



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0047421
(43) 공개일자 2018년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)

H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 51/5064 (2013.01)

H01L 27/3211 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0143467

(22) 출원일자 2016년10월31일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

김영주

경기도 파주시 가람로 70, 408동 804호 (와동동, 가람마을4단지 한양수자인)

신정균

경기도 파주시 새꽃로 10, 609동 706호 (금촌동, 후곡마을주공아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인네이트

전체 청구항 수 : 총 9 항

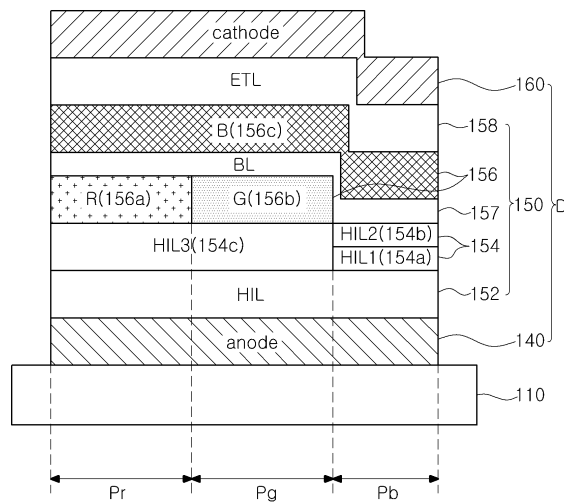
(54) 발명의 명칭 유기발광다이오드 표시장치

(57) 요약

본 발명은 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 기판 상의 적, 녹, 청색 화소영역의 각각에 형성된 제1 전극과, 제1 전극 상부에 용액 공정을 통해 순차적으로 형성된 정공 주입층과 정공 수송층, 적색 및 녹색 발광물질층, 그리고 증착 공정을 통해 순차적으로 형성된 청색 발광물질층과 전자 수송층 및 제2 전극을 포함하고, 청색 화소영역의 정공 수송층은 제1 정공 수송층과 제2 정공 수송층을 포함하며, 제1 정공 수송층은 실록산 화합물을 포함하고 제2 정공 수송층보다 작은 굴절률을 가진다.

이에 따라, 청색 발광다이오드의 전하 균형을 최적화하여 장수명 및 고색재현율을 구현할 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01L 51/0059 (2013.01)

H01L 51/0094 (2013.01)

H01L 51/5275 (2013.01)

H01L 2251/55 (2013.01)

H01L 2251/558 (2013.01)

(72) 발명자

지혁찬

서울특별시 서대문구 증가로 52, 5층 504호 (연희
동, 스페이스엠)

박성진

경기도 수원시 영통구 대학로8번길 45, 301호 (이
의동)

명세서

청구범위

청구항 1

적, 녹, 청색 화소영역이 정의된 기판과;

상기 기판 상의 상기 적, 녹, 청색 화소영역의 각각에 위치하는 제1 전극과;

상기 제1 전극 상부의 정공 주입층과;

상기 정공 주입층 상부의 정공 수송층과;

상기 정공 수송층 상부의 발광물질층과;

상기 발광물질층 상부의 전자 수송층과;

상기 전자 수송층 상부의 제2 전극

을 포함하고,

상기 청색 화소영역의 정공 수송층은 제1 정공 수송층과 제2 정공 수송층을 포함하며,

상기 제1 정공 수송층은 실록산 화합물을 포함하고 상기 제2 정공 수송층보다 작은 굴절률을 가지는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 정공 수송층의 굴절률과 상기 제2 정공 수송층의 굴절률 차이는 0.9 이하인 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 정공 수송층의 정공 이동도는 상기 제2 정공 수송층의 정공 이동도보다 낮은 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 정공 수송층은 분자량이 5만 이상인 고분자 물질로 이루어지며, 상기 제2 정공 수송층은 분자량이 500 이상이고 1000 미만인 저분자 물질로 이루어지는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 정공 수송층의 삼중항 에너지는 상기 제2 정공 수송층의 삼중항 에너지와 같거나 작은 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 정공 수송층의 두께는 상기 제2 정공 수송층의 두께와 같거나 작은 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 정공 수송층은 아민계 화합물을 더 포함하고, 상기 실록산 화합물의 함량은 상기 아민계 화합물 함량의 0.1 내지 2.0 wt%인 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광물질층은 적, 녹, 청색 발광물질층을 포함하며, 상기 적색 및 녹색 발광물질층은 상기 적색 및 녹색 화소영역에 각각 대응하고, 상기 청색 발광물질층은 상기 적색 및 녹색 화소영역의 상기 적색 및 녹색 발광물질층과 상기 청색 화소영역의 상기 제2 정공 수송층 상부에 위치하는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 적색 및 녹색 발광물질층과 상기 청색 발광물질층 사이 그리고 상기 제2 정공 수송층과 상기 청색 발광물질층 사이에 버퍼층을 더 포함하는 유기발광다이오드 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 장수명 및 고색재현율을 구현할 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 엑시톤(exciton)을 형성한 후, 이 엑시톤이 발광 재결합(radiative recombination) 함으로써 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(μs) 정도이므로 동화상 구현이 쉽고, 시야각의 제한이 없으며 저온에서도 안정적이고, 직류 5V 내지 15V의 비교적 낮은 전압으로 구동이 가능하므로 구동회로의 제작 및 설계가 용이한 장점을 가진다.

[0005] 도 1은 일반적인 유기발광다이오드 표시장치의 구조를 밴드 다이어그램으로 표시한 도면이다.

[0006] 도 1에 도시한 바와 같이, 유기발광다이오드 표시장치는 양극인 애노드(anode)(1)와 음극인 캐소드(cathode)(7) 사이에 발광물질층(light emitting material layer)(4)이 위치한다. 애노드(1)로부터의 정공과 캐소드(7)로부터의 전자를 발광물질층(4)으로 주입하기 위해, 애노드(1)와 발광물질층(4) 사이 및 캐소드(7)와 발광물질층(4)

사이에는 각각 정공 수송층(hole transporting layer: HTL)(3)과 전자 수송층(electron transporting layer: ETL)(5)이 위치한다. 이때, 정공과 전자를 좀더 효율적으로 주입하기 위해 애노드(1)와 정공 수송층(3) 사이에는 정공 주입층(hole injecting layer: HIL)(2)을, 전자 수송층(5)과 캐소드(7) 사이에는 전자 주입층(electron injecting layer: EIL)(6)을 더 포함한다.

[0007] 이러한 구조를 가지는 유기발광다이오드 표시장치에서, 애노드(1)로부터 정공 주입층(2)과 정공 수송층(3)을 통해 발광물질층(4)으로 주입된 정공(+)과, 캐소드(7)로부터 전자 주입층(6) 및 전자 수송층(5)을 통해 발광물질층(4)으로 주입된 전자(-)가 결합하여 엑시톤(8)을 형성하게 되고, 이 엑시톤(8)으로부터 발광물질층(4)의 밴드 갭에 해당하는 색상의 빛을 발하게 된다.

[0008] 이러한 유기발광다이오드 표시장치의 발광물질층(4)과 정공 주입층(2), 정공 수송층(3), 전자 수송층(5), 전자 주입층(6)은 미세금속마스크(fine metal mask)를 이용하여 유기발광물질을 선택적으로 증착하는 진공 열 증착(vacuum thermal evaporation)법에 의해 형성된다.

[0009] 그런데, 이러한 증착 공정은 제조 비용을 증가시키며, 마스크의 제작 편차, 처짐, 섀도우 효과(shadow effect) 등에 의해 대면적 및 고해상도 표시장치에 적용하기 어려운 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 증착 공정에 의한 유기발광다이오드 표시장치의 제조 비용 증가와 면적 및 해상도 제약 문제를 해결하고자 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 유기발광다이오드 표시장치의 수명을 증가시키고 색재현율을 높이하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치는, 기판 상의 적, 녹색, 청색 화소영역의 각각에 형성된 제1 전극과, 제1 전극 상부에 용액 공정을 통해 순차적으로 형성된 정공 주입층과 정공 수송층, 적색 및 녹색 발광물질층, 그리고 증착 공정을 통해 순차적으로 형성된 청색 발광물질층과 전자 수송층 및 제2 전극을 포함하고, 청색 화소영역의 정공 수송층은 제1 정공 수송층과 제2 정공 수송층을 포함하며, 제1 정공 수송층은 실록산 화합물을 포함하고 제2 정공 수송층보다 작은 굴절률을 가진다.

[0015] 이때, 제1 정공 수송층의 굴절률과 제2 정공 수송층의 굴절률 차이는 0.9 이하이며, 제1 정공 수송층의 정공 이동도는 상기 제2 정공 수송층의 정공 이동도보다 낮을 수 있다.

[0016] 또한, 제1 정공 수송층의 두께는 제2 정공 수송층의 두께와 같거나 작을 수 있다.

[0017] 한편, 적색 및 녹색 발광물질층과 청색 발광물질층 사이 그리고 제2 정공 수송층과 청색 발광물질층 사이에 버퍼층을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에서는, 유기 발광층 중 일부를 용액 공정으로 형성하고, 나머지를 증착 공정으로 형성하여 하이브리드 구조의 유기발광다이오드를 제조함으로써, 유기발광다이오드 표시장치의 제조 비용이 절감되고 대면적 및 고해상도 표시장치를 제공할 수 있다.

[0020] 또한, 청색 화소영역에 제1 및 제2 정공 수송층의 적층 구조를 사용하며, 제1 정공 수송층이 실록산 화합물을 포함하고 제2 정공 수송층보다 낮은 굴절률을 가지도록 하여, 유기발광다이오드의 수명 및 색 특성을 향상시키고 색재현율을 구현할 수 있다.

[0021] 또한, 용액 공정에 의한 층과 증착 공정에 의한 층 사이에 버퍼층을 형성하여 계면 특성을 더 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 일반적인 유기발광다이오드 표시장치의 구조를 밴드 다이어그램으로 표시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역을 나타내는 회로도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 발광 효율 특성을 도시한 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 스펙트럼 특성을 도시한 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 수명 특성을 도시한 그래프이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 전압 특성을 도시한 그래프이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 실험예의 유기발광다이오드의 발광 효율 특성을 도시한 그래프이다.
- 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 실험예의 유기발광다이오드의 스펙트럼 특성을 도시한 그래프이다.
- 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 실험예의 유기발광다이오드의 수명 특성을 도시한 그래프이다.
- 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 실험예의 유기발광다이오드의 전압 특성을 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치는, 적, 녹, 청색 화소영역이 정의된 기판과, 상기 기판 상의 상기 적, 녹, 청색 화소영역의 각각에 위치하는 제1 전극과, 상기 제1 전극 상부의 정공 주입층과, 상기 정공 주입층 상부의 정공 수송층과, 상기 정공 수송층 상부의 발광물질층과, 상기 발광물질층 상부의 전자 수송층과, 상기 전자 수송층 상부의 제2 전극을 포함하고, 상기 청색 화소영역의 정공 수송층은 제1 정공 수송층과 제2 정공 수송층을 포함하며, 상기 제1 정공 수송층은 실록산 화합물을 포함하고 상기 제2 정공 수송층보다 작은 굴절률을 가진다.
- [0025] 상기 제1 정공 수송층의 굴절률과 상기 제2 정공 수송층의 굴절률 차이는 0.9 이하이다.
- [0026] 상기 제1 정공 수송층의 정공 이동도는 상기 제2 정공 수송층의 정공 이동도보다 낮다.
- [0027] 상기 제1 정공 수송층은 분자량이 5만 이상인 고분자 물질로 이루어지며, 상기 제2 정공 수송층은 분자량이 500 이상이고 1000 미만인 저분자 물질로 이루어진다.
- [0028] 상기 제1 정공 수송층의 삼중항 에너지는 상기 제2 정공 수송층의 삼중항 에너지와 같거나 작다.
- [0029] 상기 제1 정공 수송층의 두께는 상기 제2 정공 수송층의 두께와 같거나 작다.
- [0030] 상기 제1 정공 수송층은 아민계 화합물을 더 포함하고, 상기 실록산 화합물의 함량은 상기 아민계 화합물 함량의 0.1 내지 2.0 wt%이다.
- [0031] 상기 발광물질층은 적, 녹, 청색 발광물질층을 포함하며, 상기 적색 및 녹색 발광물질층은 상기 적색 및 녹색 화소영역에 각각 대응하고, 상기 청색 발광물질층은 상기 적색 및 녹색 화소영역의 상기 적색 및 녹색 발광물질층과 상기 청색 화소영역의 상기 제2 정공 수송층 상부에 위치한다.
- [0032] 상기 적색 및 녹색 발광물질층과 상기 청색 발광물질층 사이 그리고 상기 제2 정공 수송층과 상기 청색 발광물질층 사이에 버퍼층을 더 포함한다.
- [0034] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치에 대하여 상세히 설명한다.
- [0035] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역을 나타내는 회로도이다.
- [0036] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 서로 교차하여 화소영역(P)을 정의하는 게이트 배선(GL)과 데이터 배선(DL)을 포함하고, 각각의 화소영역(P)에는 스위칭 박막트랜지스터(Ts)

와 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 커패시터(Cst), 그리고 유기발광다이오드(D)가 형성된다.

- [0037] 보다 상세하게, 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 게이트 전극은 게이트 배선(GL)에 연결되고 소스 전극은 데이터 배선(DL)에 연결된다. 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극은 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 드레인 전극에 연결되고, 소스 전극은 고전위 전압(VDD)에 연결된다. 유기발광다이오드(D)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.
- [0038] 이러한 유기발광다이오드 표시장치의 영상표시 동작을 살펴보면, 게이트 배선(GL)을 통해 인가된 게이트 신호에 따라 스위칭 박막트랜지스터(Ts)가 턴-온(turn-on) 되고, 이때, 데이터 배선(DL)으로 인가된 데이터 신호가 스위칭 박막트랜지스터(Ts)를 통해 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 스토리지 커패시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.
- [0039] 구동 박막트랜지스터(Td)는 데이터 신호에 따라 턴-온 되어 유기발광다이오드(D)를 흐르는 전류를 제어하여 영상을 표시한다. 유기발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 전달되는 고전위 전압(VDD)의 전류에 의하여 발광한다.
- [0040] 즉, 유기발광다이오드(D)를 흐르는 전류의 양은 데이터 신호의 크기에 비례하고, 유기발광다이오드(D)가 방출하는 빛의 세기는 유기발광다이오드(D)를 흐르는 전류의 양에 비례하므로, 화소영역(P)은 데이터 신호의 크기에 따라 상이한 계조를 표시하고, 그 결과 유기발광다이오드 표시장치는 영상을 표시한다.
- [0041] 스토리지 커패시터(Cst)는 데이터 신호에 대응되는 전하를 일 프레임(frame) 동안 유지하여 유기발광다이오드(D)를 흐르는 전류의 양을 일정하게 하고 유기발광다이오드(D)가 표시하는 계조를 일정하게 유지시키는 역할을 한다.
- [0043] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 단면도로, 하나의 화소영역을 도시한다.
- [0044] 도 3에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 기판(110)과, 상기 기판(110)상에 위치하는 박막트랜지스터(Tr)와, 상기 기판(110) 상부에 위치하고 상기 박막트랜지스터(Tr)에 연결된 발광다이오드(D)와, 상기 발광다이오드(D)를 덮는 인캡슐레이션 필름(180)을 포함할 수 있다.
- [0045] 상기 기판(110)은 유리 기판이나 폴리이미드와 같은 폴리머로 이루어진 플렉서블 기판일 수 있다.
- [0046] 상기 기판(110) 상에는 버퍼층(112)이 형성되고, 상기 버퍼층(112) 상에 박막트랜지스터(Tr)가 형성된다. 상기 버퍼층(112)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 이루어질 수 있다. 상기 버퍼층(112)은 생략될 수 있다.
- [0047] 상기 버퍼층(112) 상에는 반도체층(114)이 형성된다. 상기 반도체층(114)은 산화물 반도체 물질로 이루어지거나 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0048] 상기 반도체층(114)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우, 상기 반도체층(114) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 반도체층(114)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 반도체층(114)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 반도체층(114)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(114)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0049] 반도체층(114) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(116)이 형성된다. 상기 게이트 절연막(116)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0050] 상기 게이트 절연막(116) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(120)이 반도체층(114)의 중앙에 대응하여 형성된다.
- [0051] 도 3에서는 게이트 절연막(116)이 기판(110) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(116)은 게이트 전극(120)과 동일한 모양으로 패턴닝될 수도 있다.
- [0052] 상기 게이트 전극(120) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(122)이 형성된다. 층간 절연막(122)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0053] 상기 층간 절연막(122)은 상기 반도체층(114)의 양측을 노출하는 제1 및 제2 콘택홀(124, 126)을 갖는다. 제1

및 제2 콘택홀(124, 126)은 게이트 전극(120)의 양측에 게이트 전극(120)과 이격되어 위치한다.

- [0054] 여기서, 제1 및 제2 콘택홀(124, 126)은 게이트 절연막(116) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(116)이 게이트 전극(120)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 제1 및 제2 콘택홀(124, 126)은 층간 절연막(122) 내에만 형성될 수도 있다.
- [0055] 상기 층간 절연막(122) 상에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어지는 소스 전극(130)과 드레인 전극(132)이 형성된다.
- [0056] 소스 전극(130)과 드레인 전극(132)은 상기 게이트 전극(120)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 상기 제1 및 제2 콘택홀(124, 126)을 통해 상기 반도체층(114)의 양측과 접촉한다.
- [0057] 상기 반도체층(114)과, 상기 게이트 전극(120), 상기 소스 전극(130), 상기 드레인 전극(132)은 상기 박막트랜지스터(Tr)를 이룬다. 상기 박막트랜지스터(Tr)는 구동 소자(driving element)로 기능하며, 도 2의 구동 박막트랜지스터(Td)에 해당한다.
- [0058] 상기 박막트랜지스터(Tr)는 상기 반도체층(114)의 상부에 상기 게이트 전극(120), 상기 소스 전극(130) 및 상기 드레인 전극(132)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0059] 이와 달리, 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0060] 도시하지 않았으나, 게이트 배선과 데이터 배선이 서로 교차하여 화소영역을 정의하며, 상기 게이트 배선과 상기 데이터 배선에 연결되는 스위칭 소자가 더 형성된다. 상기 스위칭 소자는 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)에 연결된다.
- [0061] 또한, 파워 배선이 상기 게이트 배선 또는 상기 데이터 배선과 평행하게 이격되어 형성되며, 일 프레임(frame) 동안 구동소자인 박막트랜지스터(Tr)의 게이트 전극의 전압을 일정하게 유지되도록 하기 위한 스토리지 캐패시터가 더 구성될 수 있다.
- [0062] 상기 박막트랜지스터(Tr)의 상기 드레인 전극(132)을 노출하는 드레인 콘택홀(136)을 갖는 보호층(134)이 상기 박막트랜지스터(Tr)를 덮으며 형성된다.
- [0063] 상기 보호층(134) 상에는 상기 드레인 콘택홀(136)을 통해 상기 박막트랜지스터(Tr)의 상기 드레인 전극(132)에 연결되는 제1 전극(140)이 각 화소영역 별로 분리되어 형성된다. 상기 제1 전극(140)은 애노드(anode)일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 전극(140)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0064] 한편, 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치가 상부 발광 방식(top-emission type)인 경우, 상기 제1 전극(140) 하부에는 반사전극 또는 반사층이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 반사전극 또는 상기 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-palladium-copper: APC) 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0065] 또한, 상기 보호층(134) 상에는 상기 제1 전극(140)의 가장자리를 덮는 뱅크층(146)이 형성된다. 상기 뱅크층(146)은 상기 화소영역에 대응하여 상기 제1 전극(140)의 중앙을 노출한다.
- [0066] 상기 제1 전극(140) 상에는 유기 발광층(150)이 형성된다. 상기 유기 발광층(150)의 구체적 구조에 대하여는 후술한다.
- [0067] 상기 유기 발광층(150)이 형성된 상기 기판(110) 상부로 제2 전극(160)이 형성된다. 상기 제2 전극(160)은 표시 영역의 전면에 위치하며 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 캐소드(cathode)로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 전극(160)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0068] 상기 제1 전극(140), 상기 유기 발광층(150) 및 상기 제2 전극(160)은 발광다이오드(D)를 이룬다.
- [0069] 본 발명에서, 유기 발광층(150)의 일부는 용액 공정에 의해 형성되고 나머지는 증착 공정에 의해 형성되어 하이브리드(hybrid) 구조를 갖게 된다.

- [0071] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- [0072] 도 4에 도시한 바와 같이, 기판(110) 상에 적, 녹, 청색 화소영역(Pr, Pg, Pb)이 정의되고, 각 화소영역(Pr, Pg, Pb)에는 발광다이오드(D)가 위치한다. 발광다이오드(D)는 제1 전극(140)과 유기 발광층(150) 및 제2 전극(160)을 포함한다. 유기 발광층(150)은 정공 주입층(152)과 정공 수송층(154), 발광물질층(156), 전자 수송층(158)을 포함한다.
- [0073] 보다 상세하게, 기판(110) 상의 적, 녹, 청색 화소영역(Pr, Pg, Pb) 각각에는 양극(anode)인 제1 전극(140)이 형성된다. 제1 전극(140)은 적, 녹, 청색 화소영역(Pr, Pg, Pb)에서 서로 연결된 것으로 도시되어 있으나, 제1 전극(140)은 적, 녹, 청색 화소영역(Pr, Pg, Pb) 별로 분리되어 형성된다.
- [0074] 제1 전극(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.
- [0075] 제1 전극(140) 상부에는 정공 주입층(HIL, 152)이 형성된다. 정공 주입층(152)은 적, 녹, 청색 화소영역(Pr, Pg, Pb) 별로 분리되어 형성될 수 있다. 이와 달리, 정공 주입층(152)은 인접한 화소영역(Pr, Pg, Pb)의 정공 주입층(152)과 연결되어 일체로 형성될 수 있다.
- [0076] 정공 주입층(152) 상부에는 정공 수송층(154)이 형성된다. 보다 상세하게, 청색 화소영역(Pb)의 정공 주입층(152) 상부에는 제1 정공 수송층(HTL1, 154a)과 제2 정공 수송층(HTL2, 154b)이 순차적으로 형성된다. 제1 정공 수송층(154a)은 실록산(siloxane) 화합물을 포함하며, 제2 정공 수송층(154b)보다 낮은 굴절률을 가진다.
- [0077] 한편, 적색 및 녹색 화소영역(Pr, Pg)의 정공 주입층(152) 상부에는 제3 정공 수송층(HTL3, 154c)이 형성된다. 여기서, 제3 정공 수송층(154c)은 제1 및 제2 정공 수송층(154a, 154b)과 다른 물질로 이루어진다. 제3 정공 수송층(154c)은 적색 및 녹색 화소영역(Pr, Pg) 별로 분리되어 형성될 수 있다. 이와 달리, 적색 화소영역(Pr)의 제3 정공 수송층(154c)은 녹색 화소영역(Pg)의 제3 정공 수송층(154c)과 연결되어 일체로 형성될 수 있다.
- [0078] 정공 수송층(154) 상부에는 발광물질층(156)이 형성된다. 발광물질층(156)은 적색 발광물질층(R, 156a)과 녹색 발광물질층(G, 156b) 및 청색 발광물질층(B, 156c)을 포함한다. 적색 발광물질층(156a)은 적색 화소영역(Pr)에 형성되고, 녹색 발광물질층(156b)은 녹색 화소영역(Pg)에 형성되며, 청색 발광물질층(156c)은 적, 녹, 청색 화소영역(Pr, Pg, Pb)에 모두 형성된다. 따라서, 청색 발광물질층(156c)은 적색 및 녹색 화소영역(Pr, Pg)에서 적색 및 녹색 발광물질층(156a, 156b) 각각의 상부에 위치하고, 청색 화소영역(Pb)에서 제2 정공 수송층(154b) 상부에 위치한다.
- [0079] 한편, 적색 및 녹색 발광물질층(156a, 156b)과 청색 발광물질층(156c) 사이 그리고 제2 정공 수송층(154b)과 청색 발광물질층(156c) 사이에는 버퍼층(BL, 157)이 형성된다. 이러한 버퍼층(157)은 서로 다른 특성을 갖는 층들 간의 계면 특성을 향상시킨다.
- [0080] 보다 상세하게, 본 발명에서 정공 주입층(152)과 제1, 제2, 제3 정공 수송층(154a, 154b, 154c), 적색 발광물질층(156a) 및 녹색 발광물질층(156b)은 용액 공정을 통해 형성되고, 청색 발광물질층(156c)은 증착 공정을 통해 형성된다. 따라서, 적색 및 녹색 발광물질층(156a, 156b)과 청색 발광물질층(156c) 사이 그리고 제2 정공 수송층(154b)과 청색 발광물질층(156c) 사이에 버퍼층(157)을 형성하여, 용액 공정에 의한 층과 증착 공정에 의한 층 사이의 계면 특성을 향상시킨다. 여기서, 용액 공정으로는 잉크 젯이나 스핀 코팅법 등이 이용될 수 있다.
- [0081] 이러한 버퍼층(157)은 플로렌(fluorene)을 포함하는 3차 아민(amine)으로 이루어질 수 있다. 버퍼층(157)은 증착 공정을 통해 형성되며, 실질적으로 매우 얇은 두께를 가진다. 일례로, 버퍼층(157)은 3 nm 이하의 두께, 바람직하게는, 1 nm 이하의 두께를 가질 수 있다.
- [0082] 다음, 청색 발광물질층(156c) 상부에는 전자 수송층(ETL, 158)이 형성된다. 전자 수송층(158)은 증착 공정을 통해 형성되며, 인접한 화소영역(Pr, Pg, Pb)의 전자 수송층(158)들은 서로 연결되어 일체로 형성될 수 있다.
- [0083] 전자 수송층(158) 상부에는 음극(cathode)인 제2 전극(160)이 형성된다. 제2 전극(160)은 증착 공정을 통해 형성되며, 인접한 화소영역(Pr, Pg, Pb)의 제2 전극(160)들은 서로 연결되어 일체로 형성될 수 있다.
- [0084] 제2 전극(160)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.

- [0085] 한편, 전자 주입을 보다 원활하게 하기 위해, 전자 수송층(158)과 제2 전극(160) 사이에는 전자 주입층이 더 형성될 수도 있다.
- [0086] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치에서, 유기 발광층(130) 중 정공 주입층(152)과 제1, 제2, 제3 정공 수송층(154a, 154b, 154c), 적색 발광물질층(156a) 및 녹색 발광물질층(156b)은 비교적 작은 면적에 적용이 가능한 용액 공정을 통해 형성되고, 버퍼층(157)과 청색 발광물질층(156c), 전자 수송층(158)은 증착 공정을 통해 형성되어, 발광다이오드(D)는 하이브리드 구조를 가진다. 이때, 버퍼층(157)과 청색 발광물질층(156c), 전자 수송층(158)은 마스크 없이 증착되어 실질적으로 기관(110) 전면에 형성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 증착 공정을 줄여 제조 비용을 줄일 수 있으며, 마스크를 생략하여 대면적 및 고해상도 표시장치에도 적용할 수 있다.
- [0087] 한편, 이러한 유기발광다이오드 표시장치는 수명 및 색좌표 개선을 위해, 적, 녹, 청색 화소영역(Pr, Pg, Pb)에서 발광다이오드(D) 각각의 전하 균형(charge balance) 최적화가 필요하다. 전하 균형이 최적화되지 않을 경우, 전하가 어느 한 계면에 축적(accumulation)되어 엑시톤 소광(exciton quenching)이 일어나게 된다. 따라서, 발광다이오드(D)의 안정성에 문제를 야기하여 수명이 저하되며, 색재현율이 낮아진다.
- [0088] 그런데, 하이브리드 구조의 발광다이오드(D)에서는 용액 공정에 의한 층과 증착 공정에 의한 층 사이의 계면 차이에 의해 전하 균형을 최적화하기가 쉽지 않다. 보다 상세하게, 증착 공정에 의한 층에 비해, 용액 공정에 의한 층은 가교 결합(cross linking)을 통해 분자들이 더 밀집하게 형성되어 분자들 간의 에너지를 전달하는데 용이하며, 계면 상태가 보다 균일하다. 이러한 계면 차이로 인해 발광물질층(156a, 156b, 156c) 내로 정공이나 전자들이 주입되지 않고, 용액 공정에 의한 층과 증착 공정에 의한 층 사이의 계면에 전하가 축적되어 전하 균형이 저하됨에 따라, 발광다이오드(D)의 수명이 저하될 수 있으며, 고색재현을 구현하는데 어려움이 있다. 특히, 이러한 전하 균형 문제는 적색 및 녹색 화소영역(Pr, Pg)과 청색 화소영역(Pb) 간에 다르게 나타난다.
- [0089] 따라서, 본 발명에서는 청색 화소영역(Pb)에 제1 정공 수송층(154a)과 제2 정공 수송층(154b)의 적층 구조를 사용함으로써, 정공 주입 특성을 개선하여 전하 균형을 최적화한다.
- [0090] 여기서, 제1 정공 수송층(154a)은 비교적 낮은 굴절률을 갖는 물질로 이루어진다. 즉, 제1 정공 수송층(154a)은 제2 정공 수송층(154b)보다 낮은 굴절률을 가지며, 제1 정공 수송층(154a)의 굴절률과 제2 정공 수송층(154b)의 굴절률 차이는 0.9 이하인 것이 바람직하다. 제1 정공 수송층(154a)의 굴절률과 제2 정공 수송층(154b)의 굴절률 차이가 0.9보다 크거나, 제1 정공 수송층(154a)이 제2 정공 수송층(154b)보다 높은 굴절률을 가질 경우, 청색 발광물질층(156c)의 빛이 제2 정공 수송층(154b)에서 정공 주입층(152)으로 발광되어 굴절률 효과가 감소되므로, 청색의 y 좌표가 커져 고색재현율을 구현하기 어렵다.
- [0091] 예를 들어, 제1 정공 수송층(154a)의 굴절률은 0.9 내지 1.2이고, 제2 정공 수송층(154b)의 굴절률은 1.5 내지 2.5일 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.
- [0092] 또한, 정공 주입을 조절하기 위해, 제1 정공 수송층(154a)의 정공 이동도(hole mobility)는 제2 정공 수송층(154b)의 정공 이동도보다 낮은 것이 바람직하다. 여기서, 제1 정공 수송층(154a)의 정공 이동도는 $1.4 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 보다 클 수 있다. 제1 정공 수송층(154a)의 정공 이동도가 제2 정공 수송층(154b)의 정공 이동도보다 클 경우, 정공 주입층(152)에서 제2 정공 수송층(154b)으로 정공이 과량 주입되어, 청색 발광물질층(156c) 내에서 전류 밀도(current density)가 증가하여 발광다이오드(D)의 구동 전압이 증가할 수 있다. 반면, 제1 정공 수송층(154a)의 정공 이동도가 $1.4 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 보다 낮을 경우, 정공 주입층(152)에서 정공 주입이 원활하게 이루어지지 않아 재결합 영역(recombination zone)이 제2 정공 수송층(154b)에 형성되므로, 발광다이오드(D)의 효율 및 수명이 저하될 수 있다.
- [0093] 이러한 제1 정공 수송층(154a)은 아민계(amine) 화합물과 실록산(siloxane) 화합물을 포함한다. 이때, 실록산 화합물의 함량은 아민계 화합물 함량의 0.1 내지 2.0 wt%인 것이 바람직하다. 실록산 화합물의 함량이 해당 범위보다 적을 경우, 정공 주입층(152)과의 가교성이 저하되고, 실록산 화합물의 함량이 해당 범위보다 많을 경우, 굴절률이 상승하여 문제점이 발생할 수 있다.
- [0094] 실록산 화합물로는 테트라 메톡시 실란(tetramethoxysilane), 테트라 에톡시 실란(tetraethoxysilane), 메틸 트리 메톡시 실란(methyl trimethoxy silane)이 사용될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.
- [0095] 이와 같이, 본 발명에서는 정공 주입층(152)과 제2 정공 수송층(154b) 사이에 제1 정공 수송층(154a)을 개재함

으로써, 정공 주입을 조절하여 전하 균형을 최적화한다. 이에 따라, 발광다이오드의 수명을 향상시킬 수 있다. 또한, 제1 정공 수송층(154a)이 제2 정공 수송층(154b)에 비해 낮은 굴절률을 가져 청색 y 좌표를 줄임으로써, 고색재현율을 구현할 수 있다.

[0096] 이때, 제1 정공 수송층(154a)은 -5.5 내지 -5.8 eV의 HOMO(highest occupied molecular orbital) 값을 가지며, -2.5 내지 -2.0 eV의 LUMO(lowest unoccupied molecular orbital) 값을 가질 수 있다.

[0097] 한편, 본 발명에서 정공 주입층(152)과 제1 및 제3 정공 수송층(154a, 154c), 적색 발광물질층(156a) 및 녹색 발광물질층(156b)은 고분자 물질로 이루어지고, 제2 정공 수송층(154b)과 청색 발광물질층(156c)은 저분자 물질로 이루어진다.

[0098] 본 발명에서 청색 발광물질층(156c)은 비발광 호스트의 에너지가 높은 삼중항 에너지(T1)를 가져야 도펀트에서 비발광 호스트로 엑시톤이 역전이 되는 현상을 방지할 수 있다. 이때, 분자량이 5만 이상인 고분자 물질은 높은 삼중항 에너지(T1)를 구현하기 위해 분자 체인 조절 및 성능 저하 등의 어려움이 있으므로, 청색 발광물질층(156c)은 분자량이 500 이상이고 1000 미만인 저분자 물질을 이용한다.

[0099] 이에 따라, 청색 발광물질층(156c)과 인접한 제2 정공 수송층(154b)도 저분자 계열로 이루어지며, 제2 정공 수송층(154b)은 비교적 높은 삼중항 에너지(T1)를 가진다. 일례로, 제2 정공 수송층(154b)은 2.4 내지 3.5 eV의 삼중항 에너지(T1)를 가질 수 있다.

[0100] 이때, 제1 정공 수송층(154a)의 삼중항 에너지(T1)는 제2 정공 수송층(154b)의 삼중항 에너지(T1)와 같거나 작은 것이 바람직하다.

[0101] 반면, 적색 및 녹색 발광물질층(156a, 156b)은 고분자 물질로 이루어지며, 가교 결합으로 인한 결합력 증대로 에너지 전이 특성을 높이기 위해, 제3 정공 수송층(154c) 또한 고분자 물질로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0103] 이러한 본 발명의 실시예에 따라 유기발광다이오드를 제조하였으며, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드는 청색 발광다이오드에 해당한다.

[0104] 실시예

[0105] 먼저항이 30 Ω이고 1.08 mm 두께를 가지며 광 투과율이 80% 이상인 ITO 기판을 2cm×2cm의 크기로 자른 후, 식각액을 이용하여 ITO층을 일부분 제거함으로써 표면 처리를 하였다. 또한, ITO 기판을 아세톤/메탄올/이소프로필 알코올(acetone/methanol/isopropyl alcohol(IPA)) 순으로 각각 15분씩 초음파 세정기로 세척한 후 이온수로 세척하고, 230℃조건에서 30분간 어닐링 공정을 진행하여 건조하였다.

[0106] 이어, 양극인 ITO 상부에, 용액 공정을 통해 정공 주입층(HIL)과 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2)을 순차적으로 형성하였다. 이때, 정공 주입층(HIL)은 CuPc를 40 nm의 두께로 형성하였고, 제1 정공 수송층(HTL1)은 실록산을 일정 함량 포함하는 아민계 화합물을 20 nm의 두께로 형성하였으며, 제2 정공 수송층(HTL2)은 TAPC(4,4'-Cyclohexylidene bis [N,N-Bis(4-methyl phenyl) benzenamine])를 20 nm의 두께로 형성하였다. 여기서, 제1 정공 수송층(HTL1)의 굴절률은 0.9 내지 1.2이었고, 제2 정공 수송층(HTL2)의 굴절률은 1.78이었다.

[0107] 다음, 제2 정공 수송층(HTL2) 상부에, 유기 증착을 통하여 버퍼층(BL)과 청색 발광물질층(B)을 순차적으로 형성하였다. 버퍼층(BL)은 플로렌(Fluorene)을 포함하는 3차 아민을 1 nm의 두께로 형성하고, 청색 발광물질층(B)은 DPVBi(4,4'-bis(2,2-diphenylethen-1-yl)-diphenyl)의 호스트 물질에 1,6-Bis(diphenylamine)pyrene의 도펀트를 3% 비율로 도핑하여 25 nm의 두께로 형성하였다.

[0108] 이어, 청색 발광물질층(B) 상부에 Alq3를 20 nm의 두께로 증착하여 전자 수송층(ETL)을 형성하였으며, 전자 수송층(ETL) 상부에 알루미늄(Al)으로 음극을 형성하였다.

[0110] 비교예

[0111] 먼저항이 30 Ω이고 1.08 mm 두께를 가지며 광 투과율이 80% 이상인 ITO 기판을 2cm×2cm의 크기로 자른 후, 식각액을 이용하여 ITO층을 일부분 제거함으로써 표면 처리를 하였다. 또한, ITO 기판을 아세톤/메탄올/이소프로필 알코올(acetone/methanol/isopropyl alcohol(IPA)) 순으로 각각 15분씩 초음파 세정기로 세척한 후 이온수

로 세척하고, 230℃조건에서 30분간 어닐링 공정을 진행하여 건조하였다.

- [0112] 이어, 양극인 ITO 상부에, 용액 공정을 통해 CuPc를 40 nm의 두께로 도포하여 정공 주입층(HIL)을 형성하였다.
- [0113] 다음, 정공 주입층(HIL) 상부에 단일 정공 수송층(HTL) 또는 제1 및 제2 정공 수송층(HTL1, HTL2)을 형성하였다.
- [0114] 이때, 비교예1에서는 TAPC(4,4'-Cyclohexylidene bis [N,N-Bis(4-methyl phenyl) benzenamine])를 40 nm의 두께로 도포하여 단일 정공 수송층(HTL)을 형성하였다.
- [0115] 비교예2에서는 TCTA(Tris[4-(Carbazol-9-yl)phenyl]amine)을 20 nm의 두께로 도포하여 제1 정공 수송층(HTL1)을 형성하고, TAPC(4,4'-Cyclohexylidene bis [N,N-Bis(4-methyl phenyl) benzenamine])를 20 nm의 두께로 도포하여 제2 정공 수송층(HTL2)을 형성하였다. 여기서, 제1 정공 수송층(HTL1)의 굴절률은 1.718이고, 제2 정공 수송층(HTL2)의 굴절률은 1.78로, 제1 정공 수송층(HTL1)의 굴절률이 제2 정공 수송층(HTL2)의 굴절률보다 작았다.
- [0116] 또한, 비교예3에서는 NPD(4,4'-bis[N-(1-naphtyl)-N-phenyl-amino]-bi phenyl)를 20 nm의 두께로 도포하여 제1 정공 수송층(HTL1)을 형성하고, TAPC(4,4'-Cyclohexylidene bis [N,N-Bis(4-methyl phenyl) benzenamine])를 20 nm의 두께로 도포하여 제2 정공 수송층(HTL2)을 형성하였다. 여기서, 제1 정공 수송층(HTL1)의 굴절률은 1.82이고, 제2 정공 수송층(HTL2)의 굴절률은 1.78로, 제1 정공 수송층(HTL1)의 굴절률이 제2 정공 수송층(HTL2)의 굴절률보다 컸다.
- [0117] 다음, 단일 정공 수송층(HTL) 또는 제2 정공 수송층(HTL2) 상부에, 유기 증착을 통하여 버퍼층(BL)과 청색 발광 물질층(B)을 순차적으로 형성하였다. 버퍼층(BL)은 플로렌(Fluorene)을 포함하는 3차 아민을 1 nm의 두께로 형성하고, 청색 발광물질층(B)은 DPVBi(4,4'-bis(2,2-diphenylethen-1-yl)-diphenyl)의 호스트 물질에 1,6-Bis(diphenylamine)pyrene의 도펀트를 3% 비율로 도핑하여 25 nm의 두께로 형성하였다.
- [0118] 이어, 청색 발광물질층(B) 상부에 전자 수송층(ETL)과 음극을 순차적으로 적층하였다. 전자 수송층(ETL)은 Alq3를 20 nm의 두께로 형성하고, 음극은 알루미늄(Al)로 형성하였다.
- [0120] 도 5 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 특성을 도시하며, 비교예의 특성을 함께 도시한다. 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 발광 효율 특성을 도시한 그래프이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 스펙트럼 특성을 도시한 그래프이며, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 수명 특성을 도시한 그래프이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 전압 특성을 도시한 그래프이다.
- [0121] 도 5 내지 도 8에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 특성이 비교예1, 2, 3에 비해 우수한 것을 알 수 있다.
- [0122] 보다 상세하게, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 청색 y 좌표는 0.0897인 반면, 비교예1은 0.1010이고, 비교예2는 0.0980이며, 비교예3은 0.112이다.
- [0123] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 구동 전압은 4.4V인 반면, 비교예1은 4.6V이고, 비교예2는 4.4V이며, 비교예3은 4.9V이다.
- [0124] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 평균 전류 효율은 5.3 cd/A인 반면, 비교예1은 4.2 cd/A이고, 비교예2는 4.6 cd/A이며, 비교예3은 4.0 cd/A이다.
- [0125] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 휘도가 5% 저하되었을 때까지 소요된 시간은 39.5 hrs인 반면, 비교예1은 12.6 hrs이고, 비교예2는 19 hrs이며, 비교예3은 10 hrs이다.
- [0126] 이와 같이, 단일 정공 수송층(HTL)을 사용하거나, 제2 정공 수송층(HTL2)보다 높은 굴절률을 갖는 제1 정공 수송층(HTL1)을 적층하여 사용하는 경우에 비해, 제2 정공 수송층(HTL2)보다 낮은 굴절률을 갖는 제1 정공 수송층(HTL1)을 적층하여 사용함으로써, 구동 전압이 감소하고 좌표가 개선되며 수명이 증가하는 것을 확인할 수 있다.
- [0128] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드는 제1 및 제2 정공 수송층(HTL1, HTL2)의 두께에 따라 특성이

달라진다.

- [0129] (1) 실험예1
- [0130] 제1 정공 수송층(HTL1)과 제2 정공 수송층(HTL2)을 20 nm의 두께로 형성하였다.
- [0131] (2) 실험예2
- [0132] 제1 정공 수송층(HTL1)을 30 nm의 두께로 형성하고, 제2 정공 수송층(HTL2)을 20 nm의 두께로 형성하였다.
- [0133] (3) 실험예3
- [0134] 제1 정공 수송층(HTL1)을 30 nm의 두께로 형성하고, 제2 정공 수송층(HTL2)을 10 nm의 두께로 형성하였다.
- [0135] (4) 실험예4
- [0136] 제1 정공 수송층(HTL1)을 10 nm의 두께로 형성하고, 제2 정공 수송층(HTL2)을 30 nm의 두께로 형성하였다.
- [0137] (5) 실험예5
- [0138] 제1 정공 수송층(HTL1)을 20 nm의 두께로 형성하고, 제2 정공 수송층(HTL2)을 10 nm의 두께로 형성하였다.
- [0139] 도 9 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 실험예의 유기발광다이오드의 특성을 도시한다. 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 실험예의 유기발광다이오드의 발광 효율 특성을 도시한 그래프이고, 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 실험예의 유기발광다이오드의 스펙트럼 특성을 도시한 그래프이며, 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 실험예의 유기발광다이오드의 수명 특성을 도시한 그래프이고, 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 실험예의 유기발광다이오드의 전압 특성을 도시한 그래프이다.
- [0140] 도 9 내지 도 12에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드는 제1 정공 수송층(HTL1)과 제2 정공 수송층(HTL2)의 총 두께가 감소할수록, 또한 제1 정공 수송층(HTL1)의 두께가 작아질수록 특성이 개선되는 것을 알 수 있다.
- [0141] 보다 상세하게, 실험예1의 유기발광다이오드의 청색 y 좌표는 0.0897이고, 실험예2는 0.0916이며, 실험예3은 0.0909이고, 실험예4는 0.0911이며, 실험예5는 0.0890이다.
- [0142] 또한, 실험예1의 유기발광다이오드의 구동 전압은 4.4V이고, 실험예2는 4.7V이며, 실험예3은 4.4V이고, 실험예4는 4.5V이며, 실험예5는 4.3V이다.
- [0143] 또한, 실험예1의 유기발광다이오드의 평균 전류 효율은 5.3 cd/A이고, 실험예2는 4.9 cd/A이며, 실험예3은 5.1 cd/A이고, 실험예4는 5.0 cd/A이며, 실험예5는 5.4 cd/A이다.
- [0144] 또한, 실험예1의 유기발광다이오드의 휘도가 5% 저하되었을 때까지 소요된 시간은 39.5 hrs이고, 실험예2는 17.9 hrs이며, 실험예3은 20.5 hrs이고, 실험예4는 34.5 hrs이며, 실험예5는 49.6 hrs이다.
- [0145] 이와 같이, 제1 정공 수송층(HTL1)과 제2 정공 수송층(HTL2)의 총 두께가 감소할수록, 또한 제1 정공 수송층(HTL1)의 두께가 작아질수록 구동 전압과 좌표 및 수명이 개선되는 것을 알 수 있다.
- [0146] 여기서, 제1 정공 수송층(HTL1)의 두께는 제2 정공 수송층(HTL2)의 두께와 같거나 작은 것이 바람직하다. 이때, 제1 및 제2 정공 수송층(HTL1, HTL2) 각각의 두께는 10 nm 내지 200 nm일 수 있다. 제1 및 제2 정공 수송층(HTL1, HTL2)의 두께가 10 nm 보다 작을 경우, 고색재현율뿐만 아니라 장수명을 구현하는데도 어려움이 있다.
- [0148] 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

- [0150] 110: 기판 140: 제1 전극
- 152: 정공 주입층 154: 정공 수송층

154a, 154b, 154c: 제1, 제2, 제3 정공 수송층

156: 발광물질층

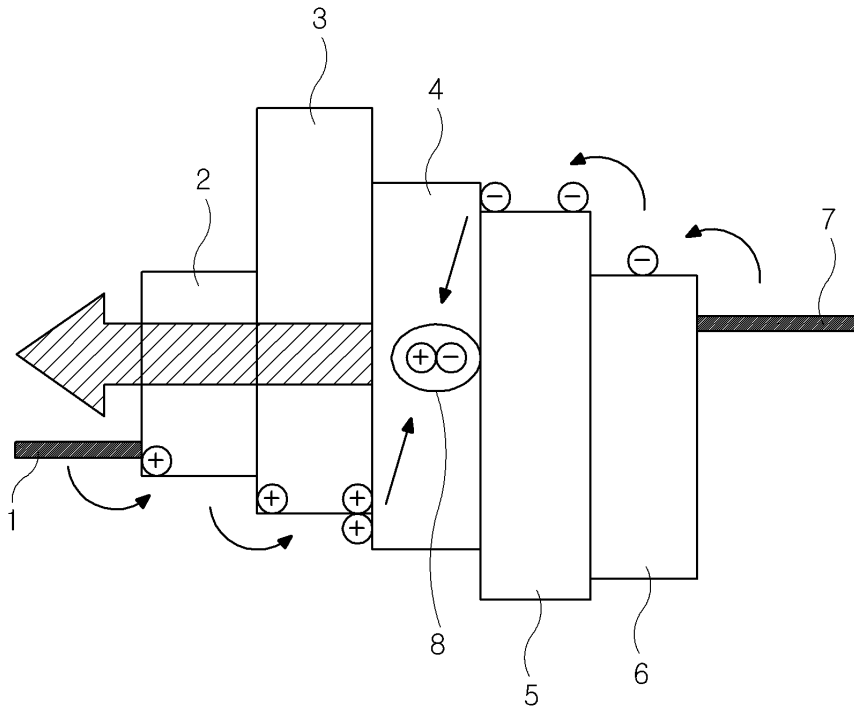
156a, 156b, 156c: 적, 녹, 청색 발광물질층

157: 버퍼층 158: 전자 수송층

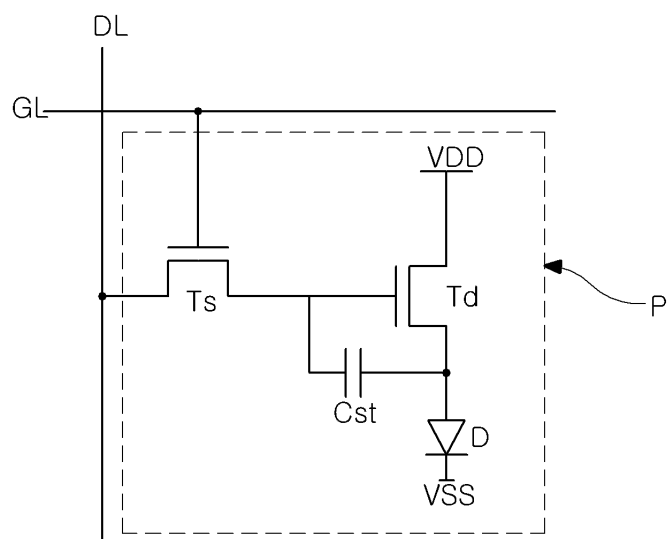
160: 제2 전극 D: 발광다이오드

도면

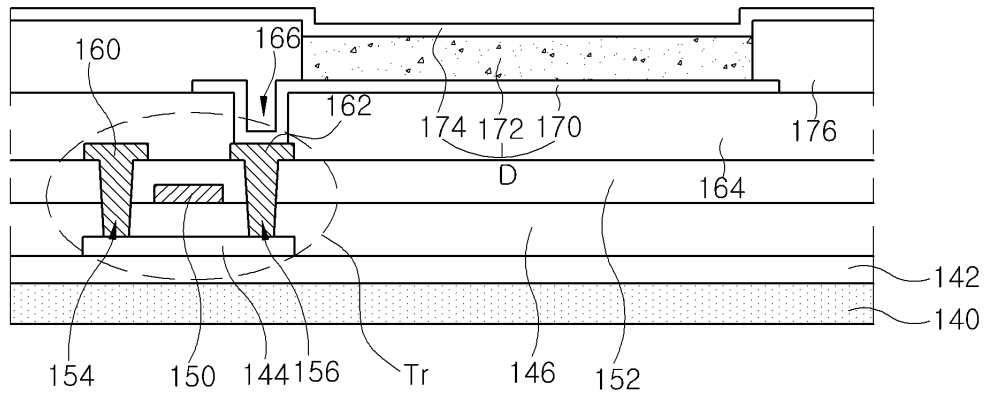
도면1



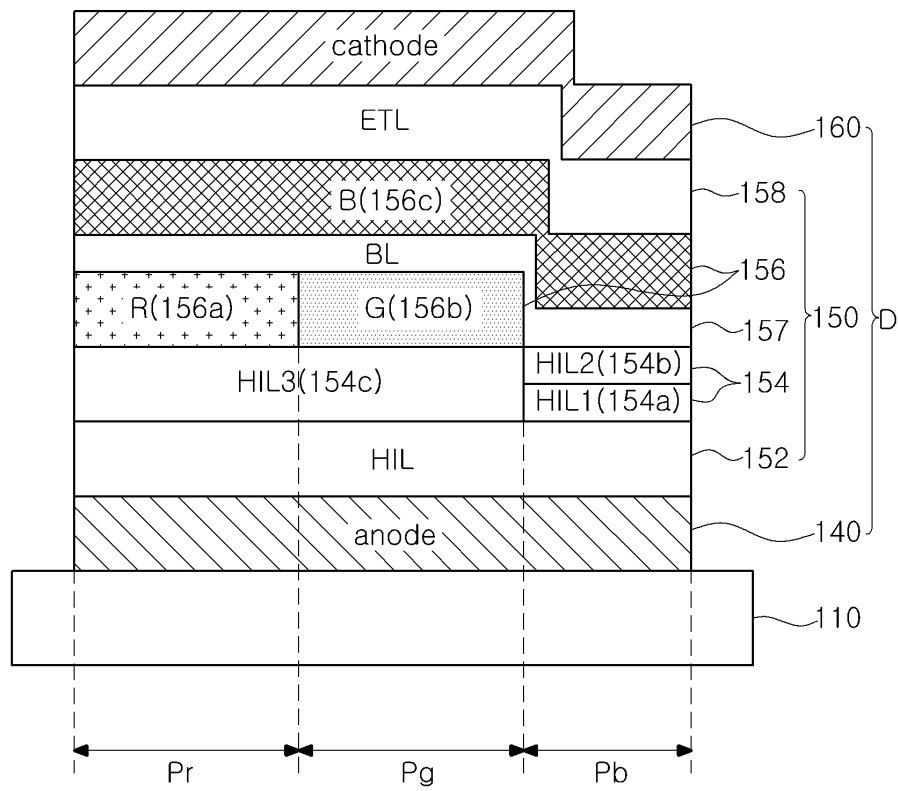
도면2



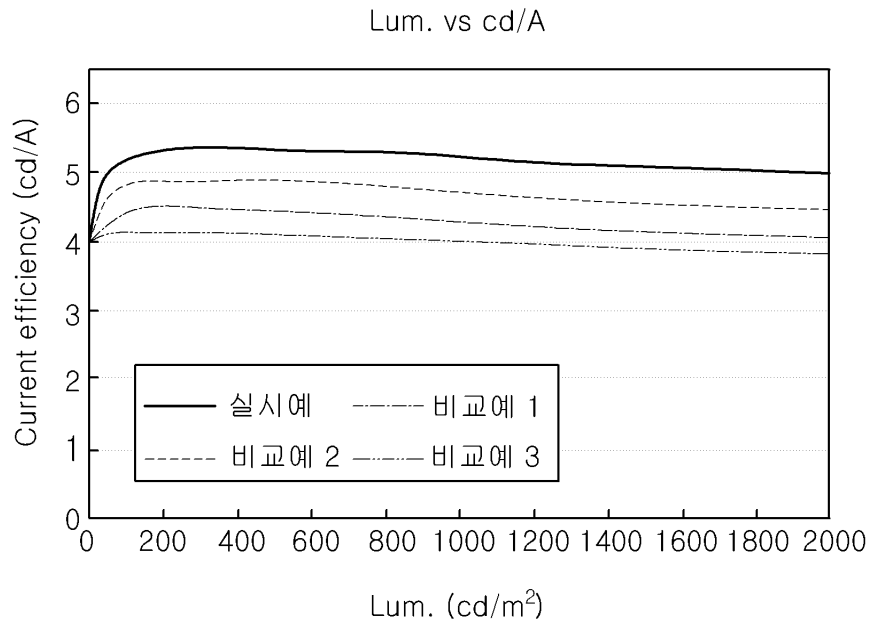
도면3



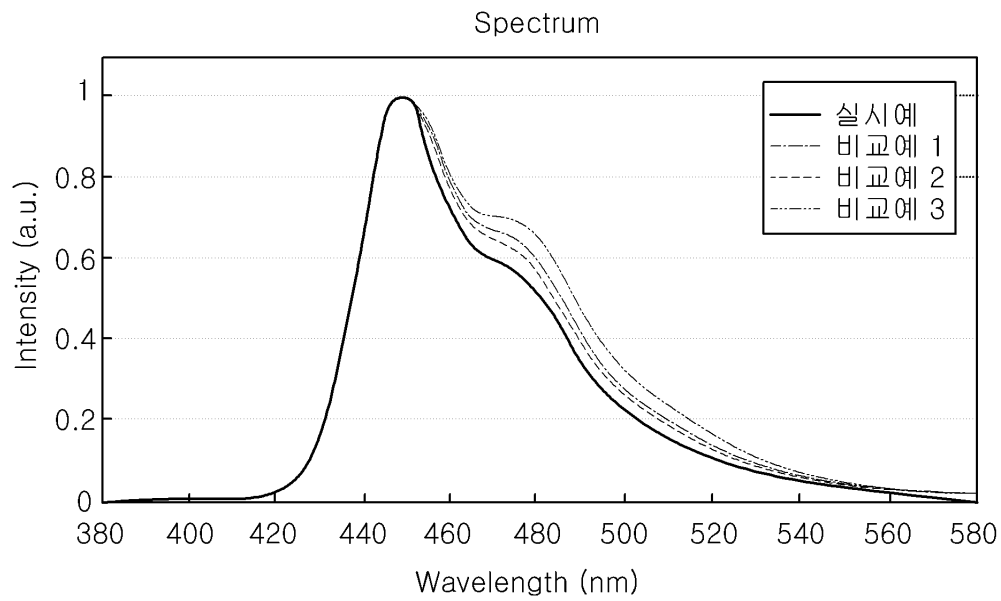
도면4



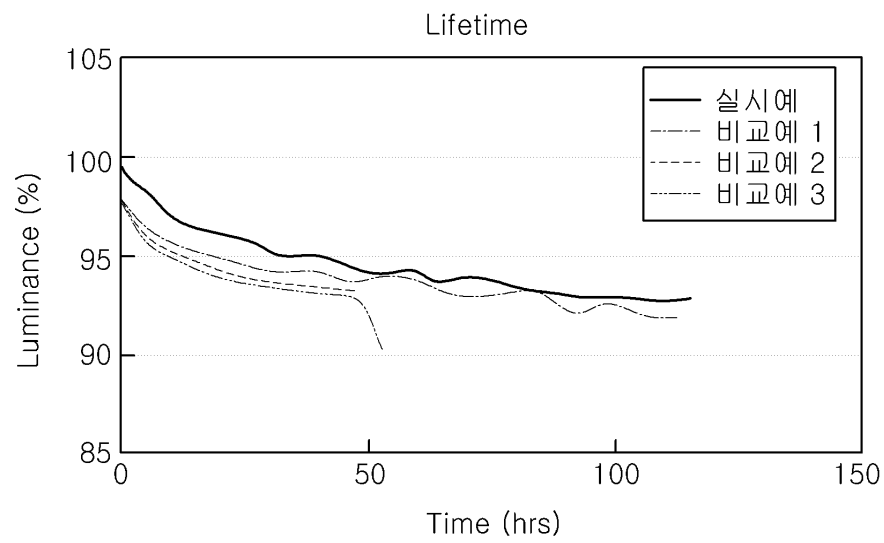
도면5



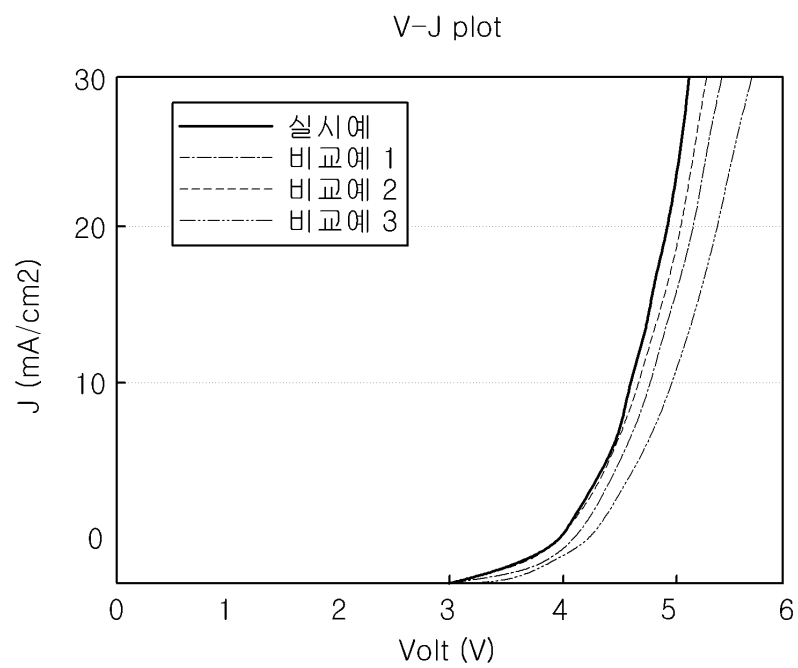
도면6



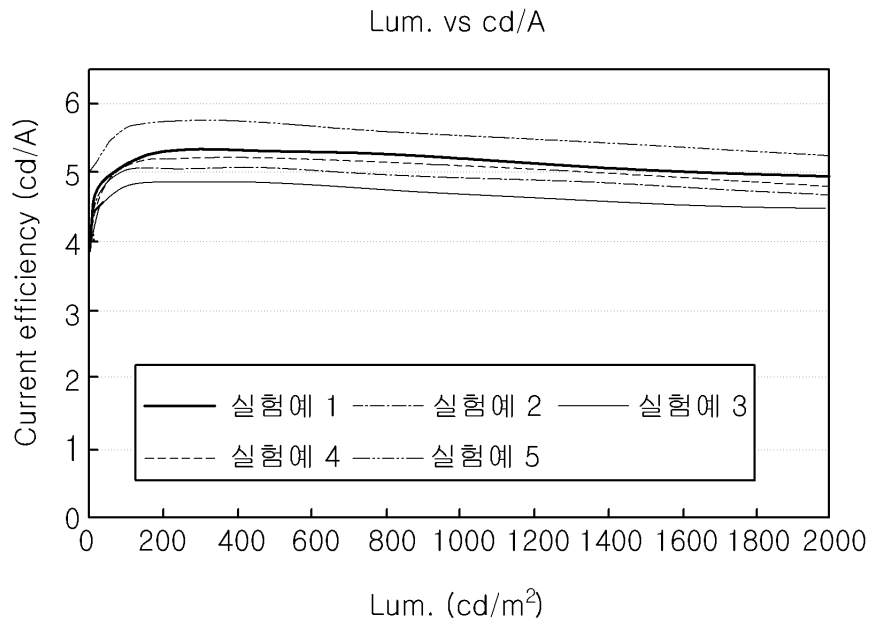
도면7



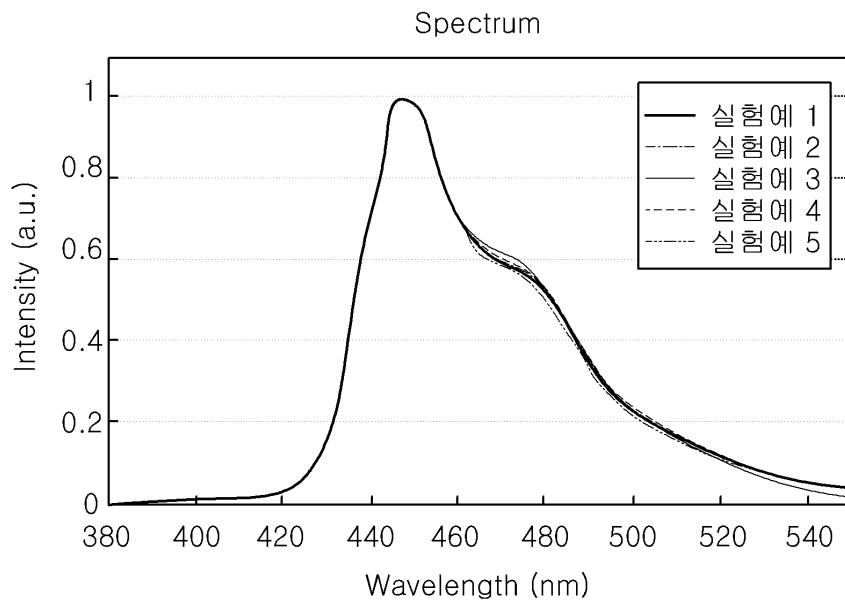
도면8



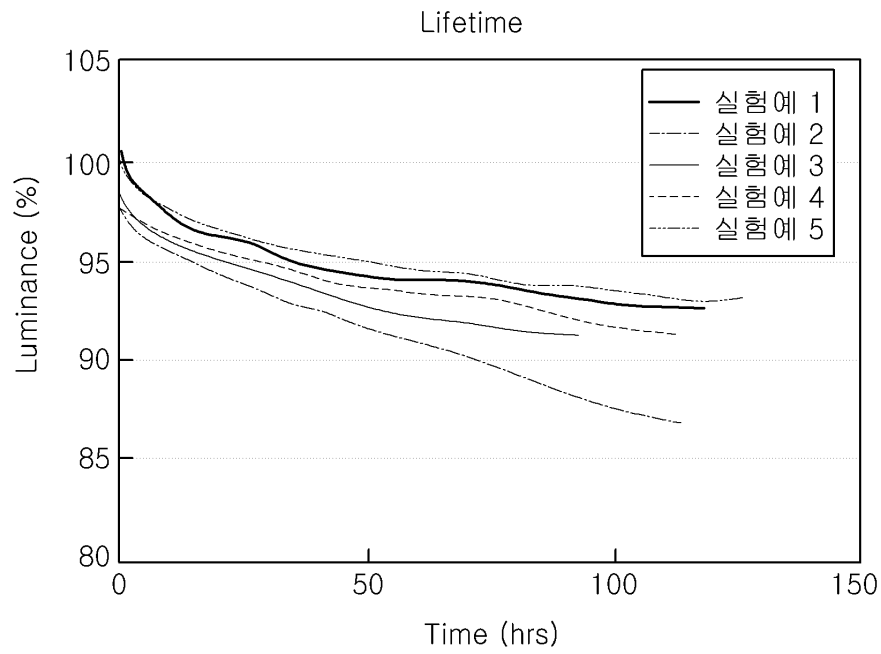
도면9



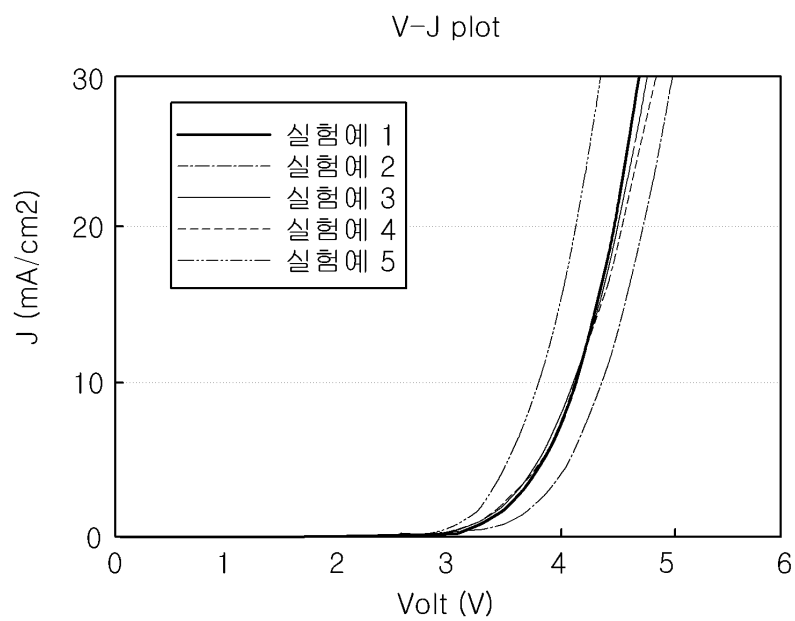
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	有机发光二极管显示器		
公开(公告)号	KR1020180047421A	公开(公告)日	2018-05-10
申请号	KR1020160143467	申请日	2016-10-31
[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	KIM YOUNG JU 김영주 SHIN JEONG GYUN 신정균 GEE HYUK CHAN 지혁찬 PARK SUNG JIN 박성진		
发明人	김영주 신정균 지혁찬 박성진		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32 H01L51/00 H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5064 H01L51/5275 H01L27/3211 H01L51/0059 H01L51/0094 H01L2251/55 H01L2251/558		

摘要(译)

有机发光二极管显示装置包括形成在基板上的红色，绿色和蓝色像素区域中的每一个上的第一电极，形成在第一电极上的第二电极，并且，通过沉积工艺顺序形成的蓝色发光材料层，电子传输层和第二电极，以及蓝色像素区域中的空穴传输层包括空穴传输层，空穴传输层，红色发光层，和第二空穴传输层，其中第一空穴传输层含有硅氧烷化合物并且具有小于第二空穴传输层的折射率的折射率。因此，可以优化蓝色发光二极管的电荷平衡，以实现长寿命和高色彩再现率。

