



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0080287
(43) 공개일자 2017년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5036 (2013.01)
H01L 51/5016 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0191646
(22) 출원일자 2015년12월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
조귀정
대구광역시 달성군 화원읍 화원로1길 36-10
김태석
경기도 용인시 기흥구 공세로 76, 101동 1302호(고매동, 세원아파트)
(74) 대리인
특허법인네이트

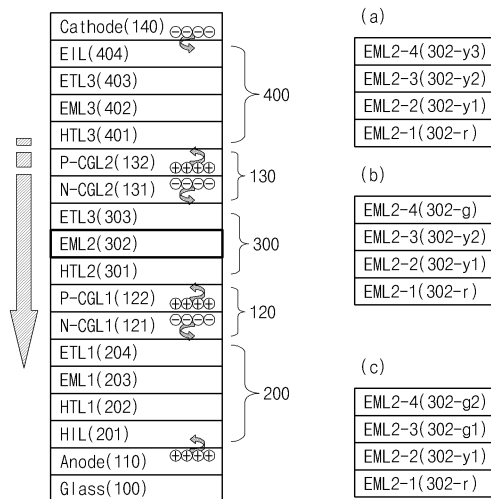
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 백색 유기 발광 표시장치

(57) 요약

본 발명은 고효율 3-Peak의 발광피크를 가지는 3 탠덤 백색 유기 발광 다이오드에 관한 것으로 제 1 스택 내지 제 3 스택으로 이루어지며, 제 1 스택과 제 3 스택은 청색 발광층을 형성하고, 제 2 스택의 발광층은 적어도 4개 이상의 인광 발광층 구조를 가지며 각 스택 사이에는 전기적인 연결을 위한 전하생성층을 포함한다. 적어도 4개 이상의 인광 발광층에는 인광 적색, 녹색 및 황녹색 발광층 또는 인광 적색 및 황녹색 발광층을 포함하여 제 2 스택 발광층의 두께와 도핑 농도를 최적화시킴으로써 수명 및 색재현율을 증가시켜 고해상도에 적합한 백색 유기 발광 표시 장치를 제공한다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

H01L 51/5024 (2013.01)

H01L 51/504 (2013.01)

H01L 51/5056 (2013.01)

H01L 51/5072 (2013.01)

H01L 51/5203 (2013.01)

H01L 2227/32 (2013.01)

(72) 발명자

김형준

서울특별시 서대문구 신촌로7안길 59-8, 404호(창천동, 미르빌라트)

김지영

경기도 성남시 분당구 정자일로 72, 304동 704호(금곡동, 청솔마을한라아파트)

이민규

대구광역시 북구 칠곡중앙대로53길 32, 106동 1504호(태전동, 한일아파트)

임태석

서울특별시 노원구 한글비석로5길 62, 806동 201호(중계동, 중계8단지주공아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

다수의 게이트 라인과 다수의 데이터 라인이 교차되어 배치된 기판 및;

백색유기발광다이오드를 구비하고,

상기 백색유기발광다이오드는,

상기 기판 상에 서로 대향된 제 1 전극 및 제 2 전극;

상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서, 적어도 하나 이상의 청색 발광층을 구비하는 제 1 스택 발광층을 포함하는 제 1 스택;

상기 제 1 스택과 상기 제 2 전극 사이에서, 적어도 4개 이상의 인광 발광층을 구비하는 제 2 스택 발광층을 포함하는 제 2 스택;

상기 제 2 스택과 상기 제 2 전극 사이에서, 적어도 하나 이상의 청색 발광층을 구비하는 제 3 스택 발광층을 포함하는 제 3 스택 및;

상기 제 1 스택과 상기 제 2 스택 사이 또는 상기 제 2 스택과 상기 제 3 스택 사이에 구비되어 각 스택들 간의 전하 균형을 조절하는 전하 생성층을 포함하고,

상기 제 2 스택 발광층은 적어도 하나 이상의 인광 적색 발광층과 인광 황녹색 발광층을 포함하는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 스택 발광층은 제 1 발광층 내지 제 4 발광층으로 구비되며 서로 이웃하는 발광층은 서로 접촉하여 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 인광 적색 발광층을 구비하며, 상기 제 2 발광층 및 제 3 발광층은 인광 황녹색 발광층을 구비하며, 상기 제 4 발광층은 인광 녹색 발광층을 구비하며, 상기 인광 녹색 발광층의 도펀트 농도가 상기 인광 황녹색 발광층의 도펀트 농도보다 작고, 상기 인광 적색 발광층의 도펀트 농도 보다 크게 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 상기 제 2 정공 수송층과 직접 접촉하여 구비되고,

상기 제 1 발광층은 정공 호스트 및 전자 호스트에 도펀트를 도핑하여 이루어지며, 상기 제 1 발광층의 전자 호스트의 재료는 제 2 내지 제 4 발광층의 전자 호스트 재료와 다르게 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 발광층의 정공 호스트는 상기 제 2 정공 수송층의 재료와 동일하게 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 발광층의 도펀트 농도가 제 3 발광층의 도펀트 농도보다 크게 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 발광층의 정공 호스트는 전체 호스트의 10 부피% 내지 70 부피%로 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 발광층 내지 제 4 발광층은 정공 호스트 및 전자 호스트에 도펀트를 도핑하여 이루어지며 각 발광층의 정공 호스트는 전체 호스트의 20 부피% 내지 70 부피%로 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 인광 녹색 발광층의 두께는 인광 적색 발광층의 두께보다 두껍고 인광 황녹색 발광층의 두께보다 얇게 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 스택 발광층과 제 3 스택 발광층은 제 1 발광 피크가 430nm 내지 460nm에 있는 형광 재료로 구비되고, 상기 적색 발광층은 제 1발광 피크가 620nm 내지 650nm, 상기 황녹색 발광층은 제 1발광 피크가 530nm 내지 610nm에 있는 재료로 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 스택 발광층은 제 1 발광층 내지 제 4 발광층으로 구비되며 서로 이웃하는 발광층은 서로 접촉하여 구비되며, 상기 제 1 발광층은 인광 적색 발광층, 제 2 발광층은 인광 황녹색 발광층이고, 상기 제 3 발광층, 제 4 발광층은 인광 녹색 발광층이며, 상기 인광 녹색 발광층의 도펀트 농도가 상기 인광 황녹색 발광층의 도펀트 농도보다 작고 상기 인광 적색 발광층의 도펀트 농도 보다 크도록 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 3 발광층의 도펀트 농도가 제 4 발광층의 도펀트 농도보다 크도록 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 스택 발광층은 제 1 발광층 내지 제 4 발광층으로 구비되며 서로 이웃하는 발광층은 서로 접촉하여 구비되고, 상기 제 1 발광층은 인광 적색 발광층, 상기 제 2 발광층 내지 제 4 발광층은 인광 황녹색 발광층이고, 상기 인광 황녹색 발광층들의 도펀트 농도는 상기 인광 적색 발광층의 도펀트 농도 보다 크며, 상기 제 2 발광층 내지 제 4 발광층의 도펀트 농도는 서로 다르며, 제 2 발광층의 도펀트 농도가 가장 높게 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 상기 제 2 정공 수송층과 직접 접촉하여 형성되고, 상기 제 1 발광층 내지 제 4 발광층은 정공 호스트 및 전자 호스트에 도펀트를 도핑하여 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 발광층의 정공 호스트는 상기 제 2 정공 수송층의 재료와 동일하며, 상기 제 2 발광층 내지 상기 제 4 발광층의 정공 호스트는 상기 제 1 발광층의 정공 호스트 재료와 다른 서로 동일한 재료로 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 2 발광층 내지 상기 제 4 발광층의 전자 호스트는 적어도 하나 이상의 다른 전자 호스트로 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 17

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 스택 발광층과 제 3 스택 발광층은 제 1 발광 피크가 430nm 내지 460nm에 있는 형광 재료로 구비되고, 상기 적색 발광층은 제 1 발광 피크가 620nm 내지 650nm, 상기 황녹색 발광층은 제 1 발광 피크가 530nm 내지 610nm, 상기 녹색 발광층은 제 1 발광 피크가 510nm 내지 570nm에 있는 인광 재료로 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 제 2 스택 발광층의 제 2 발광층 내지 제 4 발광층의 도펀트 농도는 서로 다르며, 제 2 발광층의 도펀트

농도가 가장 높고 제 5 발광층의 도펀트 농도가 가장 낮게 구비되는 백색 유기 발광 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 백색 유기 발광 표시장치에 관한 것으로 특히, 효율 및 색 재현율의 특성을 향상시키거나 수명을 증가시킬 수 있는 백색 유기 발광 표시장치를 제공하는 것이다.

배경 기술

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

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

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

[0005] 이러한 유기 발광 표시 장치는 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode, OLED) 제작을 위해서 애노드(anode) 전극과 캐소드(cathode) 전극 사이에 유기층(organic layer)의 형성이 필수적인데, 특히 청색, 녹색, 적색 화소를 형성하기 위한 각 색의 유기 발광층을 선택적으로 패터닝하는 것이 중요하다.

[0006] 소형 유기 발광 표시 장치에서는 유기 발광층의 형성을 위해 FMM(Fine Metal Mask)방식인 섀도우 마스크(shadow mask)를 이용한 증착 방법이 이용되었다. 하지만 대면적 유기 발광 표시 장치를 제작하는 경우에는, 마스크 자체의 하중으로 인한 처짐 현상이 발생되어 기판과 마스크 사이의 간격이 발생될 수 있다. 기판의 위치에 따라 이러한 간격의 편차가 발생될 경우에 청색, 녹색, 적색 등의 각 화소를 형성할 때 인접 화소의 발광층이 함께 증착될 수 있다. 이러한 경우 혼색 불량이 발생하는 문제가 있어 대안적 방법이 요구되었다. 이러한 섀도우 마스크를 대체할 위한 여러 방법들 중에 그 하나로서 백색 유기 발광 표시 장치가 있다.

[0007] 이하, 백색 유기 발광 표시 장치에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0008] 백색 유기 발광 표시 장치는 백색 유기 발광 다이오드(White organic light emitting diode, WOLED) 소자 형성 시 양극과 음극 사이의 각 유기층을 마스크 없이 증착시키는 것으로 유기 발광층을 포함한 성분이 다른 유기층들을 진공 상태에서 차례로 증착하는 것을 특징으로 한다. 이 때 모든 화소에 차례로 증착된 유기층에는 2peak 또는 3 peak 파장의 백색을 내기 위한 적어도 2개 이상의 발광층이 포함되며 이러한 발광층의 구조에 따라서 백색의 색온도를 결정할 수 있다.

[0009] 백색 유기 발광 표시 장치는 박형이면서 면광원으로 제작이 용이하여 조명 용도로 사용되거나, 화소별로 청색, 적색, 녹색 컬러 필터를 적용하여 풀컬러 디스플레이 표시장치에 쓰이는 등 다양한 용도로 이용되고 있다.

[0010] 특히 디스플레이 표시 장치에 적용되는 백색 유기 발광 다이오드의 스펙트럼은 컬러 구현을 위해 적색, 녹색, 청색(Red, Green, Blue) 영역에서 각각 피크가 발생하도록 하는 3 피크 이상을 갖는 것이 일반적이며, 이는 발광층을 투과한 광이 컬러 필터층을 투과한 후 RGB 컬러 구현을 비교적 용이하게 하기 위함이다.

[0011] 종래에는 백색 유기 발광 다이오드의 구조로서 청색(Blue) 형광 소자를 발광층으로 이용하는 제1 스택과, 황녹색(Yellow-Green) 인광 소자를 발광층으로 이용하는 제2 스택 구조가 적층된 형태의 인형광 2 탠덤 구조가 개발되었다. 이러한, 백색 유기 발광 다이오드는 청색 형광 소자로부터 발광되는 청색광과 황녹색 인광 소자로부터 발광되는 황녹색 광의 혼합 효과에 의해 백색광이 구현되지만, 낮은 청색 형광 효율로 인하여 제3 스택의 청색 형광 소자가 추가로 적용된 인형광 3탠덤 구조의 개발이 진행되고 있다. 또한 상기 3탠덤 백색유기발광 다이오드 구조의 제 2 스택에 인광 적색(Red)과 인광 황녹색(Yellow-Green) 발광층을 적용하여 3-Peak의 발광피크를

가지도록 형성하여 고색재현율을 달성하는 소자 구조도 개발이 진행되고 있다.

- [0012] 하지만 백색 유기 발광 표시 장치가 대면적화, 고해상도가 적용되는 제품으로 발전해가면서 점차 고휘도, 고색재현율, 장수명 특성에 대한 요구가 커져가고 있으며, 제품 가격 및 안정적인 소자 구조 관점에서 보다 양산성이 있는 인형광 3 탠덤 백색유기발광 다이오드가 적용된 백색 유기 발광 표시장치가 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 실시예들의 목적은 인광 발광층의 구조를 통하여 효율, 수명 및 색재현율을 개선할 수 있는 백색 유기 발광 표시장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 일 측면에서, 본 실시예들은, 제 1 스택 내지 제 3 스택으로 이루어진 백색 유기 발광 다이오드의 제 2 스택의 발광층을 적어도 4개 이상의 인광 발광층 구조로 구비하고, 상기 인광 발광층에 인광 적색, 인광 황녹색 발광층을 포함하여 3-Peak의 발광피크를 가지도록 형성하여 수명을 증가시키는 백색 유기 발광 표시 장치를 제공할 수 있다.

- [0015] 다른 측면에서, 본 실시예들은, 제 1 스택 내지 제 3 스택으로 이루어진 백색 유기 발광 다이오드의 제 2 스택의 발광층을 적어도 4개 이상의 인광 발광층 구조로 구비하고, 상기 인광 발광층에 인광 적색, 인광 녹색, 인광 황녹색 발광층을 포함하여 3-Peak의 발광피크를 가지도록 형성하여 수명 및 색재현율을 증가시키는 백색 유기 발광 표시 장치를 제공할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 이상에서 설명한 바와 같은 본 실시예들에 의하면, 제 1 스택 내지 제 3 스택으로 이루어진 백색 유기 발광 다이오드에서 제 2 스택의 인광 발광층을 하나의 적색 발광층과 적어도 3개 이상의 황녹색 발광층을 포함하는 복수의 인광 발광층을 구비하고, 상기 각 황녹색 발광층들의 구조를 최적화하여 3-Peak의 발광피크를 가지도록 하고, 발광층 내의 엑시톤 존(zone)의 효과적인 분산을 통하여 수명을 개선시키는 제 1 효과가 있다.

- [0017] 이상에서 설명한 바와 같은 본 실시예들에 의하면, 제 1 스택 내지 제 3 스택으로 이루어진 백색 유기 발광 다이오드에서 제 2 스택의 인광 발광층을 하나의 적색 발광층과 적어도 1개 이상의 황녹색 발광층과 적어도 하나의 녹색 발광층을 포함하는 복수의 인광 발광층을 형성하고, 상기 각 인광 발광층들의 구조를 최적화하여 3-Peak의 발광피크를 가지도록 하고, 발광층 내의 엑시톤 존(zone)의 효과적인 분산을 통하여 수명과 색재현율을 개선시키는 제 2 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 실시예들이 적용되는 유기 발광 표시장치에 관한 시스템 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 백색 유기 발광 다이오드가 적용된 네개의 서브픽셀들이 하나의 픽셀을 구성하는 예를 도시하고 있다.
- 도 3은 본 실시예들이 적용되는 유기발광표시장치의 서브픽셀 구조를 보여주는 등가회로 예시도이다.
- 도 4는 종래의 2 탠덤 백색 유기 발광 다이오드를 도시한 도면이다.
- 도 5은 종래의 탠덤 백색 유기 발광 다이오드들(2탠덤 vs. 3탠덤)의 발광파장 및 세기를 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 실시예에 적용된 칼라 필터의 PL 스펙트럼을 도시한 도면이다.

도 7은 종래의 3 탠덤 백색 유기 발광 다이오드를 도시한 도면이다.

도 8는 본 발명의 3 탠덤 백색 유기 발광 다이오드의 각 실시예를 도시한 도면이다.

도 9은 종래 백색 유기 발광 다이오드와 본 발명의 백색 유기 발광 다이오드의 제 1 실시예를 비교한 실험 결과를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 백색 유기 발광 다이오드의 제 1 실시예에서 제 2 스택의 황녹색 발광층의 전자 호스트의 재료에 따른 실험 결과를 도시한 도면이다.

도 11는 종래 백색 유기 발광 다이오드와 본 발명의 각 실시예들과 비교한 실험 결과를 도시한 도면이다.

도 12은 종래 백색 유기 발광 다이오드와 본 발명의 각 실시예들의 색재현율을 비교한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 실시예들은 도면을 참고하여 상세하게 설명한다. 다음에 소개되는 실시예들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 그리고 도면들에 있어서, 장치의 크기 및 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0020] 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 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 도면에서 층 및 영역들의 크기 및 상대적인 크기는 설명의 명료성을 위해 과장될 수 있다.
- [0021] 소자(element) 또는 층이 다른 소자 또는 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 소자 또는 층의 바로 위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 반면, 소자가 "직접 위(directly on)" 또는 "바로 위"로 지칭되는 것은 중간에 다른 소자 또는 층을 개재하지 않는 것을 나타낸다.
- [0022] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below, beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작 시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 "아래(below)" 또는 "아래(beneath)"로 기술된 소자는 다른 소자의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함 할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질, 차례, 순서 또는 개수 등이 한정되지 않는다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 본 실시예들에 따른 유기발광표시장치(10)는, 다수의 데이터 라인(DL) 및 다수의 게이트 라인(GL)이 배치되고, 다수의 서브픽셀(SP: Sub Pixel)이 배치된 유기발광표시패널(11)과, 다수의 데이터 라인(DL)을 구동하는 데이터 드라이버(12)와, 다수의 게이트 라인(GL)을 구동하는 게이트 드라이버(13)와, 데이터 드라이버(12) 및 게이트 드라이버(13)를 제어하는 컨트롤러(14) 등을 포함한다. 컨트롤러(14)는, 데이터 드라이버(12) 및 게이트 드라이버(13)로 각종 제어신호를 공급하여, 데이터 드라이버(12) 및 게이트 드라이버(13)를 제어한다. 이러한 컨트롤러(14)는, 각 프레임에서 구현하는 타이밍에 따라 스캔을 시작하고, 외부에서 입력되는 입력 영상 데이터를 데이터 드라이버(12)에서 사용하는 데이터 신호 형식에 맞게 전환하여 전환된 영상 데이터를 출력하고, 스캔에 맞춰 적당한 시간에 데이터 구동을 통제한다.
- [0025] 이러한 컨트롤러(14)는 통상의 디스플레이 기술에서 이용되는 타이밍 컨트롤러(Timing Controller)이거나, 타이밍 컨트롤러(Timing Controller)를 포함하여 다른 제어 기능도 더 수행하는 제어장치일 수 있다.
- [0026] 데이터 드라이버(12)는, 다수의 데이터 라인(DL)으로 데이터 전압을 공급함으로써, 다수의 데이터 라인(DL)을 구동한다. 여기서, 데이터 드라이버(12)는 '소스 드라이버'라고도 한다.

- [0027] 이러한 데이터 드라이버(12)는, 적어도 하나의 소스 드라이버 집적회로(SDIC: Source Driver Integrated Circuit)를 포함하여 다수의 데이터 라인을 구동할 수 있다.
- [0028] 게이트 드라이버(13)는, 다수의 게이트 라인(GL)으로 스캔 신호를 순차적으로 공급함으로써, 다수의 게이트 라인(GL)을 순차적으로 구동한다. 여기서, 게이트 드라이버(13)는 '스캔 드라이버'라고도 한다.
- [0029] 이러한 게이트 드라이버(13)는, 적어도 하나의 게이트 드라이버 집적회로(GDIC: Gate Driver Integrated Circuit)를 포함할 수 있다.
- [0030] 게이트 드라이버(13)는, 컨트롤러(14)의 제어에 따라, 온(On) 전압 또는 오프(Off) 전압의 스캔 신호를 다수의 게이트 라인(GL)으로 순차적으로 공급한다.
- [0031] 데이터 드라이버(12)는, 게이트 드라이버(13)에 의해 특정 게이트 라인이 열리면, 컨트롤러(14)로부터 수신한 영상 데이터를 아날로그 형태의 데이터 전압으로 변환하여 다수의 데이터 라인(DL)으로 공급한다.
- [0032] 데이터 드라이버(12)는, 도 1에서는 유기발광표시패널(11)의 일측(예: 상측 또는 하측)에만 위치하고 있으나, 구동 방식, 패널 설계 방식 등에 따라서, 유기발광표시패널(11)의 양측(예: 상측과 하측)에 모두 위치할 수도 있다.
- [0033] 게이트 드라이버(13)는, 도 1에서는 유기발광표시패널(11)의 일 측(예: 좌측 또는 우측)에만 위치하고 있으나, 구동 방식, 패널 설계 방식 등에 따라서, 유기발광표시패널(11)의 양측(예: 좌측과 우측)에 모두 위치할 수도 있다.
- [0034] 각 소스 드라이버 집적회로(SDIC)는, 테이프 오토메티드 본딩(TAB: Tape Automated Bonding) 방식 또는 칩 온 글래스(COG: Chip On Glass) 방식으로 유기발광표시패널(11)의 본딩 패드(Bonding Pad)에 연결되거나, 유기발광표시패널(11)에 직접 배치될 수도 있으며, 경우에 따라서, 유기발광표시패널(11)에 집적화되어 배치될 수도 있다. 또한, 각 소스 드라이버 집적회로(SDIC)는, 유기발광표시패널(11)에 연결된 필름 상에 실장 되는 칩 온 필름(COF: Chip On Film) 방식으로 구현될 수도 있다.
- [0035] 각 소스 드라이버 집적회로(SDIC)는, 쉬프트 레지스터(Shift Register), 래치 회로(Latch Circuit), 디지털 아날로그 컨버터(DAC: Digital to Analog Converter), 출력 버퍼(Output Buffer) 등을 포함할 수 있다.
- [0036] 각 소스 드라이버 집적회로(SDIC)는, 경우에 따라서, 아날로그 디지털 컨버터(ADC: Analog to Digital Converter)를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 각 게이트 드라이버 집적회로(GDIC)는, 테이프 오토메티드 본딩(TAB) 방식 또는 칩 온 글래스(COG) 방식으로 유기발광표시패널(11)의 본딩 패드(Bonding Pad)에 연결되거나, GIP(Gate In Panel) 타입으로 구현되어 유기발광표시패널(11)에 직접 배치될 수도 있으며, 경우에 따라서, 유기발광표시패널(11)에 집적화되어 배치될 수도 있다. 또한, 각 게이트 드라이버 집적회로(GDIC)는 유기발광표시패널(11)과 연결된 필름 상에 실장 되는 칩 온 필름(COF) 방식으로 구현될 수도 있다.
- [0038] 각 게이트 드라이버 집적회로(GDIC)는 쉬프트 레지스터(Shift Register), 레벨 쉬프터(Level Shifter) 등을 포함할 수 있다.
- [0039] 유기발광표시패널(11)에 배치되는 각 서브픽셀(SP)은 트랜지스터 등의 회로 소자를 포함하여 구비될 수 있다. 일 예로, 각 서브픽셀(SP)은 백색유기발광다이오드(WOLED: White Organic Light Emitting Diode)와, 이를 구동하기 위한 구동 트랜지스터(Driving Transistor) 등의 회로 소자로 구비되어 있다. 각 서브픽셀(SP)을 구비하는 회로 소자의 종류 및 개수는, 제공 기능 및 설계 방식 등에 따라 다양하게 정해질 수 있다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 백색 유기 발광 다이오드가 적용된 네개의 서브픽셀들이 하나의 픽셀을 구비하는 예를 보여주며, 도 3은 본 실시예들에 따른 유기발광표시장치의 보상 회로의 예시도이다.
- [0041] 도 2를 참조하면, 본 실시예들에 따른 유기발광표시패널(11)에서, 네개의 서브픽셀들, 예를 들어 레드(R), 화이트(W), 블루(B), 그린(G) 서브픽셀들이 하나의 픽셀(P:Pixel)을 구비할 수 있다.
- [0042] 레드(R), 화이트(W), 블루(B), 그린(G) 서브픽셀들 각각은, 백색유기발광다이오드(WOLED: White Organic Light-Emitting Diode)와, 백색유기발광다이오드(WOLED)를 구동하기 위한 구동회로(DC: Driving Circuit)로 구비된다.
- [0043] 백색유기발광다이오드(WOLED)는 제1전극(예: 애노드 전극), 유기층 및 제2전극(예: 캐소드 전극) 등으로 이루어

질 수 있다.

- [0044] 도 3은 각 서브픽셀을 나타내는 등가회로 예시도이며 구동회로(DC)는, 기본적으로, 구동 트랜지스터(DTR: Driving Transistor), 스위칭 트랜지스터(SWT: Switching Transistor)와 센싱 트랜지스터(SENT: Sensing Transistor)를 포함할 수 있다.
- [0045] 구동 트랜지스터(DTR)는 백색 유기발광다이오드(WOLED)로 구동 전류를 공급해줌으로써 백색유기발광다이오드(OLED)를 구동해준다.
- [0046] 스위칭 트랜지스터(SWT)는, 구동 트랜지스터(DTR)의 게이트 노드에 해당하는 N2 노드로 데이터 전압(Vdata)을 전달해주기 위한 트랜지스터이다.
- [0047] 구동 트랜지스터(DTR)와 스위칭 트랜지스터(SWT)는, 도 2의 예시와 같이 n 타입으로 구현될 수도 있고, p 타입으로도 구현될 수도 있다.
- [0048] 한편, 본 실시예들에 따른 유기발광표시패널(11)의 경우, 레드(R), 화이트(W), 블루(B), 그린(G) 서브픽셀들 각각의 구동 시간이 길어짐에 따라, 백색유기발광다이오드(WOLED), 구동 트랜지스터(DTR) 등의 회로 소자에 대한 열화(Degradation)가 진행될 수 있다. 이에 따라, 백색유기발광다이오드(WOLED), 구동 트랜지스터(DTR) 등의 회로 소자가 갖는 고유한 특성치(예: 문턱전압, 이동도 등)가 변할 수 있다. 이러한 회로 소자의 특성치 변화는 해당 백색유기발광다이오드(WOLED)의 휘도 변화를 야기한다.
- [0049] 센싱 트랜지스터(SENT)는 백색유기발광다이오드(WOLED) 및 구동 트랜지스터(DTR) 등의 회로 소자가 갖는 고유한 특성치(예: 문턱전압, 이동도 등)를 센싱할 수 있다. 센싱 트랜지스터(SENT)는 구동 트랜지스터(DTR)의 제1노드(N1)와 기준전압(Vref: Reference Voltage)을 공급하는 기준전압 라인(RVL: Reference Voltage Line) 사이에 전기적으로 연결되고, 게이트 노드로 스캔 신호의 일종인 센싱 신호(SENSE)를 인가 받아 제어될 수 있다.
- [0050] 레드(R), 화이트(W), 블루(B), 그린(G) 서브픽셀들 각각은, 영상 신호 전압에 해당하는 데이터 전압 또는 이에 대응되는 전압을 한 프레임 시간 동안 유지하는 스토리지 커패시터(Cstg: Storage Capacitor)를 포함할 수 있다.
- [0051] 도 4는 종래 2 탠덤 백색 유기 발광 다이오드를 도시한 도면이다. 도 4를 참조하면, 본 발명의 백색 유기 발광 다이오드는 기판(10) 상에 서로 대향된 제 1 전극(110)과 제 2 전극(140)이 형성된다. 상기 제 1 전극(110)과 제 2 전극(140) 사이에서, 상기 제 1 전극(110) 상에 제 1 스택(200), 제 1 전하 생성층(Charge Generation Layer; 120), 제 2 스택(300)이 순차적으로 적층되어 구비된다.
- [0052] 상기 제 1 스택(200)의 제 1 스택 발광층(203)은 형광 청색의 발광층을 구비하고, 상기 제 2 스택(300)의 제 2 스택 발광층(302)은 인광 황녹색의 발광층을 구비하여 각 스택의 발광층으로부터 출사되는 서로 다른 색의 광이 혼합되어 백색 광을 구현한다. 이러한 2 탠덤 백색 유기 발광다이오드는 형광 청색 발광층의 낮은 발광 효율으로 인하여 대면적 TV에서 요구하는 휘도 수준을 만족하기 어렵고, 높은 백색 색온도 특성을 만드는데 한계가 있었다.
- [0053] 이러한 문제를 해결하기 위하여 3 탠덤 백색 유기 발광 다이오드가 제안되었다. 도 7(a)는 종래의 3 탠덤 백색 유기 발광다이오드 구조를 보여준다.(도 7(a)는 이하 설명에서 구조1로 표현한다.) 상기 2 탠덤 백색 유기 발광 다이오드 구조의 제 2 스택(300)의 ETL2(303) 위에 제 2 전하 생성층(130) 및 제 3 스택(400)이 순차적으로 적층되어 구비되며, 상기 제 3 스택(400)의 제 3 스택 발광층에는 형광 청색의 발광층을 추가로 형성하여 각 스택의 발광층으로부터 출사되는 서로 다른 색의 광이 혼합되어 백색 광을 구현한다.
- [0054] 도 5는 상기 2탠덤 백색 유기발광다이오드와 3탠덤 백색 유기발광 다이오드의 발광파장 및 세기를 비교한 도면이다. 전술한 바와 같이 형광 청색 발광층을 포함하는 제 3 스택이 추가로 적용된 3 탠덤 백색유기발광다이오드의 발광 세기가 2 탠덤 백색유기발광다이오드보다 높은 것을 보여준다. 특히 도 5의 X축은 광원의 파장을 나타내며 대략 420~500nm의 청색 발광파장 영역에서 청색 발광 효율이 증가된 결과를 얻을 수 있다.
- [0055] 도 6은 본 실시예에 적용된 청색, 녹색, 적색 컬러 필터의 PL 스펙트럼을 도시한 도면이며, 상기 도 5의 백색유기발광다이오드의 발광 스펙트럼을 상기 컬러 필터에 투과할 경우에 각 화소별(R,G,B) 컬러에 해당하는 파장 영역의 효율과 색좌표를 얻을 수 있다. 이하 다른 실시예들의 백색발광다이오드의 발광 스펙트럼 결과들은 상기 컬러 필터의 PL 스펙트럼을 적용한 결과들이며, 각 컬러별 재료 변경 및 설계 방식 등에 따라 파장 및 세기는 변경될 수 있다.

- [0056] 상기 탠덤 백색유기발광다이오드의 발광 피크는 청색과 황녹색의 혼합인 2peak 백색광이 된다. 상기 백색광을 도 6의 컬러 필터를 적용하여 백색(W)을 포함하여 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 화소를 구비하여 패널을 설계하지만, 상대적으로 낮은 효율을 나타내는 적색 화소로 인하여 제품 성능 개선이 제한되는 문제가 발생할 수 있다.
- [0057] 이러한 문제를 개선하기 위하여 도 7(a)의 제 2 스택 발광층(302) 구조와 제 2 정공수송층(301) 사이에 인광 적색 발광층(302-r)을 형성하는 도 7(b) 구조가 제안되었다. (도 7(b)는 이하 설명에서 구조2로 표현한다.)
- [0058] 상기 구조2를 적용할 경우에는 적색 화소의 효율 및 색재현율을 높이는 결과를 얻을 수 있었지만, 대면적 OLED TV 제품이 요구하는 수명을 만족하기 위해서는 보다 수명 특성이 개선되는 소자 구조가 필요하였다.
- [0059] 도 8의 (a)~(c)는 본 발명의 실시예들에 따른 백색 유기 발광 다이오드의 소자 구조를 보여준다. ((a):구조3, (b):구조4, (c):구조5 로 표현한다.) 먼저 본 발명의 실시예들의 백색 유기 발광 다이오드 구조를 먼저 자세히 설명한다.
- [0060] 도 8을 참조하면, 본 발명의 백색 유기 발광 다이오드는 기판 상에 서로 대향된 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서, 상기 제 1 전극 상에 정공 주입층, 제 1 정공 수송층, 적어도 하나 이상의 청색 발광층을 포함하는 제 1 스택 발광층, 제 1 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제 1 스택을 구비할 수 있다.
- [0061] 상기 제 1 스택과 제 2 전극 사이에서, 상기 제 1 스택 상에 제 2 정공 수송층, 4층의 인광 발광층으로 구비된 제 2스택 발광층, 제 2 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제 2 스택을 구비할 수 있다.
- [0062] 상기 제 2 스택과 제 2 전극 사이에서, 상기 제 2 스택 상에 제 3 정공 수송층, 적어도 하나 이상의 청색 발광층을 포함하는 제 3 스택 발광층, 제 3 전자 수송층 및 전자 주입층이 순차적으로 적층된 제 3 스택을 구비하며, 상기 제 1 스택과 제 2 스택 사이와 상기 제 2 스택과 제 3 스택 사이에 구비되어 각 스택들 간의 전하 균형을 조절하는 전하 생성층을 포함할 수 있다.
- [0063] 상기 기판(10)은 절연 기판 상에 형성된 박막 트랜지스터를 포함할 수 있으며, 상기 절연 기판은 절연 유리, 금속, 플라스틱 또는 폴리이미드(PI) 등으로 형성되고, 상기 박막 트랜지스터는 게이트 전극, 반도체층, 소스 전극 및 드레인 전극으로 이루어진다.
- [0064] 상기 제 1 전극(110)은 양극으로 투명 도전 물질로 형성될 수 있으며, 예를 들면, ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 및 ZnO로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함할 수 있다. 상기 제 2 전극(140)은 음극으로 금속 재질로 형성될 수 있으며, 예를 들면, 일함수가 낮은 Mg, Ca, Al, Al-합금, Ag, Ag-합금, Au 및 Au-합금으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0065] 상기 제 1 전하 생성층(120)은 제 1 스택(200)과 제 2 스택(300) 사이에 형성되어, 제 1 스택(200)에는 전자를 공급하고, 제 2 스택(300)에는 정공을 공급하여, 각 스택들 간의 전하 균형을 조절한다. 또한, 상기 제 2 전하 생성층(130)은 제 2 스택(300)과 제 3 스택(400) 사이에 형성되어, 제 2 스택(300)에는 전자를 공급하고, 제 3 스택(400)에는 정공을 공급하여, 각 스택들 간의 전하 균형을 조절한다.
- [0066] 상기 제 1 전하 생성층(120) 및 제 2 전하 생성층(130)은 알루미늄(Al) 등의 얇은 금속층을 단층으로 형성하여 소자 구성이 간단하고 제조를 용이하게 형성될 수 있다. 또한, 불순물 도핑에 의한 유기물층의 접합 구조인 복수층으로 형성될 수 있다.
- [0067] 복수층으로 형성하는 경우, 각각 전자 수송 및 정공 수송에 적합하도록 형성하여 효율 향상 및 수명 장기화에 유리하다. 이때, 상기 제 1 전하 생성층(120)의 상기 제 1 스택(200)과 접하는 영역과 상기 제 2 전하 생성층(130)의 상기 제 2 스택(300)과 접하는 영역은 전자 공급을 원활히 하기 위해 전자 수송 특성을 갖는 호스트 재료에 N 형 도핑하여 제 1 전자 타입 전하 생성층(N-CGL1) 또는 제 2 전자 타입 전하 생성층(N-CGL2)을 구비할 수 있다.
- [0068] 또한, 상기 제 1 전하 생성층(120)의 상기 제 2 스택(300)과 접하는 영역과 상기 제 2 전하 생성층(130)의 상기 제 3 스택(400)과 접하는 영역은 정공 공급을 원활히 하기 위해 P형 도핑되어 제 1 정공 타입 전하 생성층(P-CGL1) 또는 제 2 정공 타입 전하 생성층(P-CGL2)을 구비할 수 있다.
- [0069] 상기 제 1 스택(200)은 제 1 전극(110)과 제 1 전하 생성층(120) 사이에 정공 주입층(Hole Injection Layer;HIL)(201), 제 1 정공 수송층(Hole Transport Layer;HTL)(202), 제 1 발광층(203) 및 제1 전자 수송층(Electron Transport Layer; ETL)(204)이 차례로 적층되어 구비할 수 있다. 상기 정공 주입층(HIL)(201)은 정

공 주입 능력이 뛰어난 물질을 사용하고, 정공 주입을 원활하게 하기 위해 P형 도핑을 할 수 있다.

- [0070] 또한, 상기 제 1 스택(200) 및 제 3 스택(400)은 형광 유닛으로 형성하고, 상기 제 2 스택(300)은 인광 유닛으로 구비될 수 있다.
- [0071] 상기 제 1 스택 발광층(203)과 제 3 스택 발광층(402)은 형광 청색 발광층으로 발광 피크가 1-Peak인 단일 발광층으로 형성될 수 있다. 이때, 상기 제 1 스택 발광층(203)과 제 3 스택 발광층(402)은 하나의 호스트(host)에 형광 청색 도펀트(dopant)가 도핑되어 형성되거나, 두 개의 호스트(host)에 형광 청색 도펀트(dopant)가 도핑되어 구비될 수 있다.
- [0072] 상기 제 1 스택 발광층(203)과 제 3 스택 발광층(402)의 형광 청색 도펀트(dopant)는 발광 피크의 파장대가 420nm~490nm 범위를 가지는 도펀트(dopant)로 형성할 수 있으며, 서로 다른 청색 발광층을 구비할 수도 있다.
- [0073] 상기 제 2 스택(300)은 제 1 전하 생성층(120)과 제 2 전하 생성층(130) 사이에 제 2 정공 수송층(301), 제 2 스택 발광층(302), 제 2 전자 수송층(303) 이 차례로 적층되어 구비될 수 있다.
- [0074] 상기 제 2 스택 발광층은 제 1 발광층(EML2-1), 제 2발광층(EML2-2), 제 3 발광층(EML2-3), 제 4 발광층(EML2-4)으로 구비되며 상기 발광층 사이에 전하 생성층 또는 버퍼층 등의 구성없이 서로 이웃하는 발광층은 서로 접촉하여 구비될 수 있다. 서로 다른 색의 발광층을 구비할 경우 필요에 따라 버퍼층을 사용하기도 하지만, 이는 백색유기발광다이오드 제작 과정에서 상기 버퍼층 형성을 위한 공정단계가 추가하거나, 또는 엑서톤들의 버퍼층에서의 손실로 인하여 효율 저하의 원인이 될 수도 있다. 이러한 이유로 본 발명의 모든 실시예에서는 서로 상기 제 2 스택 발광층에서 이웃하는 발광층은 서로 접촉하여 구비되는 구조를 적용한다.
- [0075] 본 발명의 제 1 실시예에서는 도 8(a)와 같이 상기 제 2 스택 발광층에서 상기 제 1 발광층은 인광 적색 발광층(302-r), 상기 제 2발광층 내지 제 4 발광층은 인광 황녹색 발광층(302-y1, 302-y2, 302-y3)으로 구비될 수 있다.
- [0076] 상기 인광 황녹색 발광층들의 도펀트 농도는 상기 인광 적색 발광층의 도펀트 농도 보다 크며, 상기 제 2 발광층 내지 상기 제 4 발광층의 도펀트 농도는 서로 다르며, 상기 제 2 발광층의 도펀트 농도가 가장 높게 최적화할 수 있다.
- [0077] 상기 인광 황녹색 발광 피크의 파장대가 500nm~580nm 범위를 가지는 인광 황녹색 도펀트(dopant), 상기 인광 적색 발광층은 발광 피크의 파장대가 580nm~680nm 범위를 가지는 인광 적색 도펀트(dopant)로 형성된다. 또한, 상기 세개의 인광 황녹색 발광층은 상기 인광 적색 발광층보다 두께가 두껍게 형성될 수 있다. 바람직하게는 상기 세개의 인광 황녹색 발광층의 두께가 상기 인광 적색 발광층의 두께의 3배가 되도록 형성할 수 있다.
- [0078] 상기 인광 적색 발광층(302-r)은 상기 제 2 정공 수송층(301) 상에 접촉하여 적층되어 구비되며, 두 개의 호스트(host)에 인광 적색 도펀트(dopant)가 도핑되어 구비될 수 있다. 상기 두 개의 호스트(host)는 정공 호스트(hole type host)와 전자 호스트(electron type host)로 구비될 수 있다. 이때, 상기 정공 호스트는 전체 호스트의 30 부피% 내지 70 부피%로 형성될 수 있고, 상기 전자 호스트는 전체 호스트의 70 부피% 내지 30 부피%로 형성될 수 있다. 또한, 상기 정공 호스트는 상기 제 2 정공 수송층(301)과 동일 물질로 형성되어 정공의 주입을 보다 용이하게 할 수 있다. 또는 제 2 정공 수송층 이외의 정공 호스트 재료를 적용할 수 있다.
- [0079] 본 발명의 또 다른 제 2실시예로 도 8(b),(c)는 하나의 인광 적색 발광층과 인광 황녹색 발광층 및 인광 녹색 발광층이 적층되어 구비될 수 있다. 이하 설명에서 도 8(b)는 구조4, 도 8(c)는 구조5로 표현한다.
- [0080] 구체적으로 서술하면 도 8(b)에서 상기 제 2 스택 발광층(302)은 상기 제 1 발광층은 인광 적색 발광층(302-r), 상기 제 2발광층은 인광 황녹색 발광층(302-y), 제 3 발광층, 제 4 발광층은 인광 황녹색 발광층(302-g1,302-g2)으로 구비될 수 있다. 또는 도 8(c)에서 상기 제 2 스택 발광층(302)은 상기 제 1 발광층은 인광 적색 발광층(302-r), 상기 제 2발광층 및 제 3 발광층은 인광 황녹색 발광층(302-y1, 302-y2), 제 4 발광층은 인광 녹색 발광층(302-g)으로 구비될 수 있다.
- [0081] 상기 인광 녹색 발광층의 도펀트 농도가 상기 인광 황녹색 발광층의 도펀트 농도보다 작고, 상기 인광 적색 발광층의 도펀트 농도 보다 크게 구비될 수 있다.
- [0082] 상기 제 2 발광층 내지 제 4 발광층은 상기 제 1 발광층 상에 구비되고, 상기 발광층 사이에 전하 생성층 또는 버퍼층 등의 구성없이 서로 접촉하여 형성하며, 두 개의 호스트(host)에 인광 황녹색 도펀트(dopant) 또는 인광 녹색 도펀트(dopant)가 도핑되어 형성될 수 있다. 이때, 상기 두 개의 호스트(host)는 정공 호스트(hole type

host)와 전자 호스트(electron type host)로 구비될 수 있다. 이때, 상기 정공 호스트는 전체 호스트의 30 부피 % 내지 70 부피%로 형성될 수 있고, 상기 전자 호스트는 전체 호스트의 70 부피% 내지 30 부피%로 형성될 수 있다.

[0083] 또한, 상기 제 1 발광층 내지 제 4 발광층은 하나의 호스트(host)에 인광 도펀트(dopant)가 도핑되어 형성될 수 있다. 이때, 상기 하나의 호스트(host)는 양극성(bipolar) 호스트로 형성된다.

[0084] 상기 제 3 스택(400)은 제 2 전하 생성층(130)과 제 2 전극(140) 사이에 제 3 정공 수송층(HTL)(401), 제 3 스택 발광층(402), 제 3 전자 수송층(ETL)(403) 및 전자 주입층(Electron Injection Layer; EIL)(404)이 차례로 적층되어 구비된다. 상기 전자 주입층(EIL)은 전자 주입 능력이 뛰어난 물질을 사용하고, 전자 주입을 원활하게 하기 위해 N형 도핑을 할 수 있다.

[0085] 이하 설명에서는 상기 본 발명의 실시예들에 대한 실험 결과를 자세히 서술한다. 우선 제 1 실시예에 대한 설명은 다음과 같다.

[0086] 아래 표 1은 전술한 3 탠덤 백색 유기발광 다이오드의 구조2 와 구조3에 대한 제 2 스택 발광층(302)의 구조에 따른 실험 결과를 보여준다.

[0087] 표에서 나타내는 측정 결과들 중에 효율 및 색좌표 측정은 PR655 spectrometer 측정기를 사용하여 각 조건별 샘플들에 10mA/cm²의 전류 밀도 환경에서 얻어낸 결과들이며, 수명 측정은 50mA/cm²의 전류 밀도의 가속 환경에서 얻어낸 결과들이다.

[0088] 표 1에서 보여주는 구조에 따른 제 2 스택 발광층에 적용한 인광 호스트 재료를 설명하면 A, H는 정공 호스트이며 B, R은 전자 호스트, C는 장수명 및 저전압 특성을 갖는 전자 호스트를 의미한다. 상기 A, B, C의 호스트 재료는 인광 황녹색 발광층에 최적화된 재료를 적용하였고, H는 적색 인광 발광층으로의 효율적인 정공 주입을 위하여 제 2 정공수송층과 동일한 재료를 사용하였지만, 적색 인광용 정공 호스트 재료를 적용할 수도 있다.

[0089] [표1]

		구조2	구조3	구조3-a	구조3-b
EML2-4			A:B 12%_200	A:C 12%_200	A:B 12%_200
EML2-3		A:B 12%_200	A:B 15%_100	A:C 15%_100	A:C 15%_100
EML2-2		A:B 25%_200	A:B 25%_100	A:C 25%_100	A:B 25%_100
EML2-1		H:R 3%_80 Å	H:R 3%_80 Å	H:R 3%_80 Å	H:R 3%_80 Å
효율 (cd/A) @ full	R	6.3	6.3	5.7	6.2
	G	23.1	23.0	23.2	23.3
	B	2.5	2.5	2.5	2.5
	W	71.9	70.9	72.5	72.4
색좌표	Rx	0.671	0.671	0.667	0.670
	Ry	0.326	0.326	0.328	0.327
	Gx	0.267	0.267	0.265	0.270
	Gy	0.669	0.669	0.674	0.669
	Bx	0.143	0.143	0.143	0.143
	By	0.044	0.044	0.045	0.044
	Wx	0.297	0.299	0.289	0.298
	Wy	0.308	0.308	0.316	0.312
Δu'v' @60도		0.011	0.01	0.012	0.011
V (@10mA/cm ²)		11.7	11.7	11.6	11.6
YG 수명		100%	120%	197%	150%

[0090]

- [0091] 상기 구조2와 구조3의 수명 평가를 비교하면, 도 9(c)는 전류밀도 50mA/cm² 조건에서 초기 100% 휘도 기준 5%의 휘도가 감소한 상태(T95)에서 측정한 시간을 보여주는 그래프이다.
- [0092] 본 발명의 백색 유기 발광 다이오드 구조인 구조3이 약 20% 이상 수명 특성이 개선되는 것을 알 수 있다. 이는 전자-정공(electron-hole)의 결합이 이루어지는 엑시톤 존(exiton zone)의 분포를 종래의 구조보다 더욱 정확하게 제어할 수 있는 유리한 구조이기 때문이다.
- [0093] 상기 적색 인광 발광층 상에 적어도 세층 이상의 황녹색 발광층을 배치하고 상기 황녹색 발광층의 서로 다른 도펀트 농도로 최적화하여 수명과 효율에 직접적인 영향을 주는 엑시톤 존의 시간에 따른 분포 변화를 수명에 유리한 방향으로 설계할 수 있는 것으로 해석할 수 있다.
- [0094] 좀더 구체적으로는 보통 인광 도펀트 재료는 정공 전달 특성이 전자 전달 특성보다 우수한 구조적인 특징을 보일 수 있다. 본 발명의 실시예로 적용된 황녹색 도펀트의 경우 이러한 특징을 보이며, 따라서 제 2 정공수송층(301)에 가까운 제 2스택 발광층(302)의 황녹색 발광층(302-y1)의 도펀트 농도가 가장 높게 도핑하고, 제 2 전자수송층(303)에 가까운 황녹색 발광층(302-y3)의 도펀트 농도를 가장 낮게 도핑하며 그中间的 제 3 발광층(302-y2)은 그中间的 도핑 농도를 적용하여 정공(hole)의 이동에 있어서 저항을 줄이는 효과를 보일 수 있다.
- [0095] 도 9(a)는 구조2와 구조3은 백색 유기발광 다이오드에 인가되는 전압에 대한 전류 밀도 관계를 나타내는 그래프로서 상기 구조3의 경우에 인광 발광층들의 정공의 이동 경로상에서 저항 감소로 구동전압이 감소하는 결과를 얻을 수 있다. 전류밀도 10mA/cm² 조건에서 0.1V 줄어드는 효과를 나타내지만, peak 휘도를 내야하는 높은 전류 밀도 영역에서 구동 전압 감소 폭이 증가되는 경향을 확인할 수 있다.
- [0096] 상기 구조3의 제 2 스택 발광층에서 세층의 황녹색 발광층의 전자 호스트 재료를 변경한 구조3-1 및 구조 3-2 조건의 실험결과는 도 10(a),(b)이다.
- [0097] 도 10(a)의 시간에 대한 휘도 변화율을 나타내는 수명 그래프를 참고하면, 상기 구조3의 제 2 스택 발광층의 적색 발광층을 제외한 세개의 황녹색 발광층에서 구동 전압, 효율 및 수명 관점에서 유리한 재료들을 각각 선택적으로 적용하여 최적화한 결과를 얻을 수 있다.
- [0098] 상기 구조3-1의 경우에는 구동전압과 수명 특성이 우수한 전자호스트 C만을 적용한 조건으로 상기 구조3대비 수명은 약 100% 개선되고 구동 전압이 감소되지만, 효율이 다소 감소되는 효과를 보여준다.
- [0099] 상기 구조3-2의 경우에는 효율이 우수한 전자호스트 B와 상기 C재료를 조합한 조건으로서 상기 구조3 대비 50% 수명이 개선되면서 효율은 동등 수준을 유지하는 효과를 보여준다.
- [0100] 이와 같이 본 발명의 제 1실시에 구조인 구조3은 제 2 스택 발광층(302)에서 상기 인광 적색 발광층(302-r)을 제외한 적어도 세개 이상의 상기 황녹색 발광층을 구비하여 효과적인 호스트 재료 선택 및 도펀트 농도 최적화를 통하여 수명 개선 및 구동 전압을 감소하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0101] 본 발명의 제 2 실시예는 수명과 색재현을 함께 개선시키는 효과를 위한 구조로서 도 8(b),(c)는 전술한 상기 구조4, 구조5에 대한 백색 유기발광 다이오드 구조를 나타낸다.

[0102] [표2]

구조			구조1	구조2	구조3	구조4	구조5
	EML4	-	-	-	YG3	G	G2
	EML3	-	YG2	YG2	YG2	YG2	G1
	EML2	YG	YG1	YG1	YG1	YG1	YG1
	EML1	-	-	R	R	R	R
효율 (cd/A)	R	5.8	5.7	5.7	5.7	5.6	5.5
	G	21.5	21.9	19.7	19.6	20.8	20.8
	B	3.1	3.1	2.8	2.8	2.8	2.8
	W	78.1	78.3	68.8	67.8	69.9	69.2
색좌표	Rx	0.675	0.675	0.682	0.682	0.681	0.682
	Ry	0.324	0.324	0.318	0.318	0.318	0.318
	Gx	0.282	0.280	0.275	0.275	0.268	0.265
	Gy	0.655	0.658	0.667	0.667	0.673	0.675
	Bx	0.139	0.138	0.141	0.141	0.141	0.14
	By	0.057	0.057	0.052	0.052	0.052	0.053
	Wx	0.305	0.305	0.300	0.302	0.295	0.294
	Wy	0.31	0.314	0.300	0.300	0.302	0.303
색재현율	DCI_중첩비	94.4	94.5	98.7	98.7	99.1	99.3
	BT2020_중첩비	70.2	70.5	75.1	75.1	75.8	75.9
TP색시야각 ($\Delta u'v'$ @60)	TP	0.018	0.018	0.013	0.012	0.013	0.015
전압	V @ 10mA/cm ²	12.1	12.0	11.9	12.0	11.4	11.3

[0103]

[0104] 표 2는 상기 도 8의 제 2스택 발광층(302)의 인광 발광층 구조에 따른 실험 결과를 보여준다. 이후 설명에서 제 2 실시예의 구조4 와 구조5의 실험 결과는 상기 종래 구조인 구조1과 상기 제 1실시예 구조인 구조3의 실험결과와 비교하여 설명한다.

[0105] 구조4는 상기 제 2 스택 발광층에서 상기 제 1 발광층은 상기 제 2 정공 수송층과 직접 접촉하여 형성되고, 상기 제 1 발광층은 정공 호스트 및 전자 호스트에 도펀트를 도핑하여 이루어지며, 상기 제 1 발광층의 전자 호스트의 재료는 제 2 내지 제 4 발광층의 전자 호스트 재료와 다르게 구비된다. 이는 구조4의 적색 발광층의 효율과 수명 개선 효과를 위하여 서로 이웃하는 황녹색 발광층과는 다르게 적색 발광층에 가장 적합한 호스트를 선택할 수 있다.

[0106] 상기 제 1 발광층의 정공 호스트는 상기 제 2 정공 수송층의 재료와 동일하게 구비될 수 있으며, 이는 제 2 정공수송층으로부터 제 1 발광층으로 정공이 효율적으로 주입되도록하여 효율을 최적화할 수 있다.

[0107] 또한 상기 구조4의 효율 및 인광 수명을 개선하기 위하여 상기 제 2 발광층과 제 3발광층의 도핑 농도 최적화가 필요하다. 이는 제 1 발광층인 적색 발광층에서 제 2 발광층인 황녹색 발광층(302-y1)에 주입되는 정공과 제 4 발광층인 녹색 발광층(302-g)에서 제 3 발광층인 황녹색 발광층(302-y2) 주입되는 전자의 흐름을 최적화할 수 있다.

[0108] 이런 이유로 도4는 상기 제 2 발광층의 도펀트 농도가 제 3 발광층의 도펀트 농도보다 크게 구비되도록 할 수 있다.

[0109] 구조5는 상기 제 2 스택 발광층은 제 1 발광층 내지 제 4 발광층으로 구비되며 서로 이웃하는 발광층은 서로 접촉하여 구비되며, 상기 제 1 발광층은 인광 적색 발광층, 제 2 발광층은 인광 황녹색 발광층이고, 상기 제 3 발광층, 제 4 발광층은 인광 녹색 발광층이며, 상기 인광 녹색 발광층의 도펀트 농도가 상기 인광 황녹색 발광층의 도펀트 농도보다 작고 상기 인광 적색 발광층의 도펀트 농도 보다 크도록 구비되는 백색 유기 발광 표시장치

를 제공할 수 있다.

- [0110] 녹색 발광의 세기를 더욱 증가시키기 위하여 상기 구조4에서 제 3발광층(302-y2) 대신 녹색 발광층을 구비할 수 있다. 상기 구조5의 제 3 발광층(302-g1) 및 제 4 발광층(302-g2)의 도펀트 농도에 따라서 수명 및 효율이 달라질 수 있으며, 바람직하게는 제 3 발광층의 도펀트 농도가 더 높은 구조가 성능면에서 유리할 수 있다.
- [0111] 특히 상기 제 2 실시예 구조의 경우에는 효율, 수명 이외에 색재현율을 동시에 개선할 수 있는 효과를 가질 수 있다. 후술하는 실험결과들의 색재현율 개선 효과를 설명하기에 앞서 색역(Color Gamut)과 색재현율(Color Reproduction Ratio: CRR)을 정의한다.
- [0112] 색역(Color Gamut)은 영상을 취득, 가공, 출력하는 장치의 색 표현 관련 물리적 특성을 색좌표계 상에 도시된 도형(주로 삼각형)으로 나타낸 것을 말하며, 대표 색역으로는 NTSC, BT.709, sRGB, Adobe RGB, DCI, BT2020 등이 있다.
- [0113] 본 발명에서는 국제 방송 표준단체인 ITU에 권고한 4K/UHD의 규격인 BT2020 기준과 디지털 영화 기술 규정 및 품질 관리 규격으로 Digital Cinema Initiative社에서 제정한 DCI 기준으로 설명한다.
- [0114] 또한 색역을 절대 면적으로 나타내지 않고, 기준 색역 대비 상대 면적 비(%)로 나타낸 값을 색재현율(Color Reproduction Ratio: CRR)이라 하며 본 발명에서는 BT2020의 색역을 기준으로 계산하였으며, 상기 기준 색역 대비 상대 면적 비(%)에서 상대 면적 비(%) 대신 중첩비(%)로 나타내었다.
- [0115] 도 11은 상기 구조1, 구조3, 구조4, 구조5의 스펙트럼 결과를 나타낸다. 상기 스펙트럼 결과들 중에 구조1을 제외한 구조3 내지 구조5의 제 2 스택 발광층에는 인광 적색 발광층이 구비된다.
- [0116] 이런 이유로 상기 구조3 내지 구조5의 인광 적색 발광 peak(620nm~680nm) 영역에서 구조1 대비 intensity가 증가되는 효과를 얻을 수 있다. 구체적으로 표 2의 Red 색좌표인 Rx 값을 비교해보면 구조1은 Rx(0.675), 구조3 내지 구조5의 Rx(0.681~0.682)로 높아진 것을 알 수 있다.
- [0117] 비록 구조1의 인광 황녹색 발광층의 발광 peak를 이용하여 적색을 표현할 수 있지만, 색재현율 및 효율 측면에서 상기 인광 적색 발광층을 구비할 필요가 있다. 구조1과 구조3의 DCI 중첩비와 BT2020 중첩비를 비교해보면, 구조1의 경우DCI 중첩비 94.5%에서 구조3의 경우 DCI 중첩비가 98.7%로 증가되는 효과를 얻을 수 있다.
- [0118] 상기 구조4, 구조5는 전술한 바와 같이 상기 제 2 스택 발광층(302)에 인광 녹색 발광층을 적용한 조건으로서 인광 녹색 발광층이 없는 구조3과 비교하여 녹색 영역의 색좌표 개선으로 색재현율을 높일 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 이는 녹색 발광피크의 세기(intensity) 증가에 기인한 결과로 해석할 수 있다.
- [0119] 상기 구조3의 경우 Gx, Gy의 값이 상기 구조4, 구조5에서 값이 개선되면서 DCI 중첩비 및 BT2020 중첩비가 개선되는 효과를 얻을 수 있다. 구조3의 경우 DCI 중첩비 98.7%에서 구조4, 구조5의 경우에는 99.1%, 99.3%로 상승되는 효과를 얻을 수 있다. 특히, 인광 녹색 발광층이 증가할 경우 Gx, Gy 값이 개선되면서 DCI 중첩비가 더욱 개선될 수 있다.
- [0120] 도면 12는 종래 백색 유기 발광 다이오드인 구조1 및 본 발명의 각 실시예 구조인 구조3 내지 구조5의 색재현율을 비교한 도면이다. 도면 12를 참고하면, 표 2의 각 구조별 색좌표 결과를 CIE 1931 표준 색좌표계에 나타낸 것으로 BT2020 색역을 기준으로 각 구조별 색역을 표시한 도면이다.
- [0121] 도면 12의 녹색 색좌표 A영역을 확대한 그래프를 보면 제 2 스택의 인광 녹색 발광층 구조가 반영된 구조4와 구조5는 Gx가 감소하고 Gy가 증가하는 방향으로 구조1 대비 면적이 커지는 것을 알 수 있다.
- [0122] 도면 12의 적색 색좌표 B영역을 확대한 그래프를 보면 제 2 스택의 적색 발광층 구조가 없는 구조1을 제외하고 구조3내지 구조5의 Rx, Ry는 거의 동일한 경향을 보인다.
- [0123] 상기 구조4는 상기 제1 청색 발광층과 제 2 청색 발광층은 제 1발광 피크가 430nm 내지 460nm에 있는 형광 재료로 구비되고, 상기 적색 발광층은 제 1발광 피크가 620nm 내지 650nm, 상기 황녹색 발광층은 제 1발광 피크가 530nm 내지 610nm, 상기 녹색 발광층은 제 1 발광 피크가 510nm 내지 570nm가 나오는 인광 재료가 구비된 백색 유기 발광 표시장치를 제공할 수 있다.
- [0124] 다수의 게이트 라인과 다수의 데이터 라인이 교차되어 배치된 기판 및; 백색유기발광다이오드를 구비하고, 상기 백색유기발광다이오드는, 상기 기판 상에 서로 대향된 제 1 전극 및 제 2 전극; 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서, 적어도 하나 이상의 청색 발광층을 구비하는 제 1 스택 발광층을 포함하는 제 1 스택;

- [0125] 상기 제 1 스택과 상기 제 2 전극 사이에서, 적어도 4개 이상의 인광 발광층을 구비하는 제 2스택 발광층을 포함하는 제 2 스택;
- [0126] 상기 제 2 스택과 상기 제 2 전극 사이에서, 적어도 하나 이상의 청색 발광층을 구비하는 제 3 스택 발광층을 포함하는 제 3 스택 및;
- [0127] 상기 제 1 스택과 상기 제 2 스택 사이 또는 상기 제 2 스택과 상기 제 3 스택 사이에 구비되어 각 스택들 간의 전하 균형을 조절하는 전하 생성층을 포함하고, 상기 제 2 스택 발광층은 적어도 하나 이상의 인광 적색 발광층과 인광 황녹색 발광층을 포함하는 백색 유기 발광 표시장치에서 상기 제 2 실시예의 구조4 및 구조5의 제 2 스택 발광층을 구비하여 색재현율 개선 효과를 얻을 수 있다.
- [0128] 도면에는 도시하지 않았으나, 적색 발광층 또는 녹색 발광층의 두께가 두꺼울 수록 각각 적색 발광피크(B)와 녹색 발광피크(A)가 높게 형성될 수 있다. 이러한 부분을 고려하여 패널효율 및 색재현율이 더 개선되는 효과의 방향으로 각 발광층의 두께를 최적화할 수 있다.
- [0129] 바람직하게는 녹색 발광층의 두께가 적색 발광층의 두께보다 두껍게 형성될 수 있다. 더 바람직하게는 녹색 발광층의 두께가 적색 발광층의 두께의 3배가 되도록 형성될 수 있다.
- [0130] 이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 통상의 기술자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 따라서, 이러한 변경과 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명의 범주 내에 포함되는 것으로 이해할 수 있을 것이다.

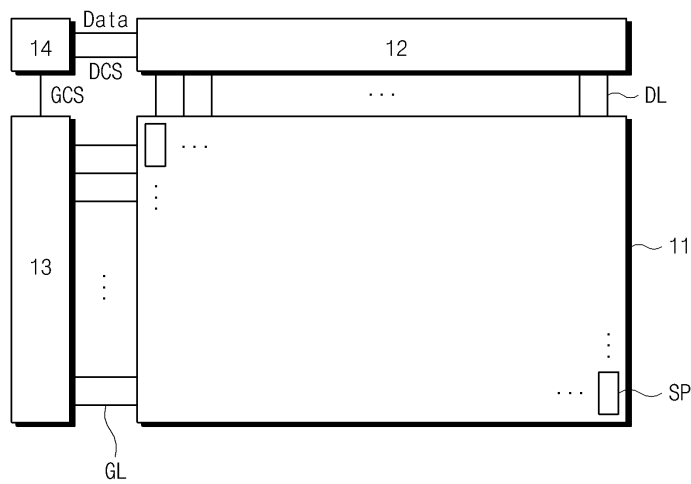
부호의 설명

- [0131] 10: 기관 204: 제 1 전자 수송층
- 110: 제 1 전극 300: 제 2 스택
- 120: 제 1 전하 생성층 302: 제 2 스택 발광층
- 140: 제 2 전극 301: 제 2 정공 수송층
- 200: 제 1 스택 303: 제 2 전자 수송층
- 201: 정공 주입층 401: 제 3 정공 수송층
- 202: 제 1 정공 수송층 402: 제 3 스택 발광층
- 203: 제 1 스택 발광층 400: 제 4 스택
- 130: 제 2 전하 생성층

도면

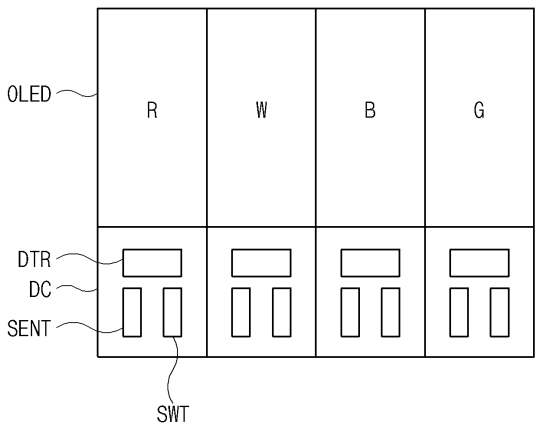
도면1

10

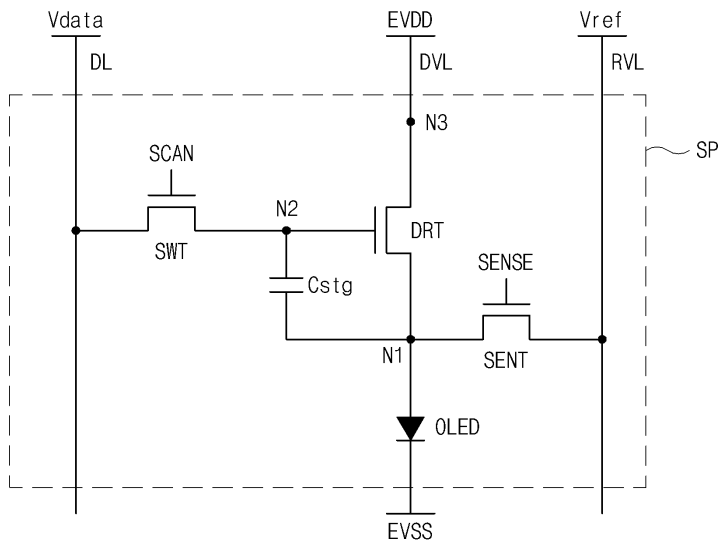


도면2

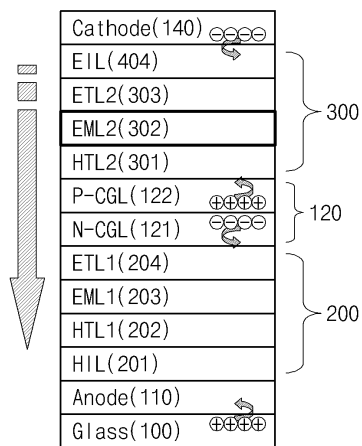
P



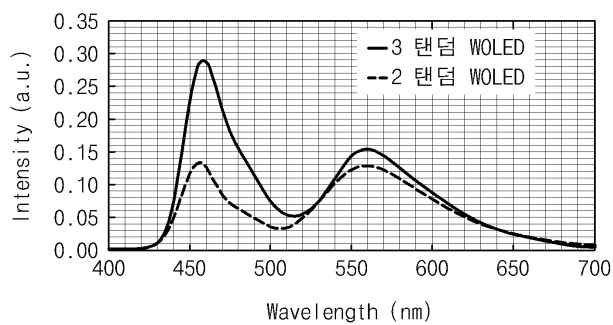
도면3



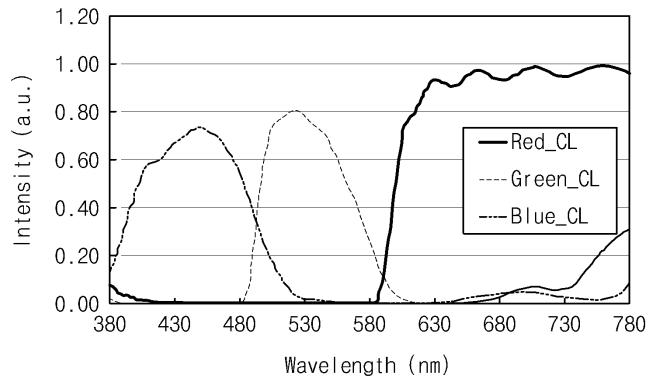
도면4



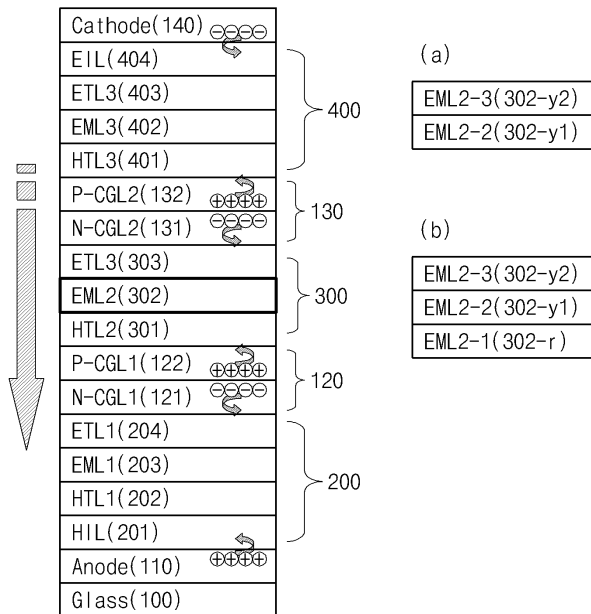
도면5



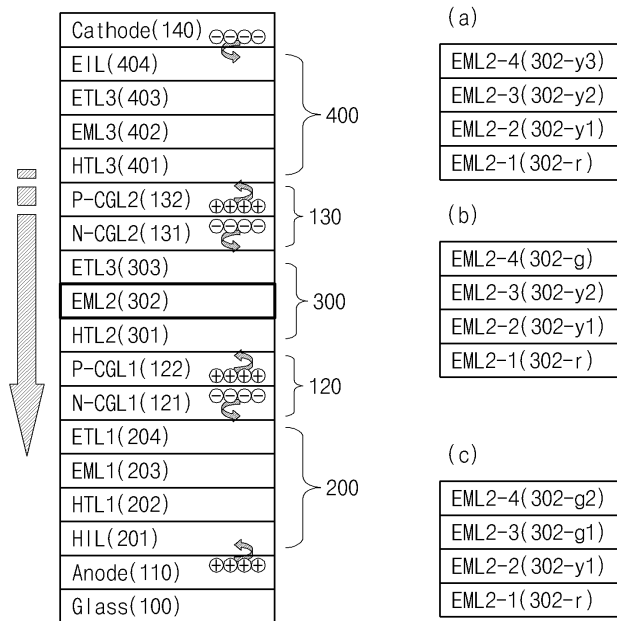
도면6



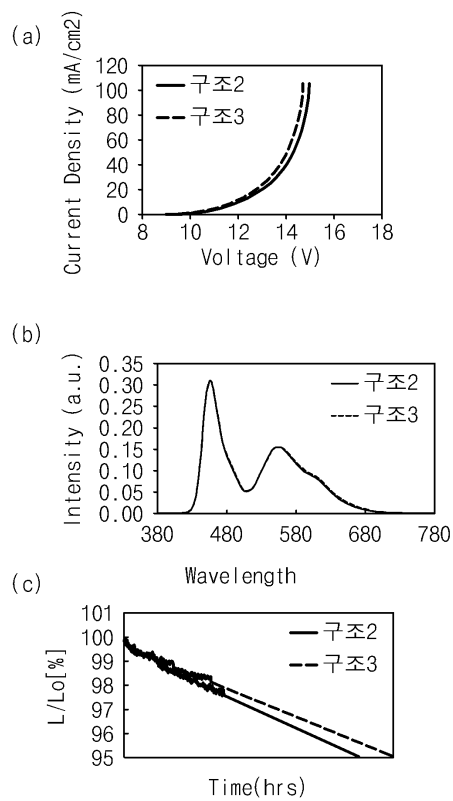
도면7



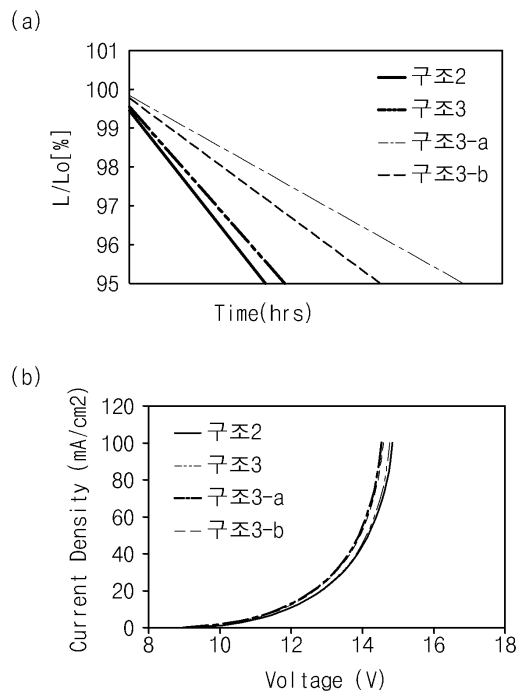
도면8



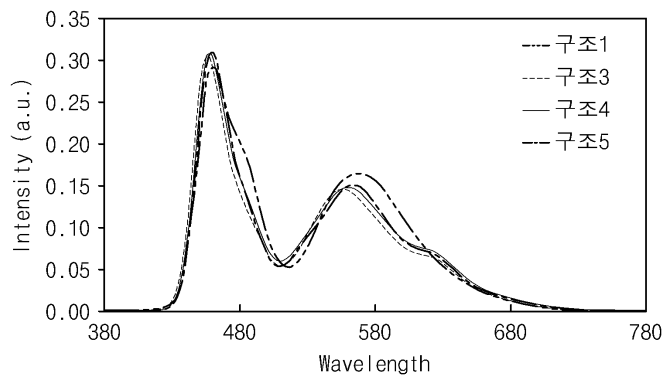
도면9



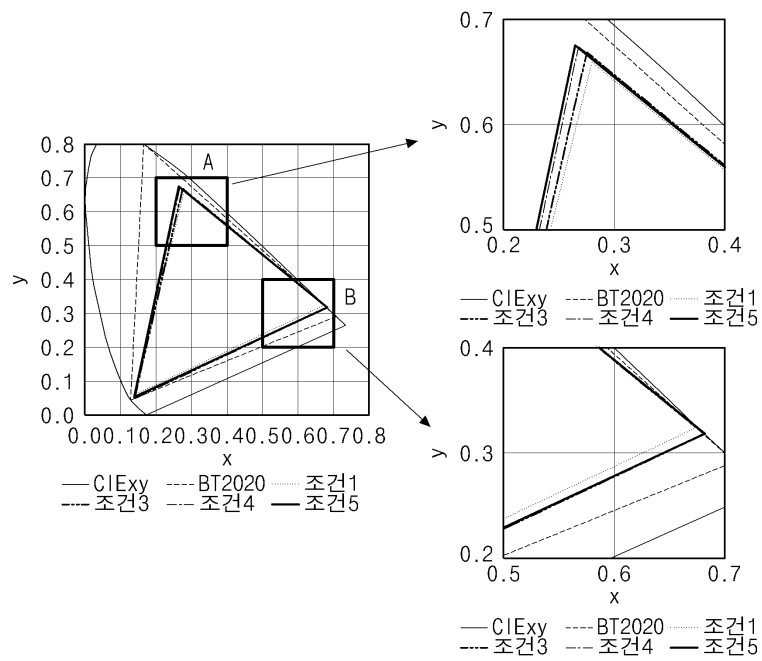
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	背景技术		
公开(公告)号	KR1020170080287A	公开(公告)日	2017-07-10
申请号	KR1020150191646	申请日	2015-12-31
[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		
[标]发明人	CHO GWI JEONG 조귀정 KIM TAE SHICK 김태식 KIM HYUNG JUNE 김형준 KIM JI YOUNG 김지영 LEE MIN GYU 이민규 LIM TAE SEOK 임태석		
发明人	조귀정 김태식 김형준 김지영 이민규 임태석		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5036 H01L51/5016 H01L51/504 H01L51/5203 H01L51/5024 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L2227/32		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及具有高效率3峰值和第一叠层的发射峰值的3串联白色有机发光二极管，以及由第一叠层至第三叠层构成的第三叠层包括用于电连接的电荷产生层在每个叠层中，第二叠层的发光层具有4个或更多个磷光发光层叠结构，形成蓝色发光层。在4个或更多个磷光发光层中，通过优化包括磷光红色，绿色和蓝绿色发光层或磷光红色和蓝绿色发光层的第二叠层发光层的厚度和掺杂浓度，使用寿命和增加了色域，并提供了适合于高分辨率的白色有机发光显示装置。

