



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0026944
(43) 공개일자 2017년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5278 (2013.01)
H01L 27/3211 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0123113
(22) 출원일자 2015년08월31일
심사청구일자 2015년08월31일

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
백흥일
경기도 고양시 덕양구 백양로 8 1711동 901호 (화정동, 옥빛마을17단지아파트)
(74) 대리인
특허법인네이트

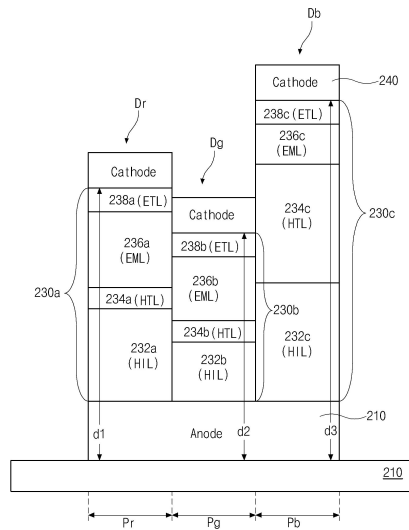
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 유기발광다이오드 표시장치

(57) 요약

본 발명의 유기발광다이오드 표시장치는 적, 녹, 청색 부화소 영역에 각각 위치하는 적, 녹, 청색 유기발광다이오드를 포함하며, 각각의 유기발광다이오드는 제1전극과 발광층 및 제2전극을 포함하는데, 청색 유기발광다이오드의 소자 두께를 적색 유기발광다이오드의 소자 두께보다 크게 함으로써, 수명 및 효율을 확보하면서 색재현율을 증가시킬 수 있다. 또한, 녹색 유기발광다이오드의 소자 두께를 적색 유기발광다이오드보다 크게 함으로써, 색재현율을 더욱 증가시킬 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 51/504 (2013.01)

H01L 51/5056 (2013.01)

H01L 51/5072 (2013.01)

H01L 2227/32 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1, 제2, 제3 부화소 영역이 정의된 기판과;

상기 제1, 제2, 제3 부화소 영역의 각각에 위치하는 제1전극과;

상기 제1, 제2, 제3 부화소 영역의 상기 제1전극 상부의 제1, 제2, 제3 발광층과;

상기 제1, 제2, 제3 발광층 상부의 제2전극

을 포함하며,

상기 제2 발광층의 발광 파장은 상기 제1 발광층의 발광 파장은 보다 작고 상기 제3 발광층의 발광 파장보다 크며,

상기 제3 발광층의 두께는 상기 제1 발광층의 두께보다 큰 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 발광층의 두께는 상기 제2 발광층의 두께보다 큰 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제3 발광층의 두께와 상기 제1 발광층의 두께 차이는 60 내지 80 nm이고, 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층의 두께 차이는 30 내지 50 nm인 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1, 제2, 제3 발광층 각각은 정공주입층과 정공수송층, 발광물질층 그리고 전자수송층을 포함하고, 상기 제1전극은 상기 정공수송층보다 두꺼운 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 발광층의 두께는 상기 제2 발광층의 두께보다 큰 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제3 발광층의 두께와 상기 제1 발광층의 두께 차이는 20 내지 30 nm이고, 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층의 두께 차이는 30 내지 50 nm인 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 제2 발광층의 두께는 상기 제3 발광층의 두께보다 큰 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제3 발광층의 두께와 상기 제1 발광층의 두께 차이는 20 내지 30 nm이고, 상기 제2 발광층과 상기 제3 발광층의 두께 차이는 40 내지 60 nm인 유기발광다이오드 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것으로, 특히 효율 및 수명을 확보하면서 높은 색재현율을 갖는 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 박형화, 경량화, 저 소비전력화 등의 우수한 특성을 가지는 평판표시장치(flat panel display)가 널리 개발되어 다양한 분야에 적용되고 있다.

[0003] 평판표시장치 중에서, 유기 전계발광 표시장치 또는 유기 전기발광 표시장치(organic electroluminescent display device)라고도 불리는 유기발광다이오드 표시장치(organic light emitting diode display device: OLED display device)는, 전자 주입 전극인 음극과 정공 주입 전극인 양극 사이에 형성된 발광층에 전하를 주입하여 전자와 정공이 쌍을 이룬 후 소멸하면서 빛을 내는 소자이다. 이러한 유기발광다이오드 표시장치는 플라스틱과 같은 유연한 기판(flexible substrate) 위에도 형성할 수 있을 뿐 아니라, 자체 발광형이기 때문에 대조비(contrast ratio)가 크며, 응답시간이 수 마이크로초(μ s) 정도이므로 동화상 구현이 쉽고, 시야각의 제한이 없으며 저온에서도 안정적이고, 직류 5V 내지 15V의 비교적 낮은 전압으로 구동이 가능하므로 구동회로의 제작 및 설계가 용이하다.

[0004] 유기발광다이오드 표시장치는 구동 방식에 따라 수동형(passive matrix type) 및 능동형(active matrix type)으로 나누어질 수 있는데, 저소비전력, 고정세, 대형화가 가능한 능동형 유기발광다이오드 표시장치가 다양한 표시장치에 널리 이용되고 있다.

[0005] 이러한 유기발광다이오드 표시장치는 다양한 색을 표현하기 위해 다수의 화소(pixel)를 포함하고, 각 화소는 적, 녹, 청색 부화소(sub-pixel)를 포함한다. 적, 녹, 청색 부화소(sub-pixel) 영역에는 적, 녹, 청색 유기발광다이오드가 각각 형성된다.

[0006] 이러한 적, 녹, 청색 유기발광다이오드는 각각 적, 녹, 청색 발광물질층(light-emitting material layer)을 포함하는데, 적, 녹, 청색 발광물질은 서로 특성을 가진다. 이에 따라, 적, 녹, 청색 발광물질 별로 원하는 색좌표를 만족하면서 균일한 수명 및 효율을 갖는 물질을 확보하기가 쉽지 않다.

[0007] 특히, 적색 및 녹색 발광물질에 비해 청색 발광물질은 표시장치에서 요구되는 색좌표를 만족하면서 수명과 효율 확보가 가능한 재료를 얻기 어렵다.

[0008] HDTV 표준 청색좌표는 CIE 1931 기준 $(B_x, B_y)=(0.15, 0.06)$ 이나, 이러한 색좌표를 만족하는 청색 발광물질의 경우 효율 및 수명이 매우 낮으며, 효율 및 수명 확보가 가능한 청색 발광물질의 y 좌표는 0.1 내지 0.12이다.

[0009] 따라서, 종래의 적색 유기발광다이오드의 색좌표는 $(R_x, R_y)=(0.66, 0.34)$ 이고, 녹색 유기발광다이오드의 색좌표는 $(G_x, G_y)=(0.31, 0.64)$ 이며, 청색 유기발광다이오드의 색좌표는 $(B_x, B_y)=(0.14, 0.125)$ 이며, 이때 색재

현율은 78.8%로 종래의 유기발광다이오드 표시장치는 매우 낮은 색재현율을 가진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은, 상기한 문제점을 해결하기 위하여 제시된 것으로, 유기발광다이오드 표시장치의 낮은 색재현율 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치는 적, 녹, 청색 부화소 영역에 각각 위치하는 적, 녹, 청색 유기발광다이오드를 포함하며, 각각의 유기발광다이오드는 제1전극과 발광층 및 제2전극을 포함하는데, 청색 유기발광다이오드의 소자 두께가 적색 유기발광다이오드의 소자 두께보다 크다.

[0012] 이때, 녹색 유기발광다이오드의 소자 두께는 적색 유기발광다이오드의 소자 두께보다 작을 수 있으며, 또는 청색 유기발광다이오드의 소자 두께보다 클 수도 있다.

[0013] 이러한 적, 녹, 청색 유기발광다이오드의 소자 두께의 차이는 발광층의 정공수송층과 정공주입층의 두께 조절을 통해 이루어질 수 있으며, 제1전극의 두께 조절을 통해서도 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에서는, 마이크로 캐비티 효과에 따라 적, 녹, 청색 유기발광다이오드 소자의 두께를 다르게 하는데, 청색 유기발광다이오드의 소자 두께를 적색 유기발광다이오드의 소자 두께보다 크게 함으로써, 수명 및 효율을 확보하면서 색좌표를 개선함으로써, 색재현율을 증가시킬 수 있다.

[0015] 또한, 제1전극의 두께를 조절함으로써 적, 녹, 청색 유기발광다이오드의 소자 두께를 차이를 줄여 공정을 용이하게 할 수 있고, 제2전극의 단선을 방지할 수 있다.

[0016] 또한, 녹색 유기발광다이오드의 소자 두께를 적색 유기발광다이오드보다 크게 함으로써, 색재현율을 더욱 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역에 대한 회로도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도로, 한 화소영역에 대응하는 구조를 도시한다.
- 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적, 녹, 청색 부화소를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 4는 청색 유기발광다이오드의 소자 두께에 따른 빛의 세기를 도시한 그래프이다.
- 도 5는 청색 유기발광다이오드의 소자 두께에 따른 색좌표 변화를 도시한 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적, 녹, 청색 부화소를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 제3실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적, 녹, 청색 부화소를 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치는, 제1, 제2, 제3 부화소 영역이 정의된 기관과, 상기 제1, 제2, 제3 부화소 영역의 각각에 위치하는 제1전극과, 상기 제1, 제2, 제3 부화소 영역의 상기 제1전극 상부의 제1, 제2, 제3 발광층과, 상기 제1, 제2, 제3 발광층 상부의 제2전극을 포함하며, 상기 제2 발광층의 발광 파장은 상기 제1 발광층의 발광 파장은 보다 작고 상기 제3 발광층의 발광 파장보다 크며, 상기 제3 발광층의 두께는 상기 제1 발광층의 두께보다 크다.

- [0019] 상기 제1 발광층의 두께는 상기 제2 발광층의 두께보다 크다.
- [0020] 이때, 상기 제3 발광층의 두께와 상기 제1 발광층의 두께 차이는 60 내지 80 nm이고, 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층의 두께 차이는 30 내지 50 nm이다.
- [0021] 한편, 상기 제1, 제2, 제3 발광층 각각은 정공주입층과 정공수송층, 발광물질층 그리고 전자수송층을 포함하고, 상기 제1전극은 상기 정공수송층보다 두껍다.
- [0022] 상기 제1 발광층의 두께는 상기 제2 발광층의 두께보다 크다.
- [0023] 이때, 상기 제3 발광층의 두께와 상기 제1 발광층의 두께 차이는 20 내지 30 nm이고, 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층의 두께 차이는 30 내지 50 nm이다.
- [0024] 한편, 상기 제2 발광층의 두께는 상기 제3 발광층의 두께보다 크다.
- [0025] 이때, 상기 제3 발광층의 두께와 상기 제1 발광층의 두께 차이는 20 내지 30 nm이고, 상기 제2 발광층과 상기 제3 발광층의 두께 차이는 40 내지 60 nm이다.
- [0026] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역에 대한 회로도이다.
- [0028] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 서로 교차하여 화소영역(P)을 정의하는 게이트배선(GL)과 데이터배선(DL)을 포함하고, 각각의 화소영역(P)에는 스위칭 박막트랜지스터(Ts)와 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 커패시터(Cst), 그리고 유기발광다이오드(De)가 형성된다.
- [0029] 보다 상세하게, 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 게이트전극은 게이트배선(GL)에 연결되고 소스전극은 데이터배선(DL)에 연결된다. 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트전극은 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 드레인전극에 연결되고, 소스전극은 고전위 전압(VDD)에 연결된다. 유기발광다이오드(De)의 애노드(anode)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인전극에 연결되고, 캐소드(cathode)는 저전위 전압(VSS)에 연결된다. 스토리지 커패시터(Cst)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트전극과 드레인전극에 연결된다.
- [0030] 이러한 유기발광다이오드 표시장치의 영상표시 동작을 살펴보면, 게이트배선(GL)을 통해 인가된 게이트신호에 따라 스위칭 박막트랜지스터(Ts)가 턴-온(turn-on) 되고, 이때, 데이터배선(DL)으로 인가된 데이터신호가 스위칭 박막트랜지스터(Ts)를 통해 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트전극과 스토리지 커패시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.
- [0031] 구동 박막트랜지스터(Td)는 데이터신호에 따라 턴-온 되어 유기발광다이오드(De)를 흐르는 전류를 제어하여 영상을 표시한다. 유기발광다이오드(De)는 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 전달되는 고전위 전압(VDD)의 전류에 의하여 발광한다.
- [0032] 즉, 유기발광다이오드(De)를 흐르는 전류의 양은 데이터신호의 크기에 비례하고, 유기발광다이오드(De)가 방출하는 빛의 세기는 유기발광다이오드(De)를 흐르는 전류의 양에 비례하므로, 화소영역(P)은 데이터신호의 크기에 따라 상이한 계조를 표시하고, 그 결과 유기발광다이오드 표시장치는 영상을 표시한다.
- [0033] 스토리지 커패시터(Cst)는 데이터신호에 대응되는 전하를 일 프레임(frame) 동안 유지하여 유기발광다이오드(De)를 흐르는 전류의 양을 일정하게 하고 유기발광다이오드(De)가 표시하는 계조를 일정하게 유지시키는 역할을 한다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도로, 한 화소영역에 대응하는 구조를 도시한다.
- [0035] 도 2에 도시한 바와 같이, 절연 기판(110) 상부에 패터닝된 반도체층(122)이 형성된다. 기판(110)은 유리기판이나 플라스틱기판일 수 있다. 반도체층(122)은 산화물 반도체 물질로 이루어질 수 있는데, 이 경우 반도체층(122) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)과 버퍼층(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 반도체층(122)으로 입사되는 빛을 차단하여 반도체층(122)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 반도체층(122)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(122)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.

- [0036] 반도체층(122) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(130)이 기판(110) 전면에 형성된다. 게이트 절연막(130)은 산화 실리콘(SiO_2)과 같은 무기절연물질로 형성될 수 있다. 반도체층(122)이 다결정 실리콘으로 이루어질 경우, 게이트 절연막(130)은 산화 실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiNx)으로 형성될 수 있다.
- [0037] 게이트 절연막(130) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트전극(132)이 반도체층(122)의 중앙에 대응하여 형성된다. 또한, 게이트 절연막(130) 상부에는 게이트배선(도시하지 않음)과 제1 커패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다. 게이트배선은 제1방향을 따라 연장되고, 제1 커패시터 전극은 게이트전극(132)에 연결된다.
- [0038] 한편, 본 발명의 실시예에서는 게이트 절연막(130)이 기판(110) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(130)은 게이트전극(132)과 동일한 모양으로 패터닝될 수도 있다.
- [0039] 게이트전극(132) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(140)이 기판(110) 전면에 형성된다. 층간 절연막(140)은 산화 실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiNx)과 같은 무기절연물질로 형성되거나, 포토 아크릴(photo acryl)이나 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)과 같은 유기절연물질로 형성될 수 있다.
- [0040] 층간 절연막(140)은 반도체층(122)의 양측 상면을 노출하는 제1 및 제2 콘택홀(140a, 140b)을 가진다. 제1 및 제2 콘택홀(140a, 140b)은 게이트전극(132)의 양측에 게이트전극(132)과 이격되어 위치한다. 여기서, 제1 및 제2 콘택홀(140a, 140b)은 게이트 절연막(130) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(130)이 게이트전극(132)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 제1 및 제2 콘택홀(140a, 140b)은 층간 절연막(140) 내에만 형성된다.
- [0041] 층간 절연막(140) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 소스 및 드레인전극(142, 144)이 형성된다. 또한, 층간 절연막(140) 상부에는 제2방향을 따라 연장되는 데이터배선(도시하지 않음)과 전원배선(도시하지 않음) 및 제2 커패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다.
- [0042] 소스 및 드레인전극(142, 144)은 게이트전극(132)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제1 및 제2 콘택홀(140a, 140b)을 통해 반도체층(122)의 양측과 접촉한다. 도시하지 않았지만, 데이터배선은 제2방향을 따라 연장되고 게이트배선과 교차하여 각 화소영역을 정의하며, 고전위 전압을 공급하는 전원배선은 데이터배선과 이격되어 위치한다. 제2 커패시터 전극은 드레인전극(144)과 연결되고, 제1 커패시터 전극과 중첩하여 둘 사이의 층간 절연막(140)을 유전체로 스토리지 커패시터를 이룬다.
- [0043] 한편, 반도체층(122)과, 게이트전극(132), 그리고 소스 및 드레인전극(142, 144)은 박막트랜지스터를 이룬다. 여기서, 박막트랜지스터는 반도체층(122)의 일측, 즉, 반도체층(122)의 상부에 게이트전극(132)과 소스 및 드레인전극(142, 144)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0044] 이와 달리, 박막트랜지스터는 반도체층의 하부에 게이트전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 및 드레인전극이 위치하는 역 스테저드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0045] 여기서, 박막트랜지스터는 유기발광다이오드 표시장치의 구동 박막트랜지스터에 해당하며, 구동 박막트랜지스터와 동일한 구조의 스위칭 박막트랜지스터(도시하지 않음)가 각 화소영역에 대응하여 기판(110) 상에 더 형성된다. 구동 박막트랜지스터의 게이트 전극(132)은 스위칭 박막트랜지스터의 드레인전극(도시하지 않음)에 연결되고 구동 박막트랜지스터의 소스전극(142)은 전원배선(도시하지 않음)에 연결된다. 또한, 스위칭 박막트랜지스터의 게이트전극(도시하지 않음)과 소스전극(도시하지 않음)은 게이트 배선 및 데이터 배선과 각각 연결된다.
- [0046] 소스 및 드레인전극(142, 144) 상부에는 절연물질로 제1보호막(152)과 제2보호막(154)이 기판(110) 전면에 순차적으로 형성된다. 제1보호막(152)은 산화 실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiNx)과 같은 무기절연물질로 형성될 수 있으며, 제2보호막(154)은 포토 아크릴이나 벤조사이클로부텐과 같은 유기절연물질로 형성되어 제2보호막(154)의 상면은 평탄할 수 있다.
- [0047] 제1보호막(152)과 제2보호막(154)은 드레인전극(144)을 노출하는 드레인 콘택홀(156)을 가진다. 여기서, 드레인 콘택홀(156)은 제2 콘택홀(140b) 바로 위에 형성된 것으로 도시되어 있으나, 제2 콘택홀(140b)과 이격되어 형성될 수도 있다.
- [0048] 제1보호막(152)과 제2보호막(154) 중 하나는 생략될 수도 있으며, 일례로, 무기절연물질로 이루어진 제1보호막(152)이 생략될 수 있다.

- [0049] 제2보호막(154) 상부에는 비교적 일함수가 높은 도전성 물질로 제1전극(162)이 형성된다. 제1전극(162)은 각 화소영역마다 형성되고, 드레인 컨택홀(156)을 통해 드레인전극(144)과 접촉한다. 일례로, 제1전극(162)은 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide: ITO)나 인듐-징크-옥사이드(indium zinc oxide: IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 형성될 수 있다.
- [0050] 제1전극(162) 상부에는 절연물질로 बैं크층(170)이 형성된다. बैं크층(170)은 인접한 화소영역 사이에 위치하고, 제1전극(162)을 노출하는 개구부를 가지며, 제1전극(162)의 가장자리를 덮는다.
- [0051] 여기서, बैं크층(170)은 단일층 구조를 가지나, 이에 제한되지 않는다. 일례로, बैं크층은 이중층 구조를 가질 수도 있다. 즉, बैं크층은 제1뱅크와 제2뱅크 상부의 제2뱅크를 포함하고, 제1뱅크의 폭이 제2뱅크의 폭보다 넓을 수 있다. 이때, 제1뱅크는 친수성 특성을 갖는 무기절연물질이나 유기절연물질로 이루어질 수 있으며, 제2뱅크는 소수성 특성을 갖는 유기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0052] बैं크층(170)의 개구부를 통해 노출된 제1전극(162) 상부에는 발광층(180)이 형성된다. 발광층(180)은 제1전극(162) 상부로부터 순차적으로 위치하는 정공보조층(182)과 발광물질층(light-emitting material layer: EML)(184) 및 전자보조층(186)을 포함한다.
- [0053] 정공보조층(182)과 발광물질층(184) 및 전자보조층(186)은 유기 물질로 이루어지며, 용액 공정을 통해 형성될 수 있다. 이에 따라, 공정을 단순화하고 대면적 고해상도의 표시장치를 제공할 수 있다. 용액 공정으로는 스펀 코팅법이나 잉크젯 프린팅법 또는 스크린 프린팅법이 사용될 수 있다.
- [0054] 이와 달리, 정공보조층(182)과 발광물질층(184) 및 전자보조층(186)은 진공 증착을 통해 형성될 수도 있다.
- [0055] 또는, 정공보조층(182)과 발광물질층(184) 및 전자보조층(186)은 용액 공정과 진공 증착의 조합에 의해 형성될 수도 있다.
- [0056] 정공보조층(182)은 정공주입층(hole injecting layer: HIL)과 정공수송층(hot transporting layer: HTL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 전자보조층(186)은 전자주입층(electron injecting layer: EIL)과 전자수송층(electron transporting layer: ETL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0057] 전자보조층(186) 상부에는 비교적 일함수가 낮은 도전성 물질로 제2전극(192)이 기판(110) 전면에 형성된다. 여기서, 제2전극(192)은 알루미늄(aluminum)이나 마그네슘(magnesium), 은(silver) 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있다.
- [0058] 제1전극(162)과 발광층(180) 및 제2전극(192)은 유기발광다이오드(De)를 이루며, 제1전극(162)은 애노드(anode)의 역할을 하고, 제2전극(192)은 캐소드(cathode)의 역할을 한다.
- [0059] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 능동행렬방식 유기발광다이오드 표시장치는 발광물질층(184)으로부터 발광된 빛이 제1전극(162)을 통해 외부로 출력되는 하부발광방식(bottom emission type)일 수 있다. 이때, 제2전극(192)은 반사판의 역할을 한다.
- [0060] 이와 달리, 본 발명의 실시예에 따른 능동행렬방식 유기발광다이오드 표시장치는 발광물질층(184)으로부터 발광된 빛이 제2전극(192)을 통해 외부로 출력되는 상부발광방식(top emission type)일 수 있다. 이때, 제1전극(162)은 불투명 도전성 물질로 이루어진 반사층(도시하지 않음)을 더 포함한다. 일례로, 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-paladium-copper: APC) 합금으로 형성될 수 있으며, 제1전극(162)은 ITO/APC/ITO의 3중층 구조를 가질 수 있다. 또한, 제2전극(192)은 빛이 투과되도록 비교적 얇은 두께를 가지며, 제2전극(192)의 빛 투과도는 약 45-50%일 수 있다.
- [0061] 이러한 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 다수의 화소를 포함하며, 각 화소는 적, 녹, 청색 부화소를 포함하고, 적, 녹, 청색 부화소의 각 영역에는 도 2의 박막트랜지스터와 유기발광다이오드가 형성된다.
- [0062] 이때, 적, 녹, 청색 부화소 영역의 유기발광다이오드는 서로 다른 소자 두께를 가진다. 이에 대해 도면을 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0063] -제1실시예-
- [0064] 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적, 녹, 청색 부화소를 개략적으로 도시한 도면이다.

- [0065] 도 3에 도시한 바와 같이, 기판(210) 상에 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)이 정의되고, 각 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에는 적, 녹, 청색 빛을 출력하는 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)가 각각 위치한다. 여기서, 적색 유기발광다이오드(Dr)는 제1전극(220)과 제1 발광층(230a) 및 제2전극(240)을 포함하고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)는 제1전극(220)과 제2 발광층(230b) 및 제2전극(240)을 포함하며, 청색 유기발광다이오드(Db)는 제1전극(220)과 제3 발광층(230c) 및 제2전극(240)을 포함한다.
- [0066] 보다 상세하게, 기판(210) 상의 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 각각에는 양극인 제1전극(220)이 형성된다. 제1전극(220)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에서 서로 연결된 것으로 도시되어 있으나, 제1전극(220)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 별로 분리된다.
- [0067] 제1전극(220)은 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide: ITO)나 인듐-징크-옥사이드(indium zinc oxide: IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 형성될 수 있다.
- [0068] 도시하지 않았지만, 기판(210)과 제1전극(220) 사이에는 하나 이상의 절연막이 형성될 수 있으며, 또한, 박막트랜지스터와 스토리지 커패시터가 더 형성될 수 있다.
- [0069] 제1전극(220) 상부에는 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 각각에 대응하여 제1, 제2, 제3 발광층(230a, 230b, 230c)이 형성된다. 제1 발광층(230a)은 제1전극(220) 상부로부터 순차적으로 제1 정공주입층(232a)과, 제1 정공수송층(234a), 제1 발광물질층(236a), 그리고 제1 전자수송층(238a)을 포함하고, 제2 발광층(230b)은 제1전극(220) 상부로부터 순차적으로 제2 정공주입층(232b)과, 제2 정공수송층(234b), 제2 발광물질층(236b), 그리고 제2 전자수송층(238b)을 포함하며, 제3 발광층(230c)은 제1전극(220) 상부로부터 순차적으로 제3 정공주입층(232c)과, 제3 정공수송층(234c), 제3 발광물질층(236c), 그리고 제3 전자수송층(238c)을 포함한다.
- [0070] 여기서, 제1, 제2, 제3 발광물질층(236a, 236b, 236c)은 각각 적, 녹, 청색 발광물질을 포함한다.
- [0071] 제1, 제2, 제3 발광층(230a, 230b, 230c)은 제1, 제2, 제3 전자수송층(238a, 238b, 238c) 상부에 각각 제1, 제2, 제3 전자주입층(도시하지 않음)을 더 포함할 수 있다.
- [0072] 제1, 제2, 제3 발광층(230a, 230b, 230c) 상부에는 음극인 제2전극(240)이 형성된다. 여기서, 제2전극(240)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 별로 분리된 것으로 도시되어 있으나, 제2전극(240)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에서 서로 연결된다.
- [0073] 제2전극(240)은 알루미늄(aluminum)이나 마그네슘(magnesium), 은(silver) 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있다.
- [0074] 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 제1, 제2, 제3 발광층(230a, 230b, 230c)으로부터의 빛이 제1전극(220)을 통해 외부로 출력되는 하부발광방식일 수 있다.
- [0075] 이러한 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)는 서로 다른 소자 두께를 갖는다. 즉, 적색 부화소 영역(Pr)의 적색 유기발광다이오드(Dr)는 제1전극(220)의 하면으로부터 제2전극(240)의 하면까지 제1거리(d1)를 소자 두께로 갖고, 녹색 부화소 영역(Pg)의 녹색 유기발광다이오드(Dg)는 제1전극(220)의 하면으로부터 제2전극(240)의 하면까지 제2거리(d2)를 소자 두께로 가지며, 청색 부화소 영역(Pb)의 청색 유기발광다이오드(Db)는 제1전극(220)의 하면으로부터 제2전극(240)의 하면까지 제3거리(d3)를 소자 두께로 갖는다.
- [0076] 이러한 제1, 제2, 제3거리(d1, d2, d3)는 마이크로 캐비티(microcavity) 효과를 고려하여 결정될 수 있으며, 발광 세기(emission intensity)를 나타내는 하기의 식(1)로 계산될 수 있다.

$$I_{ext}(\lambda) = \frac{(1-R_1) \left[HR_2 \sqrt{R_2 \cos^2(\phi_m)} \right]^{4nL/\lambda}}{1 - HR_1 \sqrt{R_1 \cos^2(\phi_m)}} I_{int}(\lambda) \quad \text{---식(1)}$$

[0077] 여기서, I_{ext} 는 발광다이오드 외부로 출력되는 빛의 세기이며, I_{int} 는 발광다이오드 내부에서 빛의 세기(light intensity)이고, l 는 발광 파장이며, R_1 은 캐소드의 반사율(reflectance)이고, R_2 는 애노드의 반사율이며, n 은 발광층의 굴절률이고, z 는 발광 위치에서 캐소드까지의 거리이며, L 은 소자 두께이고, ϕ_m 은 계면에서의 상 변화이다.

- [0079] 일반적으로, 마이크로 캐비티 효과를 고려한 소자 두께는 발광 파장이 클수록 커진다. 즉, 일반적으로 적, 녹, 청색 유기발광다이오드 순으로 소자 두께가 작아진다.
- [0080] 그러나, 본 발명의 제1실시예에서는 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께가 가장 크다. 즉, 제3거리(d3)가 제1거리(d1) 및 제2거리(d2)보다 크다.
- [0081] 이러한 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께는 다음과 같이 구할 수 있다.
- [0082] 식(1)에서 발광 위치(z)를 고정하고, 발광층의 두께(L)를 변경하는 경우, 발광층의 두께(L)만이 코사인(cosine) 함수의 변수가 되므로, 빛의 세기(I)는 발광층의 두께(L)에 따라 주기적인 특성을 나타낸다. 즉, 빛의 세기(I)가 최대가 되는 지점은 발광층의 두께(L)에 따라 주기적으로 나타나게 된다.
- [0083] 도 4는 청색 유기발광다이오드의 소자 두께에 따른 빛의 세기를 도시한 그래프이다.
- [0084] 도 4에 도시한 바와 같이, 빛의 세기(I)가 최대가 되는 지점은 소자 두께(L)에 따라 주기적으로 나타난다. 이 때, 제1구간(S1)에서 빛의 세기(I)의 첫 번째 최대 지점인 제1 하모닉(first harmonic: H1)이 나타나고, 제2구간(S2)에서 빛의 세기(I)의 두 번째 최대 지점인 제2 하모닉(second harmonic: H2)이 나타난다.
- [0085] 도 5는 청색 유기발광다이오드의 소자 두께에 따른 색좌표 변화를 도시한 그래프이다.
- [0086] 도 5에 도시한 바와 같이, 소자 두께(L)가 증가하더라도 x좌표는 거의 변화가 없는 것을 알 수 있다. 반면, y좌표는 제1 하모닉(도 4의 H1)이 나타나는 제1구간(S1)보다 제2 하모닉(도 4의 H2)이 나타나는 제2구간(S2)에서 더 낮은 경향을 보이는 것을 알 수 있다.
- [0087] 따라서, 본 발명의 제1실시예에서는 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께(L)를 제2 하모닉(도 4의 H2)이 나타나는 제2구간(S2)에 대응하는 값으로 적용함으로써, 광효율을 만족하면서 색좌표를 개선할 수 있다.
- [0088] 이에 따라, 다시 도 3을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에서는 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께가 적색 및 녹색 유기발광다이오드(Dr, Dg)보다 크며, 적색 유기발광다이오드(Dr)의 소자 두께가 녹색 유기발광다이오드(Dg)보다 크다. 즉, 제3거리(d3)가 제1거리(d1)보다 크고, 제1거리(d1)가 제2거리(d2)보다 크다.
- [0089] 여기서, 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)의 제1전극(220) 두께는 모두 동일하므로, 제1, 제2, 제3거리(d1, d2, d3)는 제1, 제2, 제3 발광층(230a, 230b, 230b)의 두께에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 제3 발광층(230c)의 두께가 제1 발광층(230a)의 두께보다 크고, 제1 발광층(230a)의 두께는 제2 발광층(230b)의 두께보다 크다.
- [0090] 이때, 제3 정공주입층(232c)과 제3 정공수송층(234c)의 두께를 증가시킴으로써, 발광 위치(z)를 고정하면서 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께를 증가시킬 수 있다.
- [0091] 즉, 제3 정공주입층(232c)의 두께를 제1 및 제2 정공주입층(232a, 232b)보다 두껍게 하고, 제3 정공수송층(234c)의 두께를 제1 및 제2 정공수송층(234a, 234b)보다 두껍게 할 수 있다.
- [0092] 이러한 제1, 제2, 제3 정공주입층(232a, 232b, 232c)과 제1, 제2, 제3 정공수송층(234a, 234b, 234c) 각각은 하나의 물질로 용액 공정을 통해 형성할 수 있으며, 용액 공정 시 부화소 영역 별로 용액의 적하량을 다르게 함으로써 서로 다른 두께를 얻을 수 있다.
- [0093] 또는, 제1, 제2, 제3 정공주입층(232a, 232b, 232c)과 제1, 제2, 제3 정공수송층(234a, 234b, 234c)의 서로 다른 두께는, 하나의 물질로 용액 공정을 통해 형성할 때, 부화소 영역 별로 용액의 농도를 다르게 하여 건조 공정을 통해 용매를 제거하고 남은 용질의 두께를 다르게 함으로써 얻을 수 있다.
- [0094] 이와 달리, 제3 정공수송층(234c)은 제1 및 제2 정공수송층(234a, 234b)과 다른 물질을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0095] 한편, 제1, 제2, 제3 정공주입층(232a, 232b, 232c)과 제1, 제2, 제3 정공수송층(234a, 234b, 234c)는, 미세금속마스크(fine metal mask)를 통해 부화소 영역 별로 물질의 증착 시간을 다르게 함으로써, 서로 다른 두께를 가질 수도 있다.
- [0096] 일례로, 적색 유기발광다이오드(Dr)에서 제1 정공주입층(232a)의 두께는 약 78 nm이고, 제1 정공수송층(234a)의 두께는 약 18 nm이며, 제1 발광물질층(236a)의 두께는 약 64 nm이고, 제1 전자수송층(238a)의 두께는 약 20 nm 일 수 있다.

- [0097] 또한, 녹색 유기발광다이오드(Dg)에서 제2 정공주입층(232b)의 두께는 약 50 nm이고, 제2 정공수송층(234b)의 두께는 약 18 nm이며, 제2 발광물질층(236b)의 두께는 약 54 nm이고, 제2 전자수송층(238b)의 두께는 약 20 nm 일 수 있다.
- [0098] 또한, 청색 유기발광다이오드(Db)에서 제3 정공주입층(232c)의 두께는 약 100 nm이고, 제3 정공수송층(234c)의 두께는 약 100 nm이며, 제3 발광물질층(236c)의 두께는 약 34 nm이고, 제3 전자수송층(238c)의 두께는 약 20 nm 일 수 있다.
- [0099] 한편, 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)에서 제1전극(220)의 두께는 약 50 nm일 수 있다.
- [0100] 따라서, 적색 유기발광다이오드(Dr)의 제1거리(d1)는 약 230 nm이고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 제2거리(d2)는 약 192 nm이며, 청색 유기발광다이오드(Db)의 제3거리(d3)는 약 304 nm일 수 있다.
- [0101] 이때, CIE 1931 기준 적색 유기발광다이오드(Dr)의 색좌표는 (Rx, Ry)=(0.66, 0.34)이고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 색좌표는 (Gx, Gy)=(0.31, 0.64)이며, 청색 유기발광다이오드(Db)의 색좌표는 (Bx, By)=(0.142, 0.088)이다. 따라서, 종래 대비 청색 유기발광다이오드(Db)의 y색좌표가 개선되며, 색재현율은 약 92.9%로 종래 대비 약 14% 이상 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0102] 이와 같이, 본 발명의 제1실시예에서는 청색 유기발광다이오드(Db)의 제3거리(d3)를 적색 및 녹색 유기발광다이오드(Dr, Dg)의 제1 및 제2거리(d1, d2)보다 크게 함으로써, 표시장치의 색재현율을 향상시킬 수 있다.
- [0103] 바람직하게, 제3거리(d3)는 제1거리(d1)보다 약 60 내지 80nm 만큼 크고, 제1거리(d1)는 제2거리(d2)보다 약 30 내지 50 nm 만큼 클 수 있다.
- [0104] -제2실시예-
- [0105] 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적, 녹, 청색 부화소를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0106] 도 6에 도시한 바와 같이, 기관(310) 상에 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)이 정의되고, 각 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에는 적, 녹, 청색 빛을 출력하는 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)가 각각 위치한다. 여기서, 적색 유기발광다이오드(Dr)는 제1전극(320)과 제1 발광층(330a) 및 제2전극(340)을 포함하고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)는 제1전극(320)과 제2 발광층(330b) 및 제2전극(340)을 포함하며, 청색 유기발광다이오드(Db)는 제1전극(320)과 제3 발광층(330c) 및 제2전극(340)을 포함한다.
- [0107] 보다 상세하게, 기관(310) 상의 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 각각에는 양극인 제1전극(320)이 형성된다. 제1전극(320)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에서 서로 연결된 것으로 도시되어 있으나, 제1전극(320)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 별로 분리된다.
- [0108] 제1전극(320)은 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide: ITO)나 인듐-징크-옥사이드(indium zinc oxide: IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 형성될 수 있다.
- [0109] 도시하지 않았지만, 기관(310)과 제1전극(320) 사이에는 하나 이상의 절연막이 형성될 수 있으며, 또한, 박막트랜지스터와 스토리지 커패시터가 더 형성될 수 있다.
- [0110] 제1전극(320) 상부에는 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 각각에 대응하여 제1, 제2, 제3 발광층(330a, 330b, 330c)이 형성된다. 제1 발광층(330a)은 제1전극(320) 상부로부터 순차적으로 제1 정공주입층(332a)과, 제1 정공수송층(334a), 제1 발광물질층(336a), 그리고 제1 전자수송층(338a)을 포함하고, 제2 발광층(330b)은 제1전극(320) 상부로부터 순차적으로 제2 정공주입층(332b)과, 제2 정공수송층(334b), 제2 발광물질층(336b), 그리고 제2 전자수송층(338b)을 포함하며, 제3 발광층(330c)은 제1전극(320) 상부로부터 순차적으로 제3 정공주입층(332c)과, 제3 정공수송층(334c), 제3 발광물질층(336c), 그리고 제3 전자수송층(338c)을 포함한다.
- [0111] 여기서, 제1, 제2, 제3 발광물질층(336a, 336b, 336c)은 각각 적, 녹, 청색 발광물질을 포함한다.
- [0112] 제1, 제2, 제3 발광층(330a, 330b, 330c)은 제1, 제2, 제3 전자수송층(338a, 338b, 338c) 상부에 각각 제1, 제2, 제3 전자주입층(도시하지 않음)을 더 포함할 수 있다.
- [0113] 제1, 제2, 제3 발광층(330a, 330b, 330c) 상부에는 음극인 제2전극(340)이 형성된다. 여기서, 제2전극(340)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 별로 분리된 것으로 도시되어 있으나, 제2전극(340)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에서 서로 연결된다.

- [0114] 제2전극(340)은 알루미늄(aluminum)이나 마그네슘(magnesium), 은(silver) 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있다.
- [0115] 본 발명의 제2실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 제1, 제2, 제3 발광층(330a, 330b, 330c)으로부터의 빛이 제1전극(320)을 통해 외부로 출력되는 하부발광방식일 수 있다.
- [0116] 이러한 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)는 서로 다른 소자 두께를 갖는다. 즉, 적색 부화소 영역(Pr)의 적색 유기발광다이오드(Dr)는 제1전극(320)의 하면으로부터 제2전극(340)의 하면까지 제1거리(d1)를 소자 두께로 갖고, 녹색 부화소 영역(Pg)의 녹색 유기발광다이오드(Dg)는 제1전극(320)의 하면으로부터 제2전극(340)의 하면까지 제2거리(d2)를 소자 두께로 가지며, 청색 부화소 영역(Pb)의 청색 유기발광다이오드(Db)는 제1전극(320)의 하면으로부터 제2전극(340)의 하면까지 제3거리(d3)를 소자 두께로 갖는다.
- [0117] 이러한 제1, 제2, 제3거리(d1, d2, d3)는 마이크로 캐비티(microcavity) 효과를 고려하여 결정될 수 있으며, 발광 세기(emission intensity)를 나타내는 식(1)로 계산될 수 있다.
- [0118] 본 발명의 제2실시예에서는 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께를 제2 하모닉(도 4의 H2)이 나타나는 제2구간(S2)에 대응하는 값으로 적용함으로써, 광효율을 만족하면서 색좌표를 개선할 수 있다.
- [0119] 이에 따라, 본 발명의 제2실시예에서는 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께가 가장 크다. 또한, 적색 유기발광다이오드(Dr)의 소자 두께가 녹색 유기발광다이오드(Dg)보다 크다.
- [0120] 따라서, 제3거리(d3)가 제1거리(d1)보다 크고, 제1거리(d1)가 제2거리(d2)보다 크다.
- [0121] 여기서, 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)의 제1전극(320) 두께는 모두 동일하므로, 제1, 제2, 제3거리(d1, d2, d3)는 제1, 제2, 제3 발광층(330a, 330b, 330b)의 두께에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 제3 발광층(330c)의 두께가 제1 발광층(330a)의 두께보다 크고, 제1 발광층(330a)의 두께는 제2 발광층(330b)의 두께보다 크다.
- [0122] 이때, 제1전극(320)과 제3 정공주입층(332c) 및 제3 정공수송층(334c)의 두께를 증가시킴으로써, 발광 위치(z)를 고정하면서 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께를 증가시킬 수 있다.
- [0123] 일반적으로, 정공수송층의 전하 이동도가 정공주입층보다 크므로, 정공수송층의 두께 변화를 적게 하는 것이 바람직하다.
- [0124] 즉, 제3 정공주입층(332c)의 두께를 제1 및 제2 정공주입층(332a, 332b)보다 두껍게 하고, 제3 정공수송층(334c)의 두께를 제1 및 제2 정공수송층(334a, 334b)보다 두껍게 하는데, 제3 정공수송층(334c)의 두께를 제1실시예의 제3 정공수송층(도 3의 234c)에 비해 작게 형성하고, 제1전극(320)의 두께를 제1실시예의 제1전극(도 3의 220)에 비해 두껍게 형성한다.
- [0125] 따라서, 제2실시예에서 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께는 제1실시예와 동일할 수 있다.
- [0126] 이때, 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)는 동일한 두께의 제1전극(320)을 가지기 때문에, 적색 및 녹색 유기발광다이오드(Dr, Dg)에서 제1전극(320)의 두께 또한 두꺼워지게 되어 적색 및 녹색 유기발광다이오드(Dr, Dg)의 소자 두께도 증가하게 되나, 적색 및 녹색 유기발광다이오드(Dr, Dg)는 두께 변화에 따른 특성 변화가 적으므로 문제되지 않는다.
- [0127] 이러한 제1, 제2, 제3 정공주입층(332a, 332b, 332c)과 제1, 제2, 제3 정공수송층(334a, 334b, 334c) 각각은 하나의 물질로 용액 공정을 통해 형성할 수 있으며, 용액 공정 시 부화소 영역 별로 용액의 적하량을 다르게 함으로써 서로 다른 두께를 얻을 수 있다.
- [0128] 또는, 제1, 제2, 제3 정공주입층(332a, 332b, 332c)과 제1, 제2, 제3 정공수송층(334a, 334b, 334c)의 서로 다른 두께는, 하나의 물질로 용액 공정을 통해 형성할 때, 부화소 영역 별로 용액의 농도를 다르게 하여 건조 공정을 통해 용매를 제거하고 남은 용질의 두께를 다르게 함으로써 얻을 수 있다.
- [0129] 이와 달리, 제3 정공수송층(334c)은 제1 및 제2 정공수송층(334a, 334b)과 다른 물질을 이용하여 형성할 수도 있다.
- [0130] 한편, 제1, 제2, 제3 정공주입층(332a, 332b, 332c)과 제1, 제2, 제3 정공수송층(334a, 334b, 334c)는, 미세금속마스크(fine metal mask)를 통해 부화소 영역 별로 물질의 증착 시간을 다르게 함으로써, 서로 다른 두께를 가질 수도 있다.

- [0131] 일례로, 적색 유기발광다이오드(Dr)에서 제1 정공주입층(332a)의 두께는 약 78 nm이고, 제1 정공수송층(334a)의 두께는 약 18 nm이며, 제1 발광물질층(336a)의 두께는 약 64 nm이고, 제1 전자수송층(338a)의 두께는 약 20 nm 일 수 있다.
- [0132] 또한, 녹색 유기발광다이오드(Dg)에서 제2 정공주입층(332b)의 두께는 약 50 nm이고, 제2 정공수송층(334b)의 두께는 약 18 nm이며, 제2 발광물질층(336b)의 두께는 약 54 nm이고, 제2 전자수송층(338b)의 두께는 약 20 nm 일 수 있다.
- [0133] 또한, 청색 유기발광다이오드(Db)에서 제3 정공주입층(332c)의 두께는 약 100 nm이고, 제3 정공수송층(334c)의 두께는 약 50 nm이며, 제3 발광물질층(336c)의 두께는 약 34 nm이고, 제3 전자수송층(338c)의 두께는 약 20 nm 일 수 있다.
- [0134] 한편, 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)에서 제1전극(220)의 두께는 약 100 nm일 수 있다.
- [0135] 따라서, 적색 유기발광다이오드(Dr)의 제1거리(d1)는 약 280 nm이고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 제2거리(d2)는 약 242 nm이며, 청색 유기발광다이오드(Db)의 제3거리(d3)는 약 304 nm일 수 있다.
- [0136] 이와 같이, 본 발명의 제2실시예에서는 청색 유기발광다이오드(Db)의 제3거리(d3)를 적색 및 녹색 유기발광다이오드(Dr, Dg)의 제1 및 제2거리(d1, d2)보다 크게 함으로써, 표시장치의 색재현율을 향상시킬 수 있다.
- [0137] 이때, 제1전극(320)의 두께를 제1실시예의 제1전극(도 3의 220)에 비해 두껍게 하고, 제3 정공수송층(334c)의 두께를 제1실시예의 제3 정공수송층(도 3의 234c)보다 얇게 한다. 이에 따라, 제3 정공수송층(334c)의 두께와 제1 및 제2 정공수송층(334a, 334b)의 두께 사이의 차이를 제1실시예에 비해 줄임으로써 공정을 용이하게 할 수 있다.
- [0138] 또한, 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께와 적색 및 녹색 유기발광다이오드(Dr, Dg)의 소자 두께 사이의 차이를 제1실시예에 비해 줄임으로써, 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)의 막들 사이의 단차를 줄여 제2전극(340)의 단선을 방지할 수 있다.
- [0139] 바람직하게, 제3거리(d3)는 제1거리(d1)보다 약 20 내지 30nm 만큼 크고, 제1거리(d1)는 제2거리(d2)보다 약 30 내지 50 nm 만큼 클 수 있다.
- [0140] -제3실시예-
- [0141] 도 7은 본 발명의 제3실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적, 녹, 청색 부화소를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0142] 도 7에 도시한 바와 같이, 기관(410) 상에 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)이 정의되고, 각 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에는 적, 녹, 청색 빛을 출력하는 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)가 각각 위치한다. 여기서, 적색 유기발광다이오드(Dr)는 제1전극(420)과 제1 발광층(430a) 및 제2전극(440)을 포함하고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)는 제1전극(420)과 제2 발광층(430b) 및 제2전극(440)을 포함하며, 청색 유기발광다이오드(Db)는 제1전극(420)과 제3 발광층(430c) 및 제2전극(440)을 포함한다.
- [0143] 보다 상세하게, 기관(410) 상의 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 각각에는 양극인 제1전극(420)이 형성된다. 제1전극(420)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에서 서로 연결된 것으로 도시되어 있으나, 제1전극(420)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 별로 분리된다.
- [0144] 제1전극(420)은 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide: ITO)나 인듐-징크-옥사이드(indium zinc oxide: IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 형성될 수 있다.
- [0145] 도시하지 않았지만, 기관(410)과 제1전극(420) 사이에는 하나 이상의 절연막이 형성될 수 있으며, 또한, 박막트랜지스터와 스토리지 커패시터가 더 형성될 수 있다.
- [0146] 제1전극(420) 상부에는 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 각각에 대응하여 제1, 제2, 제3 발광층(430a, 430b, 430c)이 형성된다. 제1 발광층(430a)은 제1전극(420) 상부로부터 순차적으로 제1 정공주입층(432a)과, 제1 정공수송층(434a), 제1 발광물질층(436a), 그리고 제1 전자수송층(438a)을 포함하고, 제2 발광층(430b)은 제1전극(420) 상부로부터 순차적으로 제2 정공주입층(432b)과, 제2 정공수송층(434b), 제2 발광물질층(436b), 그리고 제2 전자수송층(438b)을 포함하며, 제3 발광층(430c)은 제1전극(420) 상부로부터 순차적으로 제3 정공주입층(432c)과, 제3 정공수송층(434c), 제3 발광물질층(436c), 그리고 제3 전자수송층(438c)을 포함한다.

- [0147] 여기서, 제1, 제2, 제3 발광물질층(436a, 436b, 436c)은 각각 적, 녹, 청색 발광물질을 포함한다.
- [0148] 제1, 제2, 제3 발광층(430a, 430b, 430c)은 제1, 제2, 제3 전자수송층(438a, 438b, 438c) 상부에 각각 제1, 제2, 제3 전자주입층(도시하지 않음)을 더 포함할 수 있다.
- [0149] 제1, 제2, 제3 발광층(430a, 430b, 430c) 상부에는 음극인 제2전극(440)이 형성된다. 여기서, 제2전극(440)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 별로 분리된 것으로 도시되어 있으나, 제2전극(440)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에서 서로 연결된다.
- [0150] 제2전극(440)은 알루미늄(aluminum)이나 마그네슘(magnesium), 은(silver) 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있다.
- [0151] 본 발명의 제3실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 제1, 제2, 제3 발광층(430a, 430b, 430c)으로부터의 빛이 제1전극(320)을 통해 외부로 출력되는 하부발광방식일 수 있다.
- [0152] 이러한 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)는 서로 다른 소자 두께를 갖는다. 즉, 적색 부화소 영역(Pr)의 적색 유기발광다이오드(Dr)는 제1전극(420)의 하면으로부터 제2전극(440)의 하면까지 제1거리(d1)를 소자 두께로 갖고, 녹색 부화소 영역(Pg)의 녹색 유기발광다이오드(Dg)는 제1전극(420)의 하면으로부터 제2전극(440)의 하면까지 제2거리(d2)를 소자 두께로 가지며, 청색 부화소 영역(Pb)의 청색 유기발광다이오드(Db)는 제1전극(420)의 하면으로부터 제2전극(440)의 하면까지 제3거리(d3)를 소자 두께로 갖는다.
- [0153] 이러한 제1, 제2, 제3거리(d1, d2, d3)는 마이크로 캐비티(microcavity) 효과를 고려하여 결정될 수 있으며, 발광 세기(emission intensity)를 나타내는 식(1)로 계산될 수 있다.
- [0154] 본 발명의 제3실시예에서는 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께를 제2 하모닉(도 4의 H2)이 나타나는 제2구간(S2)에 대응하는 값으로 적용하고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 소자 두께 또한 제2 하모닉(도시하지 않음)이 나타나는 구간에 대응하는 값으로 적용함으로써, 광효율을 만족하면서 색좌표를 더욱 개선할 수 있다.
- [0155] 이에 따라, 본 발명의 제3실시예에서는 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 소자 두께가 가장 크고, 적색 유기발광다이오드(Dr)의 소자 두께가 가장 작다.
- [0156] 따라서, 제2거리(d2)가 제3거리(d3)보다 크고, 제3거리(d3)가 제1거리(d1)보다 크다.
- [0157] 여기서, 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)의 제1전극(420) 두께는 모두 동일하므로, 제1, 제2, 제3거리(d1, d2, d3)는 제1, 제2, 제3 발광층(430a, 430b, 430b)의 두께에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 제2 발광층(330b)의 두께가 제3 발광층(330c)의 두께보다 크고, 제3 발광층(330c)의 두께는 제1 발광층(330a)의 두께보다 크다.
- [0158] 이때, 제1전극(420)과 제2 및 제3 정공주입층(432b, 432c), 그리고 제2 및 제3 정공수송층(434b, 434c)의 두께를 증가시킴으로써, 발광 위치(z)를 고정하면서 녹색 및 청색 유기발광다이오드(Dg, Db)의 소자 두께를 증가시킬 수 있다.
- [0159] 즉, 제2 및 제3 정공주입층(432b, 432c)의 두께를 제1 정공주입층(432a)보다 두껍게 하고, 제2 및 제3 정공수송층(434b, 434c)의 두께를 제1 정공수송층(434a)보다 두껍게 하는데, 제2 정공수송층(434b)의 두께를 제3 정공수송층(434c) 두께보다 두껍게 한다.
- [0160] 한편, 제3 정공수송층(434c)의 두께는 제1실시예의 제3 정공수송층(도 3의 234c)에 비해 작게 형성하고, 제1전극(420)의 두께를 제1실시예의 제1전극(도 3의 220)에 비해 두껍게 형성한다.
- [0161] 따라서, 제3실시예에서 청색 유기발광다이오드(Db)의 소자 두께는 제1 및 제2실시예와 동일할 수 있으며, 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 소자 두께는 제1 및 제2실시예보다 크다.
- [0162] 이때, 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)는 동일한 두께의 제1전극(420)을 가지기 때문에, 적색 유기발광다이오드(Dr)에서 제1전극(420)의 두께 또한 두꺼워지게 되어 적색 유기발광다이오드(Dr)의 소자 두께도 증가하게 되나, 적색 유기발광다이오드(Dr)는 두께 변화에 따른 특성 변화가 적으므로 문제되지 않는다.
- [0163] 이러한 제1, 제2, 제3 정공주입층(432a, 432b, 432c)과 제1, 제2, 제3 정공수송층(434a, 434b, 434c) 각각은 하나의 물질로 용액 공정을 통해 형성할 수 있으며, 용액 공정 시 부화소 영역 별로 용액의 적하량을 다르게 함으로써 서로 다른 두께를 얻을 수 있다.

- [0164] 또는, 제1, 제2, 제3 정공주입층(432a, 432b, 432c)과 제1, 제2, 제3 정공수송층(434a, 434b, 434c)의 서로 다른 두께는, 하나의 물질로 용액 공정을 통해 형성할 때, 부화소 영역 별로 용액의 농도를 다르게 하여 건조 공정을 통해 용매를 제거하고 남은 용질의 두께를 다르게 함으로써 얻을 수 있다.
- [0165] 이와 달리, 제2 및 제3 정공수송층(434b, 434c)은 제1 정공수송층(434a)과 다른 물질을 이용하여 형성할 수도 있다.
- [0166] 한편, 제1, 제2, 제3 정공주입층(432a, 432b, 432c)과 제1, 제2, 제3 정공수송층(434a, 434b, 434c)는, 미세금속마스크(fine metal mask)를 통해 부화소 영역 별로 물질의 증착 시간을 다르게 함으로써, 서로 다른 두께를 가질 수도 있다.
- [0167] 일례로, 적색 유기발광다이오드(Dr)에서 제1 정공주입층(432a)의 두께는 약 78 nm이고, 제1 정공수송층(434a)의 두께는 약 18 nm이며, 제1 발광물질층(436a)의 두께는 약 64 nm이고, 제1 전자수송층(438a)의 두께는 약 20 nm일 수 있다.
- [0168] 또한, 녹색 유기발광다이오드(Dg)에서 제2 정공주입층(432b)의 두께는 약 100 nm이고, 제2 정공수송층(434b)의 두께는 약 80 nm이며, 제2 발광물질층(436b)의 두께는 약 54 nm이고, 제2 전자수송층(438b)의 두께는 약 20 nm일 수 있다.
- [0169] 또한, 청색 유기발광다이오드(Db)에서 제3 정공주입층(432c)의 두께는 약 100 nm이고, 제3 정공수송층(434c)의 두께는 약 50 nm이며, 제3 발광물질층(436c)의 두께는 약 34 nm이고, 제3 전자수송층(438c)의 두께는 약 20 nm일 수 있다.
- [0170] 한편, 적, 녹, 청색 유기발광다이오드(Dr, Dg, Db)에서 제1전극(220)의 두께는 약 100 nm일 수 있다.
- [0171] 따라서, 적색 유기발광다이오드(Dr)의 제1거리(d1)는 약 280 nm이고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 제2거리(d2)는 약 354 nm이며, 청색 유기발광다이오드(Db)의 제3거리(d3)는 약 304 nm일 수 있다.
- [0172] 이때, CIE 1931 기준 적색 유기발광다이오드(Dr)의 색좌표는 (Rx, Ry)=(0.66, 0.34)이고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 색좌표는 (Gx, Gy)=(0.266, 0.666)이며, 청색 유기발광다이오드(Db)의 색좌표는 (Bx, By)=(0.142, 0.088)이다. 따라서, 종래에 비해 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 x색좌표 및 청색 유기발광다이오드(Db)의 y색좌표가 개선되며, 색재현율은 약 98.3%로 종래 대비 약 19.6% 이상 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0173] 이와 같이, 본 발명의 제3실시예에서는 청색 유기발광다이오드(Db)의 제3거리(d3)를 적색 유기발광다이오드(Dr)의 제1거리(d1)보다 크게 하고, 녹색 유기발광다이오드(Dg)의 제2거리(d2)를 청색 유기발광다이오드(Db)의 제3거리(d3)보다 크게 함으로써, 청색 및 녹색 색좌표를 개선하고 표시장치의 색재현율을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0174] 바람직하게, 제3거리(d3)는 제1거리(d1)보다 약 20 내지 30nm 만큼 크고, 제2거리(d2)는 제3거리(d3)보다 약 40 내지 60 nm 만큼 클 수 있다.
- [0175] 앞선 실시예들에서는 하부발광방식의 구조로 설명하였으나, 본 발명은 상부발광방식의 구조에도 적용할 수 있다.
- [0176] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

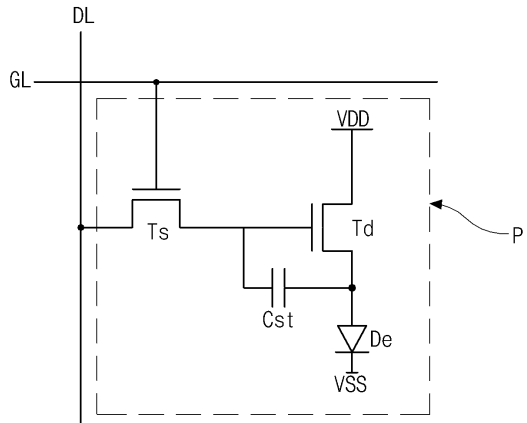
- [0177] 110: 기판 122: 반도체층
- 130: 게이트 절연막 132: 게이트전극
- 140: 층간 절연막 140a, 140b: 제1 및 제2 콘택홀
- 142: 소스전극 144: 드레인전극
- 152, 154: 제1 및 제2보호막 156: 드레인 콘택홀
- 162: 제1전극 170: बैं크층
- 180: 발광층 182: 정공보조층

184: 발광물질층 186: 전자보조층

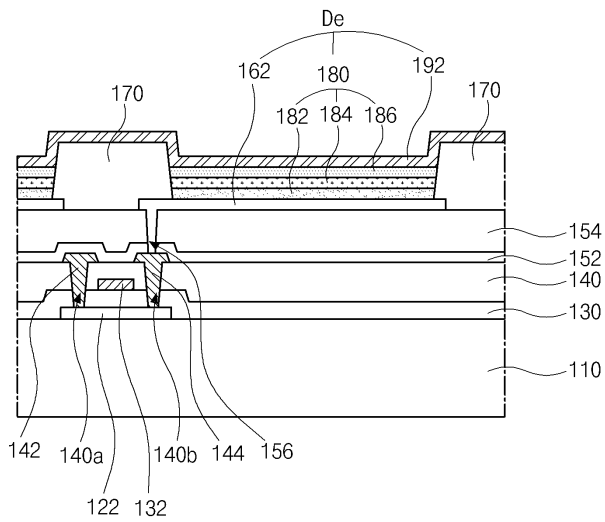
192: 제2 전극

도면

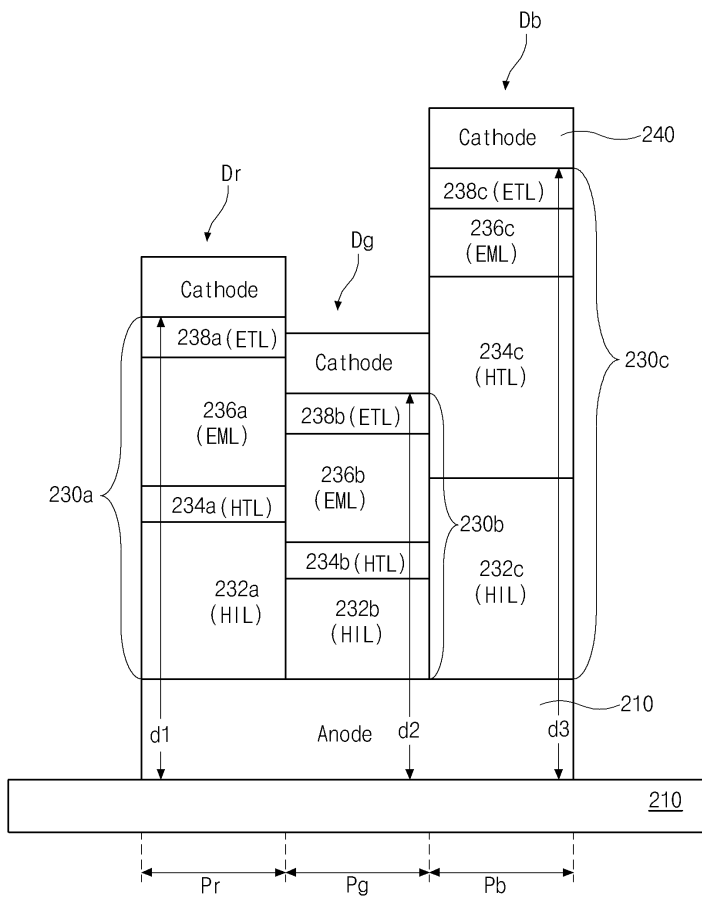
도면1



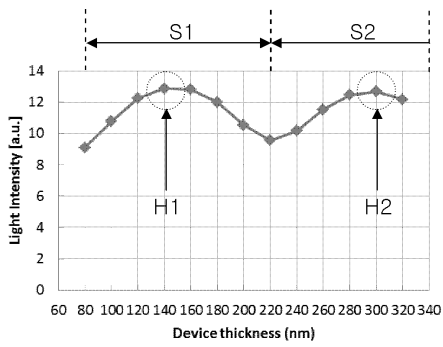
도면2



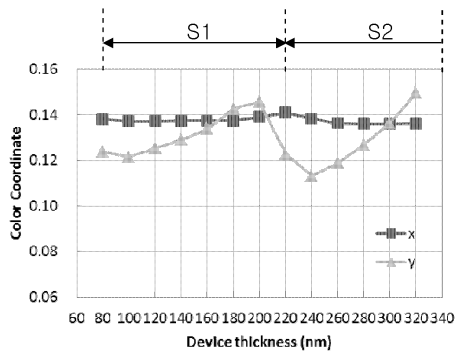
도면3



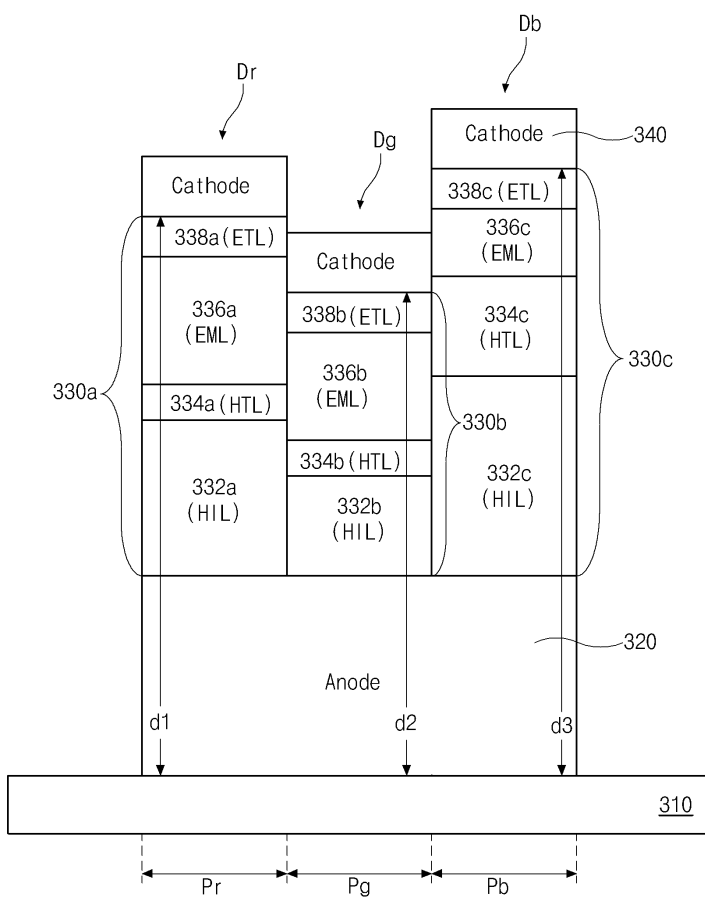
도면4



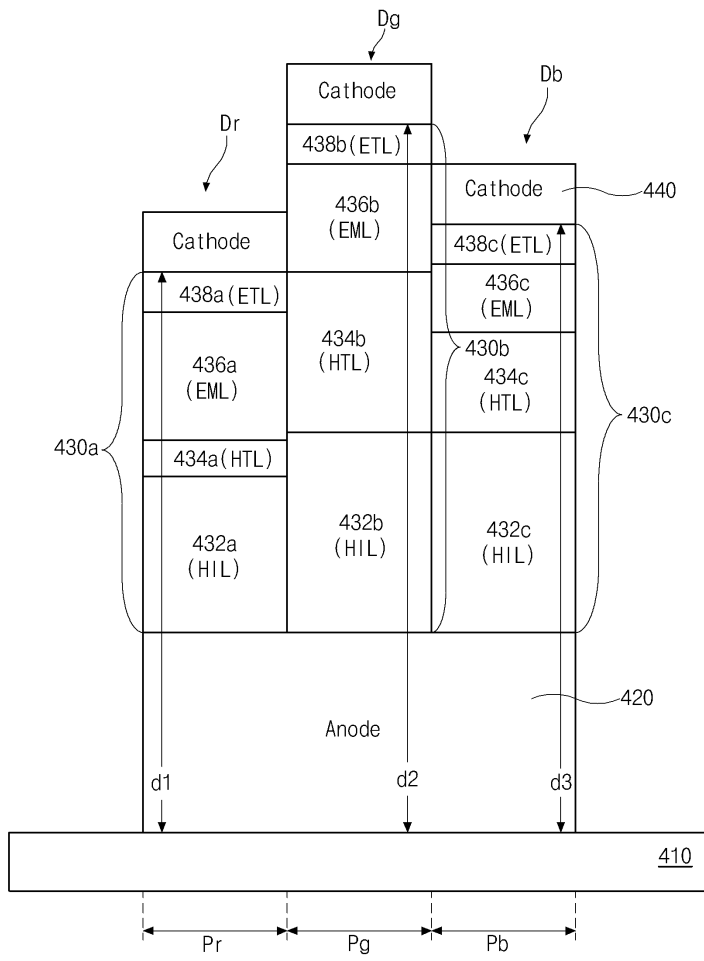
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	标题 : OLED显示器件		
公开(公告)号	KR1020170026944A	公开(公告)日	2017-03-09
申请号	KR1020150123113	申请日	2015-08-31
[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	BAEK HEUME IL 백흠일		
发明人	백흠일		
IPC分类号	H01L51/52 H01L27/32 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5278 H01L27/3211 H01L51/504 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L2227/32		
其他公开文献	KR101774839B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的有机发光二极管显示装置包括红色，绿色和蓝色有机发光二极管，它们分别位于红色，绿色和蓝色子像素区域中。每个有机发光二极管包括第一电极，发光层和第二电极。蓝色有机发光二极管的元件厚度比红色有机发光二极管的元件厚度厚，从而在确保寿命和效率的同时增加色域。此外，绿色有机发光二极管的元件厚度比红色有机发光二极管的元件厚度厚，从而进一步增加色域。COPYRIGHT KIPO 2017

