발광층, 예를 들어, 적색, 청색 및 녹색의 발광층이 각각 화소 별로 분리된 구조를 가지며, 각각의 화소는 단색(monocolor)의 광을 발광한다. 그리고, 패턴 발광층은 각각의 단색(monocolor)을 포함할 수 있다. 각각의 발광층은 화소 별로 개구된 마스크, 예를 들어, FMM(fine metal mask)을 이용하여 패턴 증착될 수 있다. 따라서, 도 4에서 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)으로 도시되었으나, 제1 발광층(EML)(214) 및 제2 발광층(EML)(224)은 각각 화소별로 각각 배치된 적색 발광층, 녹색 발광층, 및 청색 발광층으로 구성될 수 있다.
- [0079] 기관(201)은 절연 물질, 또는 유연성(flexibility)을 가지는 재료로 구성될 수 있다. 예를 들어, 기관(201)은 유리, 금속, 또는 플라스틱 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 유기발광 표시장치가 플렉서블(flexible) 유기발광 표시장치인 경우, 기관(201)은 플라스틱 등과 같은 유연한 재질로 이루어질 수도 있다. 또한, 플렉서블(flexible) 구현에 용이한 유기발광소자를 차량용 조명장치 또는 차량용 표시장치에 적용할 경우, 차량의 구조나 외관의 형상에 맞춰 차량용 조명장치의 다양한 설계 및 디자인의 자유도가 확보될 수 있다.
- [0080] 제1 전극(202)은 정공(hole)을 공급하는 양극으로 TCO(Transparent Conductive Oxide)와 같은 투명 도전 물질인 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 등으로 형성될 수 있다. 또는, 제1 전극(202)은 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 플루

오르화리튬(LiF), ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 등으로 형성되거나 이들의 합금으로 형성되거나, 단일층 또는 다중층으로 구성될 수 있다. 합금은 예를 들면, 은-마그네슘(Ag: Mg), 마그네슘-플루오르화리튬(Mg: LiF) 등일 수 있다. 그러나, 제1 전극(202)을 구성하는 물질이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0081] 그리고, 제1 전극(202)은 발광층들(214, 224)로부터 발광된 빛이 제1 전극(202)을 투과하여 하부 방향으로 방출되지 않도록, 반사층을 포함할 수 있다. 구체적으로, 제1 전극(202)은 제1 투명층, 반사층 및 제2 투명층이 차례로 적층된 3층 구조를 가질 수 있다. 제1 투명층과 제2 투명층은, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 등과 같은 TCO(transparent conductive oxide) 물질로 이루어질 수 있다. 두 개의 투명층 사이의 반사층은, 예를 들어, 구리(Cu), 은(Ag), 팔라듐(Pd), 은 합금(Ag alloy)과 같은 금속 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, ITO/Ag/ITO, Ag/Pd/Cu로 구성할 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또는, 제1 전극(202)은 투명층과 반사층이 적층된 2층 구조를 가질 수도 있다.

[0082] 제2 전극(204)은 전자(electron)를 공급하는 음극으로 금속성 물질인 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 플루오르화리튬(LiF), ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 등으로 형성되거나 이들의 합금으로 형성되거나, 단일층 또는 다중층으로 구성될 수 있다. 합금은 예를 들면, 은-마그네슘(Ag: Mg), 마그네슘-플루오르화리튬(Mg: LiF) 등일 수 있다. 그러나, 제2 전극(204)을 구성하는 물질이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0083] 제1 전극(202)과 제2 전극(204)은 각각 애노드(anode) 및 캐소드(cathode)로 지칭될 수 있다. 즉, 애노드와 캐소드 사이에 발광부(1180)를 포함한다고 할 수 있다. 그리고, 제1 전극(202)과 제2 전극(204)은 각각 화소전극 및 공통전극으로 지칭될 수 있다. 또는, 제1 전극(202)은 투과 전극이고, 제2 전극(204)은 반투과 전극으로 구성될 수 있다. 또는, 제1 전극(202)은 반사 전극이고, 제2 전극(204)은 반투과 전극으로 구성될 수 있다. 또는, 제1 전극(202)은 반투과 전극이고, 제2 전극(204)은 투과 전극으로 구성될 수 있다. 또는, 제1 전극(202) 또는 제2 전극(204) 중 적어도 하나는 반투과 전극으로 구성될 수 있다.

[0084] 그리고, 제2 전극(204) 위에는 유기발광소자를 보호하기 위하여 캡핑층(capping layer)를 더 구성할 수도 있으며, 유기발광소자의 구조나 특성에 따라 캡핑층을 생략하는 것도 가능하다.

[0085] 제1 전극(202) 위에 제1 정공수송층(HTL)(212), 제1 발광층(EML)(214), 제1 전자수송층(ETL)(216)을 포함하는 제1 발광부(210)가 구성된다.

[0086] 제1 발광층(EML)(214)에서는 제1 정공수송층(HTL)(212)을 통해 공급된 정공(hole)과 제1 전자수송층(ETL)(216)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(214)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.

[0087] 제1 정공수송층(HTL)(212)은 NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), NPB(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine), TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine) 중 적어도 하나 이상으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0088] 그리고, 제1 전극(202) 위에는 정공주입층(HIL; Hole Injection Layer)이 추가로 구성될 수 있다. 정공주입층(HIL)은 제1 전극(202)으로부터의 정공을 제1 정공수송층(HTL)(212)에 원활하게 전달하는 역할을 한다. 정공주입층(HIL)은 정공의 주입을 원활하게 하는 역할을 할 수 있으며, HAT-CN(dipyrazino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile), CuPc(copper phthalocyanine), PEDOT(poly(3,4)-ethylenedioxythiophene), α -NPD(N,N'-bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine), NPB(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine), TcTa(4,4',4''-tris(carbazol-9-yl)triphenylamine), spiro-TAD(2,2',7,7'-tetrakis(N,N-diphenylamino)-9,9-spirobifluorene), CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 중 적어도 하나 이상의 물질로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0089] 정공주입층(HIL)은 제1 정공수송층(HTL)(212)을 구성하는 물질에 p형 도펀트(p-dopant)를 도핑함으로써 형성할 수 있다. 이 경우 하나의 공정 장비에서 연속 공정으로 정공주입층(HIL)과 제1 정공수송층(HTL)(212)을 형성할 수 있다. 상기 p형 도펀트는 F4-TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyano-quinodimethane)로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0090] 그리고, 제1 발광부(210) 위에는 제2 정공수송층(HTL)(222), 제2 발광층(EML)(224), 및 제2 전자수송층

(ETL)(226)을 포함하는 제2 발광부(220)가 구성될 수 있다.

- [0091] 제2 발광층(EML)(224)에서는 제2 정공수송층(HTL)(222)을 통해 공급된 정공(hole)과 제2 전자수송층(ETL)(226)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(224)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0092] 그리고, 제2 정공수송층(HTL)(222)은 제1 정공수송층(HTL)(212)과 동일한 물질로 구성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0093] 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(226) 위에는 전자주입층(EIL; Electron Inejction Layer)이 추가될 수 있다. 전자주입층(EIL)은 제2 전극(204)으로부터의 전자를 제2 전자수송층(ETL)(226)에 원활하게 전달하는 역할을 한다.
- [0094] 제1 정공수송층(HTL)(212), 제2 정공수송층(HTL)(222), 및 정공주입층(HIL)은 정공전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 정공전달층은 제1 발광층(EML)(214) 및 제2 발광층(EML)(224)에 정공을 전달하고 정공을 주입하는 층이라고 할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(216), 제2 전자수송층(ETL)(226), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 전자전달층은 제1 발광층(EML)(214) 및 제2 발광층(EML)(224)에 전자를 전달하고 전자를 주입하는 층이라고 할 수 있다.
- [0095] 그리고, 제1 발광부(210)와 제2 발광부(220) 사이에는 전하생성층(CGL)(240)이 구성된다. 전하생성층(CGL)(240)은 제1 발광부(210)와 제2 발광부(220)의 전하균형을 조절하며, N형 전하생성층(N-CGL)과 P형 전하생성층(P-CGL)으로 구성될 수 있다. N형 전하생성층(N-CGL)은 제1 발광층(EML)(214)에 전자(electron)를 주입해주는 역할을 하며, N형 전하생성층(N-CGL)은 금속 등이 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, P형 전하생성층(P-CGL)은 제2 발광층(EML)(224)에 정공(hole)을 주입해주는 역할을 한다. P형 전하생성층(P-CGL)은 P형 도펀트가 포함된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0096] 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(214)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나이고, 제2 발광층(EML)(224)은 제1 발광층(EML)(214)과 다른 색의 하나일 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기발광소자는 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)으로부터 백색을 발광하는 발광소자일 수 있다. 또는, 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)은 동일한 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나일 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기발광소자는 동일한 색을 발광하는 단색(monocolor) 발광소자일 수도 있다.
- [0097] 그리고, 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)은 적어도 하나의 호스트와 적어도 하나의 도펀트로 구성할 수 있다. 적어도 하나의 호스트는 정공 특성을 갖는 호스트와 전자 특성을 갖는 호스트일 수 있다. 또는, 적어도 하나의 호스트는 적어도 두 종류 이상의 호스트로 구성된 혼합 호스트(mixed host)로 구성할 수 있다. 적어도 두 종류 이상의 호스트로 구성할 경우, 정공 특성을 갖는 호스트와 전자 특성을 갖는 호스트일 수 있다. 그리고, 적어도 하나의 도펀트는 인광 도펀트 또는 형광 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0098] 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)이 적색(Red) 발광층일 경우, CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl), MCP(1,3-bis(carbazol-9-yl)benzene), NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), Be complex 등을 포함하는 적어도 하나 이상의 호스트 물질을 포함할 수 있다. 상기 적색(Red) 발광층을 구성하는 도펀트는 Ir(btp)2(acac)(bis(2-benzo[b]thiophen-2-yl-pyridine)(acetylacetonate(iridium(III))), Ir(piq)2(acac)(bis(1-phenylisoquinoline)(acetylacetonate)iridium(III)), Ir(piq)3(tris(1-phenylquinoline)iridium(III)), Pt(TPBP)(5,10,15,20-tetraphenyltetrabenzoporphyrin platinum complex) 등의 인광 물질의 도펀트로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 적색(Red) 발광층을 구성하는 도펀트는 Perylene을 포함하는 형광 물질의 도펀트로 이루어질 수 있다. 상기 적색(Red) 발광층을 구성하는 호스트나 도펀트의 물질이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다.
- [0099] 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)이 녹색(Green) 발광층일 경우, CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl), MCP(1,3-bis(carbazol-9-yl)benzene), NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), Be complex, 안트라센 유도체(anthracene derivatives) 등을 포함하는 적어도 하나 이상의 호스트 물질을 포함할 수 있다. 상기 녹색(Green) 발광층을 구성하는 도펀트는 Ir(ppy)3(tris(2-phenylpyridine)iridium(III)), Ir(ppy)2(acac)(Bis(2-phenylpyridine)(acetylacetonato)iridium(III)) 등의

인광 물질의 도펀트로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 녹색(Green) 발광층을 구성하는 도펀트는 Alq_3 (tris(8-hydroxyquinolino)aluminum)를 포함하는 형광 물질의 도펀트로 이루어질 수 있다. 상기 녹색(Green) 발광층을 구성하는 호스트나 도펀트의 물질이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다.

[0100] 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)이 청색(Blue) 발광층일 경우, CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl), MCP(1,3-bis(carbazol-9-yl)benzene), ADN(9,10-di(naphth-2-yl)anthracene), 안트라센 유도체(anthracene derivatives) 등을 포함하는 적어도 하나 이상의 호스트 물질을 포함할 수 있다. 상기 청색(Blue) 발광층을 구성하는 도펀트는 FIrpic(Bis[2-(4,6-difluorophenyl)pyridinato-N]picolinato)iridium(III))을 포함하는 도펀트 물질을 포함하는 인광 물질의 도펀트로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 청색(Blue) 발광층을 구성하는 도펀트는 PFO(polyfluorene)계 고분자, PPV(polyphenylenevinylene)계 고분자, 파이렌 유도체(pyren derivatives) 등을 포함하는 형광 물질의 도펀트로 이루어질 수 있다. 상기 청색(Blue) 발광층을 구성하는 호스트나 도펀트의 물질이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다.

[0101] 본 발명의 제2 실시예는 제2 전자수송층(ETL)(226)의 전자이동도를 조절하여 제2 발광층(EML)(224) 내에서 전자와 정공의 균형이 유지되도록 함으로써, 수명을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공한다. 따라서, 제2 전자수송층(ETL)(226)을 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbitals) 에너지 레벨의 절대값이 다른 적어도 두 개의 물질들로 구성하고 적어도 두 개의 물질들의 함량에 따라 수명에 영향을 주는지 확인하기 위한 실험을 하였다.

[0102] 이에 대해서 표 1 및 도 5를 참조하여 설명한다.

표 1

	구동전압 (V)	효율 (cd/A)	CIE _x	CIE _y
비교예 1	7.5	12.1	0.135	0.068
실험예 1	7.7	10.0	0.135	0.068
실험예 2	7.7	12.2	0.135	0.068
실험예 3	7.9	11.8	0.135	0.068

[0103]

[0104] 표 1에서 비교예 1 및 실험예 1 내지 실험예 3은 도 4의 유기발광소자를 적용하여 실험하였다. 비교예 1 및 실험예 1 내지 실험예 3은 하나의 화소가 적색, 녹색, 및 청색의 서브화소로 구분되어 있다.

[0105] 비교예 1은 기관(201) 위의 전체 영역에 제1 전극(202)을 형성하고, NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine)로 제1 정공수송층(HTL)(212)을 형성하고, 기관(201)과 인접한 영역에는 F4-TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyano-quinodimethane)를 도핑하여 정공주입층(HIL)을 형성한다.

[0106] 그리고, 적색 서브화소 영역은 적색 호스트인 베릴륨(Be) complex에 도펀트로 $Ir(btp)_2(acac)(bis(2-benzo[b]thiophen-2-yl-pyridine)(acetylacetonate)(iridium(III)))$ 를 도핑하여 제1 발광층(EML)(214)을 형성한다. 그리고, 녹색 서브화소 영역은 녹색 호스트인 안트라센 유도체(anthracene derivatives) 및 CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl)에 도펀트로 $Ir(ppy)_2(acac)(Bis(2-phenylpyridine)(acetylacetonato)iridium(III))$ 를 도핑하여 제1 발광층(EML)(214)을 형성한다. 그리고, 청색 서브화소 영역은 청색 호스트인 안트라센 유도체(anthracene derivatives)에 도펀트로 파이렌 유도체(pyren derivatives)를 도핑하여 제1 발광층(EML)(214)을 형성한다.

[0107] 그리고, 적색 서브화소 영역, 녹색 서브화소 영역, 및 청색 서브화소 영역의 전체에 제1 전자수송층(ETL)(216)을 형성한다. 예를 들어, 제1 전자수송층(ETL)(216)은 Alq_3 (tris(8-hydroxy-quinolonato)aluminum), TAZ(3-(4-

biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylpneyl-1,2,4-triazole) 중 하나로 형성한다.

- [0108] N형 전하생성층(N-CGL)(240)은 안트라센 유도체(anthracene derivatives)인 호스트에 금속 등의 도펀트를 도핑하여 형성한다. 그리고, 적색 서브화소 영역, 녹색 서브화소 영역, 및 청색 서브화소 영역의 전체에 NPD로 제2 정공수송층(HTL)(222)을 형성하고, 제2 정공수송층(HTL)(222)과 N형 전하생성층(N-CGL)과의 계면에, NPD에 F4-TCNQ를 도핑하여 P형 전하생성층(P-CGL)을 형성한다.
- [0109] 그리고, 적색 서브화소 영역은 적색 호스트인 베릴륨(Be) complex에 도펀트로 Ir(btp)₂(acac)(bis(2-benzo[b]thiophen-2-yl-pyridine)(acetylacetonate(iridium(III)))를 도핑하여 제2 발광층(EML)(124)을 형성한다. 그리고, 녹색 서브화소 영역은 녹색 호스트인 안트라센 유도체(anthracene derivatives) 및 CBP(4,4'-bis(carbozol-9-yl)biphenyl)에 도펀트로 Ir(ppy)₂(acac)(Bis(2-phenylpyridine)(acetylacetonato)iridium(III))를 도핑하여 제2 발광층(EML)(224)을 형성한다. 그리고, 청색 서브화소 영역은 청색 호스트인 안트라센 유도체(anthracene derivatives)에 도펀트로 파이렌 유도체(pyren derivatives)를 도핑하여 제2 발광층(EML)(224)을 형성한다.
- [0110] 그리고, 적색 서브화소 영역, 녹색 서브화소 영역, 및 청색 서브화소 영역의 전체에 Alq₃와 Liq를 1:1 비율로 공중착하여 제2 전자수송층(ETL)(226)을 형성하고, 제2 전극을 형성한다. 여기서, 제2 전자수송층(ETL)(226)의 제1 물질은 제2 물질인 Liq보다 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 물질로 구성한다. 즉, 제2 전자수송층(ETL)(226)의 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.40eV 내지 2.60eV 범위인 물질 중에서 선택되며, 예를 들어 Alq₃(tris(8-hydroxy-quinolonato)aluminum), TAZ(3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylpneyl-1,2,4-triazole) 중 하나일 수 있다. 그리고, 제2 물질인 Liq의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.60eV 내지 2.90eV 범위일 수 있다.
- [0111] 그리고, NPD로 캠핑층을 형성한다. 여기서 언급된 유기층들의 물질이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다.
- [0112] 실험예 1 내지 실험예 3은 비교예 1과 동일하게 구성하고, 제2 전자수송층(ETL)(226)은 적어도 두 개의 물질들인 제1 물질과 제2 물질로 구성하되 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 큰 것으로 구성하고, 제1 물질과 제2 물질을 공중착하여 구성한다. 적어도 두 개의 물질 중 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.91eV 내지 3.40eV 범위를 가질 수 있으며, 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.60eV 내지 2.90eV 범위를 가질 수 있다. 그리고, 제1 물질은 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbozole) 유도체 중 하나로 구성하고, 제2 물질은 Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium)로 구성한다. 그리고, 실험예 1 내지 실험예 3은 제1 물질과 제2 물질의 함량을 서로 다르게 구성한다. 즉, 실험예 1은 제1 물질과 제2 물질의 함량이 2:1, 실험예 2는 제1 물질과 제2 물질의 함량이 1:1, 및 실험예 3은 제1 물질과 제2 물질의 함량이 1:2이다. 이 함량은 실험을 위해서 설정한 값이며, 실험예 3의 함량이 1:2라는 것은 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 많다는 것을 말하며, 예를 들어 제1 물질과 제2 물질의 중량의 합이 100중량%라고 했을 때 제2 물질의 함량이 50중량%를 초과한다는 것을 말한다. 그리고, 실험예 2의 함량이 1:1이라는 것은 제1 물질의 함량과 제2 물질의 함량이 동일하다는 것을 말한다.
- [0113] 표 1에서 색좌표(CIE_x, CIE_y)는 청색의 색좌표(0.135, 0.068)를 나타낸 것이고, 청색의 색좌표를 동일하게 한 후 전류밀도 5mA/cm²에서 구동전압(V) 및 효율(cd/A)을 비교한 것이다.
- [0114] 표 1에 나타난 바와 같이, 구동전압(V)을 살펴보면, 실험예 1 내지 실험예 3은 비교예 1과 비교하여 약간 증가하였음을 알 수 있다. 그리고, 실험예 3의 구동전압은 실험예 1 및 실험예 2와 비교하여 약간 증가하였음을 알 수 있다.
- [0115] 효율(cd/A)을 살펴보면 비교예 1, 실험예 2, 및 실험예 3이 거의 유사함을 알 수 있다. 그리고, 실험예 2 및 실험예 3이 실험예 1보다 효율이 증가함을 알 수 있다. 즉, 실험예 2 및 실험예 3의 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 같거나 많은 경우가 실험예 1의 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 작은 경우보다 효율이 증가함을 알 수 있다.
- [0116] 그리고, 수명은 도 5를 참조하여 설명한다. 도 5의 수명의 측정 결과는 실험을 위해 측정한 것으로, 측정한 수명 시간이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다. 따라서, 도 5는 비교예 1 및 실험예 1 내지 실험예 3으로 구성할 경우 수명이 향상되는지 확인하기 위해 수명을 측정한 것이다.
- [0117] 도 5는 비교예 1 및 실험예 1 내지 실험예 3에 따른 수명을 나타내는 도면이다.

- [0118] 도 5에서 가로축은 시간(Time)(hr)을 나타내며, 세로축은 휘도감소비율(Luminance Drop)(%)을 나타낸다. 그리고, 비교예 1은 a1, 실험예 1은 A, 실험예 2는 B, 및 실험예 3은 C로 나타낸다.
- [0119] 도 5에 도시한 바와 같이, 초기 발광 휘도를 100%라고 할 경우 휘도가 95%로 감소될 때까지의 시간, 즉 유기발광 표시장치의 95% 수명 시간(T95)은 비교예 1은 약 210시간이며, 실험예 1 및 실험예 2는 약 280시간이며, 실험예 3은 약 460시간임을 알 수 있다. 따라서, 실험예 3의 수명은 비교예 1과 비교하여 약 2.1배 증가함을 알 수 있다. 즉, 실험예 3의 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 많은 경우 비교예 1, 실험예 1, 및 실험예 2보다 수명이 향상됨을 알 수 있다.
- [0120] 그리고, 도 5는 청색 수명을 나타낸 것이나, 실험예 3의 경우 비교예 1, 실험예 1, 및 실험예 2보다 유기발광 표시장치의 전체적인 수명이 향상될 수 있다.
- [0121] 위 실험 결과로부터, 본 발명의 실험예 1 내지 실험예 3은 비교예 1과 비교하여 효율은 거의 유사함을 알 수 있다. 그리고, 비교예 1과 비교하여 본 발명의 실험예 1 내지 실험예 3은 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 제2 물질에 의해 전자이동도가 느려짐으로 인해 구동전압이 약간 증가함을 알 수 있다.
- [0122] 그리고, 본 발명의 실험예 1 내지 3의 전자수송층에 포함된 제1 물질의 함량 및 제2 물질의 함량에 따른 효율과 구동전압을 살펴보면 다음과 같다. 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 같거나 많은 경우의 실험예 2 및 실험예 3이 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 작은 경우의 실험예 1과 비교하여 효율이 증가함을 알 수 있다. 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 많은 경우의 실험예 3이 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 같거나 작은 경우의 실험예 1 및 실험예 2와 비교하여 구동전압이 약간 증가함을 알 수 있다. 그리고, 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 많은 경우의 실험예 3이 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 같거나 작은 경우의 실험예 1 및 실험예 2와 비교하여 수명이 향상됨을 알 수 있다. 따라서, 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 많은 경우가 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 같거나 작은 경우보다 구동전압이 약간 증가하고, 효율은 약간 감소하나 수명은 향상됨을 알 수 있다. 따라서, LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 전자수송층을 구성하고, 두 개의 물질들 중에 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 물질이 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 큰 물질보다 더 많이 구성할 경우에 수명이 더 향상됨을 알 수 있다.
- [0123] 따라서, 본 발명의 전자수송층(ETL)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 구성하고 두 개의 물질들의 함량을 조절하여 전자이동도가 느리도록 구성한다. 즉, 두 개의 물질들 중 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 높도록 구성함으로써, 발광층(EML)으로의 전자 주입을 용이하게 할 수 있다. 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.91eV 내지 3.40eV 범위를 가질 수 있으며, 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.60eV 내지 2.90eV 범위를 가질 수 있다. 그리고, 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 2.91eV 내지 3.40eV 범위를 갖는 물질 중에서 선택할 수 있다. 예를 들어 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbazole) 유도체 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 2.60eV 내지 2.90eV 범위를 갖는 물질 중에서 선택할 수 있으며, 예를 들어 Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium)로 구성할 수 있다. 그리고, 제1 물질과 제2 물질은 공중착하여 혼합되도록 구성한다.
- [0124] 그리고, 제2 물질의 함량은 제1 물질의 함량보다 많이 구성함으로써, 또는 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 낮은 제2 물질의 함량을 많이 구성함으로써, 전자수송층의 전자이동도를 느리게 하여 전자와 정공의 균형이 이루어지는 발광영역이 발광층(EML) 내에 위치하게 할 수 있다. 이에 따라 발광층(EML)의 수명이 향상될 수 있다. 즉, 제2 물질인 Liq를 제1 물질보다 많이 구성함으로써 전자이동도를 느리게 할 수 있으며, 발광층(EML)에서 전자와 정공의 균형이 이루어지는 발광영역이 위치하게 할 수 있으므로, 수명이 향상될 수 있다. 그리고, 제2 물질의 함량은 상기 전자수송층에서 50중량%를 초과할 수 있다. 그리고, 전자수송층은 약 10nm 이상 40nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 전자수송층의 두께가 약 10nm 미만이면, 전자수송층으로의 작용을 못하게 되고, 약 40nm를 초과하면, 유기발광소자의 두께가 두꺼워져, 구동전압이 상승하거나 효율이나 수명이 저하할 수 있다.
- [0125] 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(216)은 제2 전자수송층(ETL)(226)의 제1 물질 및 제2 물질 중 하나로 구성할 수 있다. 예를 들어, Alq₃(tris(8-hydroxy-quinolonato)aluminum), TAZ(3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylpneyl-1,2,4-triazole), Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium), 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbazole) 유도체 중 하나로 구성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0126] 그리고, 본 발명의 제2 실시예에서는 제2 전자수송층(ETL)(226)을 예로 들어 설명하였으나, 제1 전자수송층(ETL)(216)에 적용하는 것도 가능하다. 이 경우에도 수명을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 또는, 제1 전자수송층(ETL)(216) 및 제2 전자수송층(ETL)(226) 모두에 적용하는 것도 가능하며, 이 경우에도 수명을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 따라서, 제1 전자수송층(ETL)(216) 및 제2 전자수송층(ETL)(226) 중 적어도 하나에 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 구성하고 두 개의 물질들의 함량을 조절한 전자수송층을 적용할 수 있다. 그리고, 본 발명의 실시예에서는 두 개의 발광부들을 갖는 유기발광소자를 예로 들어 설명하였으나, 세 개 이상의 발광부들에서도 적용 가능하며, 이 경우에도 본 발명의 실시예의 전자수송층을 적용할 수 있다.
- [0127] 본 발명의 제2 실시예에서 설명한 바와 같이, 전자수송층으로 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 낮은 제2 물질의 함량을 많이 구성함으로써, 수명이 향상될 수 있음을 알 수 있다. 그리고, 시간이 지남에 따라, 즉 장시간에서도 수명이 저하되지 않는 유기발광소자를 제안한다. 이에 대해서는 도 6 내지 도 9, 및 표 2를 참조하여 설명한다.
- [0128] 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다. 본 발명의 모든 실시예들의 모든 구성요소들은 상호유기적으로 결합되고 구현될 수 있다.
- [0129] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 유기발광소자(300)는 제1 전극(302)과 제2 전극(304) 사이에 제1 발광부(310) 및 제2 발광부(320)로 이루어진 발광부(1180)를 포함한다. 도 6의 기관(301), 제1 전극(302), 제1 발광부(310), 발광부(1180), 및 제2 전극(304)은 도 4를 결부하여 설명한 기관(201), 제1 전극(202), 제1 발광부(210), 발광부(1180), 및 제2 전극(204)과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 6의 기관(301), 제1 전극(302), 제1 발광부(310), 발광부(1180), 및 제2 전극(304)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0130] 제1 발광부(310)는 제1 전극(302) 위에 제1 정공수송층(HTL)(312), 제1 발광층(EML)(314), 및 제1 전자수송층(ETL)(316)을 포함할 수 있다. 제1 발광층(EML)(314)에서는 제1 정공수송층(HTL)(312)을 통해 공급된 정공(hole)과 제1 전자수송층(ETL)(316)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(314)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0131] 그리고, 제1 전극(302) 위에는 정공주입층(HIL)이 추가로 구성될 수 있다. 정공주입층(HIL)은 제1 전극(302)으로부터의 정공을 제1 정공수송층(HTL)(312)에 원활하게 전달하는 역할을 한다. 그리고, 제1 정공수송층(HTL)(312)은 p형 도펀트가 도핑된 p형 정공수송층(p-HTL)일 수 있다.
- [0132] 그리고, 제1 발광부(210) 위에는 제2 정공수송층(HTL)(322), 제2 발광층(EML)(324), 발광조절층(Emission Control Layer; ECL)(323), 및 제2 전자수송층(ETL)(326)을 포함하는 제2 발광부(320)가 구성될 수 있다.
- [0133] 제2 발광층(EML)(324)에서는 제2 정공수송층(HTL)(322) 및 발광조절층(ECL)(323)을 통해 공급된 정공(hole)과 제2 전자수송층(ETL)(326)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(324)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0134] 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(326) 위에는 전자주입층(EIL)이 추가될 수 있다. 전자주입층(EIL)은 제2 전극(304)으로부터의 전자를 제2 전자수송층(ETL)(326)에 원활하게 전달하는 역할을 한다.
- [0135] 제1 정공수송층(HTL)(312), 제2 정공수송층(HTL)(322), 및 정공주입층(HIL)은 정공전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 정공전달층은 제1 발광층(EML)(314) 및 제2 발광층(EML)(324)에 정공을 전달하고 정공을 주입하는 층이라고 할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(316), 제2 전자수송층(ETL)(326), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 전자전달층은 제1 발광층(EML)(314) 및 제2 발광층(EML)(324)에 전자를 전달하고 전자를 주입하는 층이라고 할 수 있다.
- [0136] 상기 제2 전자수송층(ETL)(326)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 구성하고 두 개의 물질들의 함량을 조절하여 전자이동도가 느리도록 구성한다. 즉, 서로 다른 두 개의 물질들 중 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 높도록 구성함으로써, 제2 발광층(EML)(324)으로의 전자주입을 용이하게 할 수 있다. 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.91eV 내지 3.40eV 범위를 가질 수 있으며, 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.60eV 내지 2.90eV 범위를 가질 수

있다. 그리고, 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.91eV 내지 3.40eV 범위를 갖는 물질 중에서 선택할 수 있다. 예를 들어 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbazole) 유도체 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.60eV 내지 2.90eV 범위를 갖는 물질 중에서 선택할 수 있으며, 예를 들어 Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium)로 구성할 수 있다. 그리고, 제1 물질과 제2 물질은 공중착하여 혼합되도록 구성된다.

[0137] 그리고, 제2 물질의 함량은 제1 물질의 함량보다 많게 구성함으로써, 또는 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 낮은 제2 물질의 함량을 많게 구성함으로써, 전자수송층의 전하이동도를 느리게 하여 전자와 정공의 균형이 이루어지는 발광영역이 발광층(EML) 내에 위치하게 할 수 있다. 이에 따라 제2 발광층(EML)(324)의 수명이 향상될 수 있다. 즉, 제2 물질인 Liq를 제1 물질보다 많게 구성함으로써 전하이동도를 느리게 할 수 있으며, 제2 발광층(EML)(324) 내에 전자와 정공의 균형이 이루어지는 발광영역이 위치하게 할 수 있으므로, 수명이 향상될 수 있다. 그리고, 제2 물질의 함량은 제2 전자수송층(ETL)(326)에서 50중량%를 초과할 수 있다. 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(326)은 약 10nm 이상 40nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 제2 전자수송층(ETL)(326)의 두께가 약 10nm 미만이면, 전자수송층으로의 작용을 못하게 되고, 약 40nm를 초과하면, 유기발광소자의 두께가 두꺼워져, 구동전압이 상승하거나 효율이나 수명이 저하할 수 있다.

[0138] 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(316)은 제2 전자수송층(ETL)(326)의 제1 물질 및 제2 물질 중 하나로 구성할 수 있다. 예를 들어, Alq₃(tris(8-hydroxy-quinolonato)aluminum), TAZ(3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylpneyl-1,2,4-triazole), Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium), 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbazole) 유도체 중 하나로 구성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0139] 발광조절층(ECL)(323)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 구성하고 두 개의 물질들로 구성된 제2 전자수송층(ETL)(326)을 갖는 발광부에 구성할 수 있다. 이에 의해 제2 발광층(EML)(324) 내에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있고, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있으며, 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 즉, 제2 전자수송층(ETL)(326)과 발광조절층(ECL)(323)을 함께 구성할 경우 수명이 더 향상될 수 있고, 시간이 지남에 따라 종모양의 수명을 갖지 않고 선형적으로 수명이 변화되므로 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0140] 발광조절층(ECL)(323)은 제2 정공수송층(HTL)(322)과 상기 제2 발광층(EML)(324) 사이에 구성된다. 발광조절층(ECL)(323)의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbitals) 에너지 레벨의 절대값은 제2 정공수송층(HTL)(322)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 크게 구성함으로써, 발광조절층(ECL)(323)이 제2 정공수송층(HTL)(322)에서 제2 발광층(EML)(324)으로 정공이 이동할 때 정공의 이동속도를 느리게 하는 베리어(barrier) 역할을 할 수 있다. 이에 따라 제2 발광층(EML)(324)에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있다. 발광조절층(ECL)(323)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.20eV 내지 5.60eV 범위일 수 있다. 제2 정공수송층(HTL)(322)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.10eV 내지 5.50eV 범위일 수 있다. 따라서, 발광조절층(ECL)(323)이 에너지 베리어(energy barrier)를 갖도록 발광조절층(ECL)(323)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 정공수송층(HTL)(222)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 높게 구성한다. 그리고, 발광조절층(ECL)(323)은 PBD(2-(4-biphenyl)5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), BCP(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenthroline), TPBi(2,2',2''-(1,3,5-benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole) 등으로 구성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이에 대해서 도 7을 참조하여 설명하면 아래와 같다.

[0141] 도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 에너지 밴드 다이어그램을 나타내는 도면이다.

[0142] 도 7에 도시한 바와 같이, 제2 발광층(EML)(324)은 제2 전자수송층(ETL)(326)으로부터 받은 전자(e-)와 제2 정공수송층(HTL)(322) 및 발광조절층(ECL)(323)으로부터 받은 정공(h+)이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(324)의 전자와 정공의 결합 영역은 재결합 영역(recombination zone, recombination area) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.

[0143] 그리고, 발광조절층(ECL)(323)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 제2 정공수송층(HTL)(322)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 크게 구성함으로써, 발광조절층(ECL)(323)이 제2 정공수송층(HTL)(322)에서 제2 발광층(EML)(324)으로 정공이 이동할 때 정공의 이동속도를 느리게 하는 베리어(barrier) 역할을 할 수 있다. 따라서, 발광조절층(ECL)(323)에 의해 제2 발광층(EML)(324) 내에서 전자와 정공의 균형을 이룰 수 있으므로 수명이 향상될 수 있으며, 전자와 정공이 재결합된 여기자(exciton)를 제2 발광층(EML)(324) 내에 가두어둘(confinement) 수 있으므로 수명이 향상될 수 있다.

- [0144] 그리고, 발광조절층(ECL)(323)의 정공이동도는 제2 정공수송층(HTL)(322)의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 작게 구성한다. 즉, 발광조절층(ECL)(323)의 정공이동도는 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 범위일 수 있다. 제2 정공수송층(HTL)(322)의 정공이동도는 $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 범위일 수 있다. 상기 발광조절층(ECL)(323)의 정공이동도가 제2 정공수송층(HTL)(322)의 정공이동도보다 작게 구성함으로써, 제2 정공수송층(HTL)(322)에서의 정공이 제2 발광층(EML)(324)으로 이동하는 이동속도를 조절할 수 있으므로, 제2 발광층(EML)(324)의 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있다. 따라서, 발광조절층(ECL)(323)에 의해 시간이 지남에 따라 제2 발광층(EML)(324)의 발광영역의 이동을 최소화할 수 있으며, 발광영역의 분포를 넓게 할 수 있으므로, 시간이 지남에 따른 수명 저하의 문제를 해결할 수 있다. 그리고, 발광조절층(ECL)(323)은 약 5nm 이상 20nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 발광조절층(ECL)(323)의 두께가 약 5nm 미만이면, 효율이 저하되고, 약 20nm를 초과하면, 유기발광소자의 두께가 두꺼워져, 구동전압이 상승하거나 효율이나 수명이 저하할 수 있다.
- [0145] 그리고, 본 발명의 제3 실시예에 대한 구동전압, 효율, 및 수명에 대해서는 표 2 및 도 9에서 후술하고자 한다.
- [0146] 그리고, 제1 발광부(310)와 제2 발광부(320) 사이에는 전하생성층(CGL) (340)이 구성된다. 전하생성층(CGL)(340)은 제1 발광부(310)와 제2 발광부(320)의 전하균형을 조절하며, N형 전하생성층(N-CGL)과 P형 전하생성층(P-CGL)으로 구성될 수 있다. N형 전하생성층(N-CGL)은 제1 발광층(EML)(314)에 전자(electron)를 주입해 주는 역할을 하며, N형 전하생성층(N-CGL)은 금속 등이 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, P형 전하생성층(P-CGL)은 제2 발광층(EML)(324)으로 정공(hole)을 주입해주는 역할을 한다. P형 전하생성층(P-CGL)은 P형 도펀트가 포함된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0147] 제1 발광층(EML)(314)과 제2 발광층(EML)(324)은 동일한 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(314)과 제2 발광층(EML)(324)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나일 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기발광소자는 동일한 색을 발광하는 단색(monocolor) 발광소자일 수도 있다. 또는, 제1 발광층(EML)(314)과 제2 발광층(EML)(324)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(314)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나이고, 제2 발광층(EML)(324)은 제1 발광층(EML)(314)과 다른 색의 하나일 수 있다. 그리고, 제1 발광층(EML)(314)과 제2 발광층(EML)(324)은 도 4에서의 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)의 설명과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.
- [0148] 그리고, 본 발명의 제3 실시예에서는 두 개의 발광부들을 갖는 유기발광소자를 예로 들어 설명하였으나, 세 개 이상의 발광부들에서도 적용 가능하며, 이 경우에도 본 발명의 제3 실시예의 전자수송층과 발광조절층을 적용할 수 있다.
- [0149] 그리고, 본 발명의 제3 실시예에서는 제2 발광부(320)에 발광조절층(ECL)(323)이 구성되는 것으로 설명하였으나, 제1 발광부(310)에 발광조절층(ECL)을 구성하는 것도 가능하다. 제1 발광부(310)에 포함되는 발광조절층(ECL)은 제1 정공수송층(HTL)(312)과 제1 발광층(EML)(314) 사이에 구성할 수 있으며, 제2 발광부(320)에 포함된 발광조절층(ECL)(323)과 동일한 특성을 갖도록 구성할 수 있다. 이 때 제1 발광부(310)에는 제2 전자수송층(ETL)(326)과 동일한 특성을 갖는 제1 전자수송층(ETL)(316)으로 구성할 수 있다. 따라서, 제1 발광부 및 제2 발광부 중 적어도 하나에 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들을 포함하는 전자수송층, 및 발광조절층을 구성할 수 있다. 이에 대해서는 도 8을 참조하여 설명한다.
- [0150] 도 8은 본 발명의 제4 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다. 본 발명의 모든 실시예들의 모든 구성요소들은 상호유기적으로 결합되고 구현될 수 있다.
- [0151] 도 8을 참조하면, 본 발명의 제4 실시예에 따른 유기발광소자(400)는 제1 전극(402)과 제2 전극(404) 사이에 제1 발광부(410) 및 제2 발광부(420)로 이루어진 발광부(1180)를 포함한다. 도 8의 기관(401), 제1 전극(402), 발광부(1180), 및 제2 전극(404)은 도 4를 결부하여 설명한 기관(201), 제1 전극(202), 발광부(1180), 및 제2 전극(204)과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 8의 기관(401), 제1 전극(402), 발광부(1180), 및 제2 전극(404)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0152] 제1 발광부(410)는 제1 전극(402) 위에 제1 정공수송층(HTL)(412), 제1 발광층(EML)(414), 제1 발광조절층

(ECL)(413), 및 제1 전자수송층(ETL)(416)을 포함할 수 있다.

- [0153] 제1 발광층(EML)(414)에서는 제1 정공수송층(HTL)(412) 및 제1 발광조절층(ECL)(413)을 통해 공급된 정공(hole)과 제1 전자수송층(ETL)(416)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(414)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination zone, recombination area) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0154] 그리고, 제1 전극(402) 위에는 정공주입층(HIL)이 추가로 구성될 수 있다. 정공주입층(HIL)은 제1 전극(402)으로부터의 정공을 제1 정공수송층(HTL)(412)에 원활하게 전달하는 역할을 한다. 그리고, 제1 정공수송층(HTL)(412)은 p형 도펀트가 도핑된 p형 정공수송층(p-HTL)일 수 있다.
- [0155] 제1 발광조절층(ECL)(413)은 제1 발광층(EML)(414) 아래에 구성될 수 있으며, 제1 정공수송층(HTL)(412)과 제1 발광층(EML)(414) 사이에 구성된다.
- [0156] 그리고, 제1 발광부(410) 위에는 제2 정공수송층(HTL)(422), 제2 발광층(EML)(424), 제2 발광조절층(ECL)(423), 및 제2 전자수송층(ETL)(426)을 포함하는 제2 발광부(420)가 구성될 수 있다.
- [0157] 제2 발광층(EML)(424)에서는 제2 정공수송층(HTL)(422) 및 제2 발광조절층(ECL)(423)을 통해 공급된 정공(hole)과 제2 전자수송층(ETL)(426)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(424)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0158] 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(426) 위에는 전자주입층(EIL)이 추가될 수 있다. 전자주입층(EIL)은 제2 전극(404)으로부터의 전자를 제2 전자수송층(ETL)(426)에 원활하게 전달하는 역할을 한다.
- [0159] 제2 발광조절층(ECL)(423)은 제2 정공수송층(HTL)(422)과 제2 발광층(EML)(424) 사이에 구성된다.
- [0160] 제1 정공수송층(HTL)(412), 제2 정공수송층(HTL)(422), 및 정공주입층(HIL)은 정공전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 정공전달층은 제1 발광층(EML)(414) 및 제2 발광층(EML)(424)에 정공을 전달하고 정공을 주입하는 층이라고 할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(416), 제2 전자수송층(ETL)(426), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 전자전달층은 제1 발광층(EML)(414) 및 제2 발광층(EML)(424)에 전자를 전달하고 전자를 주입하는 층이라고 할 수 있다.
- [0161] 제1 전자수송층(ETL)(416) 및 제2 전자수송층(ETL)(426)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 구성하고 두 개의 물질들의 함량을 조절하여 전자기동도가 느리도록 구성한다. 즉, 서로 다른 두 개의 물질들 중 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 높도록 구성함으로써, 제1 발광층(EML)(414)과 제2 발광층(EML)(424)으로의 전자의 주입을 용이하게 할 수 있다. 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.91eV 내지 3.40eV 범위를 가질 수 있으며, 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.60eV 내지 2.90eV 범위를 가질 수 있다. 그리고, 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.91eV 내지 3.40eV 범위를 갖는 물질 중에서 선택할 수 있으며, 예를 들어 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbazole) 유도체 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.60eV 내지 2.90eV 범위를 갖는 물질 중에서 선택할 수 있으며, 예를 들어 Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium)로 구성할 수 있다. 그리고, 제1 물질과 제2 물질은 공증착하여 혼합되도록 구성한다.
- [0162] 그리고, 제2 물질의 함량은 제1 물질의 함량보다 많게 구성함으로써, 또는 제1 물질보다 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 낮은 제2 물질의 함량을 많게 구성함으로써, 제1 전자수송층(ETL)(416) 및 제2 전자수송층(ETL)(426)의 전자기동도를 느리게 하여 제1 발광층(EML)(414) 및 제2 발광층(EML)(424)에서 전자와 정공의 균형이 이루어지는 발광영역이 위치하게 할 수 있다. 이에 따라 제1 발광층(EML)(414) 및 제2 발광층(EML)(424)의 수명이 향상될 수 있다. 즉, 제2 물질인 Liq를 제1 물질보다 많게 구성함으로써 제1 전자수송층(ETL)(416) 및 제2 전자수송층(ETL)(426)의 전자기동도를 느리게 할 수 있으며, 제1 발광층(EML)(414) 및 제2 발광층(EML)(424) 내에 전자와 정공의 균형이 이루어지는 발광영역이 위치하게 할 수 있으므로, 수명이 향상될 수 있다. 그리고, 제2 물질은 상기 제1 전자수송층(ETL)(416) 및 제2 전자수송층(ETL)(426)에서 50중량%를 초과할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(416) 및 제2 전자수송층(ETL)(426)은 약 10nm 이상 40nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 제1 전자수송층(ETL)(416) 및 제2 전자수송층(ETL)(426)의 두께가 약 10nm 미만이면, 전자수송층으로의 작용을 못하게 되고, 약 40nm를 초과하면, 유기발광소자의 두께가 두꺼워져, 구동전압이 상승하거나 효율이나 수명이 저하할

수 있다.

- [0163] 발광조절층(ECL)(413, 423)은 제1 발광부(410) 및 제2 발광부(420) 중 적어도 하나의 발광부에 구성할 수 있다. 그리고, 발광조절층(ECL)(413, 423)은 적어도 하나의 제1 발광층(EML)(414) 및 제2 발광층(EML)(424)의 아래에 구성할 수 있다.
- [0164] 발광조절층(ECL)(413, 423)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 구성하고 두 개의 물질들로 구성된 전자수송층(ETL)(416, 426)을 포함하는 발광부에 구성할 수 있다. 이에 의해 발광층(EML)(414, 424) 내에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있고, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있으며, 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 즉, 전자수송층(ETL)(416, 426)과 발광조절층(ECL)(413, 423)을 함께 구성할 경우 수명이 더 향상될 수 있고, 시간이 지남에 따라 종모양의 수명을 갖지 않고 선형적으로 수명이 변화되므로 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.
- [0165] 제1 발광조절층(ECL)(413)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 제1 정공수송층(HTL)(412)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 크게 구성함으로써, 제1 발광조절층(ECL)(413)은 제1 정공수송층(HTL)(412)에서 제1 발광층(EML)(414)으로 정공이 이동할 때 정공의 이동속도를 느리게 하는 베리어(barrier) 역할을 할 수 있다. 이에 따라 제1 발광층(EML)(414)에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있다. 따라서, 제1 발광조절층(ECL)(413)에 의해 제1 발광층(EML)(414) 내에서 전자와 정공의 균형을 이룰 수 있으므로 수명이 향상될 수 있으며, 전자와 정공이 재결합된 여기자(exciton)를 제1 발광층(EML)(414) 내에 가두어둘(confinement) 수 있으므로 수명이 향상될 수 있다.
- [0166] 제1 발광조절층(ECL)(413)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.20eV 내지 5.60eV 범위일 수 있다. 제1 정공수송층(HTL)(412)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.10eV 내지 5.50eV 범위일 수 있다. 따라서, 제1 발광조절층(ECL)(413)이 에너지 베리어(energy barrier)를 갖도록 제1 발광조절층(ECL)(413)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값이 제1 정공수송층(HTL)(412)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 높게 구성한다. 그리고, 제1 발광조절층(ECL)(413)은 PBD(2-(4-biphenyl)5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), BCP(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), TPBi(2,2',2''-(1,3,5-benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1H-benzimidazole) 등으로 구성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0167] 그리고, 제1 발광조절층(ECL)(413)의 정공이동도는 제1 정공수송층(HTL)(412)의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 작게 구성한다. 즉, 제1 발광조절층(ECL)(413)의 정공이동도는 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 범위일 수 있다. 제1 정공수송층(HTL)(412)의 정공이동도는 $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 범위일 수 있다. 상기 제1 발광조절층(ECL)(413)의 정공이동도가 제1 정공수송층(HTL)(412)의 정공이동도보다 작게 구성함으로써, 제1 정공수송층(HTL)(412)에서의 정공이 제1 발광층(EML)(414)으로 이동하는 이동속도를 조절할 수 있으므로, 제1 발광층(EML)(414)의 전자와 정공의 균형이 이루어지도록 할 수 있다. 따라서, 제1 발광조절층(ECL)(413)에 의해 시간이 지남에 따라 제1 발광층(EML)(414)의 발광영역의 이동을 최소화할 수 있으며, 발광영역의 분포를 넓게 할 수 있으므로, 시간이 지남에 따른 수명 저하의 문제를 해결할 수 있다.
- [0168] 제1 발광조절층(ECL)(413)은 약 5nm 이상 20nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 제1 발광조절층(ECL)(413)의 두께가 약 5nm 미만이면, 효율이 저하되고, 약 20nm를 초과하면, 유기발광소자의 두께가 두꺼워져, 구동전압이 상승하거나 효율이나 수명이 저하할 수 있다.
- [0169] 제2 발광조절층(ECL)(423)은 제2 정공수송층(HTL)(422)과 상기 제2 발광층(EML)(424) 사이에 구성된다. 제2 발광조절층(ECL)(423)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 제2 정공수송층(HTL)(422)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 크게 구성함으로써, 제2 발광조절층(ECL)(423)은 제2 정공수송층(HTL)(422)에서 제2 발광층(EML)(424)으로 정공이 이동할 때 정공의 이동속도를 느리게 하는 베리어(barrier) 역할을 할 수 있다. 이에 따라 제2 발광층(EML)(424)에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있다. 따라서, 제2 발광조절층(ECL)(423)에 의해 제2 발광층(EML)(424) 내에서 전자와 정공의 균형을 이룰 수 있으므로 수명이 향상될 수 있으며, 전자와 정공이 재결합된 여기자(exciton)를 제2 발광층(EML)(424) 내에 가두어둘(confinement) 수 있으므로 수명이 향상될 수 있다.
- [0170] 제2 발광조절층(ECL)(423)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.20eV 내지 5.60eV 범위일 수 있다. 제2 정공수송층(HTL)(422)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.10eV 내지 5.50eV 범위일 수 있다. 따라서, 제2 발광조절층(ECL)(423)이 에너지 베리어(energy barrier)를 갖도록 제2 발광조절층(ECL)(423)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 정공수송층(HTL)(422)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 높게 구성한다. 그리고,

제2 발광조절층(ECL)(423)은 PBD(2-(4-biphenyl)5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), BCP(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), TPBi(2,2',2''-(1,3,5-benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1H-benzimidazole) 등으로 구성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0171] 그리고, 제2 발광조절층(ECL)(423)의 정공이동도는 제2 정공수송층(HTL)(422)의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 작게 구성한다. 즉, 제2 발광조절층(ECL)(423)의 정공이동도는 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 범위일 수 있다. 제2 정공수송층(HTL)(422)의 정공이동도는 $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 범위일 수 있다. 상기 제2 발광조절층(ECL)(423)의 정공이동도가 제2 정공수송층(HTL)(422)의 정공이동도보다 작게 구성함으로써, 제2 정공수송층(HTL)(422)에서의 정공이 제2 발광층(EML)(424)으로 이동하는 이동속도를 조절할 수 있으므로, 제2 발광층(EML)(424)의 전자와 정공의 균형이 이루어지도록 할 수 있다. 따라서, 제2 발광조절층(ECL)(423)에 의해 시간이 지남에 따라 제2 발광층(EML)(424)의 발광영역의 이동을 최소화할 수 있으며, 발광영역의 분포를 넓게 할 수 있으므로, 시간이 지남에 따른 수명 저하의 문제를 해결할 수 있다.

[0172] 제2 발광조절층(ECL)(423)은 약 5nm 이상 20nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 제2 발광조절층(ECL)(423)의 두께가 약 5nm 미만이면, 효율이 저하되고, 약 20nm를 초과하면, 유기발광소자의 두께가 두꺼워져, 구동전압이 상승하거나 효율이나 수명이 저하할 수 있다.

[0173] 그리고, 제1 발광부(410)와 제2 발광부(420) 사이에는 전하생성층(CGL) (440)이 구성된다. 전하생성층(CGL)(440)은 제1 발광부(410)와 제2 발광부(420)의 전하균형을 조절하며, N형 전하생성층(N-CGL)과 P형 전하생성층(P-CGL)으로 구성될 수 있다. N형 전하생성층(N-CGL)은 제1 발광층(EML)(414)에 전자(electron)를 주입해주는 역할을 하며, N형 전하생성층(N-CGL)은 금속 등이 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, P형 전하생성층(P-CGL)은 제2 발광층(EML)(424)으로 정공(hole)을 주입해주는 역할을 한다. P형 전하생성층(P-CGL)은 P형 도펀트가 포함된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0174] 제1 발광층(EML)(414)과 제2 발광층(EML)(424)은 동일한 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(414)과 제2 발광층(EML)(424)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나일 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기발광소자는 동일한 색을 발광하는 단색(monocolor) 발광소자일 수도 있다. 또는, 제1 발광층(EML)(414)과 제2 발광층(EML)(424)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(414)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나이고, 제2 발광층(EML)(424)은 제1 발광층(EML)(414)과 다른 색의 하나일 수 있다. 그리고, 제1 발광층(EML)(414)과 제2 발광층(EML)(424)은 도 4에서의 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)의 설명과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.

[0175] 그리고, 본 발명의 제4 실시예에서는 두 개의 발광부들을 갖는 유기발광소자를 예로 들어 설명하였으나, 세 개 이상의 발광부들에서도 적용 가능하며, 이 경우에도 본 발명의 제4 실시예의 전자수송층과 발광조절층을 적용할 수 있다.

[0176] 그리고, 전자수송층과 발광조절층(ECL)을 구성할 경우 구동전압, 효율, 및 수명에 대해서 아래 표 2 및 도 9를 참조하여 설명한다.

[0177] 아래 표 2는 실험예 4 내지 실험예 7의 구동전압, 효율, 및 색좌표를 측정한 것이다.

표 2

	구동전압 (V)	효율 (cd/A)	CIE _x	CIE _y
실험예 4	7.5	13.7	0.135	0.068
실험예 5	7.7	14.0	0.135	0.068
실험예 6	7.9	14.0	0.135	0.068
실험예 7	8.1	13.6	0.135	0.068

- [0178]
- [0179] 표 2에서 실험예 4 내지 실험예 7은 도 6의 유기발광소자를 적용하여 실험하였다.
- [0180] 실험예 4는 비교예 1과 동일하게 구성하고, 적색 서브화소 영역, 녹색 서브화소 영역, 및 청색 서브화소 영역에 제2 발광층(EML)(324)을 형성하기 전에 발광조절층(ECL)(323)을 형성한다.
- [0181] 실험예 5는 실험예 1과 동일하게 구성하고, 적색 서브화소 영역, 녹색 서브화소 영역, 및 청색 서브화소 영역에 제2 발광층(EML)(324)을 형성하기 전에 발광조절층(ECL)(323)을 형성한다.
- [0182] 실험예 6은 실험예 2와 동일하게 구성하고, 적색 서브화소 영역, 녹색 서브화소 영역, 및 청색 서브화소 영역에 제2 발광층(EML)(324)을 형성하기 전에 발광조절층(ECL)(323)을 형성한다.
- [0183] 실험예 7은 실험예 3과 동일하게 구성하고, 적색 서브화소 영역, 녹색 서브화소 영역, 및 청색 서브화소 영역에 제2 발광층(EML)(324)을 형성하기 전에 발광조절층(ECL)(323)을 형성한다.
- [0184] 표 2에서 색좌표(CIE_x, CIE_y)는 청색의 색좌표(0.135, 0.068)를 나타낸 것이고, 청색의 색좌표를 동일하게 한 후 전류밀도 5mA/cm²에서 구동전압(V) 및 효율(cd/A)을 비교한 것이다.
- [0185] 표 2에 나타난 바와 같이, 구동전압(Volt)을 살펴보면, 실험예 5 내지 실험예 7은 실험예 4와 비교하여 약간 증가하였음을 알 수 있다.
- [0186] 효율(cd/A)을 살펴보면 전자수송층에 발광조절층(ECL)을 더 구성함으로 인해 비교예 1 및 실험예 1 내지 및 실험예 3과 비교하여 실험예 4 내지 실험예 7의 효율이 향상됨을 알 수 있다. 즉, 제2 물질인 Liq의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 큰 물질인 제1 물질로 이루어지고 제1 물질과 제2 물질의 함량이 같은 전자수송층, 및 발광조절층을 구성한 실험예 6은, 제2 물질인 Liq의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 제1 물질로 이루어지고 제1 물질과 제2 물질의 함량이 같은 전자수송층, 및 발광조절층을 구성한 실험예 4보다 효율이 상승함을 알 수 있다. 이로부터 Liq의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 큰 물질로 전자수송층을 구성하고, 발광조절층을 더 구성할 경우 효율이 더 향상됨을 알 수 있다. 그리고, 실험예 5 및 실험예 6이 실험예 7보다 효율이 향상됨을 알 수 있다. 이로부터 실험예 5 및 실험예 6의 제2 물질이 제1 물질보다 같거나 작은 경우 실험예 7의 제2 물질이 제1 물질보다 많은 경우보다 효율이 향상됨을 알 수 있다.
- [0187] 그리고, 수명은 도 9를 참조하여 설명한다. 도 9의 수명의 측정 결과는 실험을 위해 측정한 것으로, 측정한 수명 시간이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다. 따라서, 도 9는 실험예 4 내지 실험예 7로 구성할 경우 수명이 향상되는지 확인하기 위해 수명을 측정한 것이다.
- [0188] 도 9는 실험예 4 내지 실험예 7에 따른 수명을 나타내는 도면이다.
- [0189] 도 9에서 가로축은 시간(Time)(hr)을 나타내며, 세로축은 휘도감소비율(Luminance Drop)(%)을 나타낸다. 그리고, 실험예 4는 D, 실험예 5는 E, 실험예 6은 F, 및 실험예 7은 G로 나타낸다.
- [0190] 도 9에 도시한 바와 같이, 초기 발광 휘도를 100%라고 할 경우 휘도가 95%로 감소될 때까지의 시간, 즉 유기발

광 표시장치의 95% 수명 시간(T95)은 실험에 4 및 실험에 5는 약 220시간이며, 실험에 6은 약 320시간이며, 실험에 7은 약 1,000시간임을 알 수 있다. 따라서, 실험에 7의 수명은 실험에 4와 비교하여 약 4.5배 증가함을 알 수 있다. 즉, 실험에 7의 제2 물질이 제1 물질보다 많은 경우 실험에 4 내지 실험에 6보다 수명이 매우 향상됨을 알 수 있다.

[0191] 그리고, 도 9는 청색 수명을 나타낸 것이나, 실험에 7의 경우 실험에 4 내지 실험에 6보다 유기발광 표시장치의 전체적인 수명이 향상될 수 있다.

[0192] 본 발명의 제3 실시예에서 발광조절층을 구성하고, 전자수송층에 포함된 제1 물질과 제2 물질의 함량에 따른 효율, 구동전압, 및 수명을 살펴보면 다음과 같다. 제2 물질이 제1 물질보다 같거나 작은 경우의 실험에 5 및 실험에 6이 제2 물질이 제1 물질보다 많은 경우의 실험에 7과 비교하여 효율이 증가함을 알 수 있다. 제2 물질이 제1 물질보다 많은 경우의 실험에 7은 제2 물질이 제1 물질보다 같거나 작은 경우의 실험에 5 및 실험에 6과 비교하여 구동전압이 약간 증가함을 알 수 있다. 그리고, 제2 물질이 제1 물질보다 많은 경우의 실험에 7이 제2 물질이 제1 물질보다 같거나 작은 경우의 실험에 5 및 실험에 6과 비교하여 수명이 더 향상됨을 알 수 있다. 따라서, 발광조절층을 구성하고, 제2 물질이 제1 물질보다 많은 경우가 제2 물질이 제1 물질보다 같거나 작은 경우보다 구동전압이 약간 증가하고, 효율은 약간 감소하나 수명은 더 향상됨을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 제2 실시예의 전자이동도를 다르게 한 두 개의 물질들을 포함한 전자수송층을 구성한 경우인 도 5와 비교하여 시간이 지남에 따라 수명이 저하되는, 즉 중모양을 나타내지 않음을 알 수 있다. 따라서, LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 전자수송층을 구성하고, 두 개의 물질들 중에 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 물질이 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 큰 물질보다 더 많도록 구성하고, 발광조절층을 함께 구성할 경우에 수명이 더 향상됨을 알 수 있다. 즉, 시간이 지남에 따라 중모양의 수명이 선형적(linear)으로 되어 수명이 더 개선될 수 있음을 알 수 있다.

[0193] 표 2와 도 9는 본 발명의 제3 실시예에 대해서 설명하였으나, 본 발명의 제4 실시예인 두 개의 발광부들에 전자수송층 및 발광조절층을 각각 적용한 경우에도 유기발광 표시장치의 수명이 향상될 수 있다.

[0194] 그리고, 본 발명의 제2 실시예 및 본 발명의 제3 실시예에 따른 에너지 밴드 다이어그램과 시간에 따른 발광 분포를 설명하면 아래와 같다. 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 실시예에 따른 전자수송층, 또는 전자수송층 및 발광조절층에 의해 수명이 향상되는 내용에 대해서 설명한다.

[0195] 도 10a는 본 발명의 제2 실시예 및 본 발명의 제3 실시예에 따른 에너지 밴드 다이어그램을 나타내는 도면이다. 도 10a는 본 발명의 제2 실시예의 도면부호로 설명한다.

[0196] 도 10a에 도시한 바와 같이, 제2 발광층(EML)(224)은 제2 전자수송층(ETL)(226)으로부터 받은 전자(e-)와 제2 정공수송층(HTL)(222)으로부터 받은 정공(h+)이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(224)의 전자와 정공의 결합 영역은 재결합 영역(recombination zone, recombination area) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다. 도 10a에서 화살표는 시간이 증가함을 나타낸다.

[0197] 그리고, 도 10a에서 ①은 본 발명의 제2 실시예의 실험에 3이며, 제2 전자수송층(ETL)(226)은 적어도 두 개의 물질들로 구성되되, 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 많도록 공증착하여 구성한 것이다. ②는 본 발명의 제3 실시예의 실험에 7이며, 본 발명의 제2 실시예의 실험에 3의 제2 전자수송층(ETL)(226)으로 구성하고 제2 발광층(EML)(224)과 제2 정공수송층(HTL)(222) 사이에 발광조절층(ECL)을 구성한 것이다.

[0198] 도 10a에 도시한 바와 같이, ①과 ②는 시간이 지남에 따라 제2 발광층(EML)(224)의 발광영역이 제2 발광층(EML)(224) 내에 위치함을 알 수 있다. 즉, 전자수송층을 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 구성된 본 발명의 실시예 2 및 실시예 3은 제2 발광층(EML)(224)의 발광 영역이 제1 정공수송층(HTL)(222)에 치우쳐 형성되지 않고, 제2 발광층(EML)(224) 내에 위치함을 알 수 있다. 그리고, 시간이 지남에 따라 발광 위치가 변하지 않음을 알 수 있다. 또한, 시간이 지남에 따라 비발광 영역이 나타나지 않음을 알 수 있다.

[0199] 도 10b는 본 발명의 제2 실시예 및 본 발명의 제3 실시예에 따른 발광 영역에서 시간에 따른 발광 분포를 나타내는 도면이다.

[0200] 도 10b에 도시한 바와 같이, ①과 비교하여 ②의 발광 분포가 더 넓은을 알 수 있다. 즉, ②는 발광조절층에 의해 시간이 증가함에도 발광 분포가 ①과 비교하여 넓은을 알 수 있다.

[0201] 도 10a 및 도 10b에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예인 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2

물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량이 제1 물질의 함량보다 많도록 구성된 전자수송층에 의해 시간이 지남에 따라 비발광 영역이 나타나지 않고 발광 위치를 유지함을 알 수 있다. 그리고, 본 발명의 제2 실시예의 전자수송층과 발광조절층을 함께 구성한 본 발명의 제3 실시예는 시간이 지남에 따라 발광 영역이 더 넓어지므로, 시간이 지남에 따라, 즉 장시간에서도 수명이 저하되지 않으므로, 수명이 더 향상될 수 있다.

- [0202] 그리고, 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 제2 실시예 및 제3 실시예에 대한 발광 위치와 발광 분포를 설명하였으나, 본 발명의 제4 실시예를 적용할 경우에도 시간이 지남에 따라 발광 위치가 유지되고 발광영역이 넓어질 수 있으므로, 시간이 지남에 따라 수명이 향상될 수 있다.
- [0203] 그리고, 본 발명의 제2 실시예 내지 제4 실시예에서는 전자수송층에 포함된 LUMO 에너지 레벨을 조절하여 수명이 향상될 수 있는 유기발광 표시장치를 설명하였으며, 전자수송층의 LUMO 에너지 레벨과 전자수송층과 인접한 전하생성층의 LUMO 에너지 레벨을 조절하여 수명이 향상될 수 있는 유기발광 표시장치를 제안한다. 이에 대해서는 도 11을 참조하여 설명한다.
- [0204] 도 11은 본 발명의 제5 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다. 본 발명의 모든 실시예들의 모든 구성요소들은 상호유기적으로 결합되고 구현될 수 있다.
- [0205] 도 11에 도시된 본 발명의 제5 실시예에 따른 유기발광소자(500)는 기관(501), 제1 전극(502), 제2 전극(504), 및 제1 전극(502) 및 제2 전극(504) 사이에 제1 발광부(510)와 제2 발광부(520)로 이루어진 발광부(1180)를 포함한다. 도 11의 기관(501), 제1 전극(502), 발광부(1180), 및 제2 전극(504)은 도 4를 결부하여 설명한 기관(201), 제1 전극(202), 발광부(1180), 및 제2 전극(204)과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 11의 기관(501), 제1 전극(502), 발광부(1180), 및 제2 전극(504)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0206] 제1 발광부(510)는 제1 전극(502) 위에 제1 정공수송층(HTL)(512), 제1 발광층(EML)(514), 및 제1 전자수송층(ETL)(516)을 포함할 수 있다. 제1 발광층(EML)(514)에서는 제1 정공수송층(HTL)(512)을 통해 공급된 정공(hole)과 제1 전자수송층(ETL)(516)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(514)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination zone, recombination area) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0207] 그리고, 제1 전극(502) 위에는 정공주입층(HIL)이 추가로 구성될 수 있다. 정공주입층(HIL)은 제1 전극(502)으로부터의 정공을 제1 정공수송층(HTL)(512)에 원활하게 전달하는 역할을 한다. 그리고, 제1 정공수송층(HTL)(512)은 p형 도펀트가 도핑된 p형 정공수송층(p-HTL)일 수 있다.
- [0208] 그리고, 제1 발광부(510) 위에는 제2 정공수송층(HTL)(522), 제2 발광층(EML)(524), 및 제2 전자수송층(ETL)(526)을 포함하는 제2 발광부(520)가 구성될 수 있다.
- [0209] 제2 발광층(EML)(524)에서는 제2 정공수송층(HTL)(522)을 통해 공급된 정공(hole)과 제2 전자수송층(ETL)(526)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(524)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0210] 제2 전자수송층(ETL)(526)은 Alq₃(tris(8-hydroxy-quinolonato)aluminum), TAZ(3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylpneyl-1,2,4-triazole), Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium), 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbozole) 유도체 중 하나로 구성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0211] 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(526) 위에는 전자주입층(EIL)이 추가될 수 있다. 전자주입층(EIL)은 제2 전극(504)으로부터의 전자를 제2 전자수송층(ETL)(526)에 원활하게 전달하는 역할을 한다.
- [0212] 제1 정공수송층(HTL)(512), 제2 정공수송층(HTL)(522), 및 정공주입층(HIL)은 정공전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 정공전달층은 제1 발광층(EML)(514) 및 제2 발광층(EML)(524)에 정공을 전달하고 정공을 주입하는 층이라고 할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(516), 제2 전자수송층(ETL)(526), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 전자전달층은 제1 발광층(EML)(514) 및 제2 발광층(EML)(524)에 전자를 전달하고 전자를 주입하는 층이라고 할 수 있다.
- [0213] 그리고, 제1 발광부(510)와 제2 발광부(520) 사이에는 전하생성층(CGL) (540)이 구성된다. 전하생성층

(CGL)(540)은 제1 발광부(510)와 제2 발광부(520)의 전하균형을 조절하며, N형 전하생성층(N-CGL)(541)과 P형 전하생성층(P-CGL)(542)으로 구성될 수 있다. N형 전하생성층(N-CGL)(541)은 제1 발광층(EML)(514)에 전자(electron)를 주입해주는 역할을 하며, N형 전하생성층(N-CGL)(541)은 금속 등이 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, P형 전하생성층(P-CGL)(542)은 제2 발광층(EML)(524)으로 정공(hole)을 주입해주는 역할을 한다. P형 전하생성층(P-CGL)(542)은 P형 도펀트가 포함된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0214] 제1 발광층(EML)(514)과 제2 발광층(EML)(524)은 동일한 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(514)과 제2 발광층(EML)(524)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나일 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기발광소자는 동일한 색을 발광하는 단색(monocolor) 발광소자일 수도 있다. 또는, 제1 발광층(EML)(514)과 제2 발광층(EML)(524)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(514)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나이고, 제2 발광층(EML)(524)은 제1 발광층(EML)(514)과 다른 색의 하나일 수 있다. 그리고, 제1 발광층(EML)(514)과 제2 발광층(EML)(524)은 도 4에서의 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)의 설명과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.

[0215] 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(516)의 전자이동도를 조절하기 위해서 제1 전자수송층(ETL)(516)과 인접한 N형 전하생성층(N-CGL)(541)의 에너지 밴드갭을 조절한다. 즉, 제1 전자수송층(ETL)(516)의 에너지 밴드갭이 N형 전하생성층(N-CGL)(541)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성함으로써, 제1 전자수송층(ETL)(516)의 전자이동도를 느리게 할 수 있다.

[0216] 따라서, 제1 전자수송층(ETL)(516)의 전자이동도를 조절하기 위해서 제1 전자수송층(ETL)(516)의 에너지 밴드갭이 N형 전하생성층(N-CGL)(541)에 포함된 에너지 밴드갭보다 0.50eV 이상 높도록 구성한다. 즉, 제1 전자수송층(ETL)(516)의 에너지 밴드갭이 N형 전하생성층(N-CGL)(541)에 포함된 에너지 밴드갭보다 0.50eV 내지 1.00eV 높도록 구성한다. 여기서 에너지 밴드갭은 HOMO 에너지 레벨의 절대값과 LUMO 에너지 레벨의 절대값의 차이를 말한다. 즉, N형 전하생성층(N-CGL)(541)에 포함된 호스트의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.80eV이며, LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.90eV 내지 3.20eV 범위일 수 있으며, 에너지 밴드갭은 2.60eV 내지 2.90eV 범위일 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(516)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.60eV이며, LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.00eV 내지 2.50eV 범위일 수 있으며, 에너지 밴드갭은 3.10eV 내지 3.60eV 범위일 수 있다. 따라서, 제1 전자수송층(ETL)(516)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 2.00eV 내지 2.50eV 범위인 물질일 수 있으며, 예를 들어 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbazol) 유도체 중 하나일 수 있다. 그리고, N형 전하생성층(N-CGL)(541)에 포함된 호스트는 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.90eV 내지 3.20eV 범위인 물질일 수 있으며, 예를 들어 안트라센(anthracene) 유도체일 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(516)은 약 5nm 이상 30nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 제1 전자수송층(ETL)(516)의 두께가 약 5nm 미만이면, 전자수송층으로의 작용을 못하게 되고, 약 30nm를 초과하면, 유기발광소자의 두께가 두꺼워져, 구동전압이 상승하거나 효율이나 수명이 저하할 수 있다.

[0217] 따라서, 제1 전자수송층(ETL)(516)의 전자이동도를 느리게 하여 제1 발광층(EML)(514) 내에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있으므로, 수명을 향상시킬 수 있다.

[0218] 그리고, 본 발명의 제5 실시예에서는 두 개의 발광부들을 갖는 유기발광소자를 예로 들어 설명하였으나, 세 개 이상의 발광부들에서도 적용 가능하며, 이 경우에도 본 발명의 제5 실시예의 전자수송층을 적용할 수 있다.

[0219] 도 12는 본 발명의 제6 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다. 본 발명의 모든 실시예들의 모든 구성요소들은 상호유기적으로 결합되고 구현될 수 있다.

[0220] 도 12에 도시된 본 발명의 제6 실시예에 따른 유기발광소자(600)는 기관(601), 제1 전극(602), 제2 전극(604), 및 제1 전극(602) 및 제2 전극(604) 사이에 제1 발광부(610)와 제2 발광부(620)로 이루어진 발광부(1180)를 포함한다. 도 12의 기관(601), 제1 전극(602), 발광부(1180), 및 제2 전극(604)은 도 4를 결부하여 설명한 기관(201), 제1 전극(202), 발광부(1180), 및 제2 전극(204)과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 12의 기관(601), 제1 전극(602), 발광부(1180), 및 제2 전극(604)에 대한 자세한 설명은 생략한다.

[0221] 제1 발광부(610)는 제1 전극(602) 위에 제1 정공수송층(HTL)(612), 발광조절층(ECL)(613), 제1 발광층(EML)(614), 및 제1 전자수송층(ETL)(616)을 포함할 수 있다.

[0222] 제1 발광층(EML)(614)에서는 제1 정공수송층(HTL)(612) 및 발광조절층(ECL)(613)을 통해 공급된 정공(hole)과

제1 전자수송층(ETL)(616)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(614)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination zone, recombination area) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.

[0223] 그리고, 제1 전극(602) 위에는 정공주입층(HIL)이 추가로 구성될 수 있다. 정공주입층(HIL)은 제1 전극(602)으로부터의 정공을 제1 정공수송층(HTL)(612)에 원활하게 전달하는 역할을 한다. 그리고, 제1 정공수송층(HTL)(612)은 p형 도펀트가 도핑된 p형 정공수송층(p-HTL)일 수 있다.

[0224] 그리고, 제1 발광부(610) 위에는 제2 정공수송층(HTL)(622), 제2 발광층(EML)(624), 및 제2 전자수송층(ETL)(626)을 포함하는 제2 발광부(520)가 구성될 수 있다.

[0225] 제2 발광층(EML)(624)에서는 제2 정공수송층(HTL)(622)을 통해 공급된 정공(hole)과 제2 전자수송층(ETL)(626)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(624)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.

[0226] 제2 전자수송층(ETL)(626)은 Alq₃(tris(8-hydroxy-quinolonato)aluminum), TAZ(3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylpneyl-1,2,4-triazole), Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium), 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbozole) 유도체 중 하나로 구성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0227] 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(626) 위에는 전자주입층(EIL)이 추가될 수 있다. 전자주입층(EIL)은 제2 전극(604)으로부터의 전자를 제2 전자수송층(ETL)(626)에 원활하게 전달하는 역할을 한다.

[0228] 제1 정공수송층(HTL)(612), 제2 정공수송층(HTL)(622), 및 정공주입층(HIL)은 정공전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 정공전달층은 제1 발광층(EML)(614) 및 제2 발광층(EML)(624)에 정공을 전달하고 정공을 주입하는 층이라고 할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(616), 제2 전자수송층(ETL)(626), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 전자전달층은 제1 발광층(EML)(614) 및 제2 발광층(EML)(624)에 전자를 전달하고 전자를 주입하는 층이라고 할 수 있다.

[0229] 그리고, 제1 발광부(610)와 제2 발광부(620) 사이에는 전하생성층(CGL)(640)이 구성된다. 전하생성층(CGL)(640)은 제1 발광부(610)와 제2 발광부(620)의 전하균형을 조절하며, N형 전하생성층(N-CGL)(641)과 P형 전하생성층(P-CGL)(642)으로 구성될 수 있다. N형 전하생성층(N-CGL)(641)은 제1 발광층(EML)(614)에 전자(electron)를 주입해주는 역할을 하며, N형 전하생성층(N-CGL)(641)은 금속 등이 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, P형 전하생성층(P-CGL)(642)은 제2 발광층(EML)(624)으로 정공(hole)을 주입해주는 역할을 한다. P형 전하생성층(P-CGL)(642)은 P형 도펀트가 포함된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0230] 제1 발광층(EML)(614)과 제2 발광층(EML)(624)은 동일한 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(614)과 제2 발광층(EML)(624)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나일 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기발광소자는 동일한 색을 발광하는 단색(monocolor) 발광소자일 수도 있다. 또는, 제1 발광층(EML)(614)과 제2 발광층(EML)(624)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(614)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나이고, 제2 발광층(EML)(624)은 제1 발광층(EML)(614)과 다른 색의 하나일 수 있다. 그리고, 제1 발광층(EML)(614)과 제2 발광층(EML)(624)은 도 4에서의 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)의 설명과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.

[0231] 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(616)은 도 11과 결부하여 설명한 제1 전자수송층(ETL)(516)의 설명과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.

[0232] 발광조절층(ECL)(613)은 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높은 에너지 밴드갭을 갖는 제1 전자수송층(ETL)(616)을 포함하는 발광부에 구성할 수 있다. 이에 의해 제1 발광층(EML)(614) 내에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있고, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있으며, 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 즉, 제1 전자수송층(ETL)(616)과 발광조절층(ECL)(613)을 함께 구성할 경우 수명이 더 향상될 수 있고, 시간이 지남에 따라 중모양의 수명을 갖지 않고 선형적으로 수명이 변화되므로 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

- [0233] 발광조절층(ECL)(613)은 제1 발광층(EML)(614)의 아래에 구성할 수 있으며, 제1 정공수송층(HTL)(612)과 제1 발광층(EML)(614) 사이에 구성할 수 있다. 발광조절층(ECL)(613)은 시간이 지남에 따라 제1 발광층(EML)(614)의 발광영역의 이동을 최소화할 수 있으며, 발광영역의 분포를 넓게 할 수 있으므로, 시간이 지남에 따른 수명 저하의 문제를 해결할 수 있다.
- [0234] 그리고, 발광조절층(ECL)(613), 제1 전자수송층(ETL)(616), 및 N형 전하생성층(N-CGL)(641)의 에너지 밴드 다이어그램은 도 13을 참조하여 설명한다.
- [0235] 도 13은 본 발명의 제6 실시예에 따른 에너지 밴드 다이어그램을 나타내는 도면이다.
- [0236] 도 13에 도시한 바와 같이, 제1 발광층(EML)(614)은 제1 전자수송층(ETL)(616)으로부터 받은 전자(e-)와 제1 정공수송층(HTL)(612) 및 발광조절층(ECL)(613)으로부터 받은 정공(h+)이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(614)의 전자와 정공의 결합 영역은 재결합 영역(recombination zone, recombination area) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0237] 도 13에 도시한 바와 같이, 제1 전자수송층(ETL)(616)의 전하이동도를 조절하기 위해서 제1 전자수송층(ETL)(616)의 에너지 밴드갭과 N형 전하생성층(N-CGL)(541)에 포함된 에너지 밴드갭의 차이(ΔE)는 0.50eV 내지 1.00eV 높도록 구성한다. 따라서, 제1 전자수송층(ETL)(616)의 전하이동도를 느리게 하여 제1 발광층(EML)(614) 내에서 전자와 정공의 균형을 이룰 수 있도록 하므로, 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0238] 그리고, 발광조절층(ECL)(613)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 제1 정공수송층(HTL)(612)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 크게 구성함으로써, 발광조절층(ECL)(613)이 제1 정공수송층(HTL)(612)에서 제1 발광층(EML)(614)으로 정공이 이동할 때 정공의 이동속도를 느리게 하는 베리어(barrier) 역할을 할 수 있다. 이에 따라 제1 발광층(EML)(614)에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있다. 따라서, 발광조절층(ECL)(613)에 의해 제1 발광층(EML)(614) 내에서 전자와 정공의 균형을 이룰 수 있으므로 수명이 향상될 수 있으며, 전자와 정공이 재결합된 여기자(exciton)를 제1 발광층(EML)(614) 내에 가두어둘(confinement) 수 있으므로 수명이 향상될 수 있다.
- [0239] 발광조절층(ECL)(613)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.20eV 내지 5.60eV 범위일 수 있다. 제1 정공수송층(HTL)(612)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 5.10eV 내지 5.50eV 범위일 수 있다. 따라서, 발광조절층(ECL)(613)이 에너지 베리어(energy barrier)를 갖도록 발광조절층(ECL)(613)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값이 정공수송층(HTL)(612)의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 높게 구성한다. 그리고, 발광조절층(ECL)(613)의 정공이동도는 제1 정공수송층(HTL)(612)의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 작게 구성한다. 즉, 발광조절층(ECL)(613)의 정공이동도는 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 범위일 수 있다. 제1 정공수송층(HTL)(612)의 정공이동도는 $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 범위일 수 있다. 상기 발광조절층(ECL)(613)의 정공이동도가 제1 정공수송층(HTL)(612)의 정공이동도보다 작게 구성함으로써, 제1 정공수송층(HTL)(612)에서의 정공이 제1 발광층(EML)(614)으로 이동하는 이동속도를 조절할 수 있으므로, 제1 발광층(EML)(614)의 전자와 정공의 균형이 이루어지도록 할 수 있다. 따라서, 발광조절층(ECL)(613)에 의해 시간이 지남에 따라 제1 발광층(EML)(614)의 발광영역의 이동을 최소화할 수 있으며, 발광영역의 분포를 넓게 할 수 있으므로, 시간이 지남에 따른 수명 저하의 문제를 해결할 수 있다.
- [0240] 도 14는 본 발명의 제7 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다. 본 발명의 모든 실시예들의 모든 구성요소들은 상호유기적으로 결합되고 구현될 수 있다.
- [0241] 도 14에 도시된 본 발명의 제7 실시예에 따른 유기발광소자(700)는 기관(701), 제1 전극(702), 제2 전극(704), 및 제1 전극(702) 및 제2 전극(704) 사이에 제1 발광부(710)와 제2 발광부(720)로 이루어진 발광부(1180)를 포함한다. 도 14의 기관(701), 제1 전극(702), 발광부(1180), 및 제2 전극(704)은 도 4를 결부하여 설명한 기관(201), 제1 전극(202), 발광부(1180), 및 제2 전극(204)과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 14의 기관(701), 제1 전극(702), 발광부(1180), 및 제2 전극(704)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0242] 제1 발광부(710)는 제1 전극(702) 위에 제1 정공수송층(HTL)(712), 제1 발광층(EML)(714), 및 제1 전자수송층(ETL)(716)을 포함할 수 있다. 제1 발광층(EML)(714)에서는 제1 정공수송층(HTL)(712)을 통해 공급된 정공(hole)과 제1 전자수송층(ETL)(716)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(714)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination zone, recombination area) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.

- [0243] 그리고, 제1 전극(702) 위에는 정공주입층(HIL)이 추가로 구성될 수 있다. 정공주입층(HIL)은 제1 전극(702)으로부터의 정공을 제1 정공수송층(HTL)(712)에 원활하게 전달하는 역할을 한다. 그리고, 제1 정공수송층(HTL)(712)은 p형 도펀트가 도핑된 p형 정공수송층(p-HTL)일 수 있다.
- [0244] 그리고, 제1 발광부(710) 위에는 제2 정공수송층(HTL)(722), 제2 발광층(EML)(724), 발광조절층(ECL)(723), 및 제2 전자수송층(ETL)(726)을 포함하는 제2 발광부(720)가 구성될 수 있다.
- [0245] 제2 발광층(EML)(724)에서는 제2 정공수송층(HTL)(722) 및 발광조절층(ECL)(723)을 통해 공급된 정공(hole)과 제2 전자수송층(ETL)(726)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(724)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0246] 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(726) 위에는 전자주입층(EIL)이 추가될 수 있다. 전자주입층(EIL)은 제2 전극(704)으로부터의 전자를 제2 전자수송층(ETL)(726)에 원활하게 전달하는 역할을 한다.
- [0247] 제1 정공수송층(HTL)(712), 제2 정공수송층(HTL)(722), 및 정공주입층(HIL)은 정공전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 정공전달층은 제1 발광층(EML)(714) 및 제2 발광층(EML)(724)에 정공을 전달하고 정공을 주입하는 층이라고 할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(716), 제2 전자수송층(ETL)(726), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 전자전달층은 제1 발광층(EML)(714) 및 제2 발광층(EML)(724)에 전자를 전달하고 전자를 주입하는 층이라고 할 수 있다.
- [0248] 제2 전자수송층(ETL)(726)은 도 6과 결부하여 설명한 제2 전자수송층(ETL)(326)과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 자세한 설명은 생략한다.
- [0249] 발광조절층(ECL)(723)은 제1 발광부(710) 및 제2 발광부(720) 중 하나의 발광부에 구성될 수 있다. 발광조절층(ECL)(723)은 제2 발광부(720)에 구성될 수 있다. 따라서, 발광조절층(ECL)(723)은 발광층(EML)(724)의 아래에 구성될 수 있으며, 제2 정공수송층(HTL)(722)과 상기 제2 발광층(EML)(724) 사이에 구성될 수 있다.
- [0250] 그리고, 발광조절층(ECL)(723)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 구성하고 두 개의 물질들로 구성된 제2 전자수송층(ETL)(726)을 포함하는 발광부에 구성될 수 있다. 이에 의해 제2 발광층(EML)(724) 내에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있고, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있으며, 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 즉, 제2 전자수송층(ETL)(726)과 발광조절층(ECL)(723)을 함께 구성할 경우 수명이 더 향상될 수 있고, 시간이 지남에 따라 종모양의 수명을 갖지 않고 선형적으로 수명이 변화되므로 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.
- [0251] 발광조절층(ECL)(723)은 도 6과 결부하여 설명한 발광조절층(ECL)(323)과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 자세한 설명은 생략한다.
- [0252] 그리고, 제1 발광부(710)와 제2 발광부(720) 사이에는 전하생성층(CGL) (740)이 구성된다. 전하생성층(CGL)(740)은 제1 발광부(710)와 제2 발광부(720)의 전하균형을 조절하며, N형 전하생성층(N-CGL)(741)과 P형 전하생성층(P-CGL)(742)으로 구성될 수 있다.
- [0253] 제1 발광층(EML)(714)과 제2 발광층(EML)(724)은 동일한 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(714)과 제2 발광층(EML)(724)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나일 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기발광소자는 동일한 색을 발광하는 단색(monocolor) 발광소자일 수도 있다. 또는, 제1 발광층(EML)(714)과 제2 발광층(EML)(724)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(714)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나이고, 제2 발광층(EML)(724)은 제1 발광층(EML)(714)과 다른 색의 하나일 수 있다. 그리고, 제1 발광층(EML)(714)과 제2 발광층(EML)(724)은 도 4에서의 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)의 설명과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.
- [0254] 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(716)의 전자이동도를 조절하기 위해서 제1 전자수송층(ETL)(716)과 인접한 N형 전하생성층(N-CGL)(741)의 에너지 밴드갭을 조절한다. 즉, 제1 전자수송층(ETL)(716)의 에너지 밴드갭이 N형 전하생성층(N-CGL)(741)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성함으로써, 제1 전자수송층(ETL)(716)의 전자이동도를 느리게 할 수 있다. 제1 전자수송층(ETL)(716)은 도 11과 결부하여 설명한 제1 전자수송층(ETL)(516)의 설명과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.
- [0255] 그리고, 본 발명의 제7 실시예에 따른 구동전압, 효율, 및 수명에 대해서는 표 3 및 도 16을 참조하여

후술한다.

- [0256] 그리고, 본 발명의 제7 실시예에서는 두 개의 발광부들을 갖는 유기발광소자를 예로 들어 설명하였으나, 세 개 이상의 발광부들에서도 적용 가능하며, 이 경우에도 본 발명의 제7 실시예의 전자수송층을 적용할 수 있다.
- [0257] 도 15는 본 발명의 제8 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다. 본 발명의 모든 실시예들의 모든 구성요소들은 상호유기적으로 결합되고 구현될 수 있다.
- [0258] 도 15에 도시된 본 발명의 제8 실시예에 따른 유기발광소자(800)는 기관(801), 제1 전극(802), 제2 전극(804), 및 제1 전극(802) 및 제2 전극(804) 사이에 제1 발광부(810)와 제2 발광부(820)로 이루어진 발광부(1180)를 포함한다. 도 15의 기관(801), 제1 전극(802), 발광부(1180), 및 제2 전극(804)은 도 4를 결부하여 설명한 기관(201), 제1 전극(202), 발광부(1180), 및 제2 전극(204)과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 15의 기관(801), 제1 전극(802), 발광부(1180), 및 제2 전극(804)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0259] 제1 발광부(810)는 제1 전극(802) 위에 제1 정공수송층(HTL)(812), 제1 발광조절층(ECL)(813), 제1 발광층(EML)(814), 및 제1 전자수송층(ETL)(816)을 포함할 수 있다. 제1 발광층(EML)(814)에서는 제1 정공수송층(HTL)(812) 및 제1 발광조절층(ECL)(813)을 통해 공급된 정공(hole)과 제1 전자수송층(ETL)(816)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제1 발광층(EML)(814)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination zone, recombination area) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0260] 그리고, 제1 전극(802) 위에는 정공주입층(HIL)이 추가로 구성될 수 있다. 정공주입층(HIL)은 제1 전극(802)으로부터의 정공을 제1 정공수송층(HTL)(812)에 원활하게 전달하는 역할을 한다.
- [0261] 그리고, 제1 발광조절층(ECL)(813)은 제1 정공수송층(HTL)(812)과 제1 발광층(EML)(814) 사이에 구성한다. 제1 발광조절층(ECL)(813)은 도 12 및 도 13과 결부하여 설명한 발광조절층(ECL)(613)의 내용과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 자세한 설명을 생략한다.
- [0262] 그리고, 제1 발광부(810) 위에는 제2 정공수송층(HTL)(822), 제2 발광층(EML)(824), 제2 발광조절층(ECL)(823), 및 제2 전자수송층(ETL)(826)을 포함하는 제2 발광부(820)가 구성될 수 있다.
- [0263] 제2 발광층(EML)(824)에서는 제2 정공수송층(HTL)(822) 및 제2 발광조절층(ECL)(823)을 통해 공급된 정공(hole)과 제2 전자수송층(ETL)(826)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되어 여기자(exciton)가 생성된다. 제2 발광층(EML)(824)에 여기자(exciton)가 생성되는 영역은 재결합 영역(recombination area, recombination zone) 또는 발광영역(emission area, emission zone)이라고 할 수 있다.
- [0264] 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(826) 위에는 전자주입층(EIL)이 추가될 수 있다. 전자주입층(EIL)은 제2 전극(804)으로부터의 전자를 제2 전자수송층(ETL)(826)에 원활하게 전달하는 역할을 한다.
- [0265] 제1 정공수송층(HTL)(812), 제2 정공수송층(HTL)(822), 및 정공주입층(HIL)은 정공전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 정공전달층은 제1 발광층(EML)(814) 및 제2 발광층(EML)(824)에 정공을 전달하고 정공을 주입하는 층이라고 할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(816), 제2 전자수송층(ETL)(826), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있다. 따라서, 전자전달층은 제1 발광층(EML)(814) 및 제2 발광층(EML)(824)에 전자를 전달하고 전자를 주입하는 층이라고 할 수 있다.
- [0266] 제2 전자수송층(ETL)(826)은 도 6과 결부하여 설명한 제2 전자수송층(ETL)(326)과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 자세한 설명은 생략한다.
- [0267] 제2 발광조절층(ECL)(823)은 도 6과 결부하여 설명한 발광조절층(ECL)(323)과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 자세한 설명은 생략한다.
- [0268] 그리고, 제1 발광부(810)와 제2 발광부(820) 사이에는 전하생성층(CGL)(840)이 구성된다. 전하생성층(CGL)(840)은 제1 발광부(810)와 제2 발광부(820)의 전하균형을 조절하며, N형 전하생성층(N-CGL)(841)과 P형 전하생성층(P-CGL)(842)으로 구성될 수 있다. N형 전하생성층(N-CGL)(841)은 제1 발광층(EML)(814)에 전자(electron)를 주입해주는 역할을 하며, N형 전하생성층(N-CGL)(841)은 금속 등이 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, P형 전하생성층(P-CGL)(842)은 제2 발광층(EML)(824)으로 정공(hole)을 주입해주는 역할을 한다. P형 전하생성층(P-CGL)(842)은 P형 도펀트가 포함된 유기층으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0269] 제1 발광층(EML)(814)과 제2 발광층(EML)(824)은 동일한 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(814)과 제2 발광층(EML)(824)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나일 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기발광소자는 동일한 색을 발광하는 단색(monocolor) 발광소자일 수도 있다. 또는, 제1 발광층(EML)(814)과 제2 발광층(EML)(824)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층일 수 있다. 예를 들면, 제1 발광층(EML)(814)은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 발광층 중 하나이고, 제2 발광층(EML)(824)은 제1 발광층(EML)(814)과 다른 색의 하나일 수 있다. 그리고, 제1 발광층(EML)(814)과 제2 발광층(EML)(824)은 도 4에서의 제1 발광층(EML)(214)과 제2 발광층(EML)(224)의 설명과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.

[0270] 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(816)과 N형 전하생성층(N-CGL)(841)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭을 조절하여 제1 전자수송층(ETL)(816)의 전자이동도를 느리게 할 수 있다. 제1 전자수송층(ETL)(816)의 에너지 밴드갭은 N형 전하생성층(N-CGL)(841)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 0.50eV 이상 높도록 구성한다. 즉, 제1 전자수송층(ETL)(816)의 에너지 밴드갭은 N형 전하생성층(N-CGL)(841)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 0.50eV 내지 1.00eV 높도록 구성할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(816)은 도 11과 결부하여 설명한 제1 전자수송층(ETL)(516)의 설명과 실질적으로 동일하므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.

[0271] 발광조절층(ECL)(813, 823)은 제1 발광부(810) 및 제2 발광부(820) 중 적어도 하나의 발광부에 구성할 수 있다. 그리고, 발광조절층(ECL)(813, 823)은 적어도 하나의 제1 발광층(EML)(814) 및 제2 발광층(EML)(824)의 아래에 구성할 수 있다.

[0272] 제1 발광조절층(ECL)(813)은 전하생성층(CGL)(840)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높은 에너지 밴드갭을 갖는 제1 전자수송층(ETL)(816)을 포함하는 발광부에 구성할 수 있다. 이에 의해 제1 발광층(EML)(814) 내에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있고, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있으며, 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 즉, 제1 전자수송층(ETL)(816)과 제1 발광조절층(ECL)(813)을 함께 구성할 경우 수명이 더 향상될 수 있고, 시간이 지남에 따라 종모양의 수명을 갖지 않고 선형적으로 수명이 변화되므로 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0273] 제2 발광조절층(ECL)(823)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 서로 다른 두 개의 물질들로 구성하고 두 개의 물질들로 구성된 제2 전자수송층(ETL)(826)을 포함하는 발광부에 구성할 수 있다. 이에 의해 제2 발광층(EML)(824) 내에서 전자와 정공의 균형을 맞출 수 있고, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있으며, 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 즉, 제2 전자수송층(ETL)(826)과 제2 발광조절층(ECL)(823)을 함께 구성할 경우 수명이 더 향상될 수 있고, 시간이 지남에 따라 종모양의 수명을 갖지 않고 선형적으로 수명이 변화되므로 장수명을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0274] 그리고, 본 발명의 제8 실시예의 구동전압, 효율, 및 수명에 대해서는 표 3 및 도 17을 참조하여 설명한다.

[0275] 아래 표 3은 비교예 2, 본 발명의 제7 실시예, 및 제8 실시예의 구동전압, 효율, 및 색좌표를 측정한 것이다.

표 3

	구동전압 (V)	효율 (cd/A)	CIEx	CIEy
비교예 2	7.3	11.8	0.135	0.068
실험예 8	7.6	10.9	0.135	0.068
실험예 9	7.4	13.5	0.135	0.068

[0276]

[0277] 표 3에서 비교예 2는 도 2의 유기발광소자를 적용하여 실험하였다.

[0278] 비교예 2는 비교예 1과 동일하게 구성하고, 제1 전자수송층(ETL)(716)은 제1 전자수송층(ETL)(716)의 에너지 밴드갭과 N형 전하생성층(N-CGL)(741)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭의 차이가 0.40eV인 물질로 구성한다.

- [0279] 실험예 8은 본 발명의 제7 실시예이며, 실험예 7과 동일하게 구성하고, 제1 전자수송층(ETL)(716)은 제1 전자수송층(ETL)(716)의 에너지 밴드갭과 N형 전하생성층(N-CGL)(741)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭의 차이가 0.50eV인 물질로 구성한다.
- [0280] 실험예 9는 본 발명의 제8 실시예이며, 본 발명의 제7 실시예와 동일하게 구성하고, 적색 서브화소 영역, 녹색 서브화소 영역, 및 청색 서브화소 영역에 제1 발광층(EML)(814)을 형성하기 전에 제1 발광조절층(ECL)(813)을 형성한다.
- [0281] 표 3에서 색좌표(CIE_x, CIE_y)는 청색의 색좌표(0.135, 0.068)를 나타낸 것이고, 청색의 색좌표를 동일하게 한 후 전류밀도 5mA/cm²에서 구동전압(V) 및 효율(cd/A)을 비교한 것이다.
- [0282] 표 3에 나타난 바와 같이, 구동전압(Volt)을 살펴보면, 실험예 8은 비교예 2 및 본 발명의 제7 실시예인 실험예 8과 비교하여 약간 증가하였음을 알 수 있다.
- [0283] 효율(cd/A)을 살펴보면 전자수송층에 발광조절층(ECL)을 더 구성함으로써 인해 본 발명의 제8 실시예인 실험예 9는 본 발명의 제5 실시예인 실험예 8과 비교하여 효율이 향상됨을 알 수 있다. 즉, 제1 전자수송층(ETL)(816)으로 제1 전자수송층(ETL)(816)의 에너지 밴드갭과 N형 전하생성층(N-CGL)(841)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭의 차이가 0.50eV 이상이 되도록 구성하고, 발광조절층(ECL)을 더 구성할 경우 효율이 더 향상됨을 알 수 있다.
- [0284] 그리고, 수명은 도 16 및 도 17을 참조하여 설명한다. 도 16 및 도 17의 수명의 측정 결과는 실험을 위해 측정 한 것으로, 측정된 수명 시간이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다. 따라서, 도 16 및 도 17은 본 발명의 제7 실시예인 실험예 8 및 본 발명의 제8 실시예인 실험예 9로 구성할 경우 수명이 향상되는지 확인하기 위해 수명을 측정 한 것이다.
- [0285] 도 16은 비교예 2 및 본 발명의 실험예 8에 따른 수명을 나타내는 도면이다.
- [0286] 도 16에서 가로축은 시간(Time)(hr)을 나타내며, 세로축은 휘도감소비율(Luminance Drop)(%)을 나타낸다. 그리고, 비교예 2는 a2로 나타내고, 실험예 8은 H로 나타낸다.
- [0287] 도 16에 도시한 바와 같이, 초기 발광 휘도를 100%라고 할 경우 휘도가 95%로 감소될 때까지의 시간, 즉 유기발광 표시장치의 95% 수명 시간(T95)은 비교예 2는 약 320시간이며, 실험예 8은 약 380시간임을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 제7 실시예인 실험예 8의 수명은 비교예 2의 수명과 비교하여 약 1.2배 증가하였음을 알 수 있다. 즉, 제1 전자수송층(ETL)(716)의 에너지 밴드갭과 N형 전하생성층(N-CGL)(741)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭의 차이가 0.50eV 이상이 되도록 제1 전자수송층(ETL)(716)을 구성한 본 발명의 제7 실시예가 비교예 2보다 수명이 더 향상됨을 알 수 있다.
- [0288] 그리고, 도 16은 청색 수명을 나타낸 것이나, 실험예 8은 비교예 2보다 유기발광 표시장치의 전체적인 수명이 향상될 수 있다.
- [0289] 도 17은 비교예 2 및 본 발명의 실험예 9에 따른 수명을 나타내는 도면이다.
- [0290] 도 17에서 가로축은 시간(Time)(hr)을 나타내며, 세로축은 휘도감소비율(Luminance Drop)(%)을 나타낸다. 그리고, 비교예 2는 a2로 나타내고, 실험예 9는 I로 나타낸다.
- [0291] 도 17에 도시한 바와 같이, 초기 발광 휘도를 100%라고 할 경우 휘도가 95%로 감소될 때까지의 시간, 즉 유기발광 표시장치의 95% 수명 시간(T95)은 비교예 2는 약 320시간이며, 본 발명의 제8 실시예인 실험예 9는 약 700시간임을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 제8 실시예의 수명은 비교예 2의 수명과 비교하여 약 2.2배 증가하였음을 알 수 있다. 즉, 제1 전자수송층(ETL)(816)의 에너지 밴드갭과 N형 전하생성층(N-CGL)(841)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭의 차이가 0.50eV 이상이 되도록 제1 전자수송층(ETL)(816)을 구성하고, 발광조절층(ECL)을 구성한 본 발명의 제8 실시예가 비교예 2보다 수명이 더 향상됨을 알 수 있다.
- [0292] 그리고, 도 17은 청색 수명을 나타낸 것이나, 실험예 9은 비교예 2보다 유기발광 표시장치의 전체적인 수명이 향상될 수 있다.
- [0293] 위 결과로부터 제1 전자수송층(ETL)(716)의 에너지 밴드갭과 N형 전하생성층(N-CGL)(741)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭의 차이가 0.50eV 이상이 되도록 제1 전자수송층(ETL)(716)을 구성하고, 제2 전자수송층(ETL)(726)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 다른 적어도 두 개의 물질들로 구성하고, 발광조절층(ECL)(723)을 구성한 본 발명의 제7 실시예는 제1 전자수송층(ETL)(716)의 에너지 밴드갭과 N형 전하생성층(N-CGL)(741)에 포함된 호스

트의 에너지 밴드갭의 차이가 0.4eV인 비교예 2와 비교하여 수명이 향상됨을 알 수 있다. 그리고, 본 발명의 제 2 실시예와 비교하여 본 발명의 제7 실시예는 시간이 지남에 따라 수명이 종모양으로 되지 않고, 시간이 지남에 따라 선형적(linear)으로 되어 수명이 개선됨을 알 수 있다.

[0294] 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(816)의 에너지 밴드갭과 N형 전하생성층(N-CGL)(841)에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭의 차이가 0.50eV 이상이 되도록 구성하고, 발광조절층(ECL)(813)을 함께 구성하고, 제2 전자수송층(ETL)(826)은 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 다른 적어도 두 개의 물질들로 구성하고, 발광조절층(ECL)(823)을 구성한 본 발명의 제8 실시예의 수명이 더 향상됨을 알 수 있다. 즉, 시간이 지남에 따라 수명이 저하되지 않는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0295] 그리고, 본 발명의 제2 실시예 내지 제8 실시예의 유기발광소자를 유기발광 표시장치에 적용할 경우, 단색(monocolor) 소자를 포함하는 RGB의 세 개의 화소로 구성된 표시장치로 구현할 수 있다. 따라서, RGB의 삼원색을 조합하여 다양한 색을 표현하는 표시장치를 구현할 수 있다. 그리고, 본 발명의 제2 실시예 내지 제6 실시예에 따른 유기발광소자를 포함하는 유기발광 표시장치는 하부발광(bottom emission) 표시장치, 상부발광(top emission) 표시장치, 양면발광(dual emission) 표시장치, 및 차량용 조명장치 등에 적용할 수 있다. 차량용 조명장치는 전조등(headlights), 상향등(high beam), 후미등(taillights), 제동등(brake light), 후진등(back-up light), 정지등(brake light), 안개등(fog lamp), 방향지시등(turn signal light), 보조등(auxiliary lamp) 중 적어도 하나일 수 있으며, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 또는, 운전자의 시야를 확보하고, 차량의 신호를 주고 받는 데 사용되는 모든 지시등에 다양하게 적용될 수 있다. 그리고, 본 발명의 제2 실시예 내지 제8 실시예에 유기발광 표시장치는 TV, 모바일(Mobile), 태블릿 PC(Tablet PC), 모니터(Monitor), 노트북 컴퓨터(Laptop Computer), 및 차량용 표시장치 등을 포함한 표시장치 등에 적용될 수 있다. 또는, 웨어러블(wearable) 표시장치, 폴더블(foldable) 표시장치, 롤러블(rollable), 커브드(curved) 표시장치, 밴더블(bendable) 표시장치 등에도 적용될 수 있다.

[0296] 본 발명은 전자수송층의 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량을 제1 물질의 함량보다 많도록 구성함으로써, 발광영역이 발광층 내에 위치하게 하므로 수명이 향상된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0297] 그리고, 본 발명은 전자수송층의 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량을 제1 물질의 함량보다 많도록 구성하고, 발광조절층을 구성함으로써, 시간이 지남에 따라 발광층의 발광영역이 증가할 수 있으므로, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0298] 그리고, 본 발명은 전자수송층의 에너지 밴드갭이 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성함으로써, 발광영역이 발광층 내에 위치하게 하므로 수명이 향상된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0299] 그리고, 본 발명은 전자수송층의 에너지 밴드갭이 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성하고, 발광조절층을 구성함으로써, 시간이 지남에 따라 발광층의 발광영역이 증가할 수 있으므로, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0300] 그리고, 본 발명은 두 개의 전자수송층들 중 하나는 전자수송층의 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량을 제1 물질의 함량보다 많도록 구성하고 발광조절층을 구성하며, 두 개의 전자수송층들 중 다른 하나는 전자수송층의 에너지 밴드갭이 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성함으로써, 발광영역이 발광층 내에 위치하게 하므로 수명이 향상된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0301] 그리고, 본 발명은 두 개의 전자수송층들 중 하나는 전자수송층의 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 크며, 제2 물질의 함량을 제1 물질의 함량보다 많도록 구성하고 발광조절층을 구성하며, 두 개의 전자수송층들 중 다른 하나는 전자수송층의 에너지 밴드갭이 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 높도록 구성하고 발광조절층을 구성함으로써, 시간이 지남에 따라 발광층의 발광영역이 증가할 수 있으므로, 시간이 지남에 따라 수명이 안정적으로 떨어질 수 있는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0302] 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는, 기판 위에 있는 애노드, 애노드 위에 있으며, 제1 발광층 및 제1 전자전달층을 포함하는 제1 발광부, 제1 발광부 위에 있으며, 제2 발광층 및 제2 전자전달층을 포함하는 제2 발광부, 및 제2 발광부 위에 있는 캐소드를 포함하고, 제1 전자전달층 및 제2 전자전달층 중 적어도 하나는 제1

물질과 제2 물질을 포함하며, 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 높도록 구성한다.

- [0303] 제2 물질의 함량은 제1 물질의 함량보다 많도록 구성할 수 있다.
- [0304] 제2 물질은 제1 전자전달층 또는 제2 전자전달층에서 50중량%를 초과할 수 있다.
- [0305] 제1 물질 및 제2 물질은 공중착하여 혼합될 수 있다.
- [0306] 제1 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.91eV 내지 3.40eV 범위이며, 제2 물질의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.60eV 내지 2.90eV 범위일 수 있다.
- [0307] 제1 전자전달층은 제1 물질 및 제2 물질 중 하나를 포함하며, 제2 전자전달층은 상기 제1 물질 및 상기 제2 물질을 포함할 수 있다.
- [0308] 제1 전자전달층 위에 있는 제2 정공전달층 및 제2 정공전달층 및 상기 제2 발광층 사이에 제2 발광조절층을 더 포함할 수 있다.
- [0309] 제2 발광조절층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 제2 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 클 수 있다.
- [0310] 제2 발광조절층의 정공이동도는 제2 정공전달층의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 작을 수 있다.
- [0311] 제1 전자전달층 및 제2 전자전달층은 각각 제1 물질 및 제2 물질을 포함할 수 있다.
- [0312] 애노드 위에 있는 제1 정공전달층 및 제1 정공전달층 및 제1 발광층 사이에 제1 발광조절층을 더 포함할 수 있다.
- [0313] 제1 발광조절층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 제1 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 클 수 있다.
- [0314] 제1 발광조절층의 정공이동도는 제1 정공전달층의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 작을 수 있다.
- [0315] 제1 전자전달층 위에 있는 제2 정공전달층 및 제2 정공전달층 및 제2 발광층 사이에 제2 발광조절층을 더 포함할 수 있다.
- [0316] 제2 발광조절층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 제2 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 클 수 있다.
- [0317] 제2 발광조절층의 정공이동도는 제2 정공전달층의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 작을 수 있다.
- [0318] 제2 전자전달층은 제1 물질 및 제2 물질을 포함할 수 있다.
- [0319] 제1 발광부와 제2 발광부 사이에는 N형 전하생성층을 더 포함하며, 제1 전자전달층은 N형 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 0.50eV 내지 1.00eV 높은 에너지 밴드갭을 갖는 물질로 구성될 수 있다.
- [0320] 제1 전자전달층의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.00eV 내지 2.50eV 범위이며, N형 전하생성층의 LUMO 에너지 레벨의 절대값은 2.90eV 내지 3.20eV 범위일 수 있다.
- [0321] 적어도 하나의 제1 발광층 및 제2 발광층의 아래에 발광조절층을 더 포함할 수 있다.
- [0322] 제1 발광층 및 제2 발광층은 동일한 색을 발광할 수 있다.
- [0323] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는, 기관 위에 있는 애노드, 애노드 위에 있으며, 제1 발광층 및 제1 전자전달층을 포함하는 제1 발광부, 제1 발광부 위에 있으며, 제2 발광층 및 제2 전자전달층을 포함하는 제2 발광부, 및 제2 발광부 위에 있는 캐소드를 포함하고, 제1 발광부 및 제2 발광부 중 적어도 하나의 발광부에 있으며, 제1 정공전달층 또는 제2 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 큰 HOMO 에너지 레벨의 절대값을 갖는 발광조절층을 포함한다.

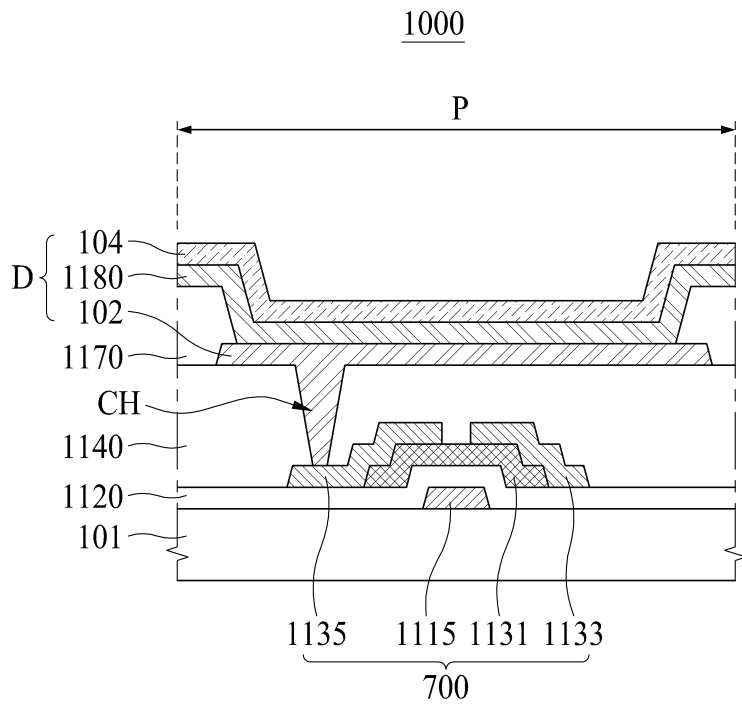
- [0324] 발광조절층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값은 제1 정공전달층 또는 제2 정공전달층의 HOMO 에너지 레벨의 절대값보다 0.10eV 내지 0.50eV 클 수 있다.
- [0325] 발광조절층의 정공이동도는 정공전달층의 정공이동도보다 $1.0 \times 10^{-1} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 내지 $1.0 \times 10^{-2} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 작을 수 있다.
- [0326] 제2 전자전달층은 적어도 두 개의 물질들로 구성되며, 적어도 두 개의 물질들 중 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 물질이 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 큰 물질보다 더 많도록 구성될 수 있다.
- [0327] 발광조절층은 제2 발광부에 있으며, 제2 정공전달층 및 제2 발광층 사이에 배치될 수 있다.
- [0328] 제1 전자전달층은 적어도 두 개의 물질들 중 하나를 포함할 수 있다.
- [0329] 제1 전자전달층 및 제2 전자전달층은 각각 적어도 두 개의 물질들로 구성되며, 적어도 두 개의 물질들 중 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 물질이 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 큰 물질보다 더 많도록 구성될 수 있다.
- [0330] 발광조절층은 제1 발광부 및 제2 발광부에 있으며, 제1 정공전달층 및 제1 발광층 사이 및 제2 정공전달층 및 제2 발광층 사이에 배치될 수 있다.
- [0331] 제1 발광부와 제2 발광부 사이에 N형 전하생성층을 더 포함하며, 제1 전자전달층은 N형 전하생성층에 포함된 호스트의 에너지 밴드갭보다 0.50eV 내지 1.00eV 높은 에너지 밴드갭을 갖는 물질로 구성될 수 있다.
- [0332] 발광조절층은 제1 발광부에 있으며, 제1 정공전달층 및 제1 발광층 사이에 배치될 수 있다.
- [0333] 제2 전자전달층은 적어도 두 개의 물질들로 구성되며, 적어도 두 개의 물질들 중 LUMO 에너지 레벨의 절대값이 작은 물질이 LUMO 에너지 레벨의 절대값보다 큰 물질보다 더 많도록 구성될 수 있다.
- [0334] 발광조절층은 제2 발광부에 있으며, 제2 정공전달층 및 제2 발광층 사이에 배치될 수 있다.
- [0335] 제1 전자전달층은 안트라센(anthracene) 유도체, 트리아진(triazine) 유도체, 및 카바졸(carbazole) 유도체 중 하나로 구성될 수 있다.
- [0336] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 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 실시예들은 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 실시예들은 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

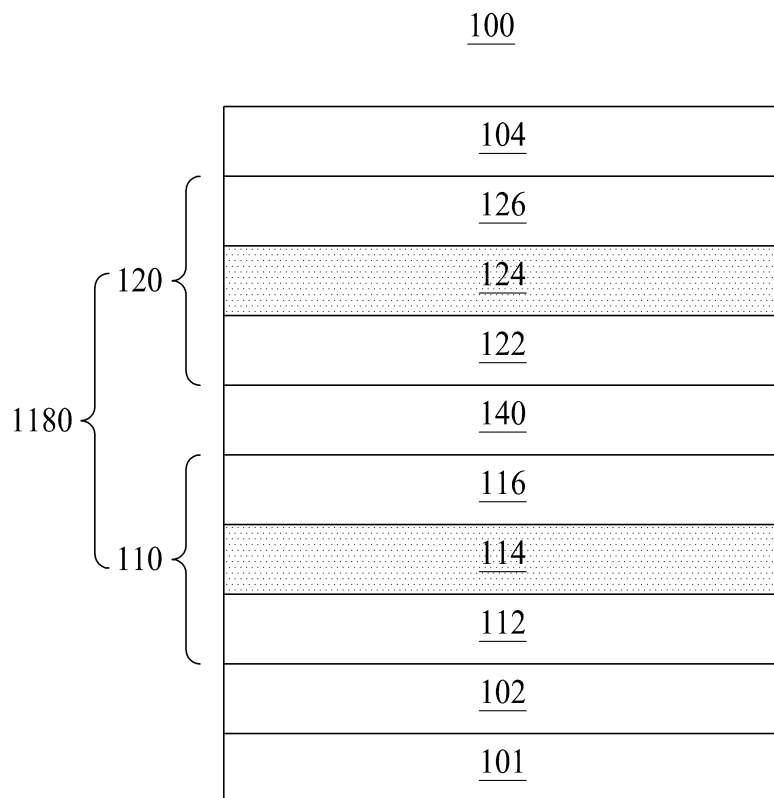
- [0337] 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800: 유기발광소자
- 102, 202, 302, 402, 502, 602, 702, 802: 제1 전극
- 104, 204, 304, 404, 504, 604, 704, 804: 제2 전극
- 112, 122, 212, 222, 312, 322, 412, 422, 512, 522, 612, 622, 712, 722, 812, 822: 정공수송층
- 116, 126, 216, 226, 316, 326, 416, 426, 516, 526, 616, 626 716, 726, 816, 826: 전자수송층
- 140, 240, 340, 440, 540, 640, 740 840: 전하생성층
- 114, 214, 314, 414, 514, 614, 714, 814: 제1 발광층
- 124, 224, 324, 424, 524, 624, 724, 824: 제2 발광층
- 323, 413, 423, 523, 613, 723, 813, 823: 발광조절층

도면

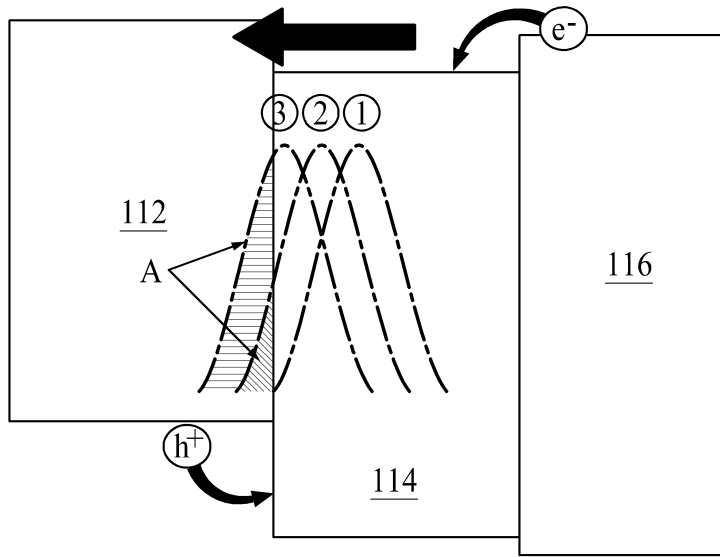
도면1



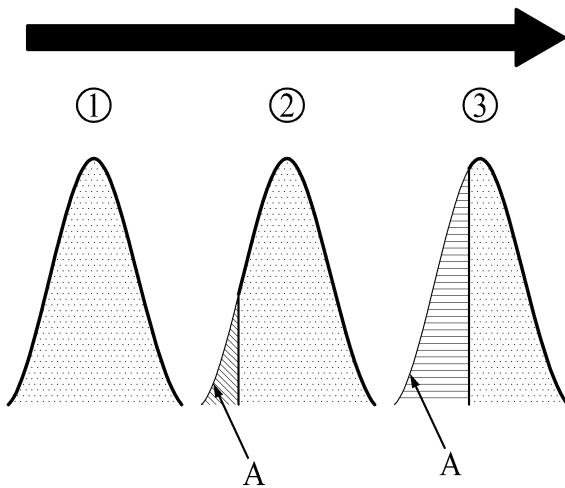
도면2



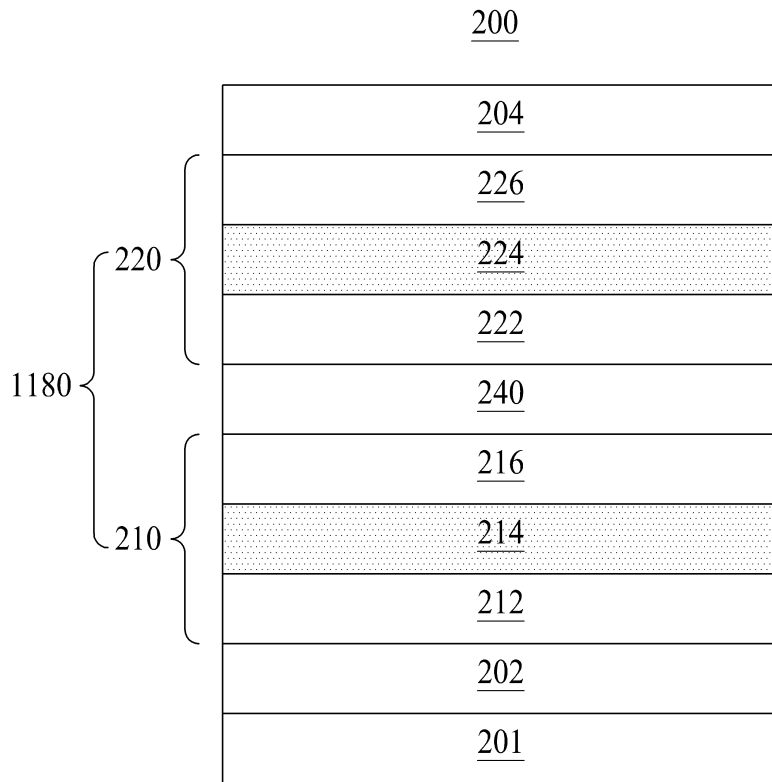
도면3a



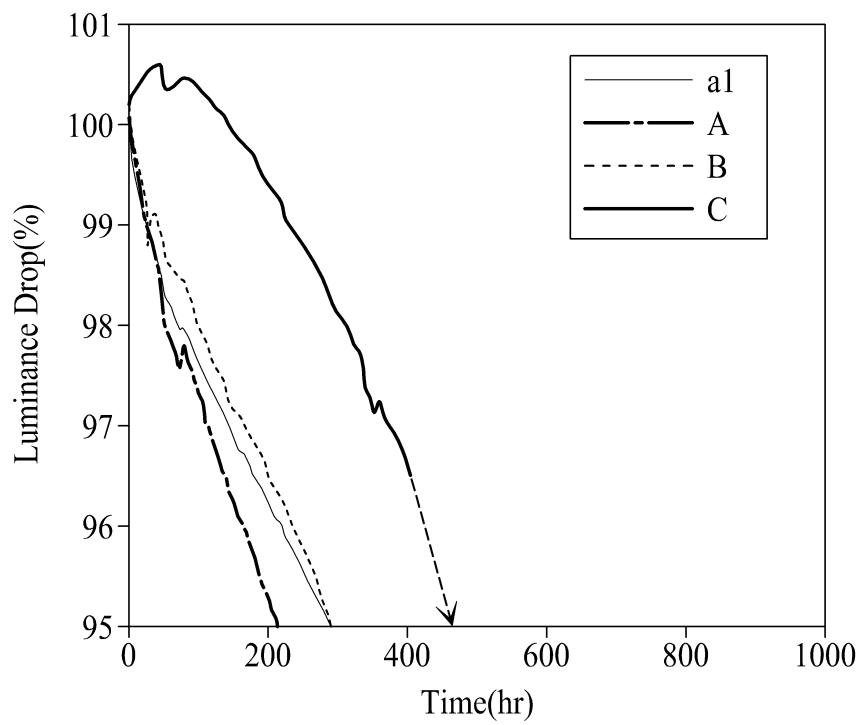
도면3b



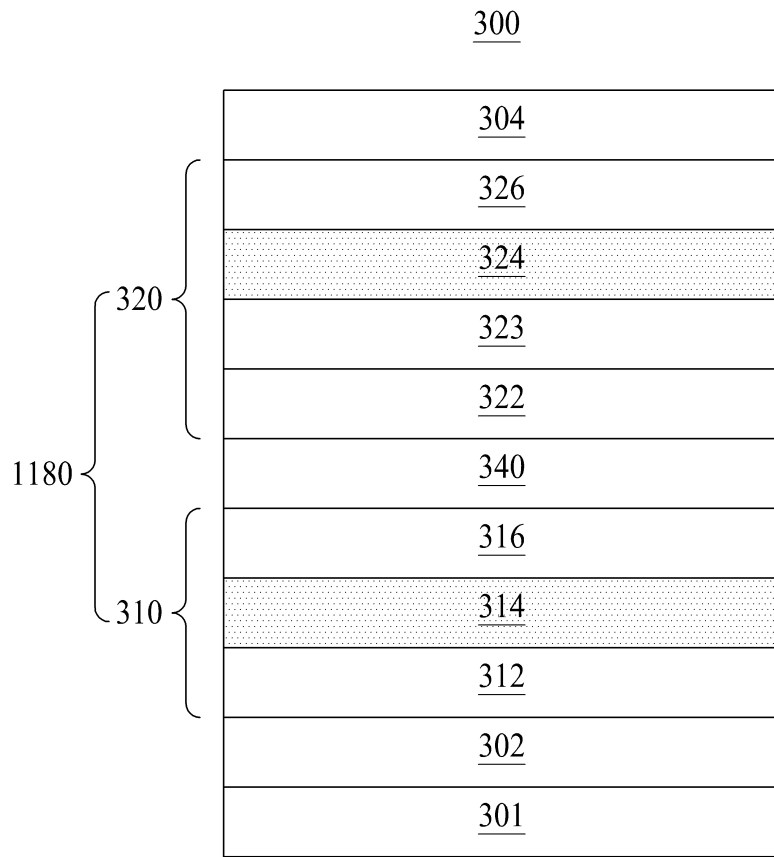
도면4



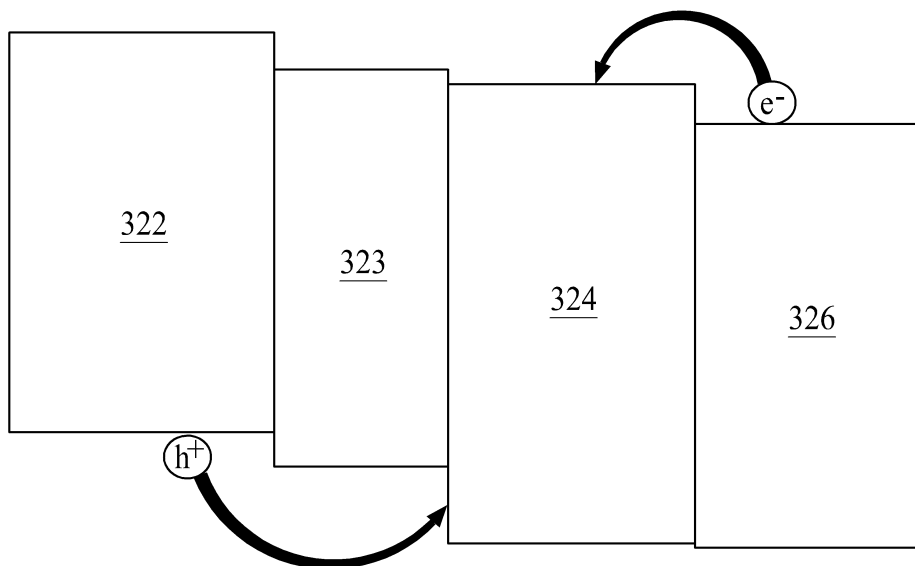
도면5



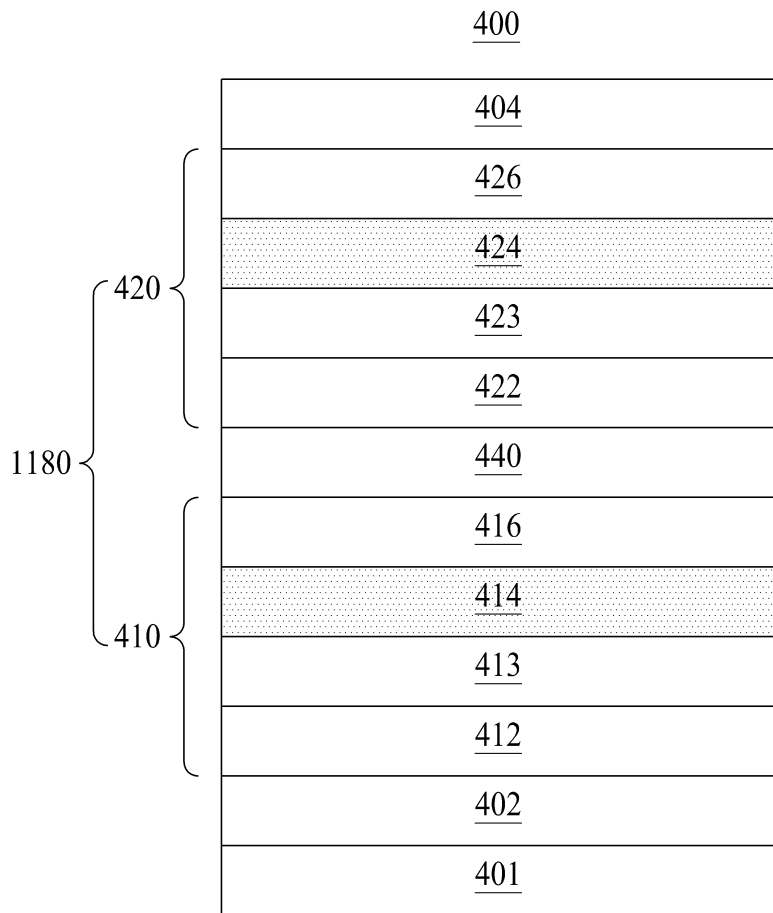
도면6



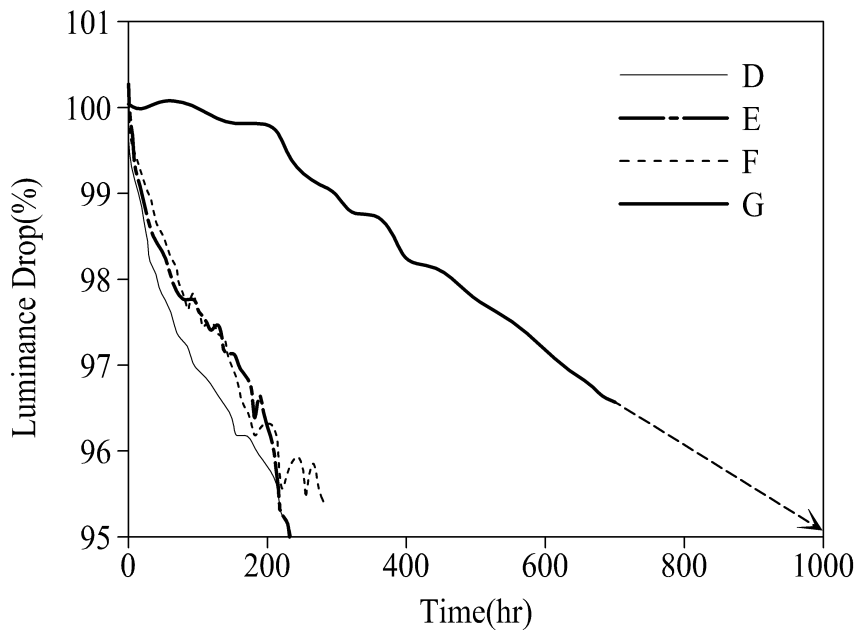
도면7



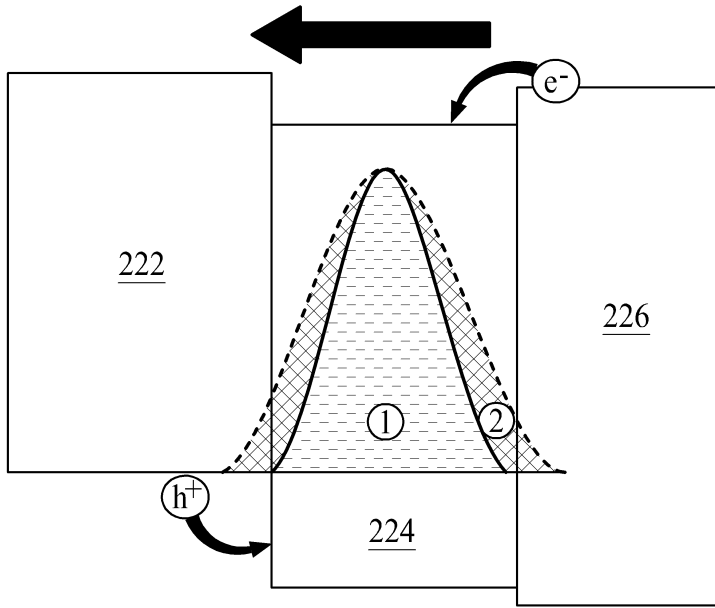
도면8



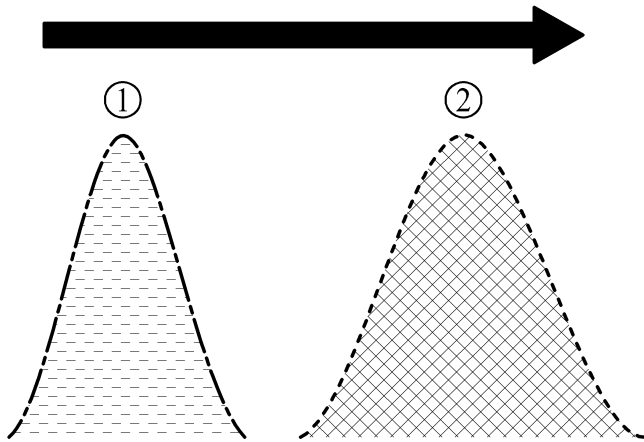
도면9



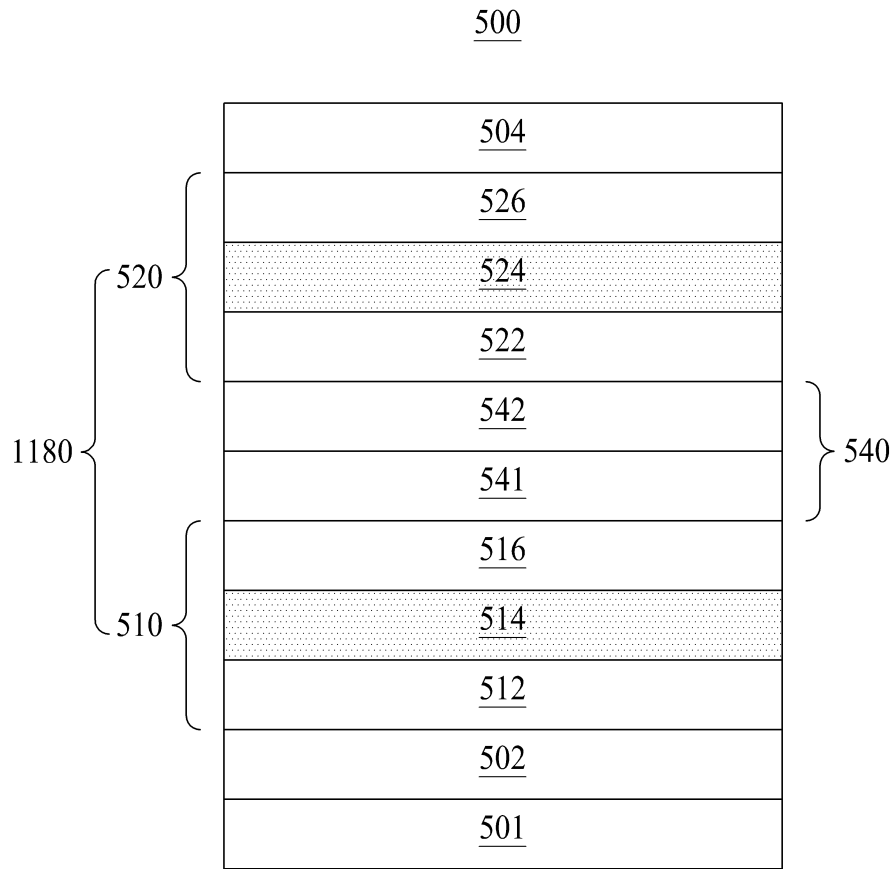
도면10a



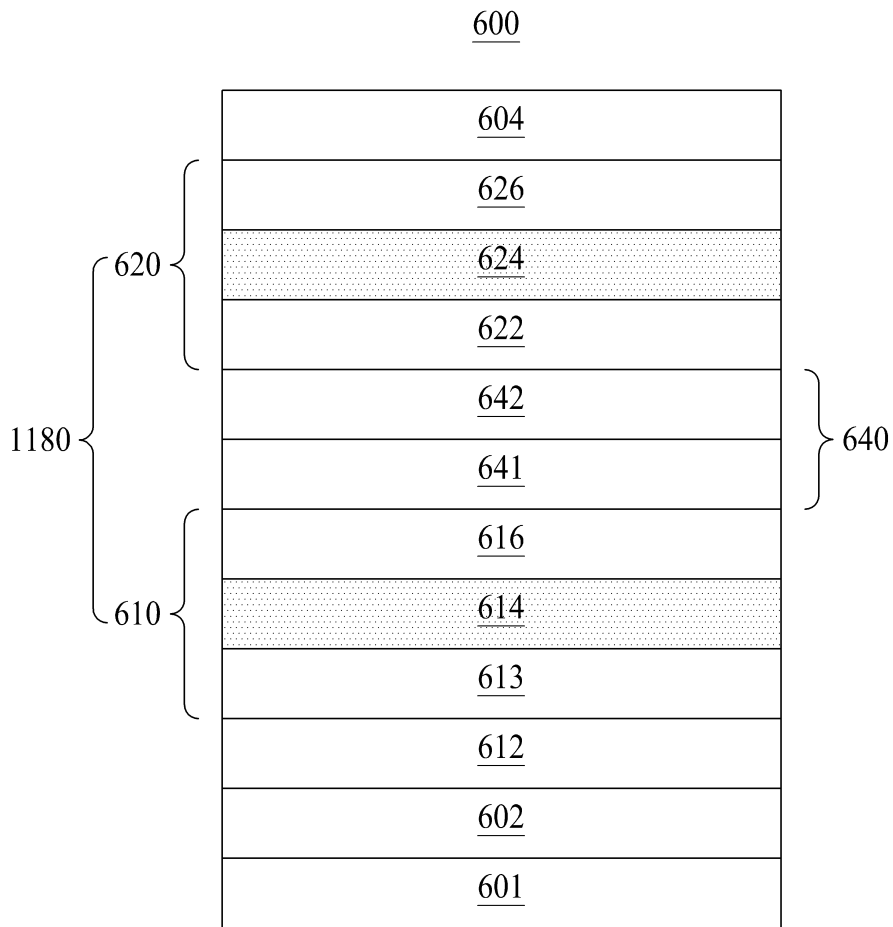
도면10b



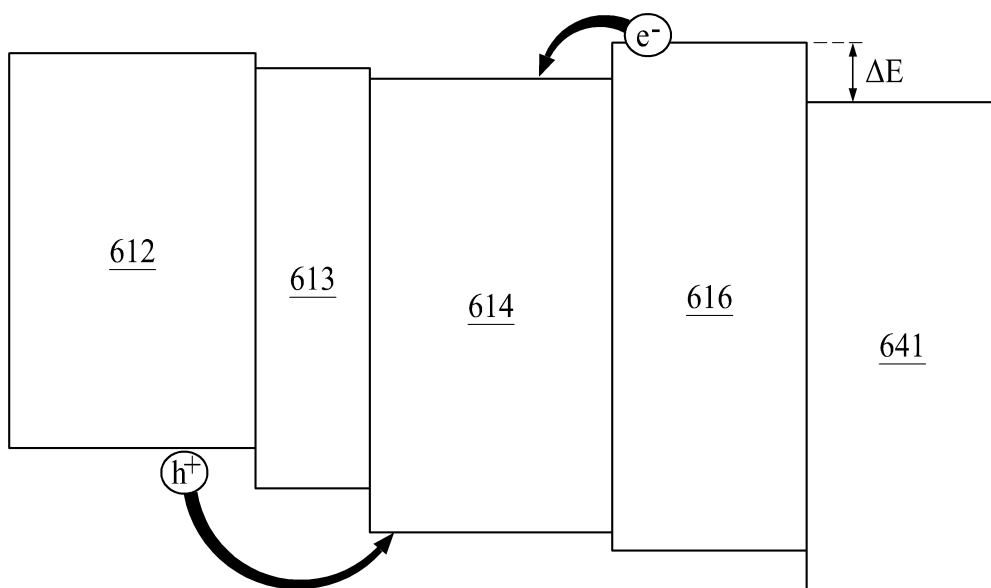
도면11



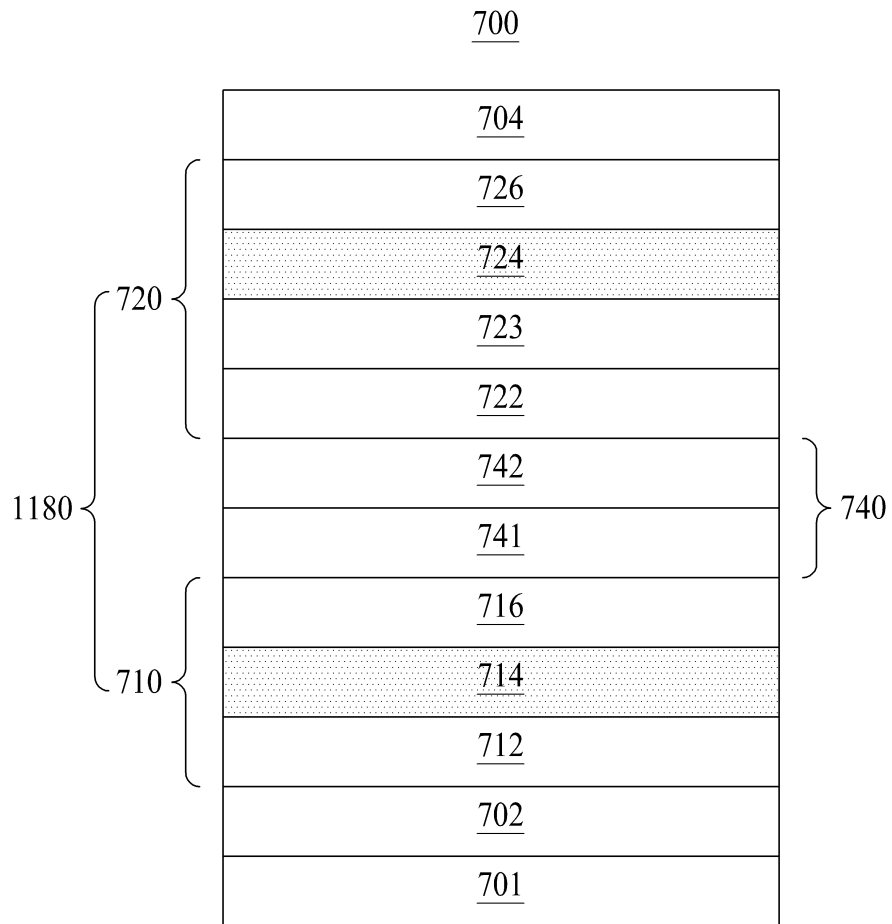
도면12



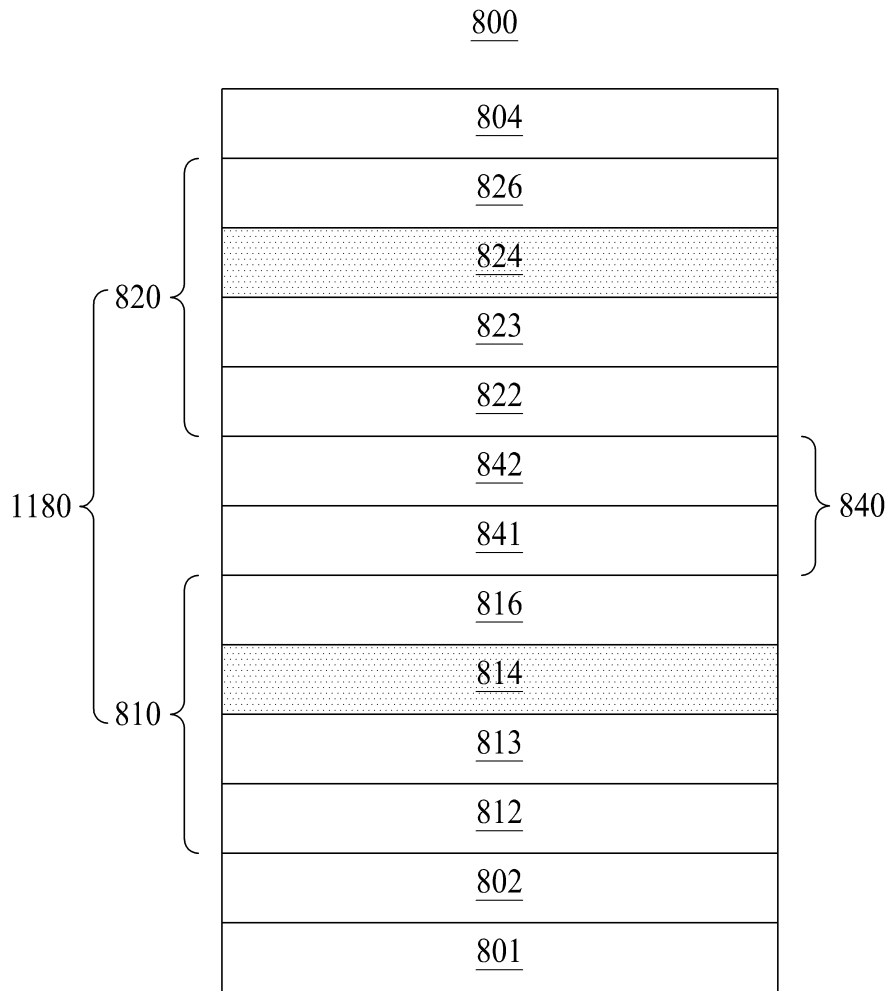
도면13



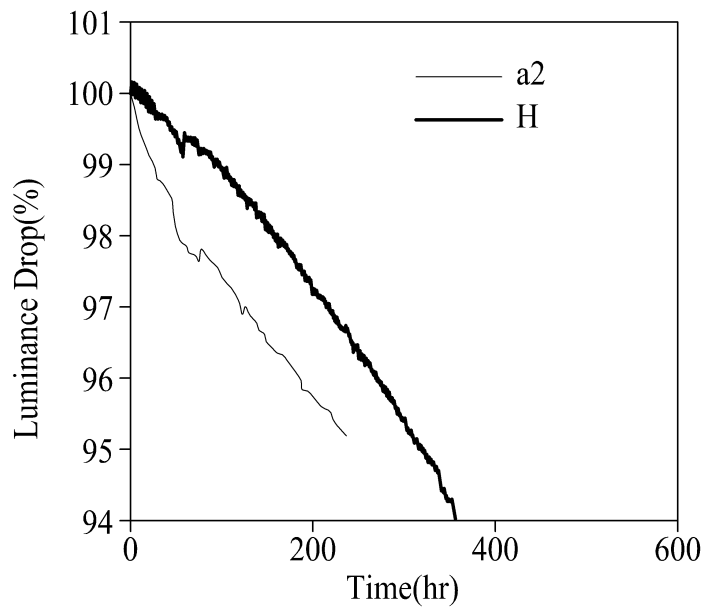
도면14



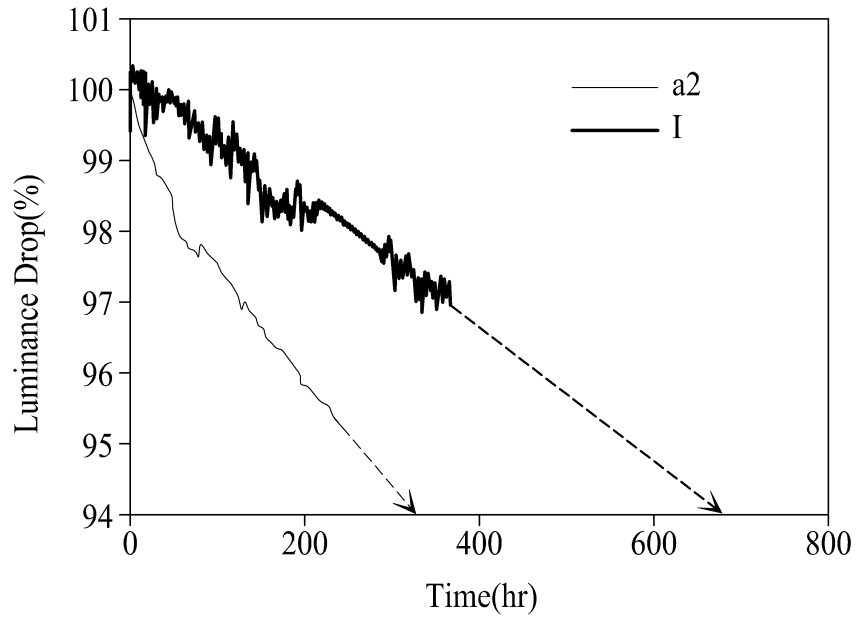
도면15



도면16



도면17



专利名称(译)	相关技术的描述		
公开(公告)号	KR1020170058830A	公开(公告)日	2017-05-29
申请号	KR1020160067756	申请日	2016-05-31
[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		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	EUNJUNG PARK 박은정		
发明人	박은정		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32 H01L51/00		
CPC分类号	H01L51/5004 H01L51/5072 H01L51/5012 H01L51/5056 H01L51/0008 H01L27/3225 H01L2227/32 H01L51/50 H01L51/5076 H01L2251/55 H01L27/3209 H01L51/0052 H01L51/0067 H01L51/0072 H01L51/0077 H01L51/0081 H01L51/5044 H01L51/5084 H01L51/5278 H01L2251/552		
优先权	1020150162862 2015-11-19 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明优选实施例的有机发光显示装置包括具有第二发光单元的阴极和包括第一发光单元的第二发光单元，以及第二发光层和第二电子传输在第一发光单元上具有层，该第一发光单元包括在基板上具有的阳极，并且第一发光层和第一电子传输层在阳极上具有第一电子传输层和第二电子传输层中的至少一个层可以提供第一物质和有机发光显示装置，其中它包括第二材料，并且1材料的LUMO能级的绝对值被配置为高于第二材料的LUMO能级的绝对值。材料以这种方式改善了寿命。

