



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0061441
(43) 공개일자 2017년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5036 (2013.01)
H01L 27/3211 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0166467
(22) 출원일자 2015년11월26일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
최성훈
대구광역시 서구 국제보상로 316, 107동 905호(평리동, 평리롯데캐슬)
(74) 대리인
특허법인천문

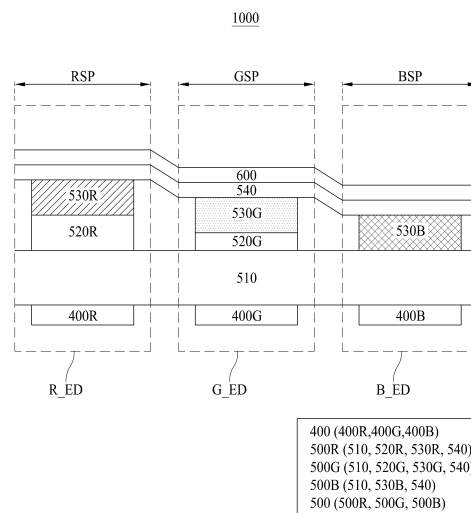
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 표시 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따라, 청색 발광 소자의 청색 발광층에 포함된 호스트의 정공 이동도 및 전자 이동도를 조절하여, 청색 발광 소자의 저 계조에서의 발광 효율이 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 증가하도록 구성할 수 있다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치의 고온 동작에서의 백색 광에 대한 저 계조에서의 색 품질이 향상될 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 51/5024 (2013.01)

H01L 51/5056 (2013.01)

H01L 51/5072 (2013.01)

H01L 2227/32 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

서로 다른 색을 발광하는 복수의 발광 소자를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서,
상기 복수의 발광 소자는 청색 발광 소자를 포함하고,
상기 청색 발광 소자는, 정공 이동도(μ_h) 및 전자 이동도(μ_e)가 하기 수학적 1 내지 수학적 3:

$$\mu_h \geq 1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

[수학적 1]

$$\mu_e \geq 1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

[수학적 2]

$$\mu_h < \mu_e$$

[수학적 3]

을 모두 만족하는 적어도 하나의 호스트(host)를 포함하는 청색 발광층을 갖는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,
상기 호스트의 상기 정공 이동도는, 상기 전자 이동도 대비 10분의 1 이상의 값을 갖는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,
상기 호스트의 상기 정공 이동도 및 상기 전자 이동도는, 상기 청색 발광층 내에서의 엑시톤 영역의 크기가 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 더 크게 구성되게 하는 값인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,
상기 유기 발광 표시 장치의 저 계조 구동 시, 고온 동작 전의 상기 청색 발광 소자의 발광 효율 대비 고온 동작 후의 상기 청색 발광 소자의 발광 효율이 증가되는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,
상기 청색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 430nm 이상 480nm 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,
상기 복수의 발광 소자는, 적색 발광 소자 및 녹색 발광 소자를 더 포함하고,
상기 녹색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 510nm 이상 560nm 이하이며,
상기 적색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 600nm 이상 650nm 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 적색 발광 소자는 적색 발광층을 포함하고,

상기 녹색 발광 소자는 녹색 발광층을 포함하며,

상기 적색 발광층 또는 상기 녹색 발광층은, 정공 이동도 대비 전자 이동도가 더 큰 값을 갖는 호스트를 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 유기 발광 표시 장치로부터 저 계조의 백색 광이 발광될 때, 상기 고온 동작 후의 상기 백색 광은, 청색 또는 심홍색(magenta) 또는 청록색(cyan)을 띠는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

패턴 발광층 구조를 갖는 유기 발광 표시 장치에 있어서,

상기 유기 발광 표시 장치의 저 계조 구동 시, 고온 동작 전의 발광 효율 대비 고온 동작 후의 발광 효율이 증가되는 청색 발광 소자를 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 청색 발광 소자는, 정공 이동도(μ_h)가 전자 이동도(μ_e)보다 작은 값을 갖는 적어도 하나의 호스트를 포함하는 청색 발광층을 갖는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 호스트의 상기 정공 이동도(μ_h) 및 상기 전자 이동도(μ_e)가 하기 수학적 식 1 및 수학적 식 2:

$$\mu_h \geq 1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

[수학적 식 1]

$$\mu_e \geq 1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

[수학적 식 2]

를 모두 만족하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 12

제10 항에 있어서,

상기 호스트의 상기 정공 이동도는, 상기 전자 이동도 대비 10분의 1 이상의 값을 갖는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 호스트의 상기 정공 이동도 및 상기 전자 이동도는, 상기 청색 발광층 내에서의 엑시톤 영역의 크기가 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 더 크게 구성되게 하는 값인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

제9 항에 있어서,

상기 청색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 430nm 이상 480nm 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 15

제9 항에 있어서,

상기 복수의 발광 소자는, 적색 발광 소자 및 녹색 발광 소자를 더 포함하고,

상기 녹색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 510nm 이상 560nm 이하이며,

상기 적색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 600nm 이상 650nm 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 16

제14 항에 있어서,

상기 적색 발광 소자는 적색 발광층을 포함하고,

상기 녹색 발광 소자는 녹색 발광층을 포함하며,

상기 적색 발광층 또는 상기 녹색 발광층은, 정공 이동도 대비 전자 이동도가 더 큰 값을 갖는 호스트를 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 17

제9 항에 있어서,

상기 유기 발광 표시 장치로부터 저 계조의 백색 광이 발광될 때, 상기 고온 동작 후의 상기 백색 광은, 청색 또는 심홍색(magenta) 또는 청록색(cyan)을 띠는, 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 고온 동작 후 저 계조에서 발광 효율이 증가되는 청색 발광 소자를 구성함으로써, 고온 동작에서의 백색 광에 대한 색 품질이 향상된 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 발광 표시 장치(organic light-emitting display apparatus, OLED apparatus)는 자체 발광(self-luminance) 특성을 갖는 차세대 표시 장치이다. 구체적으로, 유기 발광 표시 장치는 애노드(anode)와 캐소드(cathode)로부터 각각 주입된 정공(hole)과 전자(electron)가 발광층에서 재결합하여 여기자(exciton)를 형성하고, 형성된 여기자의 에너지 방출에 의해 특정 파장의 광이 발생하는 현상을 이용한 표시 장치이다.

[0003] 유기 발광 표시 장치(OLED apparatus)는, 액정 표시 장치(liquid crystal display apparatus)와 달리 별도의 광원이 요구되지 않으므로, 경량, 박형으로 제조가 가능한 장점이 있다. 또한, 유기 발광 표시 장치는 액정 표시 장치에 비해, 시야각, 명암비(contrast ratio), 응답 속도 및 소비 전력 등의 측면에서 우수한 장점이 있어, 차세대 표시 장치로서 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 유기 발광 표시 장치는, 설계에 따라, 서로 다른 색의 광을 발광하는 복수의 발광 소자(light-emitting device)를 포함할 수 있다. 복수의 발광 소자는 각각 애노드, 캐소드 및, 그 사이에 배치된 발광층(emission layer)을 포함하며, 발광층은 서브 화소 별로 서로 다른 색의 광이 발광되도록, 서브 화소 마다 분리되어 배치될 수 있다. 또한, 복수의 발광 소자로부터 각각 발광된 서로 다른 색의 광이 혼합되어 유기 발광 표시 장치로부터 백색 광이 구현될 수 있다.

[0005] 이때, 유기 발광 표시 장치의 설계에 따라, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 발광된 백색 광이 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광으로 변화되어 유기 발광 표시 장치의 색 품질이 저하되는 문제가 발생할 수 있다. 고온 동작에 대한 유기 발광 표시 장치의 신뢰성은 기본적으로 유기 발

광 소자의 수명에 따라 결정될 수 있으나, 본 발명의 발명자는 고온 동작 후의 저 계조 구동이, 고온 동작 전과 후에 따른 유기 발광 소자의 차지 밸런스(charge balance)에도 큰 영향을 받는다는 것을 인식하였다. 또한, 본 발명의 발명자는, 사용자가 녹색이나 적색보다는 청색에 대한 인지 가능성이 떨어진다는 점을 인식하였다. 이에, 본 발명의 발명자는, 청색 발광 소자의 차지 밸런스를 조절하여, 고온 동작 전 대비 고온 동작 후의 저 계조 구동 시 청색 발광 소자의 발광 효율이 증가하도록 구성함으로써, 유기 발광 표시 장치로부터 발광된 백색 광이 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광으로 변화되는 문제가 개선된 새로운 구조의 유기 발광 표시 장치를 발명하였다.

[0006] 본 발명에 따른 해결 과제는, 청색 발광 소자의 청색 발광층에 포함된 호스트의 정공 이동도 및 전자 이동도를 조절하여 청색 발광 소자의 저 계조에서의 발광 효율이 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 증가하도록 구성함으로써, 고온 동작에서의 백색 광에 대한 색 품질이 향상된 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 일 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

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따라 서로 다른 색을 발광하는 복수의 발광 소자를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 복수의 발광 소자는 청색 발광 소자를 포함하고, 상기 청색 발광 소자는, 정공 이동도(μ_h) 및 전자 이동도(μ_e)가 하기 수학적 식 1 내지 수학적 식 3:

$$\mu_h \geq 1.0 \times 10^{-6} \text{cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

[수학적 식 1]

$$\mu_e \geq 1.0 \times 10^{-5} \text{cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

[수학적 식 2]

$$\mu_h < \mu_e$$

[수학적 식 3]

[0012] 만족하는 적어도 하나의 호스트(host)를 포함하는 청색 발광층을 갖는다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 호스트의 상기 정공 이동도는, 상기 전자 이동도 대비 10분의 1 이상의 값을 가질 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 호스트의 상기 정공 이동도 및 상기 전자 이동도는, 상기 청색 발광층 내에서의 엑시톤 영역의 크기가 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 더 크게 구성되게 하는 값일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 유기 발광 표시 장치의 저 계조 구동 시, 고온 동작 전의 상기 청색 발광 소자의 발광 효율 대비 고온 동작 후의 상기 청색 발광 소자의 발광 효율이 증가될 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 청색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 430nm 이상 480nm 이하일 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 복수의 발광 소자는, 적색 발광 소자 및 녹색 발광 소자를 더 포함하고, 상기 녹색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 510nm 이상 560nm 이하이며, 상기 적색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 600nm 이상 650nm 이하일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 적색 발광 소자는 적색 발광층을 포함하고, 상기 녹색 발광 소자는 녹색 발광층을 포함하며, 상기 적색 발광층 또는 상기 녹색 발광층은, 정공 이동도 대비 전자 이동도가 더 큰 값을 갖는 호스트를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 유기 발광 표시 장치로부터 저 계조의 백색 광이 발광될 때, 상기 고온 동작 후의 상기 백색 광은, 청색 또는 심홍색(magenta) 또는 청록색(cyan)을 띠 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따라 패턴 발광층 구조를 갖는 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 유기 발광 표시 장치의 저 계조 구동 시, 고온 동작 전의 발광 효율 대비 고온 동작 후의 발광 효율이 증가되는 청색 발광 소자를 포함한다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 청색 발광 소자는, 정공 이동도(μ_h)가 전자 이동도(μ_e)보다 작은 값을 갖는 적어도 하나의 호스트를 포함하는 청색 발광층을 가질 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 호스트의 상기 정공 이동도(μ_h) 및 상기 전자 이동도(μ_e)가 하기 수학적 식 1 및 수학적 식 2:

[0023] [수학적 식 1]
$$\mu_h \geq 1.0 \times 10^{-6} \text{cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

[0024] [수학적 식 2]
$$\mu_e \geq 1.0 \times 10^{-5} \text{cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

[0025] 를 모두 만족할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 호스트의 상기 정공 이동도는, 상기 전자 이동도 대비 10분의 1 이상의 값을 가질 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 호스트의 상기 정공 이동도 및 상기 전자 이동도는, 상기 청색 발광층 내에서의 엑시톤 영역의 크기가 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 더 크게 구성되게 하는 값일 수 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 청색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 430nm 이상 480nm 이하일 수 있다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 복수의 발광 소자는, 적색 발광 소자 및 녹색 발광 소자를 더 포함하고, 상기 녹색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 510nm 이상 560nm 이하이며, 상기 적색 발광 소자로부터 발광된 광의 메인 피크 파장은, 600nm 이상 650nm 이하일 수 있다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 적색 발광 소자는 적색 발광층을 포함하고, 상기 녹색 발광 소자는 녹색 발광층을 포함하며, 상기 적색 발광층 또는 상기 녹색 발광층은, 정공 이동도 대비 전자 이동도가 더 큰 값을 갖는 호스트를 포함할 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 유기 발광 표시 장치로부터 저 계조의 백색 광이 발광될 때, 상기 고온 동작 후의 상기 백색 광은, 청색 또는 심홍색(magenta) 또는 청록색(cyan)을 띠 수 있다.

발명의 효과

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치가, 고온 동작 후의 저 계조에서의 발광 효율이 증가하도록 구성된 청색 발광 소자를 포함함으로써, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시 유기 발광 표시 장치로부터 발광된 백색 광이 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광으로 변화되는 문제가 감소될 수 있다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치의 색 품질이 향상되는 효과가 있다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 청색 발광 소자의 청색 발광층에 포함된 호스트의 정공 이동도 및 전자 이동도를 최적화함으로써, 고온 동작 전 대비 고온 동작 후의 저 계조에서의 청색 발광 소자의 발광 효율이 향상될 수 있다. 이 경우, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 청색을 띠는(bluish) 백색 광이 발광되어, 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광 대비 색 변화에 대한 사용자의 인지 가능성이 낮아지므로, 고온 동작에서의 유기 발광 표시 장치의 색 품질이 향상되는 효과가 있다.

[0034] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[0035] 이상에서 해결하고자 하는 과제, 과제 해결 수단, 효과에 기재한 발명의 내용이 청구항의 필수적인 특징을 특정

하는 것은 아니므로, 청구항의 권리 범위는 발명의 내용에 기재된 사항에 의하여 제한되지 않는다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광 소자의 고온 동작 전과 후에 따른 정공 및 전자의 이동을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4a 및 도 4b는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광 소자의 고온 동작 전과 후의 발광 효율을 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 고온 동작 후의 백색 광의 색 변화를 설명하기 위한 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 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.
- [0038] 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.
- [0039] 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.
- [0040] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0041] 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.
- [0042] 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.
- [0043] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0044] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0045] 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.
- [0046] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0047] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)를 나타낸 단면도이다. 도 1을 참고하면, 유기 발광 표시 장치(1000)는, 기판(100), 박막 트랜지스터(300), 복수의 발광 소자(light-emitting device, ED)를 포함한다.

- [0048] 유기 발광 표시 장치(1000)는 복수의 서브 화소(sub pixel, SP)를 포함한다. 서브 화소(SP)는 실제 빛이 발광되는 최소 단위의 영역을 말하며, 서브 화소 영역으로 지칭될 수 있다. 또한, 복수의 서브 화소(RSP, GSP, BSP)가 모여 백색의 광을 표현할 수 있는 하나의 화소(pixel)가 될 수 있으며, 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이, 적색 서브 화소(red sub pixel, RSP), 녹색 서브 화소(green sub pixel, GSP) 및 청색 서브 화소(blue sub pixel, BSP)가 하나의 화소를 이룰 수 있다. 그러나, 이에 한정된 것은 아니며 다양한 화소 설계가 가능하다.
- [0049] 도 1을 참고하면, 유기 발광 표시 장치(1000)는 하나의 서브 화소(SP)마다 각각 박막 트랜지스터(300) 및 발광 소자(ED)를 포함한다. 박막 트랜지스터(300)는 기판(100) 상에 배치되며, 발광 소자(ED)로 신호를 공급한다. 도 1에 도시된 박막 트랜지스터(300)는 발광 소자(ED)의 애노드(400)와 연결된 구동 박막 트랜지스터일 수 있다. 각각의 서브 화소(SP)에는, 발광 소자(ED)를 구동하기 위한 스위칭 박막 트랜지스터나 커패시터(capacitor) 등이 더 배치될 수 있다.
- [0050] 기판(100)은 절연 물질로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 유리 또는 폴리이미드(polyimide) 계열의 재료로 이루어진 플렉서블 필름으로 이루어질 수 있다.
- [0051] 박막 트랜지스터(300)는 게이트 전극(310), 액티브층(320), 소스 전극(330) 및 드레인 전극(340)을 포함한다. 도 1을 참고하면, 기판(100) 상에 게이트 전극(310)이 배치되고, 게이트 절연층(210)이 게이트 전극(310)을 덮는다. 게이트 절연층(310) 상에는 게이트 전극(310)과 중첩(overlap)되도록 액티브층(320)이 배치되고, 액티브층(320) 상에는 소스 전극(330)과 드레인 전극(340)이 이격되어 배치된다.
- [0052] 게이트 전극(310), 소스 전극(330) 및 드레인 전극(340)은 도전 물질로 이루어지며, 예를 들어, 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 및 구리(Cu) 중 어느 하나 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 다중층일 수 있다. 그러나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0053] 액티브층(320)은 종류에 따라 비정질 실리콘(amorphous silicon, a-Si), 다결정 실리콘(polycrystalline silicon, poly-Si), 산화물(oxide) 및 유기물(organic materials) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0054] 게이트 절연층(210)은 무기 물질로 이루어진 단일층 또는 다중층으로 구성될 수 있으며, 실리콘 산화물(SiO_x), 실리콘 질화물(SiN_x) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0055] 도 1에서는 박막 트랜지스터(300)가 스테거드(staggered) 구조인 것으로 도시되었으나, 이에 한정된 것은 아니며 코플라나(coplanar) 구조일 수도 있다.
- [0056] 박막 트랜지스터(300) 상에는 소스 전극(330)의 일부를 노출시키는 평탄화층(220)이 배치된다. 평탄화층(220)은 단일층 또는 다중층으로 구성될 수 있으며, 유기 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 평탄화층(220)은 폴리이미드(polyimide), 아크릴(acryl) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0057] 도 1의 유기 발광 표시 장치(1000)는 상부 발광(top emission) 방식으로, 발광부(500R, 500G, 500B)로부터 발광된 광(R, G, B)이 캐소드(600)를 통과하여 상부 방향으로 방출될 수 있다. 도면에 도시되진 않았으나, 유기 발광 표시 장치(1000)가 하부 발광(bottom emission) 방식인 경우, 발광부(500R, 500G, 500B)로부터 발광된 광(R, G, B)은 애노드(400R, 400G, 400B)를 통과하여 하부 방향으로 방출될 수 있다. 이때, 박막 트랜지스터(300)는 발광부(500R, 500G, 500B)로부터 발광된 광(R, G, B)의 경로를 방해하지 않도록, 애노드(400R, 400G, 400B)와 중첩되지 않은 영역 또는 뱅크(230)와 중첩되는 영역에 배치될 수 있다.
- [0058] 서로 다른 색의 광(R, G, B)을 발광하는 복수의 발광 소자(R_ED, G_ED, B_ED)는 평탄화층(200) 상에 배치된다. 구체적으로, 도 1을 참고하면, 적색의 광(R)을 발광하는 적색 발광 소자(R_ED)는 적색 서브 화소(RSP)에 배치되고, 애노드(400R), 적색 발광부(light-emitting unit, 500R) 및 캐소드(600)를 포함한다. 또한, 녹색의 광(G)을 발광하는 녹색 발광 소자(G_ED)는 녹색 서브 화소(GSP)에 배치되고, 애노드(400G), 녹색 발광부(500G) 및 캐소드(600)를 포함한다. 또한, 청색의 광(B)을 발광하는 청색 발광 소자(B_ED)는 청색 서브 화소(BSP)에 배치되고, 애노드(400B), 청색 발광부(500B) 및 캐소드(600)를 포함한다. 복수의 발광 소자(R_ED, G_ED, B_ED)로부터 각각 발광된 광(R, G, B)은 서로 혼합되어 백색의 광을 구현한다.
- [0059] 뱅크(230)는 서브 화소(SP)를 구분하며, 애노드(400)의 끝 단을 덮는다. 도 1을 참고하면, 뱅크(230)는 애노드(400) 상면의 일부를 노출시킨다. 뱅크(230)는 유기 물질로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 폴리이미드(polyimide), 포토아크릴(photoacryl) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0060] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다. 구체적으로,

도 1의 유기 발광 표시 장치(1000)의 복수의 발광 소자(R_ED, G_ED, B_ED)의 적층 구조를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.

- [0061] 유기 발광 표시 장치(1000)에 포함된 복수의 발광 소자(R_ED, G_ED, B_ED)는 각각 애노드(400), 캐소드(600) 및, 그 사이의 발광부(500)를 포함한다. 발광부(500)는 애노드(400)와 캐소드(600) 사이에 위치하는 모든 층들 또는 모든 층들의 적층 구조를 지칭한다.
- [0062] 도 1을 참고하면, 적색 서브 화소(RSP)에 위치하는 적색 발광 소자(R_ED)는, 애노드(400R), 캐소드(600) 및, 정공 수송층(510), 패턴 정공 수송층(520R), 적색 발광층(530R) 및 전자 수송층(540)을 포함하는 적색 발광부(500R)를 포함한다. 녹색 서브 화소(GSP)에 위치하는 녹색 발광 소자(G_ED)는, 애노드(400G), 캐소드(600) 및, 정공 수송층(510), 패턴 정공 수송층(520G), 녹색 발광층(530G) 및 전자 수송층(540)을 포함하는 녹색 발광부(500G)를 포함한다. 청색 서브 화소(BSP)에 위치하는 청색 발광 소자(B_SP)는, 애노드(400B), 캐소드(600) 및, 정공 수송층(510), 청색 발광층(530B) 및 전자 수송층(540)을 포함하는 청색 발광부(500B)를 포함한다.
- [0063] 복수의 애노드(400R, 400G, 400B)는 각각, 적색 서브 화소(RSP), 녹색 서브 화소(GSP) 및 청색 서브 화소(BSP)에 중첩되며, 각각의 서브 화소(RSP, GSP, BSP)마다 분리되어 배치된다. 복수의 애노드(400)는, 발광부(500R, 500G, 500B)의 발광층(530R, 530G, 530B)으로 정공(hole)을 공급 또는 전달하는 전극이며, 각각 박막 트랜지스터(300)의 소스 전극(330)과 연결된다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며, 박막 트랜지스터(300)의 종류에 따라, 애노드(400)는 드레인 전극(340)과 연결될 수도 있다. 애노드(400)는 서브 화소(SP) 별로 분리 배치되므로, 패턴 전극(patterned electrode)으로 지칭될 수 있다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)가 상부 발광 방식인 경우, 복수의 애노드(400R, 400G, 400B)는, 발광부(500R, 500G, 500B)로부터 발광된 광(R, G, B)이 애노드(400R, 400G, 400B)에 반사되어 보다 원활하게 상부 방향(또는, 캐소드(600)를 통과하는 방향)으로 방출될 수 있도록, 각각 반사층을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 애노드(400)는, 투명층과 반사층이 적층된 2층 구조로 구성될 수 있다. 투명층은 발광부(500)로 정공을 공급 또는 전달하는 역할을 하고, 반사층은 발광부(500)로부터 발광된 광(R, G, B)을 반사시키는 역할을 한다. 또는, 애노드(400)는, 투명층, 반사층 및 투명층이 적층된 3층 구조로 구성될 수도 있다. 투명층은, ITO(indium tin oxide) 또는 IZO(indium zinc oxide) 등과 같은 TCO(transparent conductive oxide) 물질로 이루어질 수 있고, 반사층은, 구리(Cu), 은(Ag), 팔라듐(Pd) 등과 같은 금속 물질로 이루어질 수 있다. 또는, 애노드(400)는, 발광부(500)로 정공을 공급 또는 전달할 수 있는 특성을 갖는 동시에 발광부(500)로부터 발광된 광(R, G, B)을 반사시키는 특성을 갖는 물질 또는 구조로 구성된 단일층일 수도 있다.
- [0065] 캐소드(600)는 복수의 서브 화소(RSP, GSP, BSP)에 공통으로 배치되며, 발광부(500R, 500G, 500B)의 발광층(530R, 530G, 530B)으로 전자(electron)를 공급 또는 전달하는 전극이다. 캐소드(600)는, 예를 들어, 은(Ag), 마그네슘(Mg), 은-마그네슘(Ag-Mg) 등과 같은 금속 물질 또는 ITO 또는 IZO 등과 같은 TCO 물질로 이루어질 수 있다. 캐소드(600)는 복수의 서브 화소(RSP, GSP, BSP)를 공유하도록 배치되므로, 공통 전극(common electrode)으로 지칭될 수 있다.
- [0066] 정공 수송층(510)은 복수의 서브 화소(RSP, GSP, BSP)에 걸쳐 복수의 애노드(400R, 400G, 400B) 상에 배치된다. 정공 수송층(510)은 애노드(400)로부터 제공된 정공을 발광층(530R, 530G, 530B)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다. 정공 수송층(510)은 TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-bi-phenyl-4,4'-diamine) 또는 NPB(N,N'-di(naphthalen-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0067] 정공 수송층(510)은 공통 구조(common structure)로 구성되며, 공통 구조의 정공 수송층(510)은 적색 서브 화소(RSP), 녹색 서브 화소(GSP) 및 청색 서브 화소(BSP) 각각에 중첩되는 복수의 애노드(400R, 400G, 400B) 각각의 상에 연장된 형태를 가질 수 있다. 정공 수송층(510)은, 모든 서브 화소(RSP, GSP, BSP)가 개구된 공통 마스크(common mask)를 이용하여 형성 가능하며, 서브 화소(RSP, GSP, BSP) 별 패턴 없이 모든 서브 화소(RSP, GSP, BSP)에 동일한 구조로 적층될 수 있다. 즉, 정공 수송층(510)은 하나의 서브 화소에서 이웃하는 서브 화소까지 끊어진 부분 없이 연결 또는 연장되어 배치되므로, 복수의 서브 화소를 공유할 수 있다.
- [0068] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 복수의 발광 소자(R_ED, G_ED, B_ED)는 패턴 구조(pattern structure)의 발광층을 포함한다. 구체적으로, 복수의 발광 소자(R_ED, G_ED, B_ED)는 각각 애노드(400R, 400G, 400B)와 캐소드(600) 사이에 배치되는 발광층(530R, 530G, 530B)을 포함하고, 패턴 구조의 발광층(530R, 530G, 530B)은 각각의 서브 화소(RSP, GSP, BSP) 별로 분리되어 배치된다. 도 2를 참고하면, 적색 발

광 소자(R_ED)는 정공 수송층(510)과 캐소드(600) 사이에 패턴 구조의 적색 발광층(530R)을 포함하고, 녹색 발광 소자(G_ED)는 정공 수송층(510)과 캐소드(600) 사이에 패턴 구조의 녹색 발광층(530G)을 포함하며, 청색 발광 소자(B_ED)는 정공 수송층(510)과 캐소드(600) 사이에 패턴 구조의 청색 발광층(530B)을 포함한다.

[0069] 패턴 구조의 발광층(530R, 530G, 530B)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층이며, 서브 화소(RSP, GSP, BSP) 별로 각각 분리된 구조를 갖는다. 발광층(530R, 530G, 530B)은 각 서브 화소(RSP, GSP, BSP)와 동일한 크기를 갖는 구조를 가질 수도 있고, 또는 완전히 동일한 크기를 갖지 않더라도 이웃하는 서브 화소(RSP, GSP, BSP) 사이에서 끊어져 배치될 수 있다. 이와 같은 구조의 경우, 각각의 서브 화소(RSP, GSP, BSP) 별로 배치된 발광층(530R, 530G, 530B) 또는 서브 화소(RSP, GSP, BSP) 마다 분리 배치된 발광층(530R, 530G, 530B)으로 지칭될 수 있다. 예를 들어, 각 발광 소자(R_ED, G_ED, B_ED)에 포함된 발광층(530R, 530G, 530B)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 각 서브 화소(RSP, GSP, BSP)를 벗어나 뱅크(230) 상부까지 연장되며, 이웃하는 두 개의 발광층은 뱅크(230) 상에서 서로 떨어져서 배치될 수 있다. 또는, 도면에 도시되진 않았으나, 마스크 설계에 따라, 이웃하는 두 개의 발광층의 적어도 일부가 뱅크(230) 상부에서 서로 중첩되도록 배치될 수도 있다.

[0070] 발광층(530R, 530G, 530B)은 각각 적어도 하나의 호스트(host) 및 적어도 하나의 도펀트(dopant)를 포함한다. 도펀트(dopant)는 원하는 파장의 광을 얻기 위해 첨가되는 물질이고, 호스트(host)는 도펀트(dopant)로 에너지를 전달해주는 역할을 하는 물질이다.

[0071] 복수의 발광 소자(R_ED, G_ED, B_ED)는, 서브 화소(RSP, GSP, BSP) 별로 배치된 발광층(530R, 530G, 530B)의 특성, 예를 들어, 발광하는 광의 파장이나 물질 등을 고려하여 서로 다른 적층 구조의 발광부(500R, 500G, 500B)로 이루어질 수 있다. 보다 구체적으로, 적색 발광 소자(R_ED)의 발광부(500R)는 적색 발광층(530R)이 발광하는 광의 파장에 따라 애노드(400R)와 캐소드(600) 사이의 미세-공진(micro-cavity) 거리를 고려한 구조 및 두께를 가질 수 있다. 미세-공진(micro-cavity)이란, 발광층(530R, 530G, 530B)에서 발광된 광이 두 개의 전극(400, 600) 사이에서 반사 및 재반사를 반복하면서 증폭되어 보강 간섭이 일어나 발광 효율이 향상되는 것을 말한다.

[0072] 도 2를 참고하면, 적색 발광층(530R)으로부터 발광된 광의 파장이 녹색 발광층(530G)이나 청색 발광층(530B)으로부터 발광된 광의 파장보다 큰 값을 가진다. 이에 따라, 적색 발광 소자(R_ED)의 발광부(500R)는, 적색 발광층(530R)과 정공 수송층(510) 사이에 적색 서브 화소(RSP)와 중첩하는 패턴 정공 수송층(520R)을 포함함으로써, 두 개의 전극(400R, 600) 사이의 미세-공진 거리를 최적화할 수 있다. 마찬가지로, 녹색 발광층(530G)으로부터 발광된 광의 파장이 청색 발광층(530B)으로부터 발광된 광의 파장보다 큰 값을 가지므로, 녹색 발광 소자(G_ED)의 발광부(500G)는 녹색 발광층(530G)과 정공 수송층(510) 사이에 녹색 서브 화소(GSP)와 중첩하는 패턴 정공 수송층(520G)을 포함함으로써, 두 개의 전극(400G, 600) 사이의 미세-공진 거리를 최적화할 수 있다.

[0073] 패턴 정공 수송층(520R, 520G)은, 적색 발광 소자(R_ED) 및 녹색 발광 소자(G_ED)의 미세-공진 거리를 최적화하는 역할뿐만 아니라, 애노드(400R, 400G)로부터 제공된 정공을 각각의 발광층(530R, 530G)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다. 패턴 정공 수송층(520R, 520G)은, 예를 들어, TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-bi-phenyl-4,4'-diamine) 또는 NPB(N,N'-di(naphthalen-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 또한, 설계에 따라, 패턴 정공 수송층(520R, 520G)과 정공 수송층(510)은 동일한 물질로 이루어질 수도 있다.

[0074] 전자 수송층(540)은 복수의 서브 화소(RSP, GSP, BSP)에 걸쳐 발광층(530R, 530G, 530B) 상에 배치된다. 전자 수송층(540)은 캐소드(600)로부터 제공된 전자를 발광층(530R, 530G, 530B)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다. 전자 수송층(540)은, 예를 들어, PBD(2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), TAZ(3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-tertbutylphenyl-1,2,4-triazole), Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium), BALq(Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium), TPBi(2,2',2'-(1,3,5-benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole) 등으로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0075] 전자 수송층(540)은 정공 수송층(510)과 마찬가지로 공통 구조를 가질 수 있으며, 공통 구조의 전자 수송층(540)은 적색 서브 화소(RSP), 녹색 서브 화소(GSP) 및 청색 서브 화소(BSP) 각각에 중첩되는 발광층(530R, 530G, 530B) 각각의 상에 연장된 형태를 가질 수 있다. 전자 수송층(540)은 모드 서브 화소(RSP, GSP, BSP)가 개구된 공통 마스크(common mask)를 이용하여 형성 가능하며, 서브 화소(RSP, GSP, BSP) 별 패턴 없이 모든 서브 화소(RSP, GSP, BSP)에 동일한 구조로 적층될 수 있다. 즉, 전자 수송층(540)은 하나의 서브 화소에서 이웃하는 서브 화소까지 끊어진 부분 없이 연결 또는 연장되어 배치되므로, 복수의 서브 화소를 공유할 수 있다.

- [0076] 적색 발광 소자(R_ED), 녹색 발광 소자(G_ED) 및 청색 발광 소자(B_ED)는, 설계에 따라 정공 주입층, 전자 주입층, 정공 억제층 및 전자 억제층 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 또한, 정공 수송층(510)과 전자 수송층(540)도 설계에 따라 발광층(530R, 530G, 530B)과 마찬가지로 서브 화소(RSP, GSP, BSP) 마다 분리되어 배치될 수도 있다.
- [0077] 복수의 발광 소자(R_ED, G_ED, B_ED)로부터 각각 발광된 서로 다른 색의 광(R, G, B)이 혼합되어 유기 발광 표시 장치(1000)로부터 백색의 광이 구현된다. 구체적으로, 적색 발광 소자(R_ED), 녹색 발광 소자(G_ED) 및 청색 발광 소자(B_ED)로부터 각각 발광된 광(R, G, B)은 서로 혼합되어 백색의 광을 구현한다. 이때, 적색 발광 소자(R_ED)로부터 발광되는 적색 광(R) 또는 유기 발광 표시 장치(1000)로부터 발광되는 적색 광(R)의 메인 피크 파장(main peak wavelength)의 범위는 600nm 이상 650nm 이하의 범위일 수 있다. 또한, 녹색 발광 소자(G_ED)로부터 발광되는 녹색 광(G) 또는 유기 발광 표시 장치(1000)로부터 발광되는 녹색 광(G)의 메인 피크 파장의 범위는 510nm 이상 560nm 이하의 범위일 수 있다. 또한, 청색 발광 소자(B_ED)로부터 발광되는 청색 광(B) 또는 유기 발광 표시 장치(1000)로부터 발광되는 청색 광(B)의 메인 피크 파장의 범위는 430nm 이상 480nm 이하의 범위일 수 있다.
- [0078] 앞서 언급하였듯이, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 발광된 백색 광이 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광으로 변화되어 유기 발광 표시 장치의 색 품질이 저하되는 문제가 발생될 수 있다.
- [0079] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)에서는, 유기 발광 소자의 차지 밸런스(charge balance) 및, 사용자가 녹색이나 적색보다 청색에 대한 인지 가능성이 떨어진다는 점을 고려하여, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시 청색 발광 소자(B_ED)의 발광 효율이 증가하도록 구성함으로써, 유기 발광 표시 장치(1000)로부터 발광된 백색 광이 녹색 또는 적색을 띠는 백색 광으로 변환되는 문제를 개선할 수 있다. 보다 구체적으로 설명하면, 고온 동작에 대한 유기 발광 표시 장치(1000)의 신뢰성, 다시 말하면, 유기 발광 표시 장치(1000)의 백색 광의 색 변화는 기본적으로 유기 발광 소자(ED)의 수명, 즉, 유기 발광 소자(ED)의 유기층들의 열화에 의해 결정된다. 특히, 유기 발광 표시 장치(1000)의 고 계조 구동 시, 유기 발광 소자(ED)의 열화에 의해 적색, 녹색 및 청색 발광 소자 모두의 발광 효율이 저하된다. 그러나, 유기 발광 표시 장치(1000)의 저 계조(low gray scale) 구동은 전류 밀도가 낮은 상태로, 고 계조(high gray scale) 구동 대비 발광부(500R, 500G, 500B) 내로 주입된 정공과 전자의 양이 충분한 상태가 아니며, 이에 따라 정공과 전자는, 발광층(530R, 530G, 530B)에 포함된 호스트의 정공 이동도 및 전자 이동도에 의존하여 분포하게 된다. 따라서, 청색 발광 소자(B_ED)의 청색 발광층(530B)에 포함된 호스트(host)의 정공 이동도(hole mobility, μ_h) 및 전자 이동도(electron mobility, μ_e)를 조절하게 되면, 저 계조에서의 고온 동작 후에 청색 발광 소자(B_ED)의 발광 효율이 증가하도록 차지 밸런스(charge balance)가 최적화될 수 있다.
- [0080] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(1000)의 청색 발광 소자(B_ED)는, 정공 이동도(hole mobility, μ_h) 및 전자 이동도(electron mobility, μ_e)가 하기 수학식 1 내지 수학식 3을 모두 만족하는 적어도 하나의 호스트(host)를 포함한다.

수학식 1

$$\mu_h \geq 1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

수학식 2

$$\mu_e \geq 1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{S}$$

수학식 3

$$\mu_h < \mu_e$$

[0083]

[0084]

이에 따라, 유기 발광 표시 장치(1000)의 저 계조 구동 시, 고온 동작 전의 청색 발광 소자(B_ED)의 발광 효율 대비 고온 동작 후의 청색 발광 소자(B_ED)의 발광 효율이 증가될 수 있다. 보다 바람직한 것은, 청색 발광 소자(B_ED)에 포함된 모든 호스트(host)가 상기 수학식 1 내지 수학식 3을 만족하는 경우, 고온 동작 전 대비 고온 동작 후의 청색 발광 소자(B_ED)의 발광 효율은 더욱 증가될 수 있다.

[0085]

여기서, 계조(gray scale)란, 발광 소자(ED)가 표현할 수 있는 최소 휘도 단위의 개수 또는 그 개별 단계의 레벨(level)을 말하며, 발광 소자(ED)에 인가되는 전압 또는 인가된 전압에 따른 발광 소자(ED)의 전류 밀도가 커질수록 점점 그 레벨은 증가하게 된다. 본 명세서에서는, 발광 소자(ED)의 전체 계조에서 하위 약 30%에 해당되는 레벨을 저 계조(low gray scale)라 한다. 또한, 발광 소자(ED)의 전체 계조에서 상위 약 30%에 해당되는 레벨을 고 계조(high gray scale)라 한다. 예를 들어, 발광 소자(ED)가 0 내지 255의 계조를 갖는 경우, 저 계조는 약 0 내지 85의 레벨에 해당될 수 있고, 고 계조는 약 170 내지 255의 레벨에 해당될 수 있다.

[0086]

정공 이동도(μ_h)는 $1.0\text{mV}/\text{cm}^2$ 를 기준으로 측정이 가능하고, 전자 이동도는(μ_e)는 $0.25\text{mV}/\text{cm}^2$ 를 기준으로, 측정이 가능하다.

[0087]

청색 발광 소자(B_ED)의 청색 발광층(530B)에 포함된 호스트(host)가 상기 수식(1) 내지 수식(3)을 모두 만족하는 정공 이동도(μ_h) 및 전자 이동도(μ_e)를 갖는 물질로 이루어진 경우, 청색 발광 소자(B_ED) 내의 정공과 전자의 이동이 조절되어 초기 대비 고온 동작 후, 예를 들어, 유기 발광 표시 장치(1000)를 70°C 에서 240시간 동작시킨 후의 청색 발광 소자(B_ED)의 발광 효율이 증가될 수 있다. 이에 대해 도 3a 및 도 3b를 참고하여 보다 상세하게 설명하도록 한다. 유기 발광 표시 장치에서 요구되는 고온의 온도 범위는 60°C 이상이거나 90°C 이하일 수 있다. 이 온도 범위는 유기 발광 표시 장치를 사용하는 사용자의 환경 조건에서 사용하는 온도 범위이며, 사용자의 환경 조건에 따라 이 온도 범위는 변경될 수 있다. 그리고, 차량용 조명장치에 사용할 경우, 고온의 온도 범위는 60°C 이상이거나 105°C 이하일 수 있다.

[0088]

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광 소자(B_ED)의 고온 동작 전과 후에 따른 정공 및 전자의 이동을 설명하기 위한 도면이다.

[0089]

도 3a는 고온 동작 전의 청색 발광 소자(B_ED)의 정공과 전자의 분포를 나타낸다. 구체적으로, 애노드로부터 전달 또는 공급된 정공(hole)은 정공 수송층(510) 및 청색 발광층(530B) 내에 분포되며, 도 3a에서는 실선으로 표시하였다. 또한, 캐소드로부터 전달 또는 공급된 전자(electron)는 전자 수송층(540) 및 청색 발광층(530B) 내에 분포되며, 도 3a에서는 일점 쇄선으로 표시하였다. 이때, 청색 발광층(530B) 내에서 정공과 전자의 분포가 중첩되는 부분이 엑시톤 영역(exciton area)으로, 엑시톤 영역의 크기가 커질수록 정공과 전자의 결합이 증가하여 청색 발광 소자(B_ED)로부터 발광되는 광량이 증가하게 된다.

[0090]

정공 이동도(μ_h)가 큰 값을 가질수록, 정공은 전자 수송층(540) 방향으로 분포하고, 마찬가지로 전자 이동도(μ_e)가 큰 값을 가질수록, 전자는 정공 수송층(510) 방향으로 분포한다. 본 발명의 일 실시예에서는, 전자 이동도(μ_e)가 정공 이동도(μ_h)보다 큰 값을 가지므로 전자는 정공 대비 정공 수송층(510) 방향에 치우쳐서 분포된다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따라 청색 발광 소자(B_ED)의 청색 발광층(530B)이, 정공 이동도(μ_h)가 수학식 1과 같이 $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 보다 큰 값을 가지며, 전자 이동도(μ_e)가 수학식 2와 같이 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 보다 큰 값을 갖는 동시에 수학식 3과 같이 정공 이동도(μ_h)가 전자 이동도(μ_e)보다 작은 값을 갖는 호스트(host)를 포함하도록 구성되는 경우, 도 3a에 도시된 바와 같이, 전자(electron)는 정공 수송층(510)과 청색 발광층(530B) 사이의 계면에 가깝게 분포되고, 정공(hole)은 전자(electron) 대비 전자 수송층(540)에 가깝게 분포될 수 있다.

[0091]

고온 동작 전의 청색 발광 소자(B_ED)의 정공(hole)과 전자(electron)의 분포는, 도 3a에 도시된 바와 같이, 청

색 발광층(530B)의 정공 이동도(μ_h) 및 전자 이동도(μ_e)에 따라 인위적으로 어긋나게 구성될 수 있다.

[0092] 도 3b는 고온 동작 후의 청색 발광 소자(B_ED)의 정공과 전자의 분포를 나타낸다. 구체적으로, 도 3b는, 청색 발광 소자(B_ED)를 70℃에서 240시간 동작시킨 후의 청색 발광 소자(B_ED)의 정공과 전자의 분포를 나타낸다. 도 3b를 참고하면, 고온 동작 후 청색 발광층(530B)의 열화에 의해 정공 이동도(μ_h)가 감소됨에 따라, 정공의 분포가 고온 동작 전(점선 표시) 대비 정공 수송층(510) 방향으로 이동하게 된다. 이때, 청색 발광층(530B)의 호스트의 전자 이동도(μ_e)와 정공 이동도(μ_h)는 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 그 값이 저하되나, 전자 이동도(μ_e)가 정공 이동도(μ_h) 대비 큰 값을 가짐에 따라, 정공의 분포는 도 3b에 도시된 바와 같이, 전자 대비 정공 수송층 방향으로 더 많이 이동하게 되며, 전자의 분포는 고온 동작 후에도 정공 수송층에 가깝게 분포된다. 따라서, 정공과 전자가 중첩되는 부분인 엑시톤 영역(exciton area)의 크기가 고온 동작 전 대비 증가하며, 다시 말하면, 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에, 청색 발광층(530B) 내에서의 정공과 전자의 결합이 증가하게 되므로, 청색 발광 소자(B_ED)의 발광 효율이 증가될 수 있다. 이에 따라, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치(1000)로부터 청색을 띠는(bluish) 백색 광이 발광되어, 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광 대비 색 변화에 대한 사용자의 인지 가능성이 낮아지므로, 고온 동작에서의 유기 발광 표시 장치(1000)의 색 품질이 향상될 수 있다.

[0093] 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광층(530B) 내에 포함된 호스트(host)는, 정공 이동도(μ_h)가 전자 이동도(μ_e) 대비 10분의 1 이상의 값을 갖도록 구성되는 것이 바람직할 수 있다. 호스트의 정공 이동도가 전자 이동도의 10분의 1 보다 작은 값을 갖도록 구성된 경우, 고온 동작 전에 이미 정공의 분포가 전자의 분포와 유사하게 정공 수송층(510) 방향으로 치우쳐 구성되므로, 고온 동작 전과 후의 엑시톤 영역(exciton area)의 크기의 변화가 거의 없을 수 있다. 고온 동작 전과 후의 엑시톤 영역(exciton area)의 크기가 거의 유사한 경우, 고온 동작 후에 청색 발광 소자(B_ED)의 발광 효율이 고온 동작 전 대비 충분히 증가하지 못하므로, 유기 발광 표시 장치(1000)로부터 발광된 백색 광이 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광으로 변하는 문제가 발생될 수 있다.

[0094] 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광층(530B) 내에 포함된 호스트(host)의 정공 이동도(μ_h)와 전자 이동도(μ_e)는, 청색 발광층(530B) 내에서의 엑시톤 영역의 크기가 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 더 크게 구성되게 하는 값을 가질 수 있다. 즉, 청색 발광층(530B) 내에 포함된 호스트(host)의 정공 이동도(μ_h)와 전자 이동도(μ_e)는, 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 청색 발광 소자(B_ED)의 발광 효율이 증가되게 하는 값을 가질 수 있다. 구체적으로, 청색 발광층(530B) 내에 포함된 호스트(host)의 정공 이동도(μ_h)가 수학적 식 1과 같이 $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 보다 큰 값을 가지며, 전자 이동도(μ_e)가 수학적 식 2와 같이 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 보다 큰 값을 갖는 동시에 수학적 식 3과 같이 정공 이동도(μ_h)가 전자 이동도(μ_e)보다 작은 값을 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 청색 발광층(530B) 내에 포함된 호스트(host)는 안트라센(anthracene) 유도체 또는 스피로플루오렌(spiro-fluorene) 유도체 물질 중 하나로 이루어질 수 있다.

[0095] 이에 따라, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 청색을 띠는(bluish) 백색 광이 발광되어, 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광 대비 색 변화에 대한 사용자의 인지 가능성이 낮아져 고온 동작에서의 유기 발광 표시 장치의 색 품질이 향상될 수 있다.

[0096] 도 4a 및 도 4b는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광 소자의 고온 동작 전과 후의 발광 효율을 나타낸 그래프이다.

[0097] 도 4a는, 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광 소자의 발광 효율을 나타낸 그래프로, 구체적으로, 청색 발광층 내에 정공 이동도(μ_h)가 $2.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 이고, 전자 이동도(μ_e)가 $8.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 인 호스트가 포함된 청색 발광 소자의 발광 효율을 나타낸 그래프이다. 도 4b는 비교예에 따른 청색 발광 소자의 발광 효율을 나타낸 그래프로, 구체적으로, 청색 발광층 내에 정공 이동도(μ_h)가 $5.0 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 이고, 전자 이동도(μ_e)가 $9.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 인 호스트가 포함된 청색 발광 소자의 발광 효율을 나타낸 그래프이다.

[0098] 도 4a를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광 소자는 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 발광 효율

이 증가하였음을 알 수 있다. 앞서 언급하였듯이, 청색 발광 소자의 전류 밀도와 계조(gray scale)는 비례하므로, 전류 밀도가 약 $0.3\text{mA}/\text{cm}^2$ 이하가 인가되는 경우를 저 계조(low gray scale)로 볼 수 있으며, 특히, 도 4a에 도시된 바와 같이, 저 계조에서의 청색 발광 소자의 발광 효율이 증가되었음을 알 수 있다. 즉, 청색 발광층 내에 포함된 호스트의 정공 이동도(μ_h)와 전자 이동도(μ_e)가 수학적 1 내지 수학적 3을 모두 만족하도록 구성됨에 따라, 청색 발광층 내에서의 엑시톤 영역(exciton area)의 크기가 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 더 크게 구성될 수 있다. 이에 따라, 고온 동작 전의 청색 발광 소자의 발광 효율 대비 고온 동작 후의 청색 발광 소자의 발광 효율이 증가되어, 유기 발광 표시 장치로부터 청색을 띠는(bluish) 백색 광이 발광될 수 있다. 유기 발광 표시 장치로부터 청색을 띠는(bluish) 백색 광이 발광되는 경우, 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광 대비 색 변화에 대한 사용자의 인지 가능성이 낮아지므로, 고온 동작에서의 유기 발광 표시 장치의 색 품질이 개선될 수 있다.

- [0099] 이와 비교하여, 도 4b를 참고하면, 비교예에 따른 청색 발광 소자는 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 발광 효율이 감소하였음을 알 수 있다. 즉, 청색 발광 소자의 차지 밸런스가 최적화되지 못함에 따라, 고온 동작 전 대비 고온 동작 후의 청색 발광 소자의 발광 효율이 더 감소되었음을 알 수 있다.
- [0100] 도 5는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 고온 동작 후의 백색 광의 색 변화를 설명하기 위한 표이다.
- [0101] 도 5의 실시예 1은, 본 발명의 일 실시예에 따라, 유기 발광 표시 장치의 저 계조 구동 시, 청색 발광 소자(B_ED)가 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 발광 효율이 증가되는 구조이다. 이 경우, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 청색을 띠는(bluish) 백색 광이 발광될 수 있다.
- [0102] 도 5의 실시예 2는, 유기 발광 표시 장치의 저 계조 구동 시, 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광 소자(B_ED) 뿐만 아니라 녹색 발광 소자(G_ED) 또한 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 발광 효율이 증가되는 구조이다. 보다 구체적으로, 녹색 발광 소자(B_ED)의 녹색 발광층이, 정공 이동도 대비 전자 이동도가 더 큰 값을 갖는 호스트를 포함하며, 이때, 정공 이동도는 전자 이동도 대비 10분의 1 이상의 값을 갖는 구조이다. 이 경우, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 미약한 청록색(Weak Cyan)을 띠는 백색 광이 발광될 수 있다.
- [0103] 도 5의 실시예 3은, 유기 발광 표시 장치의 저 계조 구동 시, 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광 소자(B_ED) 뿐만 아니라 적색 발광 소자(R_ED) 또한 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 발광 효율이 증가되는 구조이다. 보다 구체적으로, 적색 발광 소자(R_ED)의 적색 발광층이, 정공 이동도 대비 전자 이동도가 더 큰 값을 갖는 호스트를 포함하며, 이때, 정공 이동도는 전자 이동도 대비 10분의 1 이상의 값을 갖는 구조이다. 이 경우, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 미약한 심홍색(Weak Magenta)을 띠는 백색 광이 발광될 수 있다.
- [0104] 도 5의 실시예 4는, 유기 발광 표시 장치의 저 계조 구동 시, 본 발명의 일 실시예에 따른 청색 발광 소자(B_ED) 뿐만 아니라, 적색 발광 소자(R_ED) 및 녹색 발광 소자(G_ED) 또한 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 발광 효율이 증가되는 구조이다. 이 경우, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 발광된 백색 광은 고온 동작 전에 유기 발광 표시 장치로부터 발광된 백색 광과 유사할 수 있다.
- [0105] 이와 비교하여, 도 5의 비교예 1은, 녹색 발광 소자(G_ED)만 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 발광 효율이 증가되는 구조이다. 이 경우, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 녹색을 띠는(Greenish) 백색 광이 발광될 수 있다.
- [0106] 도 5의 비교예 2는, 적색 발광 소자(R_ED)만 고온 동작 전 대비 고온 동작 후에 발광 효율이 증가되는 구조이다. 이 경우, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 적색을 띠는(Reddish) 백색 광이 발광될 수 있다.
- [0107] 즉, 도 5를 참고하면, 청색 발광 소자(B_ED)가 고온 동작 후의 저 계조 구동 시 발광 효율이 증가하도록 구성됨으로써, 적색 발광 소자(R_ED)나 녹색 발광 소자(G_ED)의 설계와 상관 없이, 최소한 녹색 또는 적색을 띠는(Greenish or Reddish) 백색 광이 발광되는 문제는 개선이 가능함을 알 수 있다.
- [0108] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 청색 발광 소자의 청색 발광층에 포함된 호스트의 정공 이동도 및 전자 이동도를 최적화함으로써, 고온 동작 전 대비 고온 동작 후의 저 계조에서의 청색 발광 소자의 발광 효율이 향상되도록 구현할 수 있다. 이에 따라, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시,

유기 발광 표시 장치로부터 청색을 띠는(bluish) 백색 광이 발광되어, 녹색 또는 적색을 띠는(greenish or reddish) 백색 광 대비 색 변화에 대한 사용자의 인지 가능성이 낮아질 수 있다. 따라서, 고온 동작 후의 저 계조 구동 시, 유기 발광 표시 장치로부터 녹색 또는 적색을 띠는(Greenish or Reddish) 백색 광이 발광되는 구조 대비 고온 동작에서의 유기 발광 표시 장치의 색 품질이 향상되는 효과가 있다.

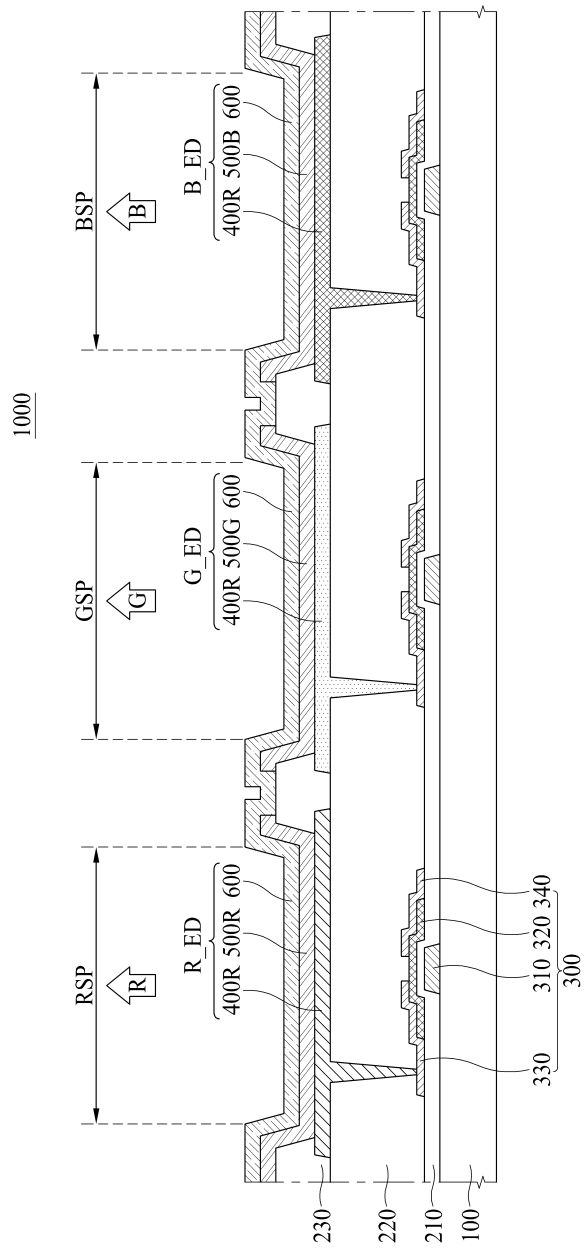
[0109] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 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

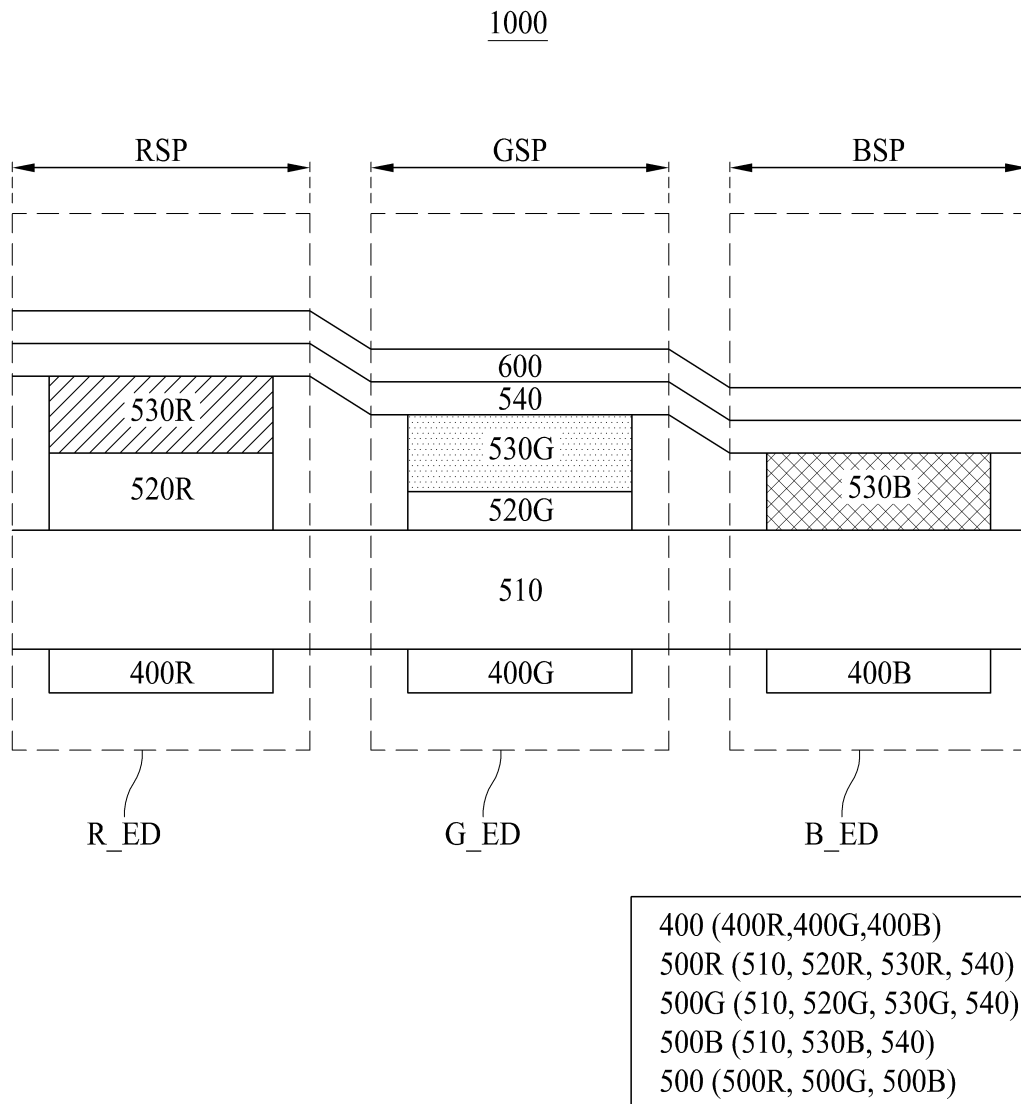
[0110] 1000: 유기 발광 표시 장치
 100: 기판
 300: 박막 트랜지스터
 R_ED: 적색 발광 소자
 G_ED: 녹색 발광 소자
 B_ED: 청색 발광 소자
 400R, 400G, 400B: 애노드
 500R: 적색 발광부
 500G: 녹색 발광부
 500B: 청색 발광부
 600: 캐소드
 510: 정공 수송층
 520R, 520G: 패턴 정공 수송층
 530R: 적색 발광층
 530G: 녹색 발광층
 530B: 청색 발광층
 540: 전자 수송층

도면

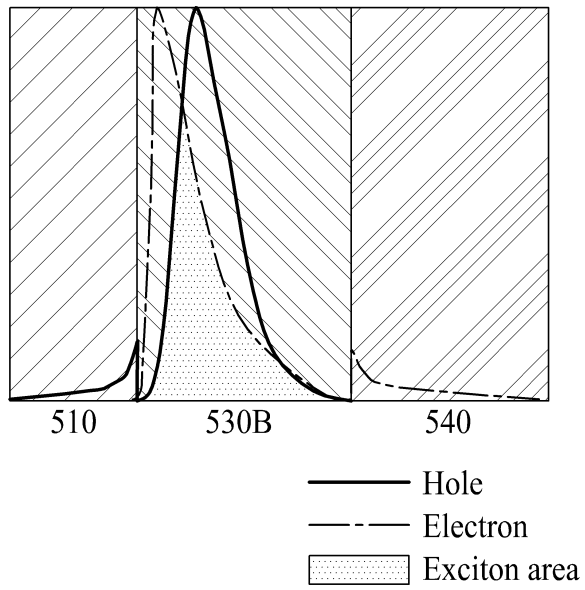
도면1



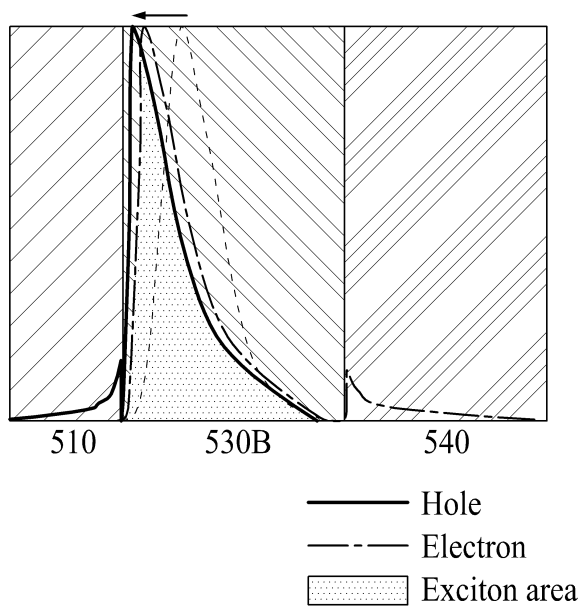
도면2



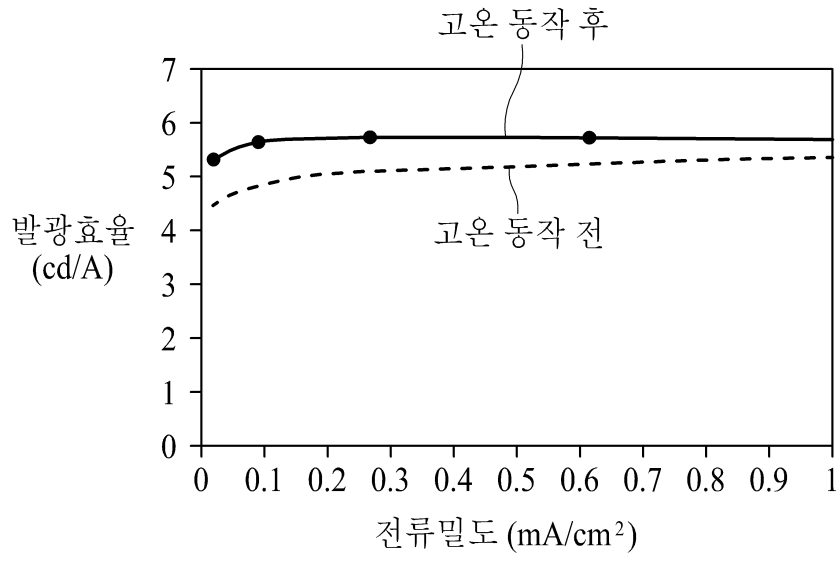
도면3a



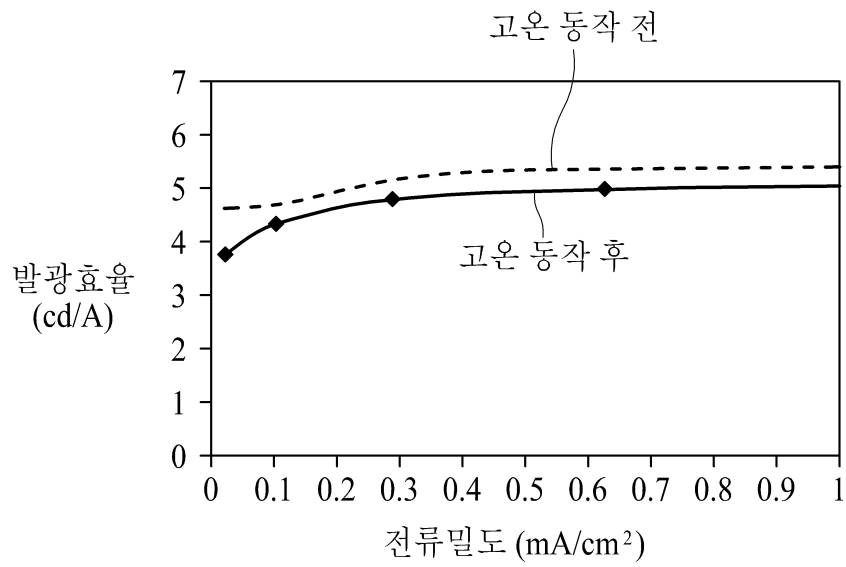
도면3b



도면4a



도면4b



도면5

	R_ED	G_ED	B_ED	White
실시예1			○	Bluish
실시예2		○	○	Weak Cyan
실시예3	○		○	Weak magenta
실시예4	○	○	○	White
비교예1		○		Greenish
비교예2	○			Reddish

专利名称(译)	相关技术的描述		
公开(公告)号	KR1020170061441A	公开(公告)日	2017-06-05
申请号	KR1020150166467	申请日	2015-11-26
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	SUNGHOON CHOI 최성훈		
发明人	최성훈		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5036 H01L51/5024 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L27/3211 H01L2227/32		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的优选实施方案，控制包括在蓝色发光二极管的蓝色发光层中的主体的空穴迁移率和电子迁移率，并且可以配置成使得基本灰度级的发光效率在高温操作总比较高温操作后，蓝色发光DIODE增加。因此，可以改善在有机发光显示装置的高温操作下关于白光的基本灰度级的颜色质量。

