

(52) CPC특허분류

H01L 27/3213 (2013.01)
H01L 27/322 (2013.01)
H01L 51/0071 (2013.01)
H01L 51/0072 (2013.01)
H01L 51/5056 (2013.01)
H01L 51/5072 (2013.01)
H01L 51/5278 (2013.01)
H01L 2227/32 (2013.01)

(72) 발명자

주명오

서울특별시 송파구 석촌호수로 133, 105동 1902호
(잠실동,레이크팰리스)

최정목

경기도 고양시 일산동구 숲속마을1로 115, 808동
1303호 (풍동, 숲속마을8단지아파트)

조윤주

서울특별시 서초구 서초대로29길 8, 204호 (방배동)

명세서

청구범위

청구항 1

적, 녹색, 청색 부화소 영역이 정의된 기판과;
 상기 적, 녹색, 청색 부화소 영역의 각각에 위치하는 제1 전극과;
 상기 제1 전극 상부의 상기 적, 녹색, 청색 부화소 영역에 각각 위치하는 제1, 제2, 제3 발광층과;
 상기 제1, 제2, 제3 발광층 상부의 제2 전극과;
 상기 제2 전극 상부에 위치하며, 상기 적, 녹색, 청색 부화소 영역에 각각 대응하는 적, 녹색, 청 컬러필터
 를 포함하며,
 상기 제1 및 제2 발광층은 황색 발광물질을 포함하고,
 상기 제1 발광층의 두께는 상기 제2 발광층의 두께보다 작은 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 황색 발광물질은 530 nm 내지 555 nm의 파장 영역에서 제1 발광피크를 가지며 590 nm 내지 620 nm의 파장
 영역에서 제2 발광피크 가지는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 황색 발광물질은 4,4'-N,N'-dicarbazole-biphenyl(CBP)와 도펀트로 bis[2-(4-
 tertbutylphenyl)benzothiazolato-N,C2']iridium(acetylactonate)[(t-bt)2Ir(acac)]를 포함하는 유기발광다이
 오드 표시장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 제1 및 제2 발광층의 각각은 정공보조층과 발광물질층 그리고 전자보조층을 포함하고, 상기 제1 발광층의
 정공보조층의 두께는 상기 제2 발광층의 정공보조층의 두께보다 작은 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 제1 발광층의 정공보조층의 두께는 250 nm 내지 280 nm이고, 상기 제2 발광층의 정공보조층의 두께는 310
 nm 내지 330 nm인 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제3 발광층은 청색 발광물질을 포함하고, 상기 제3 발광층의 두께는 상기 제1 발광층의 두께보다 작은 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제3 발광층은 정공보조층과 발광물질층 그리고 전자보조층을 포함하고, 상기 제3 발광층의 정공보조층의 두께는 상기 제1 발광층의 정공보조층의 두께보다 작은 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제3 발광층의 정공보조층의 두께는 30 nm 내지 70 nm인 유기발광다이오드 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것으로, 특히 수명을 향상시킬 수 있는 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근, 박형화, 경량화, 저 소비전력화 등의 우수한 특성을 가지는 평판표시장치(flat panel display)가 널리 개발되어 다양한 분야에 적용되고 있다.

[0004] 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 없다.

[0005] 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.

[0006] 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.

[0007] 이러한 적, 녹, 청색 유기발광다이오드는 각각 적, 녹, 청색 발광물질층(light-emitting material layer)을 포함하며, 발광물질층은 미세금속마스크(fine metal mask)를 이용하여 유기발광물질을 선택적으로 진공 증착함으로써 열증착(thermal evaporation)법에 의해 형성되는데, 마스크의 제작 편차, 처짐, 섀도우 효과(shadow effect) 등에 의해 대면적 및 고해상도 표시장치에 적용하기 어려운 문제가 있다.

[0008] 이를 해결하기 위해, 용액 공정(solution process)에 의해 발광물질층을 형성하는 방법이 제안되었다. 용액 공정에서는, 화소영역을 둘러싸는 बैं크층을 형성하고, 분사장치의 노즐(nozzle)을 일정 방향으로 스캔함으로써 बैं크층 내의 화소영역에 발광물질을 적하(drop)한 후 이를 경화하여 발광물질층을 형성한다. 이때, 정공주입층과

정공수송층 또한 용액 공정에 의해 형성될 수 있다.

[0009] 그런데, 적, 녹, 청색 발광물질은 서로 특성을 가진다. 특히, 적색 발광물질은 효율이 낮으며 녹색 발광물질은 수명이 낮아, 균일한 수명 및 효율을 갖는 적, 녹, 청색 발광물질을 확보하기가 쉽지 않으며, 이에 따라 유기발광다이오드 표시장치의 수명이 저하된다.

[0010] 한편, 유기발광다이오드 표시장치는 외부 광 반사가 심하며, 외부 광 반사에 의해 블랙 상태의 휘도가 높아져 콘트라스트 비(contrast ratio)가 낮아지므로, 화질이 저하되는 문제가 있다. 따라서, 외부 광 반사를 차단하기 위해 적어도 1매의 편광판을 사용하여 비용이 상승하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은, 상기한 문제점을 해결하기 위하여 제시된 것으로, 유기발광다이오드 표시장치의 수명 저하 문제를 해결하고자 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 유기발광다이오드 표시장치의 비용 상승 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치는, 적, 녹, 청색 부화소 영역이 정의된 기판과, 상기 적, 녹, 청색 부화소 영역의 각각에 위치하는 제1 전극과, 상기 제1 전극 상부의 상기 적, 녹, 청색 부화소 영역에 각각 위치하는 제1, 제2, 제3 발광층과, 상기 제1, 제2, 제3 발광층 상부의 제2 전극과, 상기 제2 전극 상부에 위치하며, 상기 적, 녹, 청색 부화소 영역에 각각 대응하는 적, 녹, 청 컬러필터를 포함하며, 상기 제1 및 제2 발광층은 2개의 발광피크를 갖는 황색 발광물질을 포함하고, 상기 제1 발광층의 정공보조층의 두께는 상기 제2 발광층의 정공보조층의 두께보다 작다.

[0016] 또한, 제3 발광층은 청색 발광물질을 포함하고, 제3 발광층의 정공보조층의 두께는 제1 발광층의 정공보조층의 두께보다 작다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에서는, 상대적으로 긴 수명을 갖는 황색 발광물질과, 마이크로 캐비티 효과 및 컬러필터를 이용하여 적색 및 녹색 광을 구현함으로써 유기발광다이오드 표시장치의 수명을 향상시킬 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치는 편광판을 생략할 수 있으므로, 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역에 대한 회로도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적, 녹, 청색 부화소를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치에서 방출되는 빛을 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적색 및 녹색 부화소 영역의 유기발광다이오드에서 방출되는 광의 스펙트럼을 도시한 도면이며, 도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적색 및 녹색 부화소 영역에서 출력되는 광의 스펙트럼을 도시한 도면이다.

도 6a는 정공보조층의 두께에 따른 CIE x 색 좌표를 나타내는 도면이고, 도 6b는 정공보조층의 두께에 따른 CIE

y 색 좌표를 나타내는 도면이며, 도 6c는 정공보조층의 두께에 따른 효율을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치는, 적, 녹, 청색 부화소 영역이 정의된 기판과, 상기 적, 녹, 청색 부화소 영역의 각각에 위치하는 제1 전극과, 상기 제1 전극 상부의 상기 적, 녹, 청색 부화소 영역에 각각 위치하는 제1, 제2, 제3 발광층과, 상기 제1, 제2, 제3 발광층 상부의 제2 전극과, 상기 제2 전극 상부에 위치하며, 상기 적, 녹, 청색 부화소 영역에 각각 대응하는 적, 녹, 청 컬러필터를 포함하며, 상기 제1 및 제2 발광층은 황색 발광물질을 포함하고, 상기 제1 발광층의 두께는 상기 제2 발광층의 두께보다 작다.
- [0023] 상기 황색 발광물질은 530 nm 내지 555 nm의 파장 영역에서 제1 발광피크를 가지며 590 nm 내지 620 nm의 파장 영역에서 제2 발광피크 가진다.
- [0024] 상기 황색 발광물질은 4,4'-N,N'-dicarbazole-biphenyl(CBP)와 도펀트로 bis[2-(4-tertbutylphenyl)benzothiazolato-N,C2']iridium(acetylacetonate)[(t-bt)2Ir(acac)]를 포함한다.
- [0025] 상기 제1 및 제2 발광층의 각각은 정공보조층과 발광물질층 그리고 전자보조층을 포함하고, 상기 제1 발광층의 정공보조층의 두께는 상기 제2 발광층의 정공보조층의 두께보다 작다.
- [0026] 상기 제1 발광층의 정공보조층의 두께는 250 nm 내지 280 nm이고, 상기 제2 발광층의 정공보조층의 두께는 310 nm 내지 330 nm이다.
- [0027] 상기 제3 발광층은 청색 발광물질을 포함하고, 상기 제3 발광층의 두께는 상기 제1 발광층의 두께보다 작다.
- [0028] 상기 제3 발광층은 정공보조층과 발광물질층 그리고 전자보조층을 포함하고, 상기 제3 발광층의 정공보조층의 두께는 상기 제1 발광층의 정공보조층의 두께보다 작다.
- [0029] 상기 제3 발광층의 정공보조층의 두께는 30 nm 내지 70 nm이다.
- [0031] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치에 대하여 상세히 설명한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역에 대한 회로도이다.
- [0033] 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.
- [0034] 보다 상세하게, 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 게이트 전극은 게이트배선(GL)에 연결되고 소스 전극은 데이터배선(DL)에 연결된다. 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극은 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 드레인 전극에 연결되고, 소스 전극은 고전위 전압(VDD)에 연결된다. 유기발광다이오드(De)의 애노드(anode)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극에 연결되고, 캐소드(cathode)는 저전위 전압(VSS)에 연결된다. 스토리지 커패시터(Cst)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 드레인 전극에 연결된다.
- [0035] 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 게이트 전극과 스토리지 커패시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.
- [0036] 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.
- [0037] 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.
- [0038] 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.

- [0039] 그러나, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 도시된 예에 제한되지 않으며, 각 화소영역에는 보상을 위해 박막 트랜지스터와 신호 배선 및/또는 커패시터가 더 형성될 수도 있다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도로, 한 화소영역에 대응하는 구조를 도시한다.
- [0042] 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.
- [0043] 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.
- [0044] 게이트 절연막(130) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(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 게이트 전극(132)에 연결된다.
- [0045] 한편, 본 발명의 실시예에서는 게이트 절연막(130)이 기판(110) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(130)은 게이트 전극(132)과 동일한 모양으로 패터닝될 수도 있다.
- [0046] 게이트 전극(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.
- [0047] 층간 절연막(140)은 반도체층(122)의 양측 상면을 노출하는 제1 및 제2 컨택홀(140a, 140b)을 가진다. 제1 및 제2 컨택홀(140a, 140b)은 게이트 전극(132)의 양측에 게이트 전극(132)과 이격되어 위치한다. 여기서, 제1 및 제2 컨택홀(140a, 140b)은 게이트 절연막(130) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(130)이 게이트 전극(132)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 제1 및 제2 컨택홀(140a, 140b)은 층간 절연막(140) 내에만 형성된다.
- [0048] 층간 절연막(140) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 소스 및 드레인 전극(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.
- [0049] 소스 및 드레인 전극(142, 144)은 게이트 전극(132)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제1 및 제2 컨택홀(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 드레인 전극(144)과 연결되고, 제1 커패시터 전극과 중첩하여 둘 사이의 층간 절연막(140)을 유전체로 스토리지 커패시터를 이룬다.
- [0050] 한편, 반도체층(122)과, 게이트 전극(132), 그리고 소스 및 드레인 전극(142, 144)은 박막트랜지스터를 이룬다. 여기서, 박막트랜지스터는 반도체층(122)의 일측, 즉, 반도체층(122)의 상부에 게이트 전극(132)과 소스 및 드레인 전극(142, 144)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0051] 이와 달리, 박막트랜지스터는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 및 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0052] 여기서, 박막트랜지스터는 유기발광다이오드 표시장치의 구동 박막트랜지스터에 해당하며, 구동 박막트랜지스터와 동일한 구조의 스위칭 박막트랜지스터(도시하지 않음)가 각 화소영역에 대응하여 기판(110) 상에 더 형성된

다. 구동 박막트랜지스터의 게이트 전극(132)은 스위칭 박막트랜지스터의 드레인 전극(도시하지 않음)에 연결되고 구동 박막트랜지스터의 소스 전극(142)은 전원배선(도시하지 않음)에 연결된다. 또한, 스위칭 박막트랜지스터의 게이트 전극(도시하지 않음)과 소스 전극(도시하지 않음)은 게이트 배선 및 데이터 배선과 각각 연결된다.

- [0053] 소스 및 드레인 전극(142, 144) 상부에는 절연물질로 제1 보호막(152)과 제2 보호막(154)이 기판(110) 전면에서 순차적으로 형성된다. 제1 보호막(152)은 산화 실리콘(SiO_2)이나 질화 실리콘(SiNx)과 같은 무기절연물질로 형성될 수 있으며, 제2 보호막(154)은 포토 아크릴이나 벤조사이클로부텐과 같은 유기절연물질로 형성되어 제2 보호막(154)의 상면은 평탄할 수 있다.
- [0054] 제1 보호막(152)과 제2 보호막(154)은 드레인 전극(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.
- [0055] 제1 보호막(152)과 제2 보호막(154) 중 하나는 생략될 수도 있으며, 일례로, 무기절연물질로 이루어진 제1 보호막(152)이 생략될 수 있다.
- [0056] 제2 보호막(154) 상부에는 비교적 일함수가 높은 도전성 물질로 제1 전극(162)이 형성된다. 제1 전극(162)은 각 화소영역마다 형성되고, 드레인 콘택홀(156)을 통해 드레인 전극(144)과 접촉한다. 일례로, 제1 전극(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.
- [0057] 제1 전극(162) 상부에는 절연물질로 뱅크층(170)이 형성된다. 뱅크층(170)은 인접한 화소영역 사이에 위치하고, 제1 전극(162)을 노출하는 개구부를 가지며, 제1 전극(162)의 가장자리를 덮는다.
- [0058] 여기서, 뱅크층(170)은 단일층 구조를 가지나, 이에 제한되지 않는다. 일례로, 뱅크층은 이중층 구조를 가질 수도 있다. 즉, 뱅크층은 제1뱅크와 제1뱅크 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.
- [0059] 뱅크층(170)의 개구부를 통해 노출된 제1 전극(162) 상부에는 발광층(180)이 형성된다. 발광층(180)은 제1 전극(162) 상부로부터 순차적으로 위치하는 정공보조층(182)과 발광물질층(light-emitting material layer: EML)(184) 및 전자보조층(186)을 포함한다.
- [0060] 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 스핀 코팅법이나 잉크젯 프린팅법 또는 스크린 프린팅법이 사용될 수 있다.
- [0061] 이와 달리, 정공보조층(182)과 발광물질층(184) 및 전자보조층(186)은 진공 증착을 통해 형성될 수도 있다.
- [0062] 또는, 정공보조층(182)과 발광물질층(184) 및 전자보조층(186)은 용액 공정과 진공 증착의 조합에 의해 형성될 수도 있다.
- [0063] 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.
- [0064] 전자보조층(186) 상부에는 비교적 일함수가 낮은 도전성 물질로 제2 전극(192)이 기판(110) 전면에서 형성된다. 여기서, 제2 전극(192)은 알루미늄(aluminum)이나 마그네슘(magnesium), 은(silver) 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있다.
- [0065] 제1 전극(162)과 발광층(180) 및 제2 전극(192)은 유기발광다이오드(OLED)를 이루며, 제1 전극(162)은 애노드(anode)의 역할을 하고, 제2 전극(192)은 캐소드(cathode)의 역할을 한다.
- [0066] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 능동행렬방식 유기발광다이오드 표시장치는 발광물질층(184)으로부터 발광된 빛이 제2 전극(192)을 통해 외부로 출력되는 상부발광방식(top emission type)일 수 있다. 이때, 제1 전극(162)은 불투명 도전성 물질로 이루어진 반사층(도시하지 않음)을 더 포함한다. 일례로, 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-palladium-copper: APC) 합금으로 형성될 수 있으며, 제1 전극(162)은 ITO/APC/ITO의 3중층 구조를 가질 수 있다. 또한, 제2 전극(192)은 빛이 투과되도록 비교적 얇은 두께를 가지며, 제2 전극(192)의

빛 투과도는 약 45-50%일 수 있다.

- [0068] 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.
- [0069] 이때, 적, 녹, 청색 부화소 영역의 유기발광다이오드는 서로 다른 소자 두께를 가진다. 이에 대해 도면을 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0070] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적, 녹, 청색 부화소를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0071] 도 3에 도시한 바와 같이, 기판(110) 상에 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)이 정의되고, 각 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에는 유기발광다이오드(De)가 위치한다. 각 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)의 유기발광다이오드(De)는 제1 전극(162)과 발광층(180) 그리고 제2 전극(192)을 포함한다.
- [0072] 제1 전극(162)은 양극일 수 있으며, 비교적 일함수 값이 큰 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 제1 전극(162)은 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide: ITO)나 인듐-징크-옥사이드(indium zinc oxide: IZO)와 같은 투명 도전성 물질을 포함할 수 있다. 또한, 제1 전극(162)은 하부에 반사층을 더 포함할 수 있다.
- [0073] 여기서, 제1 전극(162)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)에서 서로 연결된 것으로 도시되어 있으나, 제1 전극(162)은 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb) 별로 분리된다.
- [0074] 각 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)의 제1 전극(162) 상부에는 발광층(180)이 위치하며, 발광층(180)은 정공보조층(182)과 발광물질층(184) 및 전자보조층(186)을 포함한다.
- [0075] 여기서, 적색 및 녹색 부화소 영역(Pr, Pg)의 발광물질층(184)은 황색(yellow) 발광물질을 포함하고, 청색 부화소 영역(Pb)의 발광물질층(184)은 청색(blue) 발광물질을 포함한다.
- [0076] 이러한 발광물질층(184)은 용액 공정(soluble process)을 통해 형성될 수 있다. 이와 달리, 발광물질층(184)은 용액 공정과 증착 공정을 통해 형성될 수 있는데, 적색 및 녹색 부화소 영역(Pr, Pg)의 발광물질층(184)은 용액 공정을 통해 형성되고, 청색 부화소 영역(Pb)의 발광물질층(184)은 증착 공정을 통해 형성될 수 있다.
- [0077] 또한, 정공보조층(182)은 정공주입층(HIL)과 정공수송층(HTL)을 포함할 수 있다. 이때, 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)의 정공보조층(182)은 서로 다른 두께를 가진다. 보다 상세하게, 적색 부화소 영역(Pr)의 정공보조층(182)의 두께는 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)의 두께보다 작고, 청색 부화소 영역(Pb)의 정공보조층(182)의 두께보다 크다.
- [0078] 이러한 정공보조층(182)은 용액 공정을 통해 형성될 수 있으며, 적하되는 용액의 양을 달리하여 두께를 조절할 수 있다.
- [0079] 한편, 전자보조층(186)은 전자수송층(ETL)을 포함할 수 있으며, 전자보조층(186)은 전자수송층(ETL) 상부에 전자주입층을 더 포함할 수도 있다. 전자보조층(186)은 증착 공정을 통해 형성될 수 있다.
- [0080] 각 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)의 발광층(180) 상부에는 음극인 제2 전극(192)이 위치한다. 제2 전극(192)은 알루미늄(aluminum)이나 마그네슘(magnesium), 은(silver) 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있으며, 제2 전극(192)은 빛이 투과되도록 비교적 얇은 두께를 가진다.
- [0081] 유기발광다이오드(De) 상부에는 외부로부터의 수분이나 산소로부터 유기발광다이오드(De)를 보호하기 위한 봉지층(200)이 형성된다. 봉지층(200)은 자외선 경화 실런트(UV sealant)나 프릿 실런트(frit sealant)일 수 있으며, 또는 무기막과 유기막이 번갈아 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0082] 봉지층(200) 상부에는 컬러필터층(220)이 위치한다. 컬러필터층(220)은 적, 녹, 청색 부화소(Pr, Pg, Pb)에 각각 대응하는 적, 녹, 청 컬러필터(Rc, Gc, Bc)를 포함한다. 여기서, 청 컬러필터(Bc)는 생략될 수도 있다.
- [0083] 봉지층(200)과 컬러필터층(220) 사이에는 컬러필터층(220)의 보호 및 평탄화를 위한 오버코트층(도시하지 않음)이 더 형성될 수도 있다.
- [0084] 컬러필터층(220) 상부에는 대향 기판(210)이 위치한다. 대향 기판(210)은 유리기판이나 플라스틱기판일 수 있

다.

- [0085] 여기서, 컬러필터층(220)은 대향 기관(210) 상에 형성될 수 있으며, 컬러필터층(220)이 형성된 대향 기관(210)을 유기발광다이오드(De)를 포함하는 기관(110)과 합착할 수 있다.
- [0086] 이러한 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 발광층(180)으로부터의 빛이 제2 전극(192)을 통해 외부로 출력되는 상부발광방식일 수 있다.
- [0087] 앞서 언급한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치에서, 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)의 유기발광다이오드(De)는 서로 다른 소자 두께를 가진다. 즉, 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)의 유기발광다이오드(De)는 제1 전극(162)의 하면으로부터 제2 전극(192)의 하면까지 거리를 소자 두께로 갖는데, 적색 부화소 영역(Pr)의 유기발광다이오드(De)의 소자 두께가 녹색 부화소 영역(Pg)의 유기발광다이오드(De)의 소자 두께보다 작고, 청색 부화소 영역(Pb)의 유기발광다이오드(De)의 소자 두께보다 크다.
- [0088] 이때, 발광층(182)의 두께, 보다 상세하게는, 정공보조층(182)의 두께를 다르게 함으로써 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)의 유기발광다이오드(De)의 소자 두께를 다르게 할 수 있다. 즉, 적색 부화소 영역(Pr)의 정공보조층(182)의 두께를 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)의 두께보다 작게 하고, 청색 부화소 영역(Pb)의 정공보조층(182)의 두께보다 크게 한다.
- [0089] 이러한 정공보조층(182)의 두께는 마이크로 캐비티(microcavity) 효과를 고려하여 결정될 수 있다.
- [0090] 도 6a는 정공보조층의 두께에 따른 CIE x 색 좌표를 나타내고, 도 6b는 정공보조층의 두께에 따른 CIE y 색 좌표를 나타내며, 도 6c는 정공보조층의 두께에 따른 효율(current efficiency)을 나타낸다. 도 6a 내지 도 6c에 도시한 바와 같이, 효율이 높으면서 요구되는 색 좌표를 만족시키기 위해, 적색 부화소 영역(Pr)의 정공보조층(182)의 두께를 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)의 두께보다 작게 하는 것이 바람직하며, 특히, 적색 부화소 영역(Pr)의 정공보조층(182)은 2차 캐비티(second order cavity) 조건에 해당하는 두께를 선택하고, 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)은 3차 캐비티(third order cavity) 조건에 해당하는 두께를 선택하는 것이 바람직하다.
- [0091] 보다 상세하게, 색재현율을 높이기 위해, 적색의 x 좌표는 클수록 좋고 y 좌표는 작을수록 좋으며, 녹색의 x 좌표는 작을수록 좋고 y 좌표는 클수록 좋다.
- [0092] 그런데, 적색 부화소 영역(Pr)의 정공보조층(182)이 1차 캐비티(first order cavity) 조건에 해당하는 두께를 가질 경우, 도 6a와 도 6b에 따르면 적색의 x 좌표와 y 좌표는 요구되는 색 좌표를 만족시키나, 도 6c에 따르면 효율이 충분하지 않음을 알 수 있다. 반면, 적색 부화소 영역(Pr)의 정공보조층(182)이 2차 캐비티 조건에 해당하는 두께를 가질 경우, 도 6a와 도 6b에 따르면 적색의 x 좌표와 y 좌표가 요구되는 색 좌표를 만족시키면서, 도 6c에 따르면 효율 또한 1차 캐비티 조건에 비해 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서, 적색 부화소 영역(Pr)의 정공보조층(182)은 2차 캐비티 조건에 해당하는 두께를 선택하는 것이 바람직하다.
- [0093] 한편, 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)이 1차 캐비티 조건에 해당하는 두께를 가질 경우, 도 6a와 도 6b에 따르면 녹색의 x 좌표와 y 좌표는 요구되는 색 좌표를 만족시키지 못한다. 또한, 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)이 2차 캐비티 조건에 해당하는 두께를 가질 경우, 도 6a에 따르면 녹색의 x 좌표는 요구되는 색 좌표를 만족시키나, 도 6b에 따르면 녹색의 y 좌표는 요구되는 색 좌표를 만족시키지 못한다. 반면, 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)이 3차 캐비티 조건에 해당하는 두께를 가질 경우, 도 6a와 도 6b에 따르면 녹색의 x 좌표와 y 좌표가 요구되는 색 좌표를 만족시키면서, 도 6c에 따르면 효율 또한 비교적 높을 것을 알 수 있다. 따라서, 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)은 3차 캐비티 조건에 해당하는 두께를 선택하는 것이 바람직하다.
- [0094] 앞서 언급한 바와 같이, 정공보조층(182)은 정공주입층과 정공수송층 중 적어도 하나를 포함하며, 정공주입층과 정공수송층의 총 두께가 정공보조층(182)의 두께가 된다. 따라서, 적색 부화소 영역(Pr)에서는 정공주입층과 정공수송층의 총 두께가 2차 캐비티 조건에 해당하고, 녹색 부화소 영역(Pg)에서는 정공주입층과 정공수송층의 총 두께가 3차 캐비티 조건에 해당한다. 적색 부화소 영역(Pr)의 정공보조층(182)이 이보다 낮은 차수 캐비티 조건에 해당하는 두께를 가질 경우, 효율이 낮아 유기발광다이오드의 수명이 저하될 수 있으며, 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)이 이보다 높은 차수 캐비티 조건에 해당하는 두께를 가질 경우, 구동 전압이 높아질 수 있다. 일례로, 적색 부화소 영역(Pr)의 정공보조층(182)의 두께는 250 nm 내지 280 nm이고, 녹색 부화소 영역(Pg)의 정공보조층(182)의 두께는 310 nm 내지 330 nm일 수 있다. 이때, 적색 및 녹색 부화소 영역(Pr, Pg)의 정공보조층(182)의 두께가 해당 범위를 벗어날 경우, 적색 및 녹색 부화소 영역(Pr, Pg)에서는 황색 광이

혼합되어 방출되므로 색 좌표가 틀어지게 된다.

- [0095] 한편, 청색 부화소 영역(Pb)의 정공보조층(182)의 두께는 30 nm 내지 70 nm일 수 있다.
- [0096] 이때, 정공보조층(182)의 두께는 적, 녹, 청색 부화소 영역(Pr, Pg, Pb)의 정공주입층(HIL) 및/또는 정공수송층(HTL)의 두께를 조절함으로써 달라질 수 있다. 일반적으로, 정공수송층(HTL)의 전하 이동도가 정공주입층(HIL)보다 크므로, 정공수송층(HTL)의 두께 변화를 적게 하는 것이 바람직하다.
- [0097] 한편, 앞서 언급한 바와 같이, 적색 및 녹색 부화소 영역(Pr, Pg)의 유기발광다이오드의 발광물질층(184)은 황색 발광물질을 포함한다. 이러한 황색 발광물질은 상대적으로 긴 수명을 가지며, 마이크로 캐비티 효과에 의해 노란색을 띤 적색(yellowish red) 광이나 노란색을 띤 녹색(yellowish green) 광을 방출할 수 있다.
- [0098] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치에서는 황색 발광물질과 마이크로 캐비티 효과 및 컬러필터를 이용하여 적색 및 녹색 광을 구현할 수 있다.
- [0100] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치에서 방출되는 빛을 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적색 및 녹색 부화소 영역의 유기발광다이오드에서 방출되는 광의 스펙트럼을 도시한 도면이며, 도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 적색 및 녹색 부화소 영역에서 출력되는 광의 스펙트럼을 도시한 도면이다.
- [0101] 도 4와 도 5a 및 도 5b에 도시한 바와 같이, 적색 및 녹색 부화소 영역(Pr, Pg)의 발광물질층(184)은 황색 발광물질을 포함하며, 황색 발광물질은 제1 및 제2 발광피크를 가진다. 이때, 황색 발광물질은 530 nm 내지 555 nm의 파장 영역에서 제1 발광피크를 가지며 590 nm 내지 620 nm의 파장 영역에서 제2 발광피크를 가질 수 있다. 일례로, 황색 발광물질은 4,4'-N,N'-dicarbazole-biphenyl(CBP)와 도펀트로 bis[2-(4-tertbutylphenyl)benzothiazolato-N,C2']iridium(acetylacetonate)[(t-bt)2Ir(acac)]를 포함할 수 있다.
- [0102] 여기서, 적색 부화소 영역(Pr)에서는, 황색 발광물질을 포함하는 발광물질층(184)이 마이크로 캐비티 효과에 의해 오렌지색의 광, 즉, 노란색을 띤 적색(yellowish red) 광(Ry)을 방출한다. 이러한 노란색을 띤 적색 광(Ry)은 적 컬러필터(Rc)를 지나면서 진한 적색(deep red) 광(R)이 되어 출력된다.
- [0103] 또한, 녹색 부화소 영역(Pg)에서는, 황색 발광물질을 포함하는 발광물질층(184)이 마이크로 캐비티 효과에 의해 노란색을 띤 녹색(yellowish green) 광(Gy)을 방출한다. 이러한 노란색을 띤 녹색 광(Gy)은 녹색 컬러필터(Gc)를 지나면서 진한 녹색(deep green) 광(G)이 되어 출력된다.
- [0104] 한편, 청색 부화소 영역(Pb)에서는, 발광물질층(184)이 청색 발광물질을 포함하며 청색 광(B)을 방출한다. 이러한 청색 광(B)은 청 컬러필터(Bc)를 지나면서 진한 청색(deep blue) 광(B)이 되어 출력된다.
- [0105] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 적색 및 녹색 부화소 영역(Pr, Pg)에 상대적으로 수명이 긴 황색 발광물질을 적용하고, 마이크로 캐비티 효과 및 컬러필터를 이용하여 진한 적색 및 녹색 광을 구현할 수 있다. 이에 따라, 적색 및 녹색 부화소 영역(Pr, Pg)의 유기발광다이오드의 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0106] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 마이크로 캐비티 효과에 의해 편광판을 생략할 수 있으므로, 비용을 절감할 수 있다.
- [0107] 앞선 실시예에서는 상부발광방식의 구조로 설명하였으나, 본 발명은 하부발광방식의 구조에도 적용할 수 있다.
- [0109] 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.

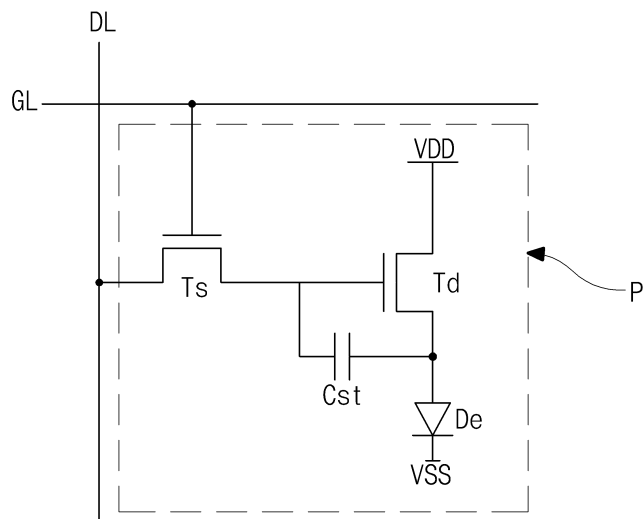
부호의 설명

- [0111] 110: 기판 122: 반도체층

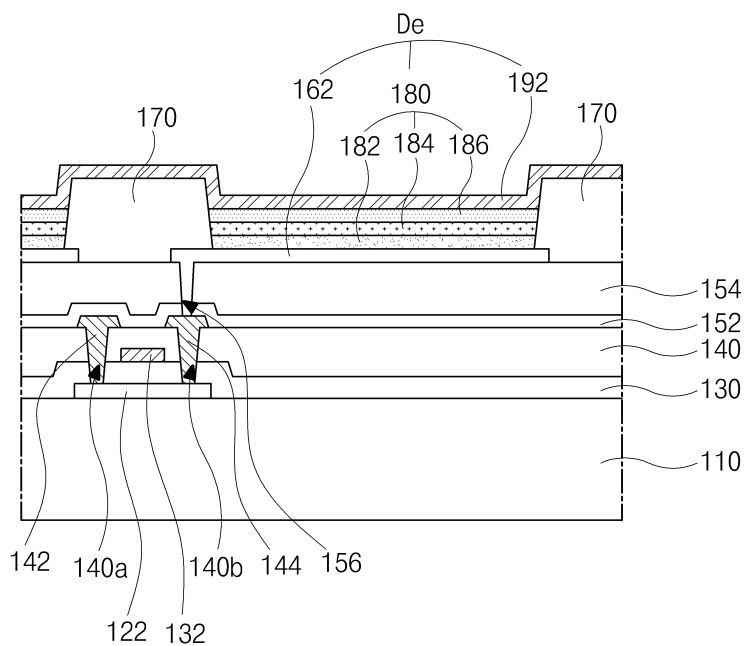
130: 게이트 절연막 132: 게이트 전극
 140: 층간 절연막 140a, 140b: 제1 및 제2 콘택홀
 142: 소스 전극 144: 드레인 전극
 152, 154: 제1 및 제2 보호막 156: 드레인 콘택홀
 162: 제1전극 170: बैं크층
 180: 발광층 182: 정공보조층
 184: 발광물질층 186: 전자보조층
 192: 제2 전극

도면

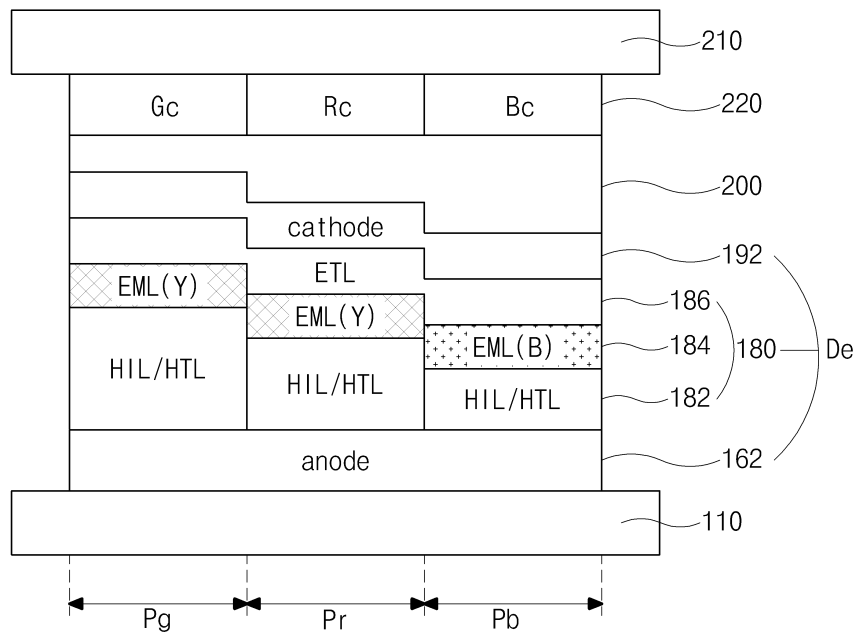
도면1



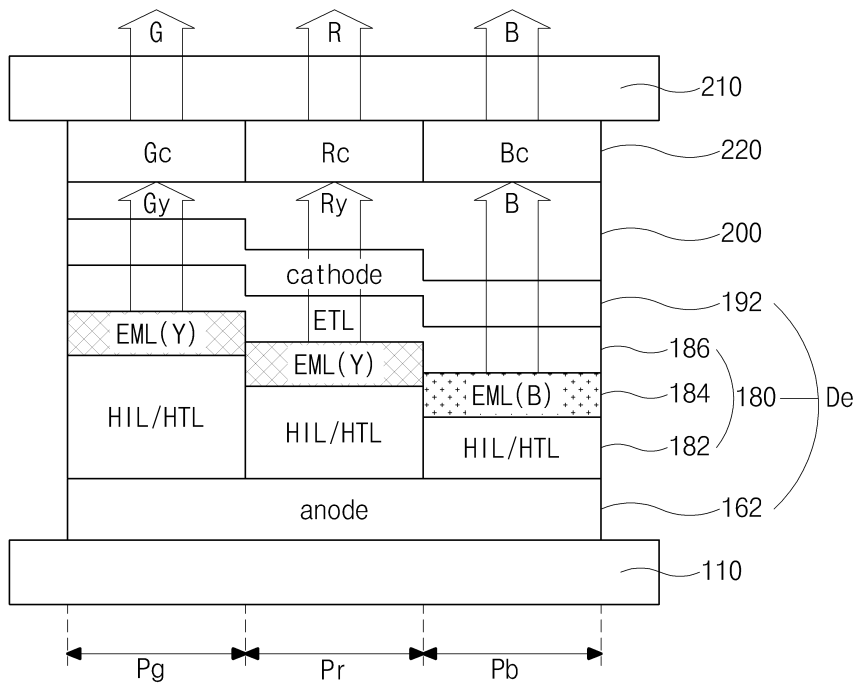
도면2



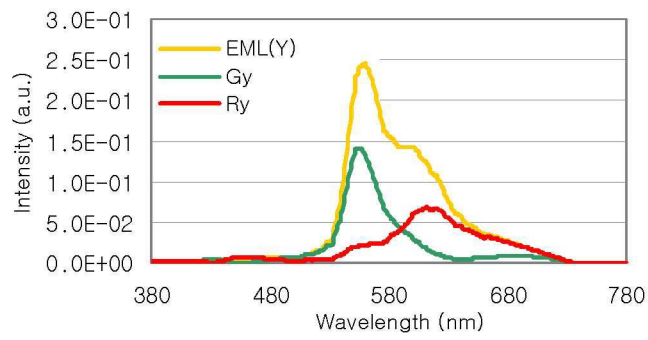
도면3



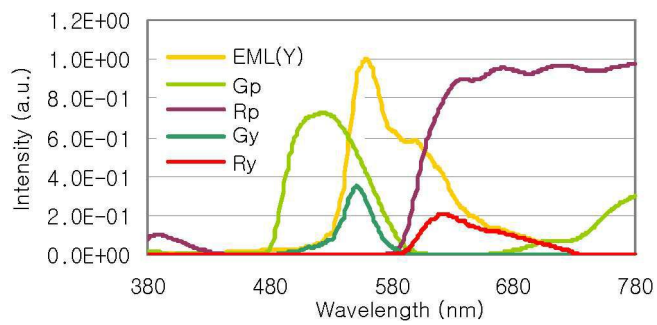
도면4



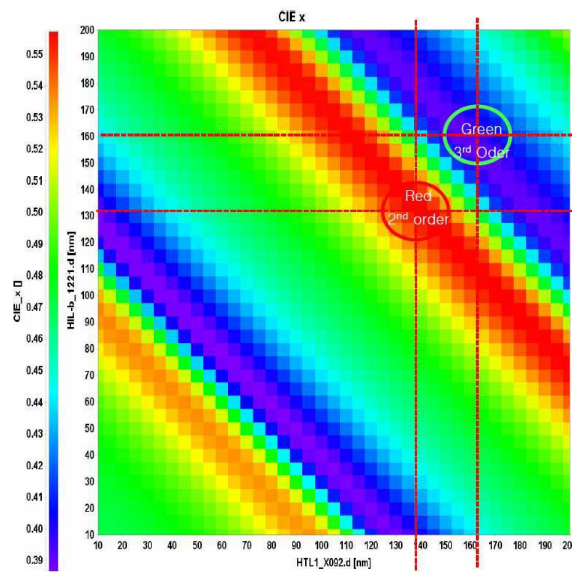
도면5a



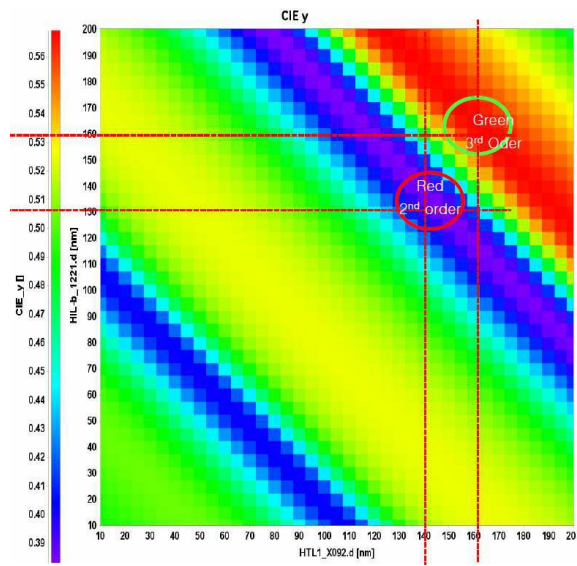
도면5b



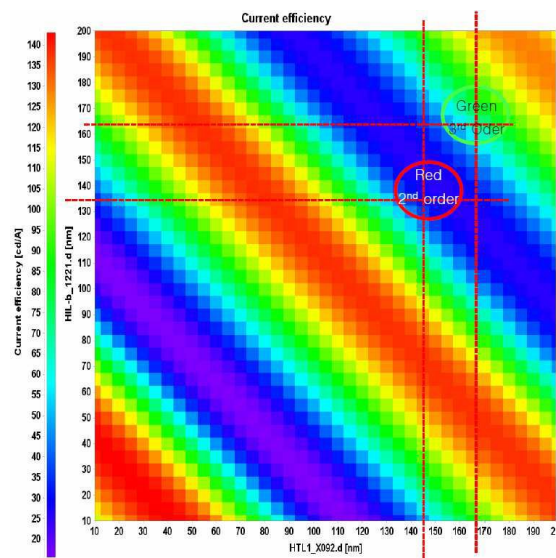
도면6a



도면6b



도면6c



A cross-sectional view of a device 100. The device consists of a top layer 110, a middle section 200, and a bottom layer 162. The middle section 200 is divided into three vertical regions: Pa, Pr, and Pb. Region Pa contains layers labeled Gc, EML(Y), and HIL/HTL. Region Pr contains layers labeled Rc, ETL, EML(Y), HIL/HTL, and anode. Region Pb contains layers labeled Bc, EML(B), and HIL/HTL. A dashed line 180 indicates a boundary between regions Pr and Pb, passing through the EML(Y) and EML(B) layers. A bracket 186 groups the EML(Y) and EML(B) layers. A bracket 182 groups the HIL/HTL layers in regions Pr and Pb. A bracket 184 groups the EML(Y) and EML(B) layers. A bracket 180 groups the EML(Y) and EML(B) layers. A bracket 186 groups the EML(Y) and EML(B) layers. A bracket 182 groups the HIL/HTL layers in regions Pr and Pb. A bracket 184 groups the EML(Y) and EML(B) layers. A bracket 180 groups the EML(Y) and EML(B) layers.