



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0074376
(43) 공개일자 2016년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/32 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 27/3213 (2013.01)
H01L 27/3248 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0092495
(22) 출원일자 2015년06월29일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020140183569 2014년12월18일 대한민국(KR)

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
조귀정
대구광역시 달성군 화원읍 화원로1길 36-10
감윤석
서울특별시 강서구 허준로 175, 614동 1003호 (가양동, 가양6단지아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 백색 유기전계발광 표시장치

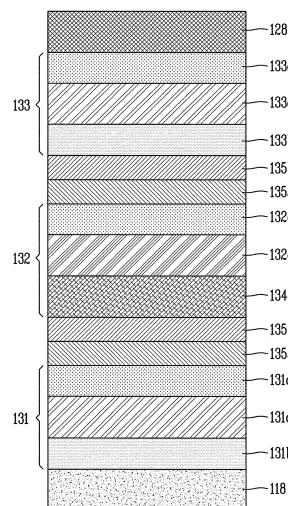
(57) 요약

본 발명의 백색 유기전계발광 표시장치는 $n(\geq 2)$ 스택 구조를 갖는 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 전하생성층과 황색-녹색 발광층 사이에 정공수송타입 호스트를 포함하는 적색 발광층이 위치하는 것을 특징으로 한다.

이에 의하면, 적색 발광층이 발광층 이외의 정공수송층과 전자 블로킹층의 역할을 함으로써 휘도와 색재현을 및 색시야각을 개선할 수 있다.

또한, 본 발명의 백색 유기전계발광 표시장치는 전하생성층과 적색 발광층 사이에 정공수송타입 호스트로 이루어진 보조층을 추가로 삽입하여 전하생성층과 적색 발광층 사이에서 엑시톤의 소광(quenching)을 감소시킴으로써 적색 발광층의 효율을 보다 더 향상시킬 수 있는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

H01L 51/5024 (2013.01)

H01L 51/5056 (2013.01)

H01L 2227/32 (2013.01)

(72) 발명자

유태선

경기도 고양시 일산동구 강촌로26번길 47, 3101호
(백석동)

김태식

경기도 용인시 기흥구 공세로 76, 101동 1302호 (고매동, 세원아파트)

김세웅

서울특별시 중랑구 중랑역로 124, 706호 (중화동, 삼익아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 전극 위에 위치하며, 청색 발광층을 포함하는 제 1 발광부;

상기 제 1 발광부 위에 위치하는 제 1 전하생성층;

상기 제 1 전하생성층 위에 상기 제 1 전하생성층과 접촉하는 적색 발광층과 황색-녹색 발광층을 포함하는 제 2 발광부; 및 상기 제 2 발광부 위에 위치하는 제 2 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 적색 발광층은 정공수송특성을 가지는 정공수송타입 호스트를 적어도 하나 포함하며, 상기 정공수송타입 호스트는 상기 정공수송 역할을 하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 발광부 위에 위치하며, 청색 발광층을 포함하는 제 3 발광부를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 제 2 발광부와 상기 제 3 발광부 사이에 위치하는 제 2 전하생성층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 발광부는 상기 제 1 전극과 상기 청색 발광층 사이에 위치하는 제 1 정공수송층; 및 상기 청색 발광층과 상기 제 1 전하생성층 사이에 위치하는 제 1 전자수송층을 추가로 포함하며,

상기 제 2 발광부는 상기 황색-녹색 발광층과 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 제 2 전자수송층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 적색 발광층은 정공수송층 없이 상기 제 1 전하생성층 위에 위치하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 7

제 2 항에 있어서, 상기 제 1 전하생성층과 상기 적색 발광층 사이에 위치하며, 정공수송특성을 가지는 보조층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 보조층은 상기 정공수송타입 호스트로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 적색 발광층은 0.5 ~ 10%의 도핑 농도를 가진 적색 도펀트를 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 10

제 2 항에 있어서, 상기 적색 발광층은 상기 정공수송타입 호스트와 적어도 다른 하나의 호스트 및 하나 이상의

도펀트를 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 정공수송타입 호스트와 적어도 다른 하나의 호스트의 두께는 0:1 내지 1:0의 비율을 가지는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 12

제 1 전극 위에 위치하며, 제 1 정공수송층, 제 1 발광층 및 제 1 전자수송층을 포함하는 제 1 발광부;

상기 제 1 발광부 위에 위치하며, 정공수송 기능을 가지는 제 2 발광층 및 제 2 전자수송층을 포함하는 제 2 발광부;

상기 제 2 발광부 위에 위치하며, 제 2 정공수송층, 제 3 발광층 및 제 3 전자수송층을 포함하는 제 3 발광부; 및

상기 제 3 발광부 위에 위치하는 제 2 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 제 2 발광층은 적색 발광층 및 황색-녹색 발광층의 2개의 발광층을 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 적색 발광층은 상기 정공수송 기능을 가지며, 상기 제 2 발광부는 정공수송층이 없는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서, 상기 적색 발광층은 적어도 2개의 호스트 및 하나의 도펀트를 포함하며, 상기 적어도 2개의 호스트 중 하나는 상기 정공수송 기능을 가지는 정공수송타입 호스트인 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 16

제 12 항에 있어서, 상기 제 1 발광부와 상기 제 2 발광부 사이에 위치하는 제 1 전하생성층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 제 1 전하생성층 위에 상기 제 2 발광층이 위치하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 제 1 전하생성층과 상기 제 2 발광층 사이에 위치하며, 정공수송특성을 가지는 보조층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 보조층은 상기 정공수송타입 호스트로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 유기전계발광 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 백색 유기전계발광 표시장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 $n(\geq 2)$ 스택 구조를 갖는 백색 유기전계발광 표시장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근 정보 디스플레이에 관한 관심이 고조되고 휴대가 가능한 정보매체를 이용하려는 요구가 높아지면서 경량 박형 표시장치에 대한 연구 및 상업화가 중점적으로 이루어지고 있다.
- [0003] 이러한 표시장치 분야에서, 액정표시장치(Liquid Crystal Display Device; LCD)는 가볍고 전력소모가 적어 주목 받는 디스플레이 장치 중 하나이다.
- [0004] 다른 디스플레이 장치로 유기전계발광 표시장치는 자체 발광형이기 때문에 액정표시장치에 비해 시야각과 명암비 등에서 우수하다. 또한, 백라이트(backlight)가 필요하지 않기 때문에 경량 박형이 가능하고, 소비전력 측면에서도 유리하다. 그리고, 직류 저전압 구동이 가능하고 응답속도가 빠르다는 장점이 있다.
- [0005] 이하, 유기전계발광 표시장치의 기본적인 구조 및 동작 특성에 대해서 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0006] 도 1은 일반적인 유기발광다이오드의 발광원리를 설명하는 다이어그램이다.
- [0007] 유기전계발광 표시장치는 일반적으로 도 1과 같은 구조의 유기발광다이오드를 구비한다.
- [0008] 도 1을 참조하면, 유기발광다이오드는 화소전극인 양극(anode)(30f)과 공통전극인 음극(cathode)(30g) 및 이들 사이에 형성된 유기층(30a, 30b, 30c, 30d, 30e)을 구비한다.
- [0009] 이때, 유기층(30a, 30b, 30c, 30d, 30e)은 정공수송층(Hole Transport Layer; HTL)(30b)과 전자수송층(Electron Transport Layer; ETL)(30d) 및 정공수송층(30b)과 전자수송층(30d) 사이에 개재된 발광층(Emission Layer; EML)(30c)을 포함한다.
- [0010] 이때, 발광 효율을 향상시키기 위해서 양극(30f)과 정공수송층(30b) 사이에 정공주입층(Hole Injection Layer; HIL)(30a)이 개재되며, 음극(30g)과 전자수송층(30d) 사이에는 전자주입층(Electron Injection Layer; EIL)(30e)이 개재된다.
- [0011] 이렇게 구성되는 유기발광다이오드는 양극(30f)과 음극(30g)에 각각 양(+)과 음(-)의 전압이 인가되면, 정공수송층(30b)을 통과한 정공과 전자수송층(30d)을 통과한 전자가 발광층(30c)으로 이동되어 엑시톤(exciton)을 형성한다. 그리고, 엑시톤이 여기상태(excited state)에서 기저상태, 즉 안정한 상태(stable state)로 전이될 때 소정 파장의 빛이 발생된다.
- [0012] 유기전계발광 표시장치는 전술한 구조의 유기발광다이오드가 형성된 서브-화소를 매트릭스 형태로 배열하고 그 서브-화소들을 데이터전압과 스캔전압으로 선택적으로 제어함으로써 화상을 표시한다.
- [0013] 이때, 유기전계발광 표시장치는 수동 매트릭스(passive matrix) 방식 또는 스위칭소자로써 박막 트랜지스터를 이용하는 능동 매트릭스(active matrix) 방식으로 나뉘어진다. 이 중 능동 매트릭스 방식은 능동소자인 박막 트랜지스터를 선택적으로 턴-온(turn on)시켜 서브-화소를 선택하고 스토리지 커패시터에 유지되는 전압으로 서브-화소의 발광을 유지한다.
- [0014] 또한, 유기전계발광 표시장치에는 적어도 2개의 발광층을 이용하여 백색을 발광하는 백색 유기전계발광 표시장치가 있다. 백색 유기전계발광 표시장치는 유기 발광층이 백색을 발광하기 때문에 이를 적, 녹 및 청색의 빛으로 변환하기 위해 컬러필터를 구비한다.
- [0015] 백색광을 발광하는 유기전계발광 표시장치는 보색 관계의 두 개의 발광층을 포함하는 구조로 이루어질 수 있다. 이 구조는 백색광이 컬러필터를 통과하게 되면 각 발광층의 발광 피크의 파장 영역과 컬러필터의 투과 영역 사이에 차이가 생기기 때문에 표현할 수 있는 색상범위가 좁아져 원하는 색재현율을 구현하는 데 어려움이 있다.
- [0016] 예를 들어, 청색 발광층과 황색-녹색 발광층을 포함하여 백색광을 발광하는 유기전계발광 표시장치의 경우, 청색 파장 영역과 황색-녹색 파장 영역에서 발광 피크 파장이 형성되면서 백색광이 방출된다. 그러나, 이와 같은 백색광이 적색, 녹색 및 청색 컬러필터를 통과하게 되면 청색 파장 영역의 투과도가 적색 또는 녹색 파장 영역 대비 낮아지게 되어 발광 효율 및 색재현율이 낮아지게 된다. 또한, 청색 발광층은 형광 발광 물질로 이루어지고 황색 발광층은 인광 발광 물질로 이루어지는데, 황색 인광 발광층의 발광 효율이 청색 형광 발광층의 발광 효율보다 상대적으로 높아 황색 인광 발광층과 청색 형광 발광층 사이의 효율 차이로 인해 발광 효율 및 색재현율을 감소시킨다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명은 상기한 문제를 해결하기 위한 것으로, $n(\geq 2)$ 스택 구조를 갖는 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 휘도와 색재현율 및 색시야각을 개선한 백색 유기전계발광 표시장치를 제공하는데 목적이 있다.
- [0018] 기타, 본 발명의 다른 목적 및 특징들은 후술되는 발명의 구성 및 특허청구범위에서 설명될 것이다.

과제의 해결 수단

- [0019] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 $n(\geq 2)$ 스택 구조를 갖는 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 제 1 전극 위에 위치하며, 청색 발광층을 포함하는 제 1 발광부, 제 1 발광부 위에 위치하는 제 1 전하생성층, 제 1 전하생성층 위에 제 1 전하생성층과 접촉하는 적색 발광층과 황색-녹색 발광층을 포함하는 제 2 발광부 및 제 2 발광부 위에 위치하는 제 2 전극을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 적색 발광층이 정공수송층 없이 상기 제 1 전하생성층 위에 위치하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 적색 발광층이 정공수송특성을 가지는 정공수송타입 호스트를 적어도 하나 포함하며, 정공수송타입 호스트는 정공수송 기능층을 구성하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 제 2 발광부 위에 위치하며, 청색 발광층을 포함하는 제 3 발광부를 추가로 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 제 2 발광부와 제 3 발광부 사이에 위치하는 제 2 전하생성층을 추가로 포함할 수 있다.
- [0024] 제 1 발광부는 제 1 전극과 청색 발광층 사이에 위치하는 제 1 정공수송층, 및 청색 발광층과 제 1 전하생성층 사이에 위치하는 제 1 전자수송층을 포함할 수 있다.
- [0025] 제 2 발광부는 황색-녹색 발광층과 제 2 전극 사이에 위치하는 제 2 전자수송층을 포함할 수 있다.
- [0026] 제 1 전하생성층과 적색 발광층 사이에 위치하며, 정공수송특성을 가지는 보조층을 추가로 포함할 수 있다.
- [0027] 보조층은 정공수송타입 호스트로 이루어질 수 있다.
- [0028] 적색 발광층은 0.5 ~ 10%의 도핑 농도를 가진 적색 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0029] 적색 발광층은 정공수송타입 호스트와 적어도 다른 하나의 호스트 및 하나 이상의 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0030] 정공수송타입 호스트와 적어도 다른 하나의 호스트의 두께는 0:1 내지 1:0의 비율을 가질 수 있다.
- [0031] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 제 1 전극 위에 위치하며, 제 1 정공수송층, 제 1 발광층 및 제 1 전자수송층을 포함하는 제 1 발광부, 제 1 발광부 위에 위치하며, 정공수송 기능을 가지는 제 2 발광층 및 제 2 전자수송층을 포함하는 제 2 발광부, 제 2 발광부 위에 위치하며, 제 2 정공수송층, 제 3 발광층 및 제 3 전자수송층을 포함하는 제 3 발광부 및 제 3 발광부 위에 위치하는 제 2 전극을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0032] 제 2 발광층은 적색 발광층 및 황색-녹색 발광층의 2개의 발광층을 포함할 수 있다.
- [0033] 적색 발광층은 정공수송 기능을 가지며, 제 2 발광부는 정공수송층이 없을 수 있다.
- [0034] 적색 발광층은 적어도 2개의 호스트 및 하나의 도펀트를 포함하며, 적어도 2개의 호스트 중 하나는 정공수송 기능을 가지는 정공수송타입 호스트일 수 있다.
- [0035] 제 1 발광부와 제 2 발광부 사이에 위치하는 제 1 전하생성층을 추가로 포함 할 수 있다.
- [0036] 제 1 전하생성층 위에 제 2 발광층이 위치할 수 있다.
- [0037] 제 1 전하생성층과 제 2 발광층 사이에 위치하며, 정공수송특성을 가지는 보조층을 추가로 포함할 수 있다.
- [0038] 보조층은 정공수송타입 호스트로 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0039] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 적색 발광층이 발광층으로서의 역할 이외에 황색-녹색 발광층에 정공을 전달하는 정공수송층의 역할을 동시에 한다. 이에 따라 휘도와 색재현율 및 색시야각을 개선할 수 있다.

[0040] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 적색 발광층에 포함된 도펀트가 황색-녹색 발광층에서 누설되는 전자를 트래핑(trapping)함으로써 전자-정공 발광에 기여하여 황색-녹색 발광뿐만 아니라, 적색 발광을 함으로써 적색의 효율이 증가하여 패널의 휘도 향상에 기여하게 된다.

[0041] 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 전하생성층과 적색 발광층 사이에 정공수송타입 호스트로 이루어진 보조층을 추가로 구성하는 경우 정공을 황색-녹색 발광층까지 전달하여 효율을 향상시키고, P형 전하생성층과 적색 발광층 사이에서 소광될 수 있는 확률을 줄여 적색의 효율을 더욱 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 일반적인 유기발광다이오드의 발광원리를 설명하는 다이어그램.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 파장에 따른 광 세기를 예로 들어 보여주는 그래프.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치를 개략적으로 보여주는 블록도.
- 도 5는 유기전계발광 표시장치의 서브-화소에 대한 회로 구성을 보여주는 예시도.
- 도 6은 도 4에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 서브-화소의 개략적인 구조를 보여주는 예시도.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치의 서브-화소 일부를 개략적으로 보여주는 단면도.
- 도 8은 도 7에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 밴드 다이어그램을 개략적으로 보여주는 도면.
- 도 10a와 도 10b 및 도 10c는 시야각이 0° 에서 60° 로 변화할 때의 색좌표(color coordinate) 변화를 개략적으로 보여주는 도면.
- 도 11a와 도 11b 및 도 11c는 시야각이 0° 에서 60° 로 변화할 때의 색좌표 변화를 보여주는 사진.
- 도 12는 시야각의 변화에 따른 색좌표 변화를 보여주는 그래프.
- 도 13a 및 도 13b는 파장에 따른 광 세기를 보여주는 그래프.
- 도 14a 및 도 14b는 시간에 따른 광 세기의 변화를 보여주는 그래프.
- 도 15는 시야각의 변화에 따른 색좌표 변화를 보여주는 다른 그래프.
- 도 16a 및 도 16b는 파장에 따른 광 세기를 보여주는 다른 그래프.
- 도 17은 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도.
- 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광다이오드의 밴드 다이어그램을 개략적으로 보여주는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 백색 유기전계발광 표시장치의 바람직한 실시예를 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0044] 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 속하

는 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.

- [0045] 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.
- [0046] 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 동작시 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 포함할 수 있다.
- [0047] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며, 따라서 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0048] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도이다.
- [0049] 이때, 도 2는 2스택 2피크(peak) 구조의 유기발광다이오드를 예로 들어 보여주고 있다.
- [0050] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 과장에 따른 광 세기(intensity)를 예로 들어 보여주는 그래프이다.
- [0051] 도 2를 참조하면, 제 1 전극(18)과 제 2 전극(28) 및 제 1 전극(18)과 제 2 전극(28) 사이에 위치하며, 제 1 발광부(31)와 제 2 발광부(32)로 이루어진 발광부를 포함한다.
- [0052] 그리고, 제 1 발광부(31)와 제 2 발광부(32) 사이에는 N형 전하생성층(35a)과 P형 전하생성층(35b)이 위치한다. 이와 같이 발광부를 2개로 구성하는 경우, 전하생성층(35a, 35b)은 제 1 발광부(31)와 제 2 발광부(32) 사이의 전하의 균형을 조절한다.
- [0053] 이때, 효율 및 수명을 향상시키기 위해 제 1 발광부(31)와 제 2 발광부(32)에는 다수의 수송층 및 버퍼층이 구비될 수 있다.
- [0054] 즉, 제 1 발광부(31)는 제 1 정공수송층(31b), 청색 발광층(31c), 제 1 전자수송층(31d)을 포함하여 이루어진다.
- [0055] 제 2 발광부(32)는 제 2 정공수송층(32b), 황색-녹색 발광층(32c), 제 2 전자수송층(32d)을 포함하여 이루어진다.
- [0056] 이러한 백색 유기발광다이오드는 적색 발광층이 없어 효율 및 색재현율(color gamut)이 떨어질 수 있다. 즉, 전문적인 백색 유기전계발광 표시장치는 청색 피크의 빛과 황색-녹색 피크의 빛을 이용하여 백색을 발광하고, 이를 적, 녹 및 청색의 컬러필터를 통과시켜 디스플레이를 구현하는데, 적색 발광층이 없어 적색 효율이 부족할 수 있다.
- [0057] 도 3에 도시한 바와 같이, 청색 발광층은 440nm 내지 480nm의 파장 범위에서 광 세기를 나타내고, 황색-녹색 발광층은 510nm 내지 590nm의 파장 범위에서 광 세기를 나타낸다. 적색의 파장 범위에 해당하는 600nm 내지 650nm에서 광 세기가 나타나지 않음을 알 수 있다. 따라서, 적색 효율이 부족함을 알 수 있다.
- [0058] 이에 고휘도를 내기 위해 높은 전류가 요구되며, 그 결과 소비전력이 증가한다. 그리고, 효율을 향상시키기 위해서 다른 층을 추가할 경우 공정이 추가되어 비용이 상승하는 문제점이 생긴다.
- [0059] 따라서, 본 발명의 발명자들은 적색 효율을 향상시키기 위한 여러 실험을 하였다. 본 발명의 발명자들은 여러 실험을 통하여 효율과 색재현율이 향상된 새로운 구조의 유기전계발광 표시장치를 발명하였다. 이에 대해서는 아래 실시예를 참조하여 설명한다.
- [0060] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치를 개략적으로 보여주는 블록도이다.

- [0061] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 영상처리부(115), 데이터변환부(114), 타이밍제어부(113), 데이터구동부(112), 게이트구동부(111) 및 표시패널(110)을 포함할 수 있다.
- [0062] 영상처리부(115)는 RGB 데이터신호(RGB)를 이용하여 평균화상레벨에 따라 최대 휘도를 구현하도록 감마전압을 설정하는 등 다양한 영상처리를 수행한 후 RGB 데이터신호(RGB)를 출력한다. 영상처리부(115)는 RGB 데이터신호(RGB)는 물론 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(DES) 및 클럭신호(CLK) 중 하나 이상을 포함하는 구동신호를 출력한다.
- [0063] 타이밍제어부(113)는 영상처리부(115) 또는 데이터변환부(114)로부터 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(DES) 및 클럭신호(CLK) 중 하나 이상을 포함하는 구동신호를 공급받는다. 타이밍제어부(113)는 구동신호에 기초하여 게이트구동부(111)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 게이트 타이밍 제어신호(GCS)와 데이터구동부(112)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 데이터 타이밍 제어신호(DCS)를 출력한다.
- [0064] 타이밍제어부(113)는 게이트 타이밍 제어신호(GCS)와 데이터 타이밍 제어신호(DCS)에 대응하여 데이터신호(DATA)를 출력한다.
- [0065] 데이터구동부(112)는 타이밍제어부(113)로부터 공급된 데이터 타이밍 제어신호(DCS)에 응답하여 타이밍제어부(113)로부터 공급되는 데이터신호(DATA)를 샘플링하고 래치(latch)하여 감마 기준전압으로 변환하여 출력한다. 데이터구동부(112)는 데이터라인들(DL1 ~ DLm)을 통해 변환된 데이터신호(DATA)를 출력한다. 데이터구동부(112)는 IC(Integrated Circuit) 형태로 형성된다.
- [0066] 게이트구동부(111)는 타이밍제어부(113)로부터 공급된 게이트 타이밍 제어신호(GCS)에 응답하여 게이트전압의 레벨을 시프트 시키면서 게이트신호를 출력한다. 게이트구동부(111)는 게이트라인들(GL1 ~ GLn)을 통해 게이트신호를 출력한다. 게이트구동부(111)는 IC 형태로 형성되거나 표시패널(150)에 게이트-인-패널(Gate In Panel; GIP) 방식으로 형성된다.
- [0067] 표시패널(110)은 일 예로, 적색 서브-화소(SPr), 녹색 서브-화소(SPg) 및 청색 서브-화소(SPB)를 포함하는 서브-화소 구조로 구현될 수 있다. 즉, 하나의 화소(P)는 RGB 서브-화소(SPr, SPg, SPB)로 이루어진다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 백색 서브-화소를 추가로 포함할 수도 있다.
- [0068] 도 5는 유기전계발광 표시장치의 서브-화소에 대한 회로 구성을 보여주는 예시도이다.
- [0069] 이때, 도 5에 도시된 서브-화소는 스위칭 트랜지스터, 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기발광다이오드를 포함하는 2T(Transistor)1C(Capacitor) 구조로 구성된 경우를 예로 들고 있다. 그러나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 보상회로가 추가된 경우에는 3T1C, 4T2C, 5T2C 등 다양하게 구성될 수 있다.
- [0070] 도 5를 참조하면, 유기전계발광 표시장치는 제 1 방향으로 배열된 게이트라인(GL) 및 제 1 방향과 교차하는 제 2 방향으로 서로 이격하여 배열된 데이터라인(DL)과 구동 전원라인(VDDL)에 의해 서브-화소영역이 정의된다.
- [0071] 하나의 서브-화소에는 스위칭 트랜지스터(SW), 구동 트랜지스터(DR), 커패시터(Cst), 보상회로(CC) 및 유기발광다이오드(OLED)가 포함될 수 있다.
- [0072] 유기발광다이오드(OLED)는 구동 트랜지스터(DR)에 의해 형성된 구동 전류에 따라 빛을 발광하도록 동작한다.
- [0073] 스위칭 트랜지스터(SW)는 게이트라인(GL)을 통해 공급된 게이트신호에 응답하여 데이터라인(DL)을 통해 공급되는 데이터신호가 커패시터(Cst)에 데이터전압으로 저장되도록 스위칭 동작한다.
- [0074] 구동 트랜지스터(DR)는 커패시터(Cst)에 저장된 데이터전압에 따라 구동 전원라인(VDDL)과 그라운드배선(GND) 사이로 구동 전류가 흐르도록 동작한다.
- [0075] 보상회로(CC)는 구동 트랜지스터(DR)의 문턱전압 등을 보상한다. 보상회로(CC)는 하나 이상의 트랜지스터와 커패시터로 구성될 수 있다. 보상회로(CC)의 구성은 다양하게 구성할 수 있으므로, 이에 대한 구체적인 예시 및 설명은 생략한다.
- [0076] 위와 같은 서브-화소 구조를 갖는 유기전계발광 표시장치는 빛이 방출되는 방향에 따라 전면발광(top emission) 방식, 후면발광(bottom emission) 방식 또는 양면발광(dual emission) 방식으로 구현될 수 있다.
- [0077] 도 6은 도 4에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 서브-화소의 개략적인 구조를 보여주는 예시도이다.

- [0078] 도 6을 참조하면, RGB 서브-화소(SPr, SPg, SPb)는 백색 유기발광다이오드(WOLED)와 컬러필터(CFr, CFg, CFb)를 사용하는 방식으로 구현되거나, 유기발광다이오드에 포함된 발광 물질을 적, 녹 및 청색으로 구분하여 형성하는 방식 등으로 구현될 수 있다.
- [0079] 이중 백색 유기발광다이오드(WOLED)와 컬러필터(CFr, CFg, CFb)를 사용하는 방식은 다음과 같다.
- [0080] RGB 서브-화소(SPr, SPg, SPb)는 트랜지스터(TFT), RGB 컬러필터(CFr, CFg, CFb) 및 백색 유기발광다이오드(WOLED)를 포함한다.
- [0081] 즉, RGB 서브-화소(SPr, SPg, SPb)는 백색 유기발광다이오드(WOLED)로부터 출사된 백색의 광을 적, 녹 및 청색으로 변환시키기 위해 RGB 컬러필터(CFr, CFg, CFb)가 포함된다.
- [0082] 백색 유기발광다이오드(WOLED)와 컬러필터(CFr, CFg, CFb)를 사용하는 방식은 적, 녹 및 청색 발광 물질을 독립적으로 각 서브-화소에 증착하는 방식과 달리 백색을 발광하기 위해 여러 층의 발광 물질을 모든 서브-화소에 동일하게 증착하는 방식이다. 따라서, 이 방식은 파인 메탈 마스크(Fine Metal Mask; FMM)를 사용하지 않고도 대형화가 가능하고 수명 이 향상될 수 있고, 소비전력을 저감할 수 있다.
- [0083] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치의 서브-화소 일부를 개략적으로 보여주는 단면도이다.
- [0084] 이때, 도 7에 도시된 유기전계발광 표시장치는 화소가 배열된 기판 방향으로 빛이 방출되는 후면발광 방식의 유기전계발광 표시장치를 예로 들고 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 화소가 배열된 기판과 반대방향으로 빛이 방출되는 전면발광 방식의 유기전계발광 표시장치뿐만 아니라 양면발광 방식의 유기전계발광 표시장치에도 적용 가능하다.
- [0085] 도 7은 코플라나(coplanar) 구조의 박막 트랜지스터를 이용한 유기전계발광 표시장치를 예로 들어 보여주고 있다. 다만, 본 발명이 코플라나 구조의 박막 트랜지스터에 한정되는 것은 아니다. 스테거드 구조의 박막 트랜지스터에 적용하는 것도 가능하다.
- [0086] 그리고, 도 8은 도 7에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도이다.
- [0087] 도 7을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 하나의 서브-화소에는 기판(101) 위에 형성된 트랜지스터(TFT)와 백색 유기발광다이오드(WOLED) 및 컬러필터(CF)가 포함될 수 있다.
- [0088] 우선, 트랜지스터(TFT)로 구동 박막 트랜지스터는 반도체층(124), 게이트전극(121), 소오스전극(122) 및 드레인전극(123)을 포함한다.
- [0089] 반도체층(124)은 투명한 플라스틱이나 고분자 필름 등의 절연물질로 이루어진 기판(101) 위에 형성된다.
- [0090] 반도체층(124)은 비정질 실리콘막이나 비정질 실리콘을 결정화한 다결정 실리콘막, 산화물(oxide) 반도체, 또는 유기물(organic) 반도체 등으로 구성될 수 있다.
- [0091] 이때, 기판(101)과 반도체층(124) 사이에는 버퍼층(미도시)이 더 형성될 수 있다. 버퍼층은 기판(101)으로부터 유출되는 알칼리 이온과 같은 불순물로부터 후속 공정에서 형성되는 트랜지스터(TFT)를 보호하기 위해서 형성될 수 있다.
- [0092] 반도체층(124) 위에는 실리콘질화막(SiNx) 또는 실리콘산화막(SiO₂) 등으로 이루어진 게이트절연막(115a)이 형성된다. 그리고, 그 위에 게이트전극(121)을 포함하는 게이트라인 및 제 1 유지전극이 형성된다.
- [0093] 게이트전극(121)과 게이트라인 및 제 1 유지전극은 저저항 특성을 갖는 제 1 금속물질, 예를 들면 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다.
- [0094] 게이트전극(121)과 게이트라인 및 제 1 유지전극 위에는 실리콘질화막 또는 실리콘산화막 등으로 이루어진 층간절연막(inter insulation layer)(115b)이 형성된다. 그리고, 그 위에 데이터라인, 구동 전압라인 및 소오스/드레인전극(122, 123) 및 제 2 유지전극(미도시)이 형성된다.
- [0095] 소오스전극(122)과 드레인전극(123)은 소정 간격으로 이격하여 형성되어 반도체층(124)과 전기적으로 연결된다. 보다 구체적으로는, 게이트절연막(115a) 및 층간절연막(115b)에는 반도체층(124)을 노출시키는 반도체층 콘택홀

이 형성되어 있으며, 반도체층 컨택홀을 통해 소오스/드레인전극(122, 123)이 반도체층(124)과 전기적으로 접속된다.

- [0096] 이때, 제 2 유지전극은 층간절연막(115b)을 사이에 두고 그 하부의 제 1 유지전극의 일부와 중첩하여 스토리지 커패시터를 형성한다.
- [0097] 데이터라인, 구동 전압라인, 소오스/드레인전극(122, 123) 및 제 2 유지전극은 저저항 특성을 갖는 제 2 금속물질, 예를 들면 알루미늄(Al), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다.
- [0098] 데이터라인, 구동 전압라인, 소오스/드레인전극(122, 123) 및 제 2 유지전극이 형성된 기판(101) 위에는 보호막(또는 평탄화막)(115c)이 형성된다.
- [0099] 그리고, 보호막(115c) 위에는 컬러필터(CF)가 형성된다. 컬러필터(CF)는 백색 유기발광다이오드(WOLED)로부터 출사된 백색광을 적, 녹 및 청색으로 변환하는 색 변환재료이다.
- [0100] 보호막(115c) 위에는 컬러필터(CF)를 덮으며, 드레인전극(123)의 일부를 노출시키는 오버코트층(115d)이 형성된다. 오버코트층(115d)은 유기물질로 형성될 수 있으나, 무기물질 또는 유기-무기 혼합물질로 형성될 수도 있다.
- [0101] 다음으로, 백색 유기발광다이오드(WOLED)는 제 1 전극(118), 발광부(130) 및 제 2 전극(128)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0102] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 발광부(130)는 적어도 하나의 청색 발광층과 황색-녹색 발광층을 포함하는 $n(\geq 2)$ 스택 구조를 가지며, 3-피크(peak)를 가지는 것을 특징으로 한다. 이는 후에 상세히 설명하기로 한다.
- [0103] 이러한 백색 유기발광다이오드(WOLED)는 구동 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결된다. 보다 구체적으로, 구동 박막 트랜지스터 상부에 형성된 보호막(115c) 및 오버코트층(115d)은 구동 박막 트랜지스터의 드레인전극(123)을 노출시키는 드레인 컨택홀이 형성된다. 백색 유기발광다이오드(WOLED)는 드레인 컨택홀을 통해 구동 박막 트랜지스터의 드레인전극(123)과 전기적으로 접속된다.
- [0104] 즉, 제 1 전극(118)은 오버코트층(115d) 위에 형성되고, 드레인 컨택홀을 통해 구동 박막 트랜지스터의 드레인전극(123)과 전기적으로 접속된다.
- [0105] 제 1 전극(118)은 발광부(130)에 전류(또는 전압)를 공급한다.
- [0106] 또한, 제 1 전극(118)은 양극(anode)으로서 역할을 수행한다. 이에 따라, 제 1 전극(118)은 일함수(work function)가 비교적 큰 투명 도전성 물질로 이루어지고, 일 예로 인듐-틴-옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO)를 포함할 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0107] 제 1 전극(118)이 형성된 기판(101) 위에는 뱅크(bank)(115e)가 형성된다. 이때, 뱅크(115e)는 제 1 전극(118) 가장자리 주변을 둘러싸서 개구부(opening)를 정의하며 유기 절연물질로 만들어질 수 있다.
- [0108] 뱅크(115e)는 또한 검정색 안료를 포함하는 감광제로 만들어질 수 있는데, 이 경우 뱅크(115e)는 차광부재의 역할을 하게 된다.
- [0109] 뱅크(115e)가 형성된 기판(101) 위에는 발광부(130)와 제 2 전극(128)이 형성된다.
- [0110] 즉, 발광부(130)는 제 1 전극(118)과 제 2 전극(128) 사이에 형성된다. 발광부(130)는 제 1 전극(118)으로부터 공급되는 정공과 제 2 전극(128)으로부터 공급되는 전자의 결합에 의해 발광한다.
- [0111] 발광부(130)는 빛을 내는 발광층 외에 발광층의 발광 효율을 향상하기 위한 다수의 유기층을 포함하는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0112] 유기발광다이오드를 다층 박막구조로 제작하는 이유는 유기물질의 경우 정공과 전자의 이동도가 크게 차이가 나기 때문에 정공수송층과 전자수송층을 사용하면 정공과 전자가 발광층으로 효과적으로 전달될 수 있고, 발광층에서 정공과 전자의 밀도가 균형을 이루도록 하면 발광효율이 높기 때문이다. 또한, 제 2 전극(128)에서 발광층으로 주입된 전자가 정공수송층/발광층 계면에 존재하는 에너지 장벽에 의해 발광층에 갇히게 되어 전자와 정공의 재결합 확률이 높아지므로 효율이 향상된다.
- [0113] 발광부(130)는 전체 화소들에 걸쳐서 모두 연결된 하나의 층으로 형성될 수 있다. 이 경우에는 백색광을 발생하

는 유기발광 물질을 포함하는 것이 바람직하다. 이 경우 다양한 색상을 표현하기 위해 각 서브-화소별로 컬러필터(CF)를 형성한다.

- [0114] 또 다른 예로, 발광부(130)는 각각의 서브-화소별로 나누어져 형성될 수 있다. 특히, 이 경우에는 각 서브-화소별로 적, 녹 및 청색 중 어느 하나의 색상의 빛을 발생하는 유기발광 물질을 포함할 수 있다.
- [0115] 제 2 전극(128)은 발광부(130) 위에 형성되어 발광부(130)에 전자를 제공한다.
- [0116] 제 2 전극(128)은 기관(101) 전체를 덮도록 형성될 수 있다. 즉, 제 1 전극(118)은 각 서브-화소별로 나누어진 형태를 갖지만, 제 2 전극(128)은 모든 화소들에 걸쳐서 연결된 하나의 층으로 형성될 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0117] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 $n(\geq 2)$ 스택 구조, 일 예로 제 1 발광부 위에 제 2 발광부와 제 3 발광부가 위치한 3스택 3피크 구조를 가지는 것을 특징으로 한다. 그러나, 본 발명이 후술하는 3스택 구조에 한정되는 것은 아니다.
- [0118] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 제 2 발광부 내에, 구체적으로 전하생성층과 황색-녹색 발광층 사이에 정공수송타입 호스트를 포함하는 적색 발광층이 위치하는 것을 특징으로 한다.
- [0119] 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 3스택 3피크 구조의 유기발광다이오드는 제 1 전극(118)과 제 2 전극(128) 및 제 1 전극(118)과 제 2 전극(128) 사이에 위치하는 발광부를 포함한다.
- [0120] 발광부는 제 1 발광부(131)와 제 2 발광부(132) 및 제 3 발광부(133)로 구성될 수 있다.
- [0121] 이때, 제 1 발광부(131)와 제 2 발광부(132) 사이에는 제 1 N형 전하생성층(135a')과 제 1 P형 전하생성층(135b')이 위치할 수 있다. 제 2 발광부(132)와 제 3 발광부(133) 사이에는 제 2 N형 전하생성층(135a'')과 제 2 P형 전하생성층(135b'')이 위치할 수 있다.
- [0122] 이때, 제 1 N형 전하생성층(135a')은 제 1 발광부(131)로 전자를 주입해주는 역할을 하며, 제 1 P형 전하생성층(135b')은 제 2 발광부(132)로 정공을 주입해주는 역할을 한다. 또한, 제 2 N형 전하생성층(135a'')은 제 2 발광부(132)로 전자를 주입해주는 역할을 하며, 제 2 P형 전하생성층(135b'')은 제 3 발광부(133)로 정공을 주입해주는 역할을 한다.
- [0123] 이러한 전하생성층(135a', 135a'', 135b', 135b'')은 전자 도너(donor) 및 전자 억셉터(acceptor) 특성이 강한 여러 가지 유기 물질들을 사용할 수 있다.
- [0124] 일 예로, P형 전하생성층(135b', 135b'')은 헥사아자트리페닐렌-헥사카르보나이트릴(HAT-CN)(Dipyrzino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile)이나 P-도핑 구조를 가질 수 있다.
- [0125] 또한, HAT-CN과 같은 단일층으로 전하생성층(135a', 135a'', 135b', 135b'')을 구성할 수도 있다.
- [0126] 이와 같이 발광부를 3개로 구성하는 경우, 제 1 전하생성층(135a', 135b')은 제 1 발광부(131)와 제 2 발광부(132) 사이의 전하의 균형을 조절하며, 제 2 전하생성층(135a'', 135b'')은 제 2 발광부(132)와 제 3 발광부(133) 사이의 전하의 균형을 조절한다. 다만, 전술한 바와 같이 본 발명이 3개의 발광부에 한정되는 것은 아니다.
- [0127] 제 1 발광부(131)는 제 1 정공수송층(131b), 청색(blue) 발광층(131c) 및 제 1 전자수송층(131d)을 포함할 수 있다. 제 1 발광부(131)에 포함된 각층은 제 1 전극(118) 위에 위치한다.
- [0128] 청색 발광층(131c)은 청색 도펀트와 호스트가 포함된 발광층으로 청색 광을 출사한다.
- [0129] 그리고, 청색(blue) 발광층(131c) 대신에 진청색(deep blue) 발광층 또는 스카이 블루(sky blue) 발광층으로 구성할 수도 있다. 청색 발광층(131c)에 해당하는 파장 영역은 440nm 내지 480nm 범위일 수 있다.
- [0130] 청색 발광층(131c)은 형광으로 발광할 수 있으나, 인광으로 발광할 수도 있다.
- [0131] 청색 발광층(131c)은 적어도 하나 이상의 호스트인 혼합 호스트(mixed host)와 적어도 하나 이상의 도펀트를 포함할 수 있다. 구체적으로, 안트라센(anthracene) 유도체, 파이렌(pyrene) 유도체 및 페릴렌(perylene) 유도체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나의 형광 호스트 물질에 형광 청색 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0132] 소자의 구성에 따라 제 1 전극(118)과 제 1 정공수송층(131b) 사이에 제 1 정공주입층이 추가될 수 있다. 또한,

제 1 전자수송층(131d)과 제 1 전하생성층(135a', 135b') 사이에 제 1 전자주입층이 추가될 수 있다.

[0133] 제 1 정공수송층(131b)을 단일층으로 구성할 수도 있고 2개의 층으로 구성할 수도 있다.

[0134] 제 2 발광부(132)는 적색(red) 발광층(134), 황색-녹색(yellow-green) 발광층(132c) 및 제 2 전자수송층(132d)을 포함하는 것을 특징으로 한다. 제 2 발광부(132)에 포함된 각층은 제 1 전하생성층(135a', 135b') 위에 위치한다.

[0135] 황색-녹색 발광층(132c)은 적어도 하나 이상의 호스트인 혼합 호스트(mixed host)와 적어도 하나 이상의 도펀트를 포함할 수 있다. 구체적으로, 카바졸계 화합물 또는 금속 착물로 이루어진 인광 호스트 물질에 인광 황색-녹색 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있다. 카바졸계 화합물은 CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)-biphenyl), CBP 유도체, mCP(N,N'-dicarbazolyl-3,5-benzene) 또는 mCP 유도체 등을 포함할 수 있고, 금속 착물은 ZnPBO(phenyloxazole) 금속 착물 또는 ZnPBT(phenylthiazole) 금속 착물 등을 포함할 수 있다. 황색-녹색 발광층(132c)에 해당하는 파장 영역은 510nm 내지 590nm 범위일 수 있다. 황색-녹색 발광층(132c)은 황색-녹색 도펀트를 포함한 적어도 하나 이상의 도펀트와 적어도 하나 이상의 호스트가 포함된 발광층으로 황색-녹색 광을 출사한다.

[0136] 소자의 구성에 따라 제 2 전자수송층(132d)과 제 2 전하생성층(135a", 135b") 사이에 제 2 전자주입층이 추가될 수 있다.

[0137] 제 3 발광부(133)는 제 3 정공수송층(133b), 청색(blue) 발광층(133c) 및 제 3 전자수송층(133d)을 포함할 수 있다. 제 3 발광부(133)에 포함된 각층은 제 2 전하생성층(135a", 135b") 위에 위치한다.

[0138] 소자의 구성에 따라 제 2 전하생성층(135a", 135b")과 제 3 정공수송층(133b) 사이에 제 3 정공주입층이 추가될 수 있으며, 제 3 전자수송층(133d)과 제 2 전극(128) 사이에 제 3 전자주입층이 추가될 수 있다.

[0139] 제 3 정공수송층(133b)을 단일층으로 구성할 수도 있고 2개의 층으로 구성할 수도 있다.

[0140] 그리고, 청색(blue) 발광층(133c) 대신에 진청색(deep blue) 발광층 또는 스카이 블루(sky blue) 발광층으로 구성할 수도 있다. 청색 발광층(133c)에 해당하는 파장 영역은 440nm 내지 480nm 범위일 수 있다.

[0141] 청색 발광층(133c)은 형광으로 발광할 수 있으나, 인광으로 발광할 수도 있다.

[0142] 청색 발광층(133c)은 적어도 하나 이상의 호스트인 혼합 호스트(mixed host)와 적어도 하나 이상의 도펀트를 포함할 수 있다. 구체적으로, 안트라센(anthracene) 유도체, 파이렌(pyrene) 유도체 및 페릴렌(perylene) 유도체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나의 형광 호스트 물질에 형광 청색 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0143] 따라서, 청색 발광층(131c, 133c)의 청색 광과 황색-녹색 발광층(132c)의 황색-녹색 광이 혼합되어 백색 광이 구현될 수 있다. 특히, 본 발명의 경우 청색 발광층(131c, 133c)과 황색-녹색 발광층(132c) 이외에 적색 발광층(134)이 제 2 발광부(132) 내에 추가로 구비됨에 따라 부족한 적색 효율이 채워져 완전한 백색 광을 구현할 수 있다. 즉, 본 발명의 적색 발광층(134)은 600 ~ 650nm의 스펙트럼 파장대역을 가지므로, 본 발명의 백색 유기발광다이오드를 통해 구현되는 백색 광은 440 ~ 650nm의 넓은 파장대를 갖는 백색 광을 구현한다.

[0144] 또한, 본 발명은 적색 발광층(134)에 의해 세 개의 발광 피크를 가지는 3피크 구조가 된다. 세 개의 발광 피크는 청색 영역에 해당하는 파장인 440 ~ 480nm, 황색-녹색 영역에 해당하는 파장인 510 ~ 590nm 및 적색 영역에 해당하는 파장인 600 ~ 650nm일 수 있다. 따라서, 적색 효율이 향상되고, 색재현율 및 색시야각이 향상된 유기전계발광 표시장치를 제공할 수 있다.

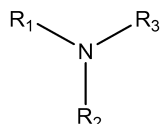
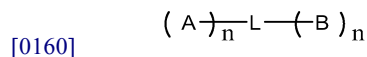
[0145] 그리고, 황색-녹색 발광층(132c)의 발광특성은 시감 특성이 높아, 본 발명의 백색 유기발광다이오드를 통해 구현되는 백색 광의 시감 특성을 향상시킬 수 있다.

[0146] 참고로, 청색 발광층(131c, 133c)과 적색 발광층(134) 및 황색-녹색 발광층(132c)은 진공열증착 공정을 통해 형성할 수 있다. 진공열증착 공정은 원하는 색을 갖는 유기물질을 배출구를 갖는 증착원에 놓은 후, 증착원을 진공이 유지되는 챔버에서 가열하여 배출구를 통해 증발된 유기물질을 방출되도록 함으로써, 기판 상에 유기물질을 증착하는 방법이다.

[0147] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 3개의 발광부(131, 132, 133)로 이루어져 있다. 그리고, 3개의 발광부(131, 132, 133)들 사이에는 전하생성층(135a', 135a", 135b', 135b")이 형성되어

있다.

- [0148] 다만, 본 발명이 이에 한정된 것은 아니며, 전술한 바와 같이 본 발명은 3스택 구조 이외에 2스택, 또는 4스택 이상의 n스택 구조에 적용 가능하다.
- [0149] 특히, 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 제 1 전하생성층(135a', 135b')과 제 2 발광부(132)의 황색-녹색 발광층(132c) 사이에 제 2 정공수송층이나 버퍼층 없이 적색 발광층(134)이 위치하는 것을 특징으로 한다.
- [0150] 즉, 본 발명의 적색 발광층(134)은 추가적인 발광부 내에 구비되는 것이 아니라 황색-녹색 발광층(132c)이 있는 제 2 발광부(132) 내에 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0151] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 적색 발광층(134)은 제 2 정공수송층을 대신할 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 적색 발광층(134)은 적색을 발광하는 발광층으로서의 역할 이외에 상부의 황색-녹색 발광층(132c)에 정공을 전달하는 제 2 정공수송층의 역할을 동시에 한다. 이를 위해 본 발명의 실시예에 따른 적색 발광층(134)은 제 2 정공수송층과 동일하거나 유사한 에너지 준위를 가지는 적어도 하나의 호스트(host)(이하, 제 1 적색 호스트라 함)와 적어도 하나의 도펀트(dopant)로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- [0152] 참고로, 발광재료로는 기능적인 측면에서 크게 호스트용 물질과 게스트용 물질로 나누어 진다. 일반적으로 호스트용 또는 게스트용의 한 물질만을 적용하는 경우 빛을 낼 수는 있으나, 색순도와 발광효율이 떨어지므로 호스트의 발광 스펙트럼과 게스트의 흡수 스펙트럼이 일치하는 호스트/게스트 계를 이용하여 색순도와 발광효율을 증가시킬 수 있다.
- [0153] 제 1 적색 호스트는 상대적으로 정공 특성이 강한 정공수송타입(또는, 정공이동타입) 호스트를 의미한다. 일 예로, 제 1 적색 호스트는 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 에너지 준위가 1.0 ~ 3.0eV이며, HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 에너지 준위가 4.9 ~ 6.0eV를 가질 수 있다.
- [0154] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 적색 발광층(134)은 제 2 적색 호스트를 추가로 포함할 수 있다.
- [0155] 제 2 적색 호스트는 상대적으로 전자 특성이 강한 전자수송타입(또는, 전하이동타입) 호스트를 의미한다. 일 예로, 제 2 적색 호스트는 LUMO 에너지 준위가 2.0 ~ 3.0eV이며, HOMO 에너지 준위가 5.0 ~ 6.5eV를 가질 수 있다.
- [0156] 일 예로, 본 발명의 실시예에 따른 적색 발광층(134)은 제 1 적색 호스트와 제 2 적색 호스트가 1:9 내지 9:1의 비율로 구성될 수 있다.
- [0157] 이때, 적색 발광층(134) 내에 도펀트가 있는 경우에는 제 1 적색 호스트의 이동에 의해 집합되거나 떨어져 있는 황색-녹색 발광층(132c)에 정공을 전달할 수 있다.
- [0158] 또한, 제 1 전하생성층(135a', 135b')과 황색-녹색 발광층(132c) 사이에 적색 발광층(134)이 존재함에 따라 황색-녹색 발광층(132c)에서 누설되는 전자를 트래핑(trapping)하여 적색 발광에 기여함으로써 적색의 효율이 증가하여 패널의 휘도 향상에 기여한다.
- [0159] 제 2 정공수송층과 유사한 에너지 준위를 가지는 제 1 적색 호스트로는 하기 식으로 표현되는 정공수송층의 재료로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



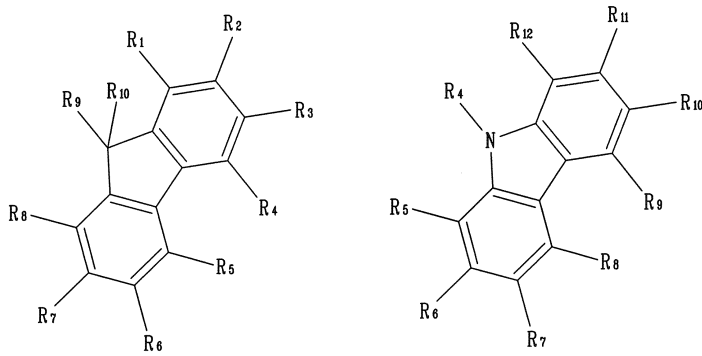
[0161] 이때, A, B = 로 이루어질 수 있다.

[0162] A 또는 B의 Rn(n = 1 ~ 12)는 탄소수 6 내지 24의 치환 또는 비치환된 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 10 내지 30의 축합아릴기, 탄소수 2 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로아릴기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 알킬기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 24의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알킬실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴실릴기, 시아노기, 할로젠기, 중수소 및 수소로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있으며, R~R12는 이웃하는 치환

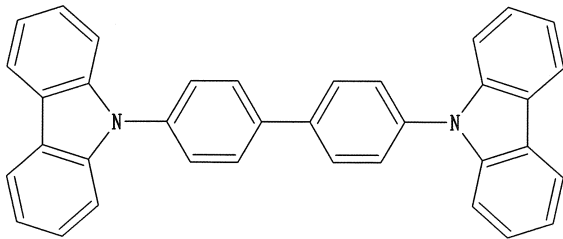
기와 축합링을 형성할 수 있다.

[0163] L은 아릴기로, 페닐, 나프탈렌(naphthalene), 플루오렌(fluorene), 카바졸(carbazole), 페나진(phenazine), 페난트롤린(phenanthroline), 페난트리딘(phenanthridine), 아크리딘(acridine), 시놀린(cinnoline), 퀴나졸린(quinazoline), 퀴녹살린(quinoxaline), 나프티드린(naphthydrine), 프탈라진(phtalazine), 퀴놀리진(quinolizine), 인돌(indole), 인다졸(indazole), 피리다진(pyridazine), 피라진(pyrazine), 피리미딘(pyrimidine), 피리딘(pyridine), 피라졸(pyrazole), 이미다졸(imidazole), 피롤(pyrrole)로 구성되는 군으로 부터 선택될 수 있다.

[0164] 제 1 적색 호스트는 하기 화학식의 재료들을 포함할 수 있다.

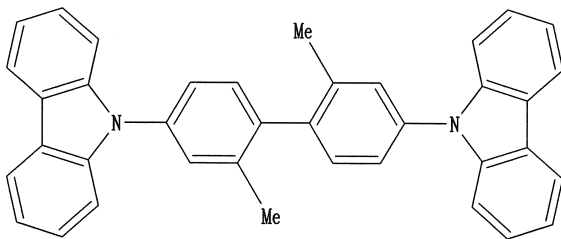


[0165]



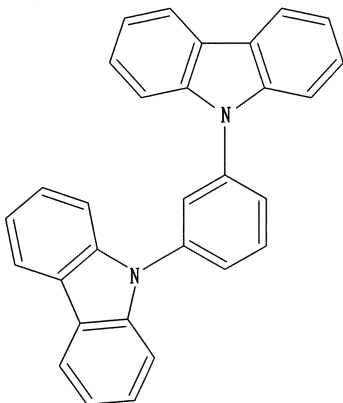
[0166]

[0167] (CBP)



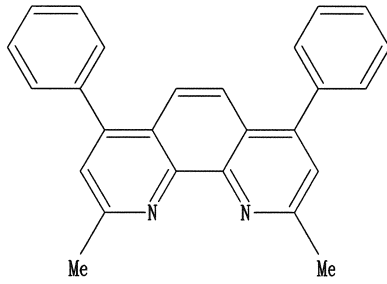
[0168]

[0169] (CDBP)



[0170]

[0171] (mCP)



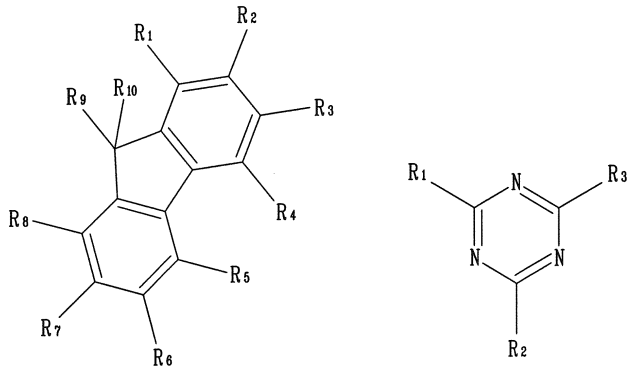
[0172]

[0173] (BCP)

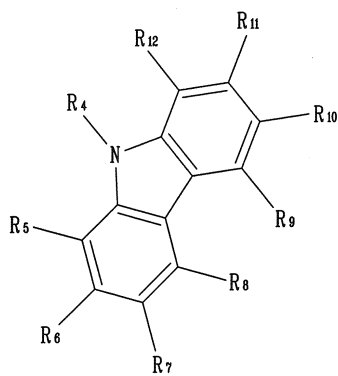
[0174] 이러한 적색 발광층(134)은 하나 이상의 호스트, 즉 제 1 적색 호스트를 포함할 수 있으며, 하나 이상의 도펀트를 포함할 수 있다.

[0175] 적색 발광층(134)의 다른 호스트, 즉 제 2 적색 호스트로는 인광 호스트를 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

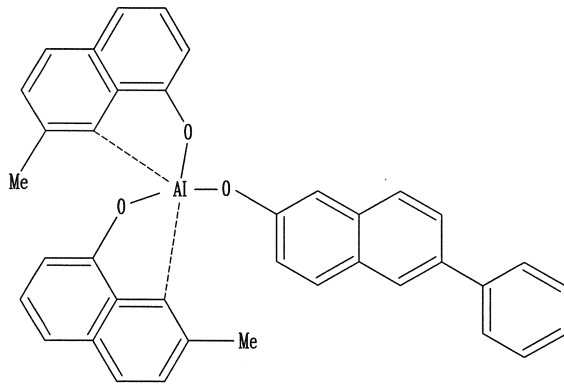
[0176] 제 2 적색 호스트는 하기 화학식의 재료들을 포함할 수 있다.



[0177]



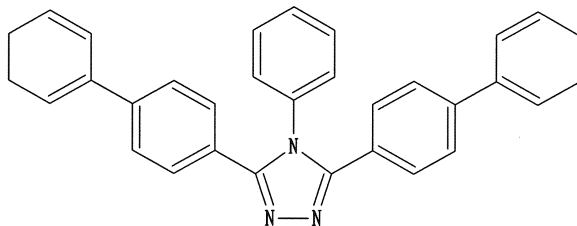
[0178]



[0179]

[0180]

(BAIq)



[0181]

[0182]

(TAZ)

[0183]

인광 호스트 치환기로서는 상기과 같은 구조의 치환기를 포함할 수 있으며, 상기 치환기의 Rn(n = 1 ~ 12)는 탄소수 6 내지 24의 치환 또는 비치환된 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 10 내지 30의 축합아릴기, 탄소수 2 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로아릴기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 알킬기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 24의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알킬실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴실릴기, 시아노기, 할로겐기, 중수소 및 수소로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있으며, R1-R12는 이웃하는 치환기와 축합링을 형성할 수 있다.

[0184]

상기 치환기는 치환 또는 비치환, 융합 또는 비융합의 아릴기는 페닐, 나프탈렌(naphthalene), 플루오렌(fluorene), 카바졸(carbazole), 페나진(phenazine), 페난트롤린(phenanthroline), 페난트리딘(phenanthridine), 아크리딘(acridine), 시놀린(cinnoline), 퀴나졸린(quinazoline), 퀴녹살린(quinoxaline), 나프티드린(naphthydrine), 프탈라진(phtalazine), 퀴놀리진(quinolizine), 인돌(indole), 인다졸(indazole), 피리다진(pyridazine), 피라진(pyrazine), 피리미딘(pyrimidine), 피리딘(pyridine), 피라졸(pyrazole), 이미다졸(imidazole), 피롤(pyrrole)로 구성되는 중심구조에 1개 ~ 5개 내지 중복 치환 또는 비 중복 치환으로 이루어진다.

[0185]

인광 도펀트 재료로는 이리듐(Ir) 금속을 중심으로 하여, N-N 또는 N-O, O-O로 3 배위를 형성하는 금속 화합물로 이루어 질 수 있다.

[0186]

적색 발광층(134)의 두께는 5 ~ 300Å, 바람직하게는 50 ~ 150Å을 가질 수 있다.

[0187]

적색 발광층(134)은 형광 또는 인광으로 발광할 수 있다.

[0188]

적색 발광층(134)에 포함되는 인광 도펀트는 Ir(piq)₃(Tris(1-phenylisoquinoline)iridium(III)), Ir(piq)₂(acac)(Bis(1-phenylisoquinoline)(acetylacetonate)iridium(III)), Ir(btp)₂(acac)(Bis(2-benzo[b]thiophen-2-yl-pyridine)(acetylacetonate)iridium(III)), Ir(BT)₂(acac)(Bis(2-phenylbenzothazolato)(acetylacetonate)iridium(III)) 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0189]

그리고, 적색 발광층(134)에 포함되는 형광 도펀트는 Rubrene(5,6,11,12-tetraphenylnaphthacene), DCJTB(4-(dicyanlmethylene)-2-tert-butyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljuloidin-4-yl-vinyl)-4H pyran) 등으로 이루어질

수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0190] 적색 발광층(134)의 적색 도펀트는 0.1 ~ 10%, 바람직하게는 0.5 ~ 3%의 도핑 농도를 가질 수 있다. 이하에서 도펀트의 도핑 농도는 호스트에 대한 농도를 의미한다.
- [0191] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 밴드 다이어그램을 개략적으로 보여주는 도면이다.
- [0192] 이때, 도 9는 적색 발광층(R EML)이 제 1 적색 호스트(R HOST1)와 제 2 적색 호스트(R HOST2) 및 적색 도펀트(RD)로 구성된 경우를 예로 들고 있다.
- [0193] 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 적색 발광층(R EML)은 적어도 하나 이상의 호스트와 적어도 하나 이상의 도펀트로 구성될 수 있다.
- [0194] 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 적색 발광층(R EML)에 있어, 제 1 적색 호스트(R HOST1)의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 에너지 준위와 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 에너지 준위는 각각 2.2eV와 5.4eV로 제 2 정공수송층과 동일한 범위임을 알 수 있다. 여기서 제 1 적색 호스트(R HOST1)는 정공수송타입 호스트로 전자보다 정공을 수송하는 능력이 높은(빠른) 호스트로 구성할 수 있다. 따라서, 제 1 적색 호스트(R HOST1)의 LUMO 에너지 준위는 1.0 ~ 3.0eV이며, HOMO 에너지 준위는 4.9 ~ 6.0eV를 가질 수 있다. 그리고, 제 2 적색 호스트(R HOST2)의 LUMO 에너지 준위는 2.0 ~ 3.0eV이며, HOMO 에너지 준위는 5.0 ~ 6.5eV를 가질 수 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 제 1 적색 호스트(R HOST1)와 인접한 제 1 P형 전하생성층(P-CGL)의 LUMO 에너지 준위는 5.2eV, HOMO 에너지 준위는 8.3eV임을 알 수 있다. 그리고, 적색 도펀트(RD)의 LUMO 에너지 준위는 3.0eV, HOMO 에너지 준위는 5.0eV임을 알 수 있다. 도 9에서 ITO는 제 1 전극을 나타내며, AL은 제 2 전극을 나타낸다.
- [0195] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 적색 발광층(R EML)은 제 2 정공수송층의 기능을 대체할 수 있다. 즉, 제 1 P형 전하생성층(P-CGL)과 황색-녹색 발광층(YG EML) 사이에 적색 발광층(R EML)이 삽입됨으로써 정공을 황색-녹색 발광층(YG EML)까지 전달할 수 있으므로, 황색-녹색 발광층(YG EML)의 효율을 향상시킬 수 있고, 적색 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0196] 본 발명은 제 2 발광부에서 황색-녹색 발광층(YG EML)이 메인 발광층이며, 적색 발광층(R EML)은 적색을 발광하는 동시에 제 2 정공수송층의 역할을 하는 보조 발광층이며, 휘도와 색재현을 및 색시야각을 향상시킬 수 있다.
- [0197] 즉, 적색 발광층(R EML)은 청색 발광층과 황색-녹색 발광층(YG EML)만으로는 부족한 적색 효율을 채워주는 역할을 한다. 또한, 적색 발광층(R EML)의 제 1 적색 호스트(R HOST1)는 제 2 정공수송층과 동일한 에너지 준위를 가지며, 정공수송타입 호스트인 제 1 적색 호스트(R HOST1)의 이동에 의해 상부의 황색-녹색 발광층(YG EML)에 정공을 전달하는 제 2 정공수송층의 역할도 할 수 있다. 따라서, 기존에 비해 공정의 추가 없이 휘도와 색재현율(color gamut) 및 색시야각을 개선할 수 있다.
- [0198] 또한, 적색 발광층(R EML)의 적색 도펀트(RD)가 황색-녹색 발광층(YG EML)으로부터 누설되는 전자를 트래핑(trapping)함으로써 제 1 P형 전하생성층(P-CGL)을 보호할 수 있다. 또한, 제 1 P형 전하생성층(P-CGL)과 황색-녹색 발광층(YG EML) 사이에 적색 발광층(R EML)이 존재함에 따라 황색-녹색 발광층(YG EML)에서 누설되는 전자를 트래핑(trapping)하여 적색 발광에 기여함으로써 적색의 효율이 증가하여 패널의 휘도 향상에 기여한다.
- [0199] 도 10a와 도 10b 및 도 10c는 시야각이 0° 에서 60° 로 변화할 때의 색좌표(color coordination) 변화를 개략적으로 보여주는 도면이다.
- [0200] 그리고, 도 11a와 도 11b 및 도 11c는 시야각이 0° 에서 60° 로 변화할 때의 색좌표 변화를 보여주는 사진이다.
- [0201] 이때, 도 10a와 도 11a는 적색 발광층이 없는 3스택 구조의 유기발광다이오드(비교예)에 있어, 시야각에 따른 색좌표 변화를 예로 보여주고 있다. 비교예는 예를 들어 정공 수송층의 두께를 60Å으로 하여 측정한 것이다. 실험예1, 2의 적색 발광층은 하나의 호스트 및 하나의 도펀트로 구성한 것이다.
- [0202] 도 10b와 도 11b 및 도 10c와 도 11c는 적색 발광층을 구비한 본 발명의 실시예에 따른 3스택 구조의 유기발광다이오드에 있어, 시야각에 따른 색좌표 변화를 예로 들어 보여주고 있다. 이때, 도 10b와 도 11b는 적색 발광층의 적색 도펀트가 1%의 도핑 농도를 가지는 경우(실험예1)를 예로 들고 있으며, 도 10c와 도 11c는 적색 발광층의 적색 도펀트가 3%의 도핑 농도를 가지는 경우(실험예2)를 예로 들고 있다. 이들 모두 약 100Å 두께를 가진 하나의 호스트, 즉 제 1 적색 호스트를 포함한다.
- [0203] 그리고, 도 12는 시야각의 변화에 따른 색좌표 변화를 보여주는 그래프이다.

- [0204] 유기전계발광 표시장치에서 방출되는 광의 0° 에서 60° 의 시야각 방향에 CIE 1931 색좌표 변화($\Delta u'v'$)는 0.02가 되도록 한다. 이때, 색좌표 변화($\Delta u'v'$)는 CIE 1931 색좌표계(u' , v')를 기준으로 초기 색좌표(u_0' , v_0')와 소정의 시간 t 가 지난 후의 색좌표(u_t' , v_t') 사이의 색좌표 차이로 정의된다. 색좌표 변화($\Delta u'v'$)는 색시야각 변화율 또는 시야각에 따른 색좌표 변화율이라고 할 수 있다.
- [0205] 색좌표 변화($\Delta u'v'$)가 0.020 이하가 되면, 사용자는 시야각에 따른 색변화 현상을 크게 인식하지 못한다.
- [0206] 참고로 색재현율(또는 색재현범위)은 어떤 입출력 장치가 재현할 수 있는 색의 범위를 뜻하는데, 색공간을 어떻게 정의하는가에 따라 달라진다.
- [0207] 컬러의 주요 속성을 2차원 평면에서 표시하는 경우와 3차원 입체 공간에서 표시하는 것은 매우 큰 차이가 있다. 그리고, 같은 3차원 공간에서 표시하는 가장 기본적인 RGB 색공간이라 하더라도 개념을 어떻게 정의하는가에 따라 그 형태가 달라진다.
- [0208] 그리고, 같은 2차원 평면 공간이라 하더라도 색의 속성을 어떻게 정의하느냐에 따라서 공간의 형태가 달라진다.
- [0209] 1931년 이래로 현재까지도 사용되고 있는 CIE xy 색공간의 경우 시각적 색차와 수치적 색차의 차이가 심해 이를 보완하기 위해 연구가 이어졌고, 1960년에 CIE uv 색공간이 새로운 표준으로 채택되었다. 그리고, 추가적인 연구를 통해 1976년에 CIE $u'v'$ 색공간이 표준으로 채택되었다. 이 CIE $u'v'$ 은 CIE uv에서 $u'=u$ 이고 $v'=3/2v$ 로 단순히 비율만 달라진 정도이다.
- [0210] 도 10a와 도 11a 및 도 12를 참조하면, 비교예의 경우 시야각이 0° 에서 60° 로 변화할 때의 색좌표 변화($\Delta u'v'$)는 약 0.015인 것을 알 수 있다.
- [0211] 반면에 도 10b와 도 11b 및 도 12를 참조하면, 실험예1의 경우 시야각이 0° 에서 60° 로 변화할 때의 색좌표 변화($\Delta u'v'$)는 약 0.010인 것을 알 수 있다.
- [0212] 도 10c와 도 11c 및 도 12를 참조하면, 실험예2의 경우 시야각이 0° 에서 60° 로 변화할 때의 색좌표 변화($\Delta u'v'$)는 약 0.011인 것을 알 수 있다.
- [0213] 따라서, 비교예에 비해 실험예1, 2의 경우 적색 발광층의 추가로 색시야각과 색재현율이 개선되는 것을 알 수 있다. 그리고, 비교예의 DCI 중첩비(DCI coverage)는 91.3%이고, 실험예1 및 실험예2는 94.7%로 측정되었다. DCI 중첩비는 DCI 색역 만족도라고 할 수 있다. 따라서, 실험예1 및 실험예2는 비교예에 비하여 색재현율이 향상되었음을 알 수 있다. 그리고, DCI(Digital Cinema Initiatives) 중첩비가 넓어지게 되므로, 대면적 등의 TV에서 더 선명한 화질을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0214] 그리고, 적색 효율을 살펴보면, 비교예는 (0.666, 0.330), 실험예1 및 실험예2는 (0.671, 0.325)로 측정되었다. 따라서, 실험예1 및 실험예2는 비교예에 비하여 적색 효율이 향상되었음을 알 수 있다. 이때, 적색 도펀트의 도핑 농도가 작은 경우에 색좌표 변화가 적은 것을 알 수 있다.
- [0215] 도 13a 및 도 13b는 파장에 따른 광 세기를 보여주는 그래프이다.
- [0216] 이때, 도 13a는 380nm에서 780nm의 전체 파장에 따른 광 세기를 보여주고 있으며, 도 13b는 600nm에서 650nm까지의 적색 파장 대에 있어, 파장에 따른 광 세기(즉, 발광 스펙트럼)를 보여주고 있다.
- [0217] 발광 스펙트럼(ElectroLuminescence Spectrum)은 발광층이 가지고 있는 고유의 색을 표시하는 광발광 피크(PhotoLuminescence Peak; PL Peak)와 유기 발광 소자를 구성하는 유기층들의 발광 피크(Emittance Peak; EM Peak)의 곱에 의해 결정된다.
- [0218] 특히, 도 13b는 컬러필터를 투과한 후의 파장에 따른 광 세기(발광 스펙트럼)를 보여주고 있다.
- [0219] 이때, 전술한 바와 같이 비교예는 적색 발광층이 없는 2스택(또는 3스택) 구조의 유기발광다이오드를 예로 들고 있다.
- [0220] 그리고, 실험예1은 적색 발광층을 구비한 본 발명의 실시예에 따른 3스택 구조의 유기발광다이오드에 있어, 적색 발광층의 적색 도펀트가 1%의 도핑 농도를 가지는 경우를 예로 들고 있다. 실험예2는 적색 발광층을 구비한 본 발명의 실시예에 따른 3스택 구조의 유기발광다이오드에 있어, 적색 발광층의 적색 도펀트가 3%의 도핑 농도를 가지는 경우를 예로 들고 있다.
- [0221] 이때, 편의상 비교예는 실선으로 도시하며, 실험예1 및 실험예2는 각각 점선 및 일점쇄선으로 도시한다.

- [0222] 도 13a를 참조하면, 비교예에 비해 실험예2의 경우 적색 파장(600 ~ 650nm)에서 광 피크가 나타나며, 광 세기가 다소 증가한 것을 알 수 있다.
- [0223] 그리고, 비교예에 비해 실험예2의 경우 청색 파장(440 ~ 480nm)에서 광 세기가 증가함을 알 수 있다. 그리고, 황색-녹색 파장(510 ~ 590nm)에서 비교예 및 실험예1, 2의 광 세기가 유사함을 알 수 있다.
- [0224] 또한, 도 13b를 참조하면, 비교예에 비해 실험예2의 경우 적색 파장(600 ~ 650nm)에서 적색의 효율이 증가한 것을 알 수 있다. 비교예에 비해 실험예2가 장파장 영역인 적색 파장에서 피크가 나타나므로, 색재현율이 향상될 수 있다. 참고로, 효율은 그래프의 면적으로부터 얻을 수 있다.
- [0225] 이에 비해 본 발명과 같이 적색 발광층을 추가하는 경우, 적색이 비교예에 비해 장파장 영역에 위치하므로, 색재현율이 향상될 수 있다.
- [0226] 전체적인 휘도는 8.5A에서 비교예, 실험예1 및 실험예2의 경우 각각 207, 262 및 240으로 예상된다. 따라서, 비교예에 비해 실험예1, 2의 경우 휘도가 약 27%, 16% 증가한 것을 알 수 있다.
- [0227] 도 14a 및 도 14b는 시간에 따른 광 세기의 변화를 보여주는 그래프이다.
- [0228] 이때, 도 14a는 청색 발광층에 대한 시간에 따른 광 세기의 변화를 보여주고 있다. 도 14b는 황색-녹색 발광층에 대한 시간에 따른 광 세기의 변화를 보여주고 있다.
- [0229] 도 14a를 참조하면, 비교예에 비해 실험예1, 2의 경우 청색 발광층에 대한 광 세기가 95%가 되는 시간이 동등하거나 그 이상인 것을 알 수 있다. 따라서, 비교예에 비해 실험예1, 2의 경우 청색 발광층의 수명이 개선된 것을 알 수 있다.
- [0230] 도 14b를 참조하면, 황색-녹색 발광층에 대한 수명 역시 비교예에 비해 실험예1, 2의 경우에 개선된 것을 알 수 있다.
- [0231] 한편, 전술한 바와 같이 적색 발광층은 하나 이상의 호스트를 포함할 수 있으며, 일 예로 2개의 호스트, 즉 제 1 적색 호스트와 제 2 적색 호스트가 혼합된 혼합 호스트(mixed host)인 경우의 색좌표 변화 및 효율을 살펴본다. 하나 이상의 호스트는 앞서 설명한 정공수송층과 동일하거나 유사한 에너지 준위를 가지는 정공수송타입 호스트를 포함한다.
- [0232] 도 15는 시야각의 변화에 따른 색좌표 변화를 보여주는 다른 그래프이다.
- [0233] 이때, 비교예는 전술한 바와 같이, 적색 발광층이 없는 3스택 구조의 유기발광다이오드를 예로 들고 있다. 비교예는 예를 들어 정공 수송층의 두께를 60 Å로 하여 측정된 것이다.
- [0234] 실험예3은 적색 발광층을 구비한 본 발명의 실시예에 따른 3스택 구조의 유기발광다이오드에 있어, 제 1 적색 호스트와 제 2 적색 호스트가 각각 50Å의 두께를 가지는 경우를 예로 들고 있다. 그리고, 실험예4는 적색 발광층을 구비한 본 발명의 실시예에 따른 3스택 구조의 유기발광다이오드에 있어, 제 1 적색 호스트와 제 2 적색 호스트가 각각 70Å과 30Å의 두께를 가지는 경우를 예로 들고 있다. 여기서는 제 1 적색 호스트가 앞서 설명한 정공수송층과 동일하거나 유사한 에너지 준위를 갖는 정공수송타입 호스트이다.
- [0235] 실험예3, 4는 모두 적색 발광층의 적색 도펀트가 1%의 도핑 농도를 가진다.
- [0236] 도 15를 참조하면, 실험예3, 4의 경우 시야각이 0°에서 60°로 변화할 때의 색좌표 변화($\Delta u'v'$)는 약 0.011인 것을 알 수 있다.
- [0237] 따라서, 비교예에 비해 실험예3, 4의 경우 적색 발광층의 추가로 인해서 색시야각과 색재현율이 개선된 것을 알 수 있다. 그리고, 비교예의 DCI 중첩비(DCI coverage)는 91.3%이고, 실험예3은 94.2%, 실험예4는 94.6%로 측정되었다. DCI 중첩비는 DCI 색역 만족도라고 할 수 있다. 따라서, 실험예3 및 실험예4는 비교예에 비하여 색재현율이 향상되었음을 알 수 있다. 그리고, DCI(Digital Cinema Initiatives) 중첩비가 넓어지게 되므로, 대면적 등의 TV에서 더 선명한 화질을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0238] 도 16a 및 도 16b는 파장에 따른 광 세기를 보여주는 다른 그래프이다.
- [0239] 이때, 도 16a는 380nm에서 780nm의 전체 파장에 따른 광 세기를 보여주고 있으며, 도 16b는 600nm에서 650nm까지의 적색 파장 대에 있어, 파장에 따른 광 세기를 보여주고 있다.
- [0240] 특히, 도 16b는 컬러필터를 투과한 후의 파장에 따른 광 세기(즉, 발광 스펙트럼)를 보여주고 있다.

- [0241] 이때, 편의상 비교예는 실선으로 도시하며, 실험예3 및 실험예4는 각각 점선 및 일점쇄선으로 도시한다.
- [0242] 도 16a를 참조하면, 비교예에 비해 실험예3, 4의 경우 적색 파장(600 ~ 650nm)에서 광 세기가 다소 증가한 것을 알 수 있다. 그리고, 비교예에 비해 실험예3, 4의 경우 청색 파장(440 ~ 480nm)에서 광 세기가 증가한 것을 알 수 있다. 비교예에 비해 실험예3, 4의 경우 황색-녹색 파장(510 ~ 590nm)에서 광 세기가 유사함을 알 수 있다.
- [0243] 또한, 도 16b를 참조하면, 비교예에 비해 실험예3, 4의 경우 적색의 효율이 증가한 것을 알 수 있다.
- [0244] 본 발명과 같이 적색 발광층을 추가하는 경우, 적색이 비교예에 비해 장파장 영역에 위치하므로, 색재현율이 향상될 수 있다.
- [0245] 전체적인 휘도는 8.5A에서 비교예, 실험예3 및 실험예4의 경우 각각 207, 245 및 248로 예상된다. 따라서, 비교예에 비해 실험예3, 4의 경우 휘도가 약 18%, 20% 증가한 것을 알 수 있다. 이로부터 제 1 적색 호스트와 제 2 적색 호스트의 두께가 5:5 내지 7:3의 두께일 경우, 비교예에 비하여 휘도 및 적색 효율이 증가함을 알 수 있다.
- [0246] 한편, 본 발명은 전하생성층과 적색 발광층 사이에 정공수송타입 호스트로 이루어진 보조층을 추가로 삽입하는 것을 제외하지 않으며, 이를 다음의 다른 실시예를 통해 상세히 설명한다.
- [0247] 도 17은 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치에 있어, 유기발광다이오드의 구조를 개략적으로 보여주는 예시도 이다.
- [0248] 이때, 도 17에 도시된 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광다이오드는 전하생성층과 적색 발광층 사이에 정공수송타입 호스트로 이루어진 보조층이 삽입된 것을 제외하고는 전술한 도 8에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드의 구조와 실질적으로 동일한 구조로 이루어져 있다.
- [0249] 도 17을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 3스택 3픽크 구조의 유기발광다이오드는 제 1 전극(218)과 제 2 전극(228) 및 제 1 전극(218)과 제 2 전극(228) 사이에 위치하는 발광부를 포함한다.
- [0250] 발광부는 제 1 발광부(231)와 제 2 발광부(232) 및 제 3 발광부(233)로 구성될 수 있다.
- [0251] 이때, 제 1 발광부(231)와 제 2 발광부(232) 사이에는 제 1 N형 전하생성층(235a')과 제 1 P형 전하생성층(235b')이 위치할 수 있다. 제 2 발광부(232)와 제 3 발광부(233) 사이에는 제 2 N형 전하생성층(235a'')과 제 2 P형 전하생성층(235b'')이 위치할 수 있다.
- [0252] 이때, 제 1 N형 전하생성층(235a')은 제 1 발광부(231)로 전자를 주입해주는 역할을 하며, 제 1 P형 전하생성층(235b')은 제 2 발광부(232)로 정공을 주입해주는 역할을 한다. 또한, 제 2 N형 전하생성층(235a'')은 제 2 발광부(232)로 전자를 주입해주는 역할을 하며, 제 2 P형 전하생성층(235b'')은 제 3 발광부(233)로 정공을 주입해주는 역할을 한다.
- [0253] 전술한 바와 같이 이러한 전하생성층(235a', 235a'', 235b', 235b'')은 전자 도너 및 전자 억셉터 특성이 강한 여러 가지 유기 물질들을 사용할 수 있다.
- [0254] 일 예로, P형 전하생성층(235b', 235b'')은 헥사아자트리페닐렌-헥사카르보나이트릴(HAT-CN)(Dipyrzino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile)이나 P-도핑 구조를 가질 수 있다.
- [0255] 또한, HAT-CN과 같은 단일층으로 전하생성층(235a', 235a'', 235b', 235b'')을 구성할 수도 있다.
- [0256] 이와 같이 발광부를 3개의 스택으로 구성하는 경우, 제 1 전하생성층(235a', 235b')은 제 1 발광부(231)와 제 2 발광부(232) 사이의 전하의 균형을 조절하며, 제 2 전하생성층(235a'', 235b'')은 제 2 발광부(232)와 제 3 발광부(233) 사이의 전하의 균형을 조절한다. 다만, 본 발명이 3스택 구조에 한정되는 것은 아니다.
- [0257] 제 1 발광부(231)는 제 1 정공수송층(231b), 청색 발광층(231c) 및 제 1 전자수송층(231d)을 포함할 수 있다. 제 1 발광부(231)에 포함된 각층은 제 1 전극(218) 위에 위치한다.
- [0258] 청색 발광층(231c)은 청색 도펀트와 호스트가 포함된 발광층으로 청색 광을 출사한다.
- [0259] 그리고, 청색 발광층(231c) 대신에 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층으로 구성할 수도 있다. 청색 발광층(231c)에 해당하는 파장 영역은 440nm 내지 480nm 범위일 수 있다.
- [0260] 청색 발광층(231c)은 형광으로 발광할 수 있으나, 인광으로 발광할 수도 있다.

- [0261] 전술한 바와 같이 청색 발광층(231c)은 적어도 하나 이상의 호스트와 적어도 하나 이상의 도펀트를 포함할 수 있다. 구체적으로, 안트라센(anthracene) 유도체, 파이렌(pyrene) 유도체 및 페릴렌(perylene) 유도체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나의 형광 호스트 물질에 형광 청색 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0262] 소자의 구성에 따라 제 1 전극(218)과 제 1 정공수송층(231b) 사이에 제 1 정공주입층이 추가될 수 있다. 또한, 제 1 전자수송층(231d)과 제 1 전하생성층(235a', 235b') 사이에 제 1 전자주입층이 추가될 수 있다.
- [0263] 제 1 정공수송층(231b)을 단일층으로 구성할 수도 있고 2개의 층으로 구성할 수도 있다.
- [0264] 제 2 발광부(232)는 적색 발광층(234), 황색-녹색 발광층(232c) 및 제 2 전자수송층(232d)을 포함하는 것을 특징으로 한다. 제 2 발광부(232)에 포함된 각층은 제 1 전하생성층(235a', 235b') 위에 위치한다. 이때, 본 발명의 다른 실시예에 따른 제 2 발광부(232)는 제 1 전하생성층(235a', 235b')과 적색 발광층(234) 사이에 개재된 하나 이상의 보조층(236)을 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0265] 황색-녹색 발광층(232c)은 적어도 하나 이상의 호스트와 적어도 하나 이상의 도펀트를 포함할 수 있다. 구체적으로, 카바졸계 화합물 또는 금속 착물로 이루어진 인광 호스트 물질에 인광 황색-녹색 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있다. 카바졸계 화합물은 CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)-biphenyl), CBP 유도체, mCP(N,N'-dicarbazolyl-3,5-benzene) 또는 mCP 유도체 등을 포함할 수 있고, 금속 착물은 ZnPBO(phenyloxazole) 금속 착물 또는 ZnPBT(phenylthiazole) 금속 착물 등을 포함할 수 있다. 황색-녹색 발광층(232c)에 해당하는 파장 영역은 510nm 내지 590nm 범위일 수 있다. 황색-녹색 발광층(232c)은 황색-녹색 도펀트와 호스트가 포함된 발광층으로 황색-녹색 광을 출사한다.
- [0266] 소자의 구성에 따라 제 2 전자수송층(232d)과 제 2 전하생성층(235a", 235b") 사이에 제 2 전자주입층이 추가될 수 있다.
- [0267] 제 3 발광부(233)는 제 3 정공수송층(233b), 청색 발광층(233c) 및 제 3 전자수송층(233d)을 포함할 수 있다. 제 3 발광부(233)에 포함된 각층은 제 2 전하생성층(235a", 235b") 위에 위치한다.
- [0268] 소자의 구성에 따라 제 2 전하생성층(235a", 235b")과 제 3 정공수송층(233b) 사이에 제 3 정공주입층이 추가될 수 있으며, 제 3 전자수송층(233d)과 제 2 전극(228) 사이에 제 3 전자주입층이 추가될 수 있다.
- [0269] 제 3 정공수송층(233b)을 단일층으로 구성할 수도 있고 2개의 층으로 구성할 수도 있다.
- [0270] 그리고, 청색 발광층(233c) 대신에 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층으로 구성할 수도 있다. 청색 발광층(233c)에 해당하는 파장 영역은 440nm 내지 480nm 범위일 수 있다.
- [0271] 청색 발광층(233c)은 형광으로 발광할 수 있으나, 인광으로 발광할 수도 있다.
- [0272] 청색 발광층(233c)은 적어도 하나 이상의 호스트와 적어도 하나 이상의 도펀트를 포함할 수 있다. 구체적으로, 안트라센(anthracene) 유도체, 파이렌(pyrene) 유도체 및 페릴렌(perylene) 유도체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나의 형광 호스트 물질에 형광 청색 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0273] 따라서, 청색 발광층(231c, 233c)의 청색 광과 황색-녹색 발광층(232c)의 주황색 광이 혼합되어 백색 광이 구현될 수 있다. 특히, 전술한 바와 같이 본 발명의 경우 청색 발광층(231c, 233c)과 황색-녹색 발광층(232c) 이외에 적색 발광층(234)이 제 2 발광부(232) 내에 추가로 구비됨에 따라 부족한 적색 효율이 채워져 완전한 백색 광을 구현할 수 있다. 즉, 본 발명의 적색 발광층(234)은 600 ~ 650nm의 스펙트럼 파장대역을 가지므로, 본 발명의 백색 유기발광다이오드를 통해 구현되는 백색 광은 440 ~ 650nm의 넓은 파장대를 갖는 백색 광을 구현한다.
- [0274] 또한, 본 발명은 적색 발광층(234)에 의해 세 개의 발광 피크를 가지는 3피크 구조가 된다. 세 개의 발광 피크는 청색 영역에 해당하는 파장인 440 ~ 480nm, 황색-녹색 영역에 해당하는 파장인 510 ~ 590nm 및 적색 영역에 해당하는 파장인 600 ~ 650nm일 수 있다. 따라서, 적색 효율이 향상되고, 색재현율 및 색시야각이 향상된 유기전계발광 표시장치를 제공할 수 있다. 또한, 적색 발광층(234)을 포함하므로 적색 효율이 향상되고, 색재현율 및 색시야각이 향상된 유기전계발광 표시장치를 제공할 수 있다.
- [0275] 그리고, 황색-녹색 발광층(232c)의 발광특성은 시감 특성이 높아, 본 발명의 백색 유기발광다이오드를 통해 구

현되는 백색 광의 시각 특성을 향상시킬 수 있다.

[0276] 이와 같이 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 전술한 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치와 실질적으로 동일하게 3개의 발광부(231, 232, 233)로 구성된 3스택 구조로 이루어져 있다. 그리고, 3개의 발광부(231, 232, 233)들 사이에는 전하생성층(235a', 235a'', 235b', 235b'')이 형성되어 있다.

[0277] 다만, 본 발명이 이에 한정된 것은 아니며, 전술한 바와 같이 본 발명은 3스택 구조 이외에 2스택, 또는 4스택 이상의 n스택 구조에 적용 가능하다.

[0278] 특히, 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기전계발광 표시장치는 제 1 전하생성층(235a', 235b')과 제 2 발광부(232)의 황색-녹색 발광층(232c) 사이에 정공수송타입 호스트로 이루어진 보조층(236)과 정공수송타입 호스트를 포함하는 적색 발광층(234)이 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0279] 즉, 본 발명의 적색 발광층(234)은 추가적인 발광부 내에 구비되는 것이 아니라 황색-녹색 발광층(232c)이 있는 제 2 발광부(232) 내에 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0280] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 적색 발광층(234)은 제 2 정공수송층을 대신할 수 있다. 즉, 본 발명의 다른 실시예에 따른 적색 발광층(234)은 적색을 발광하는 발광층으로서의 역할 이외에 상부의 황색-녹색 발광층(232c)에 정공을 전달하는 제 2 정공수송층의 역할을 동시에 한다. 이를 위해 본 발명의 다른 실시예에 따른 적색 발광층(234)은 제 2 정공수송층과 동일하거나 유사한 에너지 준위를 가지는 적어도 하나의 호스트, 즉 제 1 적색 호스트와 적어도 하나의 도펀트로 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0281] 전술한 바와 같이 제 1 적색 호스트는 상대적으로 정공 특성이 강한 정공수송타입(또는, 정공이동타입) 호스트를 의미한다. 일 예로, 제 1 적색 호스트는 LUMO 에너지 준위가 1.0 ~ 3.0eV이며, HOMO 에너지 준위가 4.9 ~ 6.0eV를 가질 수 있다.

[0282] 이때, 본 발명의 다른 실시예에 따른 적색 발광층(234)은 제 2 적색 호스트를 추가로 포함할 수 있다.

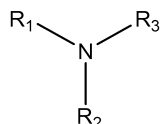
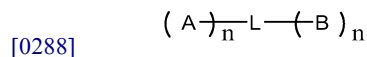
[0283] 제 2 적색 호스트는 상대적으로 전자 특성이 강한 전자수송타입(또는, 전하이동타입) 호스트를 의미한다. 일 예로, 제 2 적색 호스트는 LUMO 에너지 준위가 2.0 ~ 3.0eV이며, HOMO 에너지 준위가 5.0 ~ 6.5eV를 가질 수 있다.

[0284] 일 예로, 본 발명의 다른 실시예에 따른 적색 발광층(234)은 제 1 적색 호스트와 제 2 적색 호스트가 1:9 내지 9:1의 비율로 구성될 수 있다.

[0285] 이때, 적색 발광층(234) 내에 도펀트가 최소한으로 도핑되어 있는 경우에는 제 1 적색 호스트의 이동에 의해 접합되거나 떨어져 있는 황색-녹색 발광층(232c)에 정공을 전달할 수 있다.

[0286] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 제 2 발광부(232)는 제 1 전하생성층(235a', 235b')과 황색-녹색 발광층(232c) 사이에 적색 발광층(234)이 존재할 뿐만 아니라, 전하생성층(235a', 235b')과 적색 발광층(234) 사이에 정공수송타입 호스트로 이루어진 보조층(236)이 존재함에 따라 황색-녹색 발광층(232c)에서 누설되는 전자를 트래핑(trapping)하여 적색 발광에 기여함으로써 적색의 효율이 더욱 증가한다. 따라서, 휘도가 더욱 향상된다.

[0287] 제 2 정공수송층과 유사한 에너지 준위를 가지는 제 1 적색 호스트로는 하기 식으로 표현되는 정공수송층의 재료로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



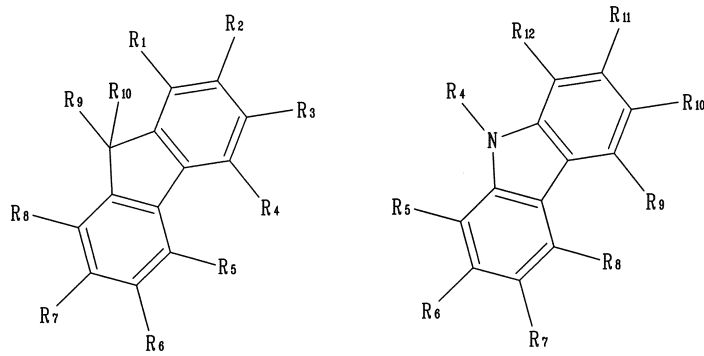
[0289] 이때, A, B = 로 이루어질 수 있다.

[0290] A 또는 B의 Rn(n = 1 ~ 12)는 탄소수 6 내지 24의 치환 또는 비치환된 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 10 내지 30의 축합아릴기, 탄소수 2 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로아릴기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 알킬기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 24의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알킬실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴실릴기, 시아노기, 할로젠기, 중수소 및 수소로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있으며, R1-R12는 이웃하는 치

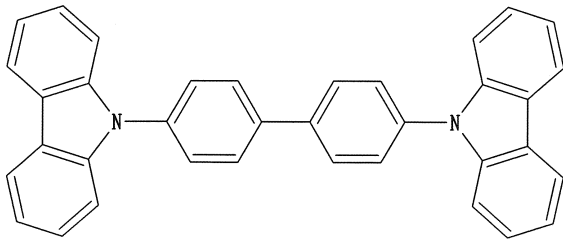
환기와 축합링을 형성할 수 있다.

[0291] L은 아틸기로, 페닐, 나프탈렌(naphthalene), 플루오렌(fluorene), 카바졸(carbazole), 페나진(phenazine), 페난트롤린(phenanthroline), 페난트리딘(phenanthridine), 아크리딘(acridine), 시놀린(cinnoline), 퀴나졸린(quinazoline), 퀴녹살린(quinoxaline), 나프티드린(naphthydrine), 프탈라진(phtalazine), 퀴놀리진(quinolizine), 인돌(indole), 인다졸(indazole), 피리다진(pyridazine), 피라진(pyrazine), 피리미딘(pyrimidine), 피리딘(pyridine), 피라졸(pyrazole), 이미다졸(imidazole), 피롤(pyrrole)로 구성되는 군으로부터 선택될 수 있다.

[0292] 제 1 적색 호스트는 하기 화학식의 재료들을 포함할 수 있다.

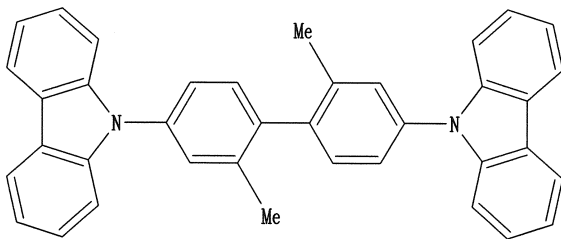


[0293] , ,



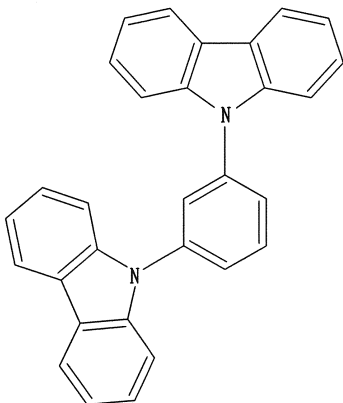
[0294]

[0295] (CBP)



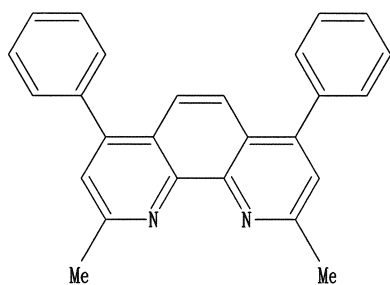
[0296]

[0297] (CDBP)



[0298]

[0299] (mCP)



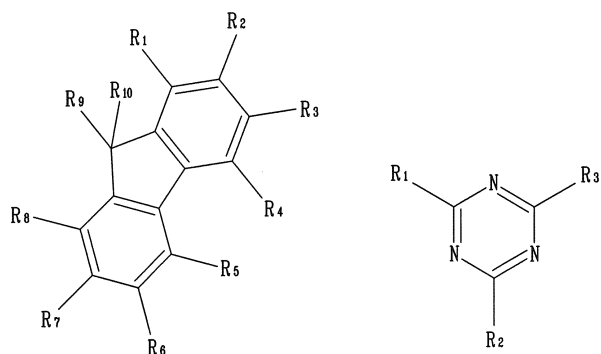
[0300]

[0301] (BCP)

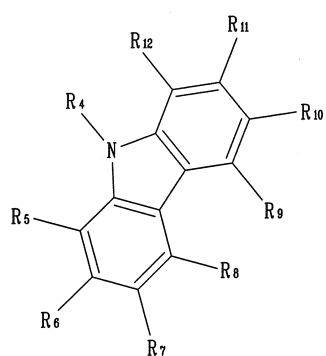
[0302] 이러한 적색 발광층(234)은 하나 이상의 호스트, 즉 제 1 적색 호스트를 포함할 수 있으며, 하나 이상의 도펀트를 포함할 수 있다.

[0303] 적색 발광층(234)의 다른 호스트, 즉 제 2 적색 호스트로는 인광 호스트를 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

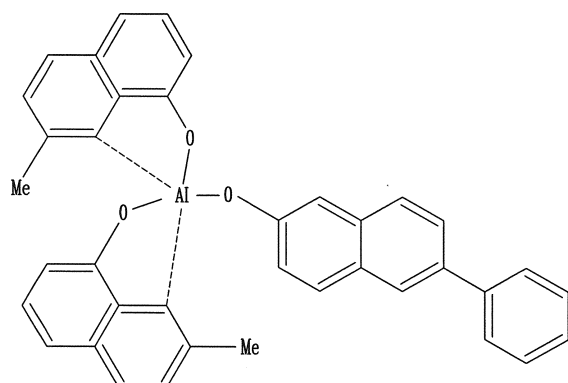
[0304] 제 2 적색 호스트는 하기 화학식의 재료들을 포함할 수 있다.



[0305]

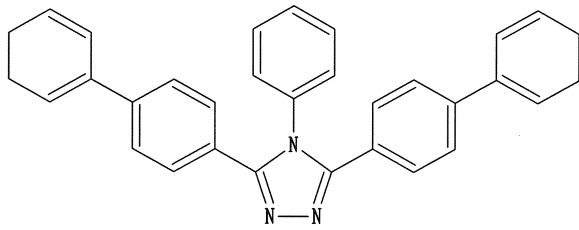


[0306]



[0307]

[0308] (BA1q)



[0309]

[0310] (TAZ)

[0311] 인광 호스트 치환기로서는 상기와 같은 구조의 치환기를 포함할 수 있으며, 상기 치환기의 R_n ($n = 1 \sim 12$)는 탄소수 6 내지 24의 치환 또는 비치환된 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 10 내지 30의 축합아릴기, 탄소수 2 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로아릴기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 알킬기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 24의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알킬실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴실릴기, 시아노기, 할로젠기, 중수소 및 수소로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있으며, R1~R12는 이웃하는 치환기와 축합링을 형성할 수 있다.

[0312] 상기 치환기는 치환 또는 비치환, 융합 또는 비융합의 아릴기는 페닐, 나프탈렌(naphthalene), 플루오렌(fluorene), 카바졸(carbazole), 페나진(phenazine), 페난트롤린(phenanthroline), 페난트리딘(phenanthridine), 아크리딘(acridine), 시놀린(cinnoline), 퀴나졸린(quinazoline), 퀴녹살린(quinoxaline), 나프티드린(naphthydrine), 프탈라진(phtalazine), 퀴놀리진(quinolizine), 인돌(indole), 인다졸(indazole), 피리다진(pyridazine), 피라진(pyrazine), 피리미딘(pyrimidine), 피리딘(pyridine), 피라졸(pyrazole), 이미다졸(imidazole), 피롤(pyrrole)로 구성되는 중심구조에 1개 ~ 5개 내지 중복 치환 또는 비 중복 치환으로 이루어진다.

[0313] 인광 도펀트 재료로는 이리듐(Ir) 금속을 중심으로 하여, N-N 또는 N-O, O-O로 3 배위를 형성하는 금속 화합물로 이루어 질 수 있다.

[0314] 적색 발광층(234)의 두께는 $5 \sim 300 \text{ \AA}$, 바람직하게는 $50 \sim 150 \text{ \AA}$ 을 가질 수 있다.

[0315] 적색 발광층(234)은 형광 또는 인광으로 발광할 수 있다.

[0316] 적색 발광층(234)의 적색 도펀트는 0.1 ~ 10%, 바람직하게는 0.5 ~ 3%의 도핑 농도를 가질 수 있다.

[0317] 보조층(236)은 제 1 P형 전하생성층(235b')과 적색 발광층(234) 사이에 위치하여 제 1 P형 전하생성층(235b')과 적색 발광층(234) 사이의 캐비티(cavity)를 조절하는 역할을 할뿐만 아니라 엑시톤의 소광 확률을 줄여 거의 100% 발광에 기여하는 역할을 한다.

[0318] 보조층(236)은 적색 발광층(234)과 한꺼번에 형성하거나 따로 형성할 수 있다.

[0319] 보조층(236)은 적색 발광층(234)의 제 1 적색 호스트와 동일한 정공수송타입 호스트로 구성될 수 있다. 즉, 전술한 제 1 적색 호스트의 구조로부터 선택된 군을 포함하는 구조로 대칭 또는 비대칭형으로 이루어질 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0320] 보조층(236)의 두께는 $10 \sim 300 \text{ \AA}$, 바람직하게는 $10 \sim 150 \text{ \AA}$ 을 가질 수 있다.

[0321] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광다이오드의 밴드 다이어그램을 개략적으로 보여주는 도면이다.

[0322] 이때, 도 18은 적색 발광층(R EML)이 제 1 적색 호스트(R HOST1)와 제 2 적색 호스트(R HOST2) 및 적색 도펀트(RD)로 구성된 경우를 예로 들고 있다.

[0323] 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 적색 발광층(R EML)은 적어도 하나 이상의 호스트와 적어도 하나 이상의 도펀트로 구성될 수 있다.

[0324] 도 18을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 적색 발광층(R EML)에 있어, 제 1 적색 호스트(R HOST1)와 보조층(HOST1')의 LUMO 에너지 준위와 HOMO 에너지 준위는 각각 2.2eV와 5.4eV로 제 2 정공수송층과 동일한 범위를 알 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 여기서 제 1 적색 호스트(R HOST1)는 정공수송

타입 호스트로 전자보다 정공을 수송하는 능력이 높은(빠른) 호스트로 볼 수 있다. 따라서, 제 1 적색 호스트(R HOST1)의 LUMO 에너지 준위는 1.0 ~ 3.0eV이며, HOMO 에너지 준위는 4.9 ~ 6.0eV를 가질 수 있다. 그리고, 제 2 적색 호스트(R HOST2)의 LUMO 에너지 준위는 2.0 ~ 3.0eV이며, HOMO 에너지 준위는 5.0 ~ 6.5eV를 가질 수 있다. 그리고, 보조층(HOST1')의 LUMO 에너지 준위는 1.0 ~ 3.0eV이며, HOMO 에너지 준위는 4.9 ~ 6.0eV를 가질 수 있다. 도 18에 도시한 바와 같이, 제 1 적색 호스트(R HOST1)와 인접한 제 1 P형 전하생성층(P-CGL)의 LUMO 에너지 준위는 5.2eV, HOMO 에너지 준위는 8.3eV임을 알 수 있다. 그리고, 적색 도펀트(RD)의 LUMO 에너지 준위는 3.0eV, HOMO 에너지 준위는 5.0eV임을 알 수 있다. 도 18에서 ITO는 제 1 전극을 나타내며, AL은 제 2 전극을 나타낸다.

[0325] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 적색 발광층(R EML)은 제 2 정공수송층의 기능을 대체할 수 있다. 즉, 제 1 P형 전하생성층(P-CGL)과 황색-녹색 발광층(YG EML) 사이에 적색 발광층(R EML)이 삽입됨으로써 정공을 황색-녹색 발광층(YG EML)까지 전달할 수 있으므로, 황색-녹색 발광층의 효율을 향상시킬 수 있고, 적색 효율을 향상시킬 수 있다.

[0326] 전술한 바와 같이 본 발명은 제 2 발광부에서 황색-녹색 발광층(YG EML)이 메인 발광층이며, 적색 발광층(R EML)은 적색을 발광하는 동시에 제 2 정공수송층의 역할을 하는 보조 발광층이며, 휘도와 색재현율 및 색시야각을 향상시킬 수 있다.

[0327] 즉, 적색 발광층(R EML)은 청색 발광층과 황색-녹색 발광층(YG EML)만으로는 부족한 적색 효율을 채워주는 역할을 한다. 또한, 적색 발광층(R EML)의 제 1 적색 호스트(R HOST1)와 보조층(HOST1')은 제 2 정공수송층과 동일한 에너지 준위를 가지며, 정공수송타입 호스트인 제 1 적색 호스트(R HOST1)와 보조층(HOST1')에 의해 상부의 황색-녹색 발광층(YG EML)에 정공을 전달하는 제 2 정공수송층의 역할도 할 수 있다. 따라서, 휘도와 색재현율 및 색시야각을 더욱 개선할 수 있다.

[0328] 또한, 적색 발광층(R EML)의 적색 도펀트(RD)와 보조층(HOST1')이 황색-녹색 발광층(YG EML)으로부터 누설되는 전자를 트래핑(trapping)함으로써 제 1 P형 전하생성층(P-CGL)을 더욱 보호할 수 있다. 또한, 제 1 P형 전하생성층(P-CGL)과 황색-녹색 발광층(YG EML) 사이에 보조층(HOST1')과 적색 발광층(R EML)이 존재함에 따라 황색-녹색 발광층(YG EML)에서 누설되는 전자를 트래핑(trapping)하여 적색 발광에 기여함으로써 적색의 효율이 증가하여 패널의 휘도 향상에 기여한다.

[0329] 일 예로, 비교예는 전술한 바와 같이, 적색 발광층이 없는 3스택 구조의 유기발광다이오드를 예로 들고 있다.

[0330] 실험예5는 적색 발광층을 구비한 본 발명의 다른 실시예에 따른 3스택 구조의 유기발광다이오드에 있어, 제 1 적색 호스트와 제 2 적색 호스트가 각각 50Å의 두께를 가지는 경우를 예로 들고 있다. 여기서는 제 1 적색 호스트가 앞서 설명한 정공수송층과 동일하거나 유사한 에너지 준위를 갖는 정공수송타입 호스트이다.

[0331] 실험예5는 적색 발광층의 적색 도펀트가 1%의 도핑 농도를 가지며, 전술한 제 1 적색 호스트로 이루어진 보조층을 구비한 경우를 예로 들고 있다.

[0332] 실험예5의 경우 시야각이 0°에서 60°로 변화할 때의 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)은 약 0.008인 것을 알 수 있다. 그리고, DCI 중첩비(DCI coverage)는 98%로 측정되었다. DCI 중첩비는 DCI 색역 만족도라고 할 수 있다. DCI(Digital Cinema Initiatives) 중첩비가 넓어지게 되므로, 대면적 등의 TV에서 더 선명한 화질을 제공할 수 있는 효과가 있다. 따라서, 비교예나 실험예1 ~ 4에 비해 실험예5의 경우 적색 발광층뿐만 아니라 보조층의 추가로 색시야각과 색재현율이 더욱 개선된 것을 알 수 있다. 그리고, 적색 효율은, 비교예나 실험예1 ~ 4에 비해 실험예5의 경우 적색 효율이 더 향상되었음을 알 수 있다. 실험예6은 적색 발광층을 구비한 본 발명의 다른 실시예에 따른 3스택 구조의 유기발광다이오드에 있어, 제 1 적색 호스트와 제 2 적색 호스트가 각각 70Å 및 50Å의 두께를 가지는 경우를 예로 들고 있다. 여기서는 제 1 적색 호스트가 앞서 설명한 정공수송층과 동일하거나 유사한 에너지 준위를 갖는 정공수송타입 호스트이다.

[0333] 실험예6은 적색 발광층의 적색 도펀트가 1%의 도핑 농도를 가지며, 전술한 제 1 적색 호스트로 이루어진 보조층을 구비한 경우를 예로 들고 있다.

[0334] 실험예6의 경우 시야각이 0°에서 60°로 변화할 때의 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)은 약 0.014인 것을 알 수 있다. 그리고, DCI 중첩비(DCI coverage)는 99%로 측정되었다. DCI 중첩비는 DCI 색역 만족도라고 할 수 있다. DCI(Digital Cinema Initiatives) 중첩비가 넓어지게 되므로, 대면적 등의 TV에서 더 선명한 화질을 제공할 수 있는 효과가 있다. 따라서, 비교예나 실험예1 ~ 4에 비해 실험예6의 경우 적색 발광층뿐만 아니라 보조층의 추가로 색시야각과 색재현율이 더욱 개선된 것을 알 수 있다. 그리고, 비교예나 실험예1 ~ 4에 비해 실험예6의 경

우 적색 효율이 더 향상되었음을 알 수 있다.

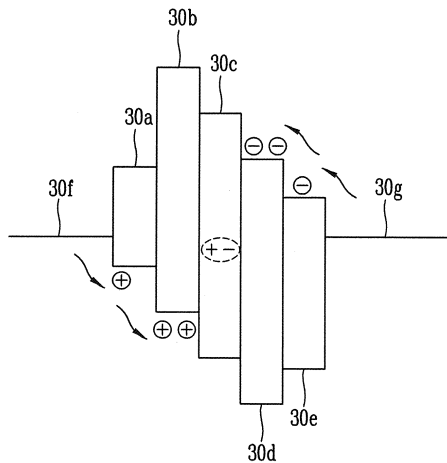
[0335] 상기한 설명에 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나 이것은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 따라서 발명은 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위와 특허청구범위에 균등한 것에 의하여 정하여져야 한다.

부호의 설명

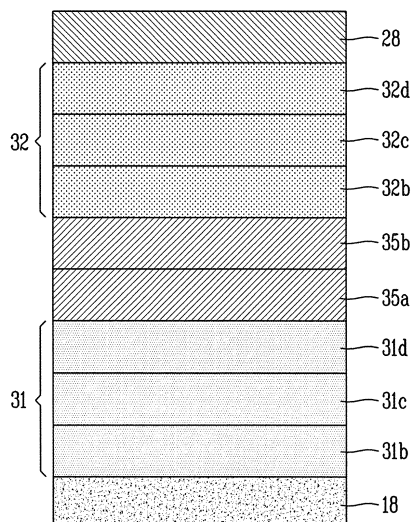
[0336] 118,218 : 제 1 전극 128,228 : 제 2 전극
130, 131,231, 132,232, 133,233 : 발광부
131c,231c, 133c,233c : 청색 발광층
132c,232c : 황색-녹색 발광층 134,234 : 적색 발광층
135a',235a', 135a'',235a'' : N형 전하생성층
135b',235b', 135b'',235b'' : P형 전하생성층
236 : 보조층

도면

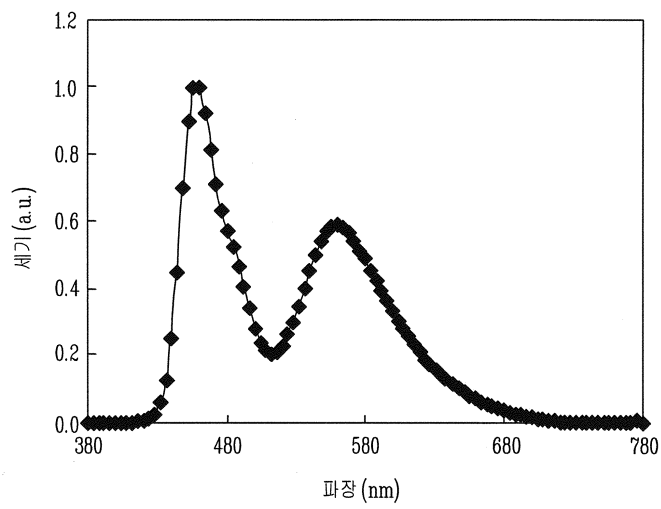
도면1



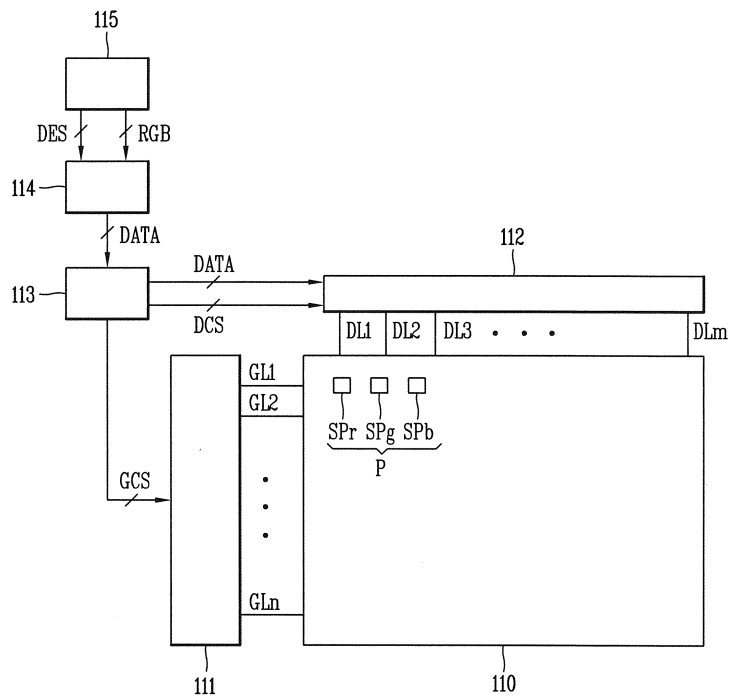
도면2



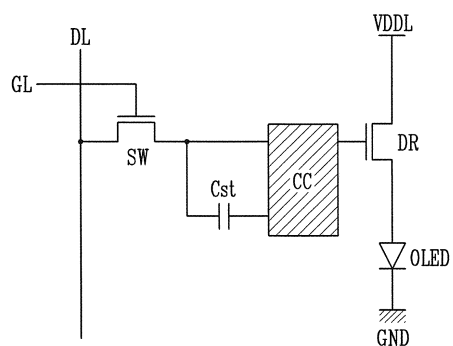
도면3



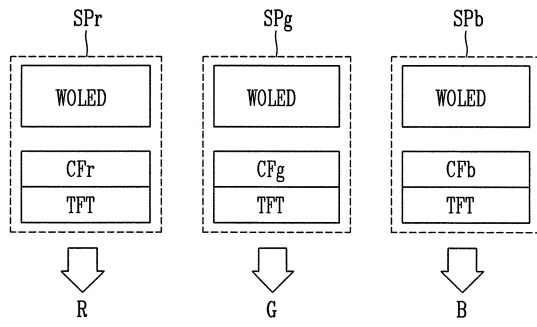
도면4



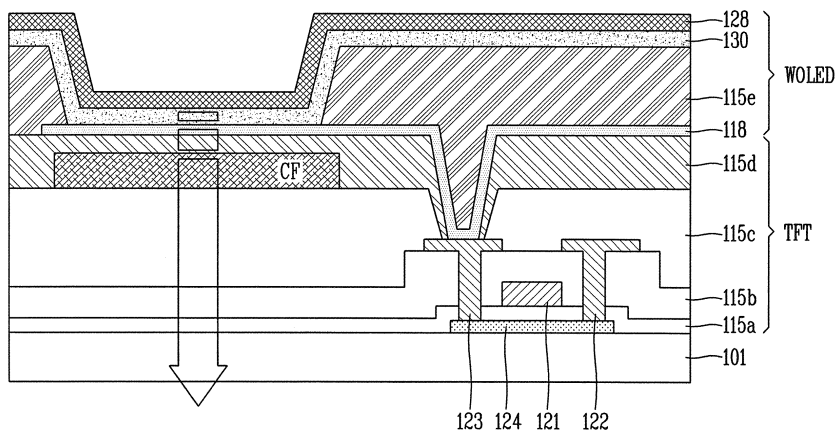
도면5



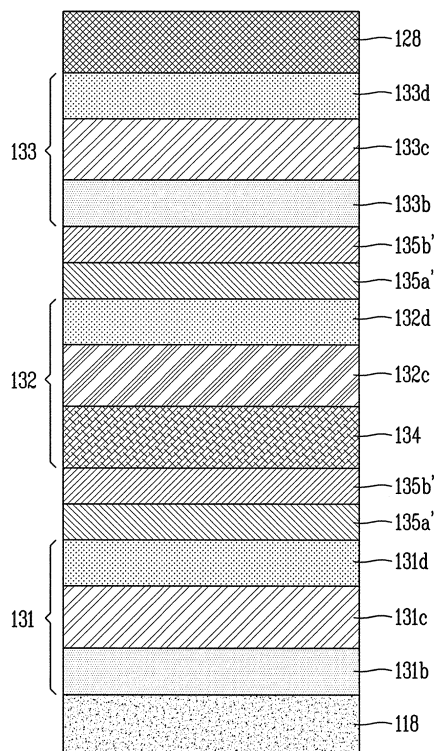
도면6



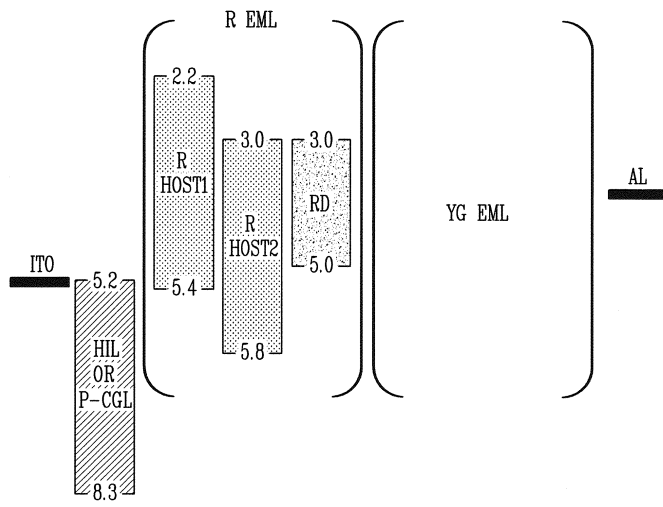
도면7



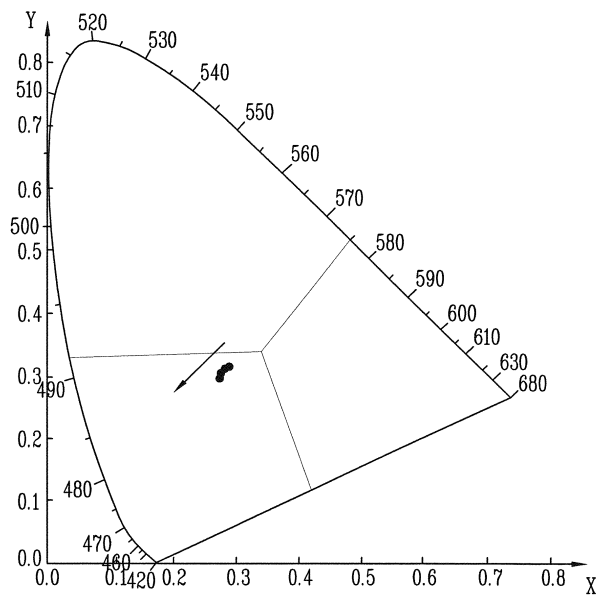
도면8



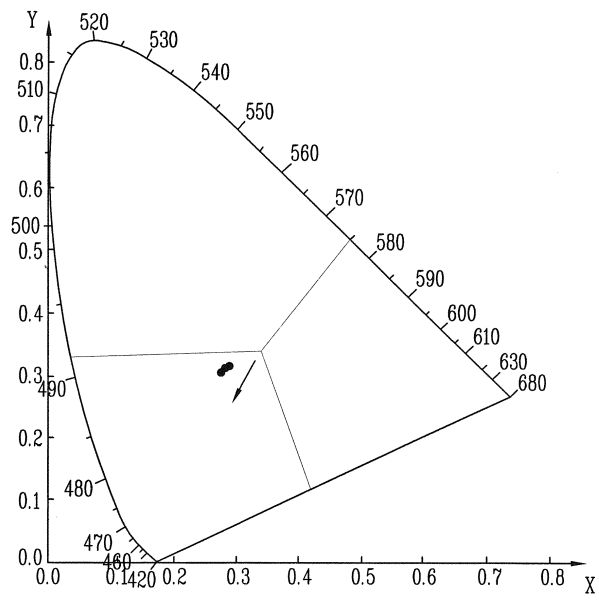
도면9



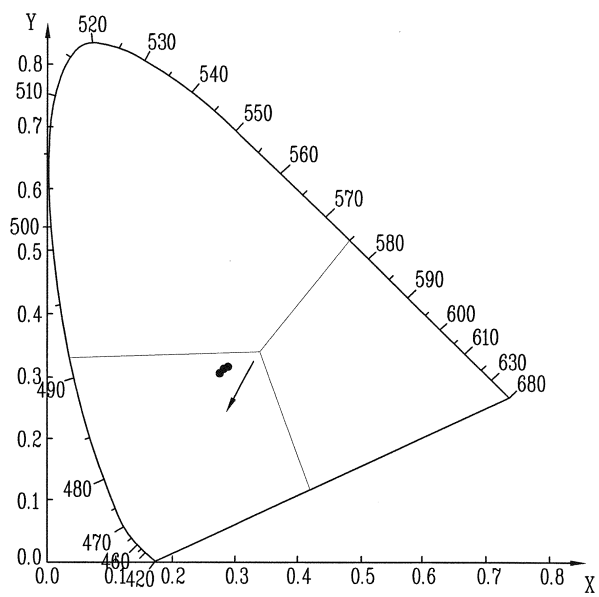
도면10a



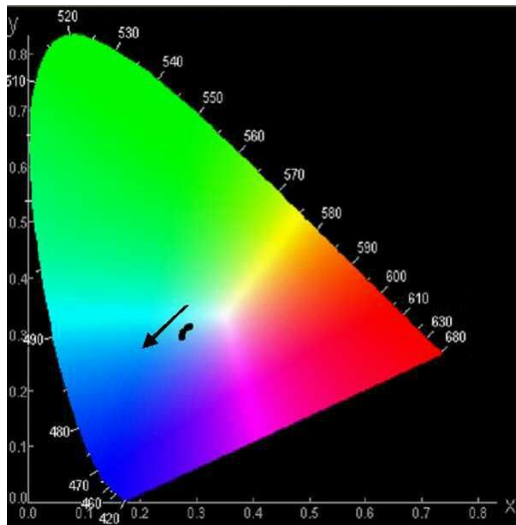
도면10b



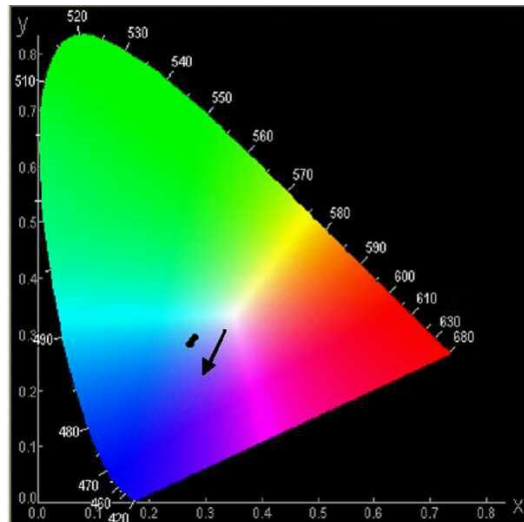
도면10c



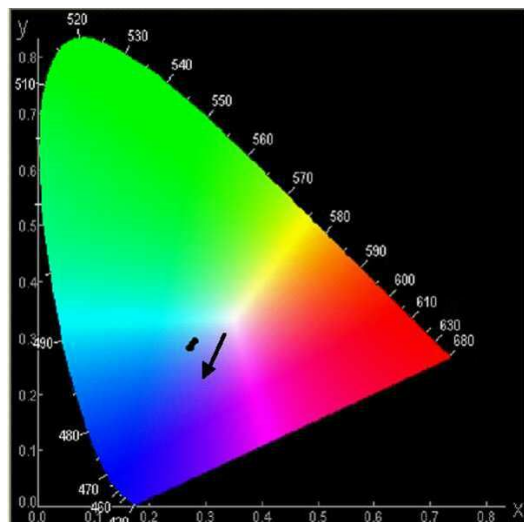
도면11a



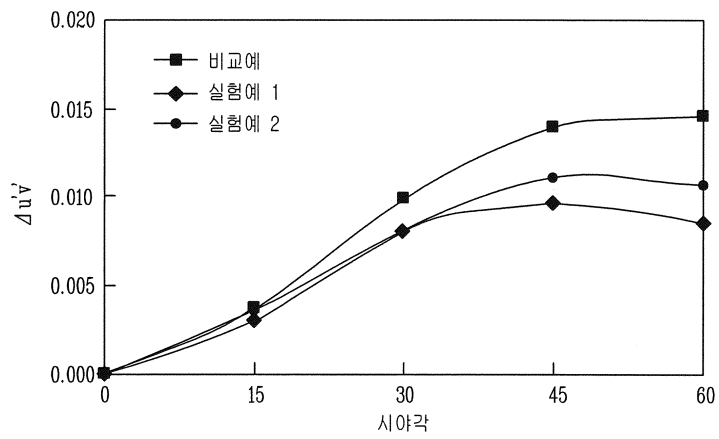
도면11b



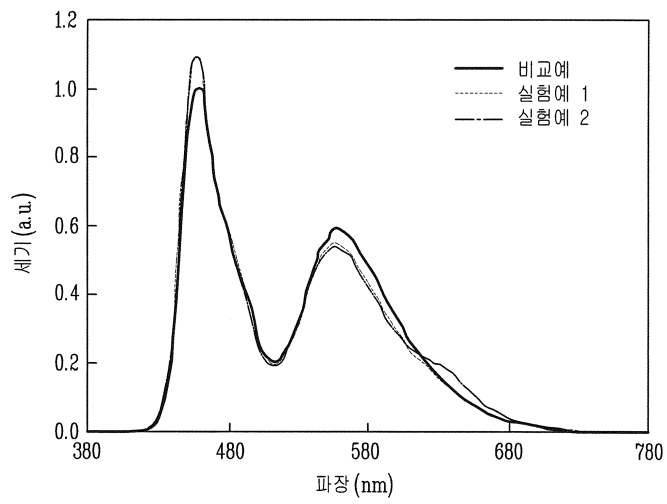
도면11c



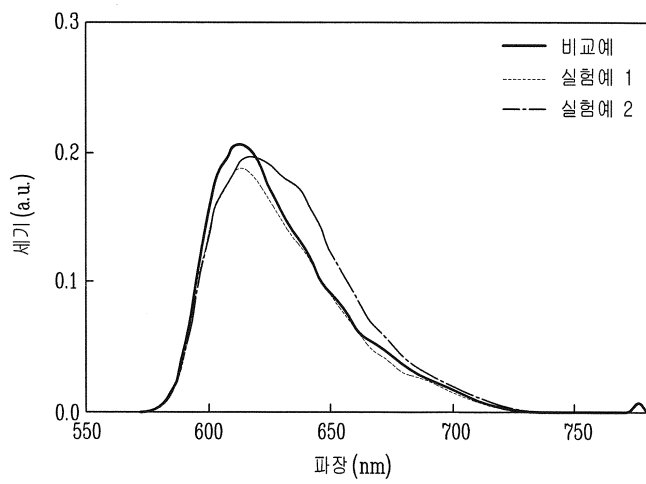
도면12



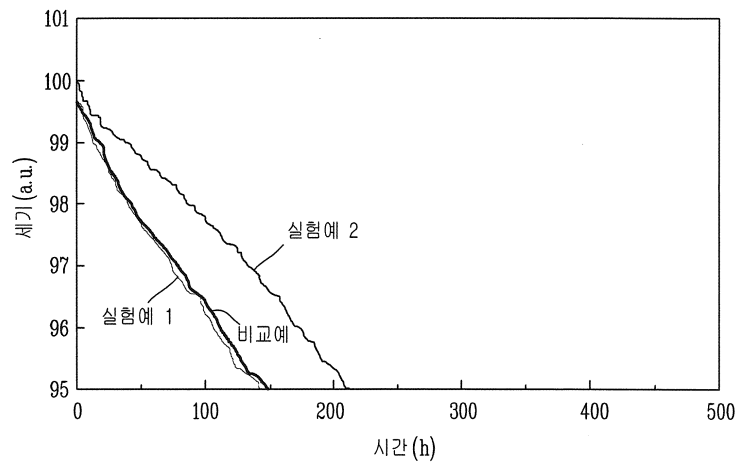
도면13a



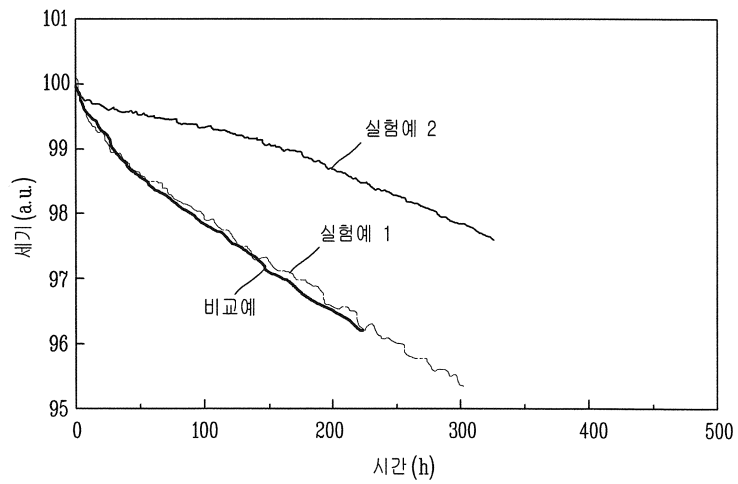
도면13b



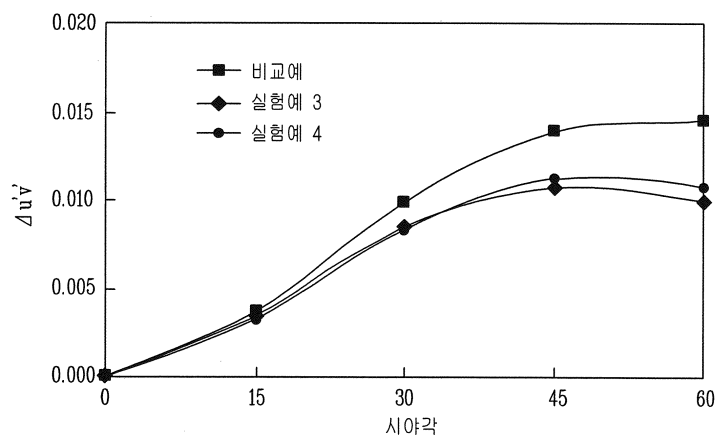
도면14a



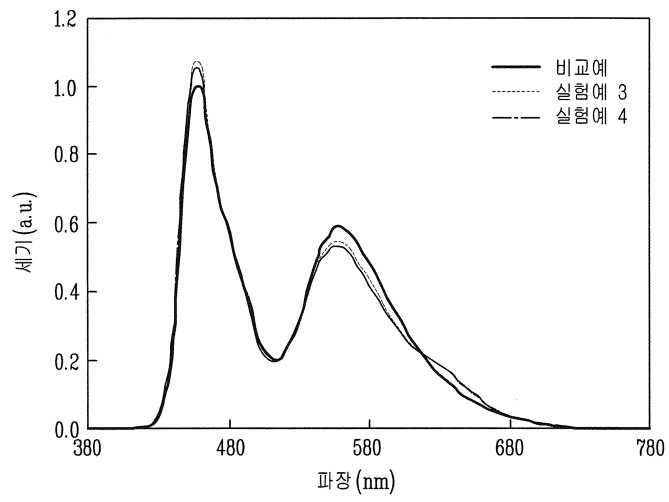
도면14b



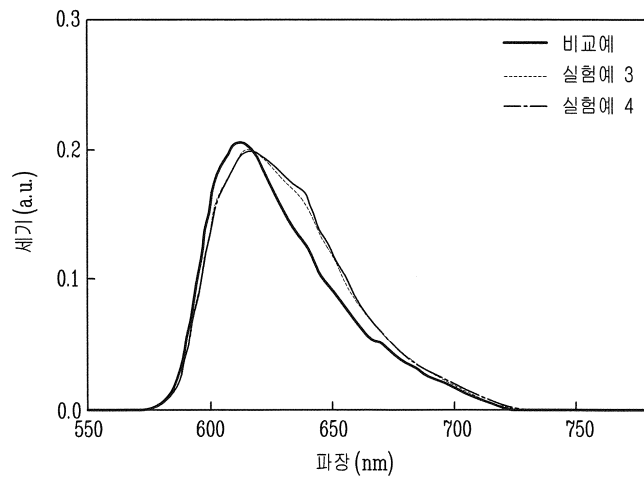
도면15



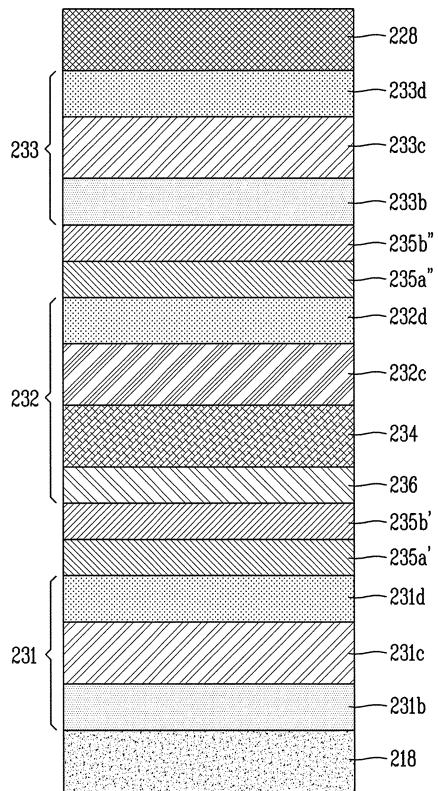
도면16a



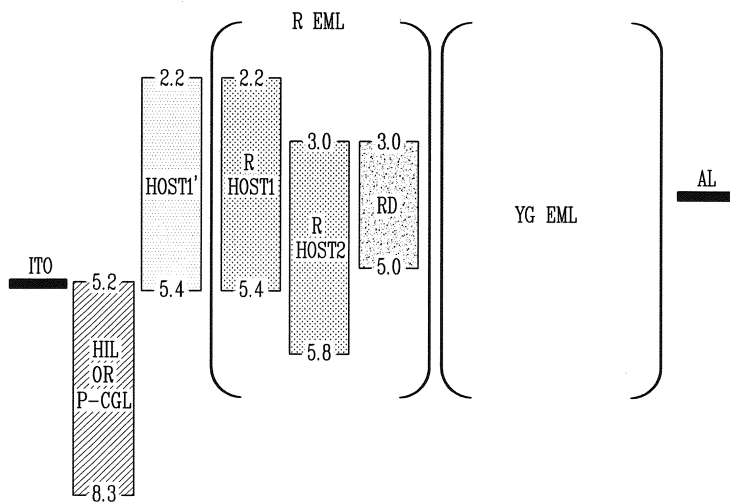
도면16b



도면17



도면18



专利名称(译)	描述白色有机电致发光显示装置		
公开(公告)号	KR1020160074376A	公开(公告)日	2016-06-28
申请号	KR1020150092495	申请日	2015-06-29
[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		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	CHO GWIJEONG 조귀정 KAM YOUNSEOK 감윤석 YOO TAESUN 유태선 KIM TAESHICK 김태식 KIM SEUNG 김세웅		
发明人	조귀정 감윤석 유태선 김태식 김세웅		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/50		
CPC分类号	H01L27/3213 H01L27/3248 H01L51/5056 H01L51/5024 H01L2227/32		
代理人(译)	박장원		
优先权	1020140183569 2014-12-18 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

对于本发明的白色有机电致发光显示装置具有n (≥ 2) 堆叠结构的白色有机电致发光显示装置，包括空穴传输型主体的红色发光层位于电荷产生层和黄色之间。 - 绿色发光层。据此，由于红色发光层用作除发光层和电子阻挡层之外的空穴传输层，因此可以改善亮度，色域和视场角。此外，通过本发明的白色有机电致发光显示装置，另外将电荷产生层和红色发光层之间的牺牲层插入到空穴传输型主体中，并减少电荷产生层和电荷之间的激子的猝灭 (猝灭)。红色发光层多得多，可以提高红色发光层的效率。

