



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0123557
(43) 공개일자 2017년11월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) *H01L 27/32* (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/504 (2013.01)
H01L 27/3211 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0053632
(22) 출원일자 2016년04월30일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
송기옥
경기도 고양시 일산서구 친텍스로 410, 707동
1103호(일산동, 후곡마을7단지아파트)
금태일
경기도 파주시 책향기로 403, 701동 1201호(동파
동, 숲속길마을월드메르디앙센트럴파크아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박영복

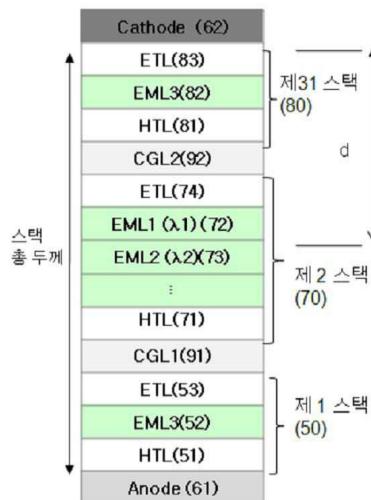
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 소자 및 이를 적용한 유기 발광 표시 장치

(57) 요 약

본 발명은 한 스택에 2개 이상의 인접한 발광층들을 적용한 유기 발광 소자 및 이를 적용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로, 서로 대향된 반사 전극과 투명 전극 및 상기 반사 전극과 투명 전극 사이에 복수층의 스택 및 상기 스택들 사이의 전하 생성층을 포함하여 이루어지며, 상기 복수층의 스택 중 적어도 하나의 스택에는, 서로 접하며, 다른 발광 피크의 제 1, 제 2 발광층을 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01L 27/3262 (2013.01)

H01L 51/5024 (2013.01)

H01L 51/5044 (2013.01)

H01L 51/5218 (2013.01)

H01L 51/5234 (2013.01)

H01L 51/5265 (2013.01)

H01L 51/5278 (2013.01)

H01L 2227/32 (2013.01)

H01L 2251/558 (2013.01)

(72) 발명자

김태식

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

서울특별시 송파구 중대로 24, 106동 1208호(문정
동, 올림픽훼밀리타운)

김태식

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

명세서

청구범위

청구항 1

서로 대향된 반사 전극과 투명 전극; 및

상기 반사 전극과 투명 전극 사이에 복수층의스택 및 상기 스택들 사이의 전하 생성층을 포함한 유기 발광 소자에 있어서,

상기 복수층의스택 중 적어도 하나의 스택에는, 서로 접하며, 다른 발광 피크의 제 1, 제 2 발광층을 포함하며, 상기 제 1, 제 2 발광층은 $-0.36 \leq (2n_1d)/\lambda_1 - (2n_2d)/\lambda_2 \leq 0.31$ (n_1 은 제 1 발광층의 굴절률, n_2 은 제 2 발광층의 굴절률, λ_1 은 제 1 발광층의 발광 피크 파장, 제 2 발광층의 발광 피크 파장, d 는 상기 반사 전극으로부터 상기 제 1, 제 2 발광층 사이의 계면까지의 거리)을 만족하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 510nm 내지 590nm의 발광 피크를 갖는 백색 유기 발광 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 반사 전극에 가까운 상기 제 1 발광층은 상기 제 2 발광층보다 단파장의 발광 피크를 갖는 백색 유기 발광 소자.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 제 1 발광층의 제 1 도편트 함량이 상기 제 2 발광층의 제 2 도편트 함량보다 많은 백색 유기 발광 소자.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 제 2 발광층은 제 1 호스트와 제 1 도편트를 포함하며, 상기 제 1 호스트는 정공 전도도가 전자 전도도보다 큰 백색 유기 발광 소자.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 발광층을 갖는 스택에 인접한 상하 스택에, 상기 제 1, 제 2 스택과 다른 발광 피크를 갖는 제 3 발광층의 단일 발광층을 동일하게 갖는 백색 유기 발광 소자.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제 3 발광층은 상기 제 1, 제 2 발광층보다 단파장의 발광피크를 갖는 백색 유기 발광 소자.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 각 스택에서 각 발광층에 접하며 상기 투명 전극에 가까운 제 1 공통층과, 각 발광층에 접하여 상기 반사

전극에 가까운 제 2 공통층을 더 포함한 백색 유기 발광 소자.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 황녹색 발광층이며,

상기 제 2 발광층은 적색 발광층이며,

상기 제 3 발광층은 청색 발광층인 백색 유기 발광 소자.

청구항 10

제 1항에 있어서,

$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$

상기 투명 전극을 포함하여 상기 반사 전극 안쪽 표면까지의 층들은 각각 $\frac{n^a d^a}{\lambda}$ (λ 는 각 스택의 중심 발광 피크, n^a 과 d^a 는 제 1 전극, 제 2 전극 중 투명 전극의 굴절률과 두께, n^w 해당층의 굴절률, d^w 는 각각 반사 전극의 안쪽 표면에서부터의 거리)의 조건을 만족하는 것을 백색 유기 발광 소자.

청구항 11

복수개의 서브화소를 갖는 기판;

상기 기판 상에 각 서브화소에 구비된 구동 트랜지스터; 및

상기 구동 트랜지스터에 어느 하나가 연결되며 서로 대향된 반사 전극과 투명 전극과, 상기 반사 전극과 투명 전극 사이에 복수층의 스택 및 상기 스택들 사이의 전하 생성층을 포함한 유기 발광 다이오드를 포함한 유기 발광 표시 장치에 있어서,

상기 복수층의 스택 중 적어도 하나의 스택에는, 서로 접하며, 다른 발광 피크의 제 1, 제 2 발광층을 포함하며,

상기 제 1, 제 2 발광층은 $-0.36 \leq (2n_1d)/\lambda_1 - (2n_2d)/\lambda_2 \leq 0.31$ (n_1 은 제 1 발광층의 굴절률, n_2 은 제 2 발광층의 굴절률, λ_1 은 제 1 발광층의 발광 피크 파장, 제 2 발광층의 발광 피크 파장, d 는 상기 반사 전극으로부터 상기 제 1, 제 2 발광층 사이의 계면까지의 거리)을 만족하는 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자에 관한 것으로서, 특히 한 스택에 2개 이상의 인접한 발광층들을 적용한 백색 유기 발광 소자 및 이를 적용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

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

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

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

- [0005] 이러한 유기 발광 표시 장치는 유기 발광층의 형성이 필수적인데, 종래 그 형성을 위해 새도우 마스크(shadow mask)를 이용한 증착 방법이 이용되었다.
- [0006] 그러나, 새도우 마스크는 대면적의 경우, 그 하중 때문에 쳐짐 현상이 발생하고, 이로 인해 여러번 이용이 힘들고 유기 발광층 패턴 형성에 불량이 발생하기 때문에, 대안이 요구되었다.
- [0007] 이러한 새도우 마스크를 대체하여 여러 방법이 제시되었던 그 중 하나로서 텐덤(tandem) 방식의 백색 유기 발광 소자(이하, '백색 유기 발광 소자'라 함)라 하며, 이하, 백색 유기 발광 소자에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0008] 백색 유기 발광 소자는, 발광 다이오드 형성시 양극과 음극 사이의 각 층을 마스크 없이 증착시키는 것으로, 유기 발광층을 포함한 유기막들의 형성을 차례로 그 성분을 달리하여 진공 상태에서 증착하는 것을 특징으로 한다. 그리고, 백색 유기 발광 소자는 양극과 음극 사이에 복수의 색상의 광을 발광하는 서로 다른 발광층을 구비하는 것으로, 각각의 발광층 사이에 전하 생성층이 구비되어, 각 발광층을 기본 구조로 하여 스택을 구분한다.
- [0009] 이러한 백색 유기 발광 소자는, 한 물질을 사용하여 빛을 내는 것이 아니라, 파장별로 각각의 PL 피크(Photoluminescence Peak)가 상이한 발광 재료를 포함하는 복수개의 발광층이 소자 내 다른 위치에서 발광하며, 조합되어 빛이 발생된다. 그리고 일 예로, 형광 발광층을 포함하는 스택과 인광 발광층을 포함하는 스택을 적층시켜 백색 유기 발광 소자를 구현하는 예가 있다.
- [0010] 그런데, 현재까지 알려진 스택 구조로는 백색 유기 발광 소자로서 충분한 효율을 갖지 못하였고, 색상별 효율차가 있어 장시간 구동에 있어서 색특성이 변화하는 문제가 있다. 또한, 표시에 있어서, 충분한 색재현율을 구현하지 못하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 발광 효율 및 발광층의 수명을 증가시킬 수 있는 복수스택 구조의 백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 백색 유기 발광 소자는, 서로 대향된 반사 전극과 투명 전극 및 상기 반사 전극과 투명 전극 사이에 복수층의 스택 및 상기 스택들 사이의 전하 생성층을 포함한 유기 발광 소자에 있어서, 상기 복수층의 스택 중 적어도 하나의 스택에는, 서로 접하며, 다른 발광 피크의 제 1, 제 2 발광층을 포함한다.
- [0013] 그리고, 상기 제 1, 제 2 발광층은 $-0.36 \leq (2n_1d) / \lambda_1 - (2n_2d) / \lambda_2 \leq 0.31$ (n_1 은 제 1 발광층의 굴절률, n_2 은 제 2 발광층의 굴절률, λ_1 은 제 1 발광층의 발광 피크 파장, 제 2 발광층의 발광 피크 파장, d 는 상기 반사 전극으로부터 상기 제 1, 제 2 발광층 사이의 계면까지의 거리)을 만족할 수 있다.
- [0014] 여기서, 상기 제 1 발광층은 510nm 내지 590nm의 발광 피크를 가질 수 있다.
- [0015] 상기 반사 전극에 가까운 상기 제 1 발광층은 상기 제 2 발광층보다 단파장의 발광 피크를 갖는 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 제 1 발광층의 제 1 도편트 함량이 상기 제 2 발광층의 제 2 도편트 함량보다 많은 수 있다.
- [0017] 그리고, 상기 제 2 발광층은 제 1 호스트와 제 1 도편트를 포함하며, 상기 제 1 호스트는 정공 전도도가 전자 전도도보다 클 수 있다.
- [0018] 상기 제 1, 제 2 발광층을 갖는 스택에 인접한 스택에 상기 제 1, 제 2 스택과 다른 발광 피크를 갖는 제 3 발광층의 단일 발광층을 가질 수 있다.
- [0019] 상기 제 3 발광층은 상기 제 1, 제 2 발광층보다 단파장의 발광피크를 가질 수 있다.
- [0020] 상기 각 스택에서 각 발광층에 접하며 상기 투명 전극에 가까운 제 1 공통층과, 각 발광층에 접하여 상기 반사 전극에 가까운 제 2 공통층을 더 포함할 수 있다.

[0021] 여기서, 상기 제 1 발광층은 황녹색발광층이며, 상기 제 2 발광층은 적색 발광층이며, 상기 제 3 발광층은 청색 발광층일 수 있다.

$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$

[0022] 상기 투명 전극을 포함하여 상기 반사 전극 안쪽 표면까지의 층들은 각각 각 스택의 중심 발광 피크, n^a 과 d^a 는 제 1 전극, 제 2 전극 중 투명 전극의 굴절률과 두께, n^w 해당층의 굴절률, d^w 는 각각 반사 전극의 안쪽 표면에서부터의 거리)의 조건을 만족할 수 있다.

[0023] 또한, 동일한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유기 발광 표시 장치는 복수개의 서브화소를 갖는 기판과, 상기 기판 상에 각 서브화소에 구비된 구동 트랜지스터 및 상기 구동 트랜지스터에 어느 하나가 연결되며 서로 대향된 반사 전극과 투명 전극과, 상기 반사 전극과 투명 전극 사이에 복수층의 스택 및 상기 스택들 사이의 전하 생성층을 포함한 유기 발광 다이오드를 포함하며, 상기 복수층의 스택 중 적어도 하나의 스택에는, 서로 접하며, 다른 발광 피크의 제 1, 제 2 발광층을 포함하며, 상기 제 1, 제 2 발광층은 $-0.36 \leq (2n_1d)/\lambda_1 - (2n_2d)/\lambda_2 \leq 0.31$ (n_1 은 제 1 발광층의 굴절률, n_2 은 제 2 발광층의 굴절률, λ_1 은 제 1 발광층의 발광 피크 파장, 제 2 발광층의 발광 피크 파장, d 는 상기 반사 전극으로부터 상기 제 1, 제 2 발광층 사이의 계면까지의 거리)을 만족한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치는 다음과 같은 효과가 있다.

[0025] 복수 스택을 갖는 텐덤형 유기 발광 소자에 있어서, 인접하여 서로 다른 발광 피크를 갖는 복수층의 발광층을 구비하는 스택에서, 각 발광층의 공진 주기가 최대가 되도록 발광층의 위치 및 발광층의 재료를 선택할 수 있다. 따라서, 특정 색상의 광의 효율이 떨어지지 않게 하여, 우수한 백색 발광이 장시간 가능하다.

[0026] 또한, 인접한 발광층을 구비함에 있어서, 황녹색 혹은 녹색 발광층을 메인 발광층으로 하고, 이에 접한 발광층을 적색 발광층으로 보조 발광층으로 하고 이를 층의 굴절률과 해당 파장간의 비례 관계를 특정 범위로 설정하여, 메인 발광층에서 발광 기능에 영향을 주지 않고, 상대적인 색표시 부족한 부분의 추가 발광층을 더하여 색 재현율을 향상시킬 수 있다.

[0027] 그리고, 상기 인접한 발광층 중 보조 발광층 중 기능적으로 색재현율의 향상과 더불어 인접한 스택에서 공급되는 정공의 수송이 메인 발광층으로 이루어지게 도와 정공 수송 특성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 유기 발광 표시 장치를 개략적으로 나타낸 블록도

도 2는 도 1의 서브 화소에 대한 회로 구성도

도 3은 도 1의 서브 화소의 개략 구조를 나타낸 단면도

도 4는 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도

도 5는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도

도 6은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도

도 7은 본 발명의 유기 발광 표시 장치의 서브 화소를 단면도

도 8은 본 발명의 실시예와 비교예의 백색 유기 발광 표시 장치 적용시 파장에 따른 광세기를 나타낸 그래프

도 9는 도 8의 적색 파장에 따른 광세기를 비교예와 본 발명의 실시예와 비교한 확대도

도 10은 본 발명의 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면

도 11은 본 발명의 실시예와 비교예의 적색 수명을 나타낸 그래프

도 12는 본 발명의 실시예와 비교예의 녹색 수명을 나타낸 그래프

도 13은 본 발명의 실시예와 비교예의 청색 수명을 나타낸 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029]

이하, 첨부된 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조 번호들은 실질적으로 동일한 구성 요소들을 의미한다. 이하의 설명에서, 본 발명과 관련된 기술 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 이하의 설명에서 사용되는 구성요소 명칭은 명세서 작성의 용이함을 고려하여 선택된 것으로, 실제 제품의 부품 명칭과 상이할 수 있다.

[0030]

이하의 설명은 먼저 유기 발광 표시 장치의 기본 구성을 설명하고, 이에 적용하는 백색 유기 발광 소자에 대해 설명한다.

[0031]

도 1은 본 발명의 유기 발광 표시 장치를 개략적으로 나타낸 블록도이다.

[0032]

도 1과 같이, 본 발명의 유기 발광 표시 장치는, 영상 처리부(115), 데이터 변환부(114), 타이밍 제어부(113), 데이터 구동부(112), 게이트구동부(111) 및 표시 패널을 포함한다.

[0033]

영상 처리부(115)는 RGB 데이터 신호(RGB)를 이용하여 평균 화상 레벨에 따라 최대 휘도를 구현하도록 감마전압을 설정하는 등 다양한 영상 처리를 수행한 후 RGB 데이터 신호(RGB)를 출력한다. 영상 처리부(115)는 RGB 데이터 신호(RGB)는 물론 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기 신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(DES) 및 클럭 신호(CLK) 중 하나 이상을 포함하는 구동 신호를 출력한다.

[0034]

타이밍 제어부(113)는 영상 처리부(115) 또는 데이터 변환부(114)로부터 수직동기신호(Vsync), 수평동기신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(DES) 및 클럭 신호(CLK) 중 하나 이상을 포함하는 구동신호를 공급받는다. 타이밍 제어부(113)는 구동신호에 기초하여 게이트구동부(111)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 게이트 타이밍 제어 신호(GCS)와 데이터 구동부(112)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 데이터 타이밍 제어신호(DCS)를 출력한다.

[0035]

타이밍 제어부(113)는 게이트 타이밍 제어신호(GCS)와 데이터 타이밍 제어신호(DCS)에 대응하여 데이터 신호(DATA)를 출력한다.

[0036]

데이터구동부(112)는 타이밍 제어부(113)로부터 공급된 데이터 타이밍 제어신호(DCS)와 응답하여 타이밍 제어부(113)로부터 공급되는 데이터 신호(DATA)를 샘플링하고 래치하여 감마 기준전압으로 변환하여 출력한다. 데이터 구동부(112)는 데이터라인들(DL1~DLm)을 통해 변환된 데이터신호(DATA)를 출력한다. 데이터 구동부(112)는 IC (Integrated Circuit) 형태로 형성된다.

[0037]

게이트 구동부(111)는 타이밍 제어부(113)로부터 공급된 게이트 타이밍 제어신호(GCS)에 응답하여 게이트 전압의 레벨을 시프트시키면서 게이트 신호를 출력한다. 게이트 구동부(111)는 게이트 라인들(GL1~GLn)을 통해 게이트신호를 출력한다. 게이트구동부(111)는 IC 형태로 형성되거나 표시패널(150)에 게이트인패널 방식으로 형성된다.

[0038]

표시패널(110)은 일예로, 적색서브화소(SPr), 녹색서브화소(SPg), 청색 서브화소(SPb)를 포함하는 서브화소 구조로 이루어진다. 즉, 하나의 화소(P)는 적색, 녹색, 청색 서브화소로 이루어진다. 경우에 따라, 백색 서브화소(WPg)를 더 포함할 수도 있다.

[0039]

도 2는 도 1의 서브 화소에 대한 회로 구성을 나타낸 회로도이다.

[0040]

도 2와 같이, 각 서브화소는 스위칭 트랜지스터, 구동 트랜지스터, 캐패시터 및 유기발광다이오드를 포함하는 2T1C 구조를 기본 구조로 하며, 추가적으로 트랜지스터 및 캐패시터를 더 부가할 수 있다. 그리고, 이러한 회로 구성은 제 1 방향의 게이트 라인(GL)과 이에 교차하는 방향의 데이터 라인(DL) 및 구동 전원라인(VDDL)에 사이에 구비된다.

[0041]

유기 발광 표시 장치는 각 개별 서브화소에 발광하는 유기 발광 다이오드를 포함하는 것으로, 이의 열화를 방지하기 위해 개별 서브화소별로 보상 회로(CC)를 더 포함할 수 있다.

[0042]

스위칭 트랜지스터(SW)는 게이트 라인(GL)을 통해 공급된 게이트 신호에 응답하여 데이터 라인(DL)을 통해 공급되는 데이터 신호가 캐패시터(Cst)에 데이터 전압으로 저장되도록 스위칭 동작한다.

[0043]

구동 트랜지스터(DR)는 캐패시터(Cst)에 저장된 데이터 전압에 따라 구동 전원라인(VDDL)과 그라운드 라인(GND) 사이로 구동 전류가 흐르도록 동작한다.

[0044]

보상회로(CC)는 구동 트랜지스터(DR)의 문턱 전압 등을 보상한다. 보상회로(CC)는 하나 이상의 트랜지스터와 캐

패시터로 구성될 수 있다. 보상회로(CC)의 구성은 다양하게 구성할 수 있으므로, 이에 대한 구체적인 예시 및 설명은 생략한다.

[0045] 위와 같은 서브화소 구조를 갖는 유기 발광 표시 장치는 빛이 방출되는 방향에 따라 전면 발광방식(top emission type), 후면 발광 방식(bottom emission type) 혹은 양면 발광 방식으로 구현될 수 있다.

[0046] 도 3은 도 1의 서브 화소의 개략 구조를 나타낸 단면도이다.

[0047] 본 발명의 유기 발광 표시 장치는 발광 방식 중 일방의 방향으로 광을 방출하도록 하는 방식으로, 각 서브화소는 공통적으로 백색을 발광하는 백색 유기 발광 소자(WOLED)를 포함하고 적색, 녹색, 청색 서브화소에 각각 해당 색상의 컬러 필터(CFr, CFg, CFB)를 적용하여 백색 발광을 구현할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 개별 서브화소에는 유기 발광 다이오드의 구동을 위해 구동 트랜지스터(TFT)를 등을 포함한 회로가 구비된다.

[0048] 본 발명의 각 서브화소에 공통적으로 백색을 발광하는 백색 유기 발광 소자를 구비시 각 서브화소에 나누어 적, 녹, 청의 유기 발광 소자를 구비하는 방식 대비 유기 발광 소자의 유기 물질을 중착함에 의해 영역을 구분할 필요가 없어 중착을 위한 메탈 마스크를 사용하지 않아도 되며, 이 때문에, 대형화가 용이하다. 또한, 유기 발광 소자가 영역을 구분하지 않고 균등한 특성을 갖기 때문에, 특정의 도편트를 포함하여 각 색상별 서브화소를 나누어 각 색상의 발광층을 적용하는 구조에서 일정 시간 구동시 색상별 다른 열화 특성을 보이는 문제점을 해결하여, 이에 따라 수명이 향상되고, 소비전력을 저감할 수 있는 이점이 있다.

[0049] 이하, 본 발명의 백색 유기 발광 소자에 대해 설명한다. 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 도2의 유기 발광 다이오드(OLED)에 대응되며, 각 서브화소에 공통적으로 구비되는 도 3의 WOLED에 해당한다.

[0050] 도 4는 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이다.

[0051] 도 4와 같이, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는, 기본 구성으로 서로 대향된 투명 전극(61) 및 상기 반사 전극(62)과, 상기 반사 전극과 투명 전극 사이에 복수층의 스택(50, 70, 80, ... 및 상기 스택들(50, 60, 70) 사이의 전하 생성층(91, 92)을 포함한다.

[0052] 본 발명의 백색 유기 발광 소자는, 투명 전극(61)과 반사 전극(62) 사이에는 복수개의 스택을 포함하며, 각 스택은 각각 서로 다른 중심 발광 피크를 갖는다.

[0053] 그리고, 스택 중 적어도 하나의 스택(70)에는, 서로 접하며, 다른 발광 피크의 제 1, 제 2 발광층(72, 73)을 포함한다.

[0054] 여기서, 상기 제 1, 제 2 발광층(72, 73)은 $-0.36 \leq (2n_1d)/\lambda_1 - (2n_2d)/\lambda_2 \leq 0.31$ 의 조건을 만족한다. n_1 은 제 1 발광층의 굴절률, n_2 는 제 2 발광층의 굴절률, λ_1 은 제 1 발광층의 발광 피크 파장, 제 2 발광층의 발광 피크 파장, d 는 상기 반사 전극으로부터 상기 제 1, 제 2 발광층(72, 73) 사이의 계면까지의 거리에 해당한다.

[0055] 여기서, 상기 제 1 발광층(72)과 제 2 발광층(73) 중 하나는 상기 스택(70)의 발광 특성을 결정하는 메인 발광층이며, 반사 전극(62)으로부터 먼쪽에 장파장의 발광층을 구비하는 것이 효율 면에서 유리할 수 있다. 따라서, 메인 발광층으로서 제 1 발광층(72)이 황녹색 발광층이고, 보조 발광층으로서 제 2 발광층(73)이 적색발광층일 경우, 보다 장파장의 보조 발광층인 제 2 발광층(73)이 반사 전극(128)으로부터 먼쪽에 위치한다. 즉, 도면 상의 상하에 각각 제 1 발광층(72)과, 제 2 발광층(73)이 배치된다. 그러나, 이는 보다 바람직한 구조를 의미하는 것이지, 인접한 발광층 중 메인 발광층을 반사 전극(62)으로부터 먼 측에 구비하는 구조를 배제하는 것이 아니다.

[0056] 또한, 본 발명에 있어서, 한 스택 내에 서로 다른 발광 피크 특성의 제 1, 제 2 발광층(72, 73)을 구비하는 이유는 메인 발광층으로서 제 1 발광층(72)을 피크 발광이 510nm 내지 590nm의 범위에 속하는 황녹색 발광층으로 할 경우, 나머지 색상의 효율이 떨어지는 것을 방지하고, 메인발광층의 발광 피크 외에 다른 발광 피크의 발광층을 더 두어 색재현율을 높이기 위함이다.

[0057] 그리고, 인접한 제 1, 제 2 발광층(72, 73)에서 해당 발광층의 굴절률, 그 파장을 통해 이들의 $2n/\lambda$ 값을 각각 구하고, 제 1, 제 2 발광층(72, 73)간의 차로 구하여 그 차 범위가 일정 범위에 있게 하여, 제 1, 제 2 발광층의 물질을 지정하고, $(2n_1d)/\lambda_1 - (2n_2d)/\lambda_2'$ 의 식에서와 같이, $2n/\lambda$ 값의 차에 반사 전극(62)으로부터 제 1, 제 2 발광층(72, 73)의 계면까지의 거리를 곱한 값이 일정 범위, 즉, -0.36 내지 0.31 의 범위에 있게 하여, 이에 의해, 제 1, 제 2 발광층(72, 73)의 계면이 위치하는 영역을 백색 유기 발광 소자는 반사 전극(62)과 투명

전극(61) 사이에서 결정할 수 있는 것이다.

[0058] 본 발명의 백색 유기 발광 소자에서 이러한 인접한 제 1, 제 2 발광층(72, 73)의 관계를 지정한 이유는 각 발광층을 이루는 개별적인 재료가 달라지더라도 인접한 제 1, 제 2 발광층의 위치를 해당 발광층에서 공진되는 광의 피크 특성에 맞게 규정하고자 함이며, 이러한 조건을 표준화하여 설정하기 위함이다. 즉, 백색 유기 발광 소자는 다양한 형태가 가능할 것이나, 특히 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 2개 이상 인접한 발광층을 갖는 구조에서, 메인 발광층으로 제 1 발광층(72)은 특정 공진 조건으로 투명전극(61)과 반사 전극(62) 사이의 일정 위치를 규정하고, 보조 발광층으로서 제 2 발광층(73)은 상기 제 1 발광층(72)의 상기 제 1 발광층(72)과 비례 관계로 설정할 수 있는 것이다.

[0059] 한편, 메인 발광층으로서 상기 제 1 발광층(72)과 다른 스택의 발광층은 해당 스택에 있어서, 가장 효율이 좋은 공진 특성에 해당하도록 위치를 갖는 것이 바람직하며, 이를 위해 다음의 광경로 조건을 갖는다.

[0060] <광경로 조건>

$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$

[0061] 여기서, λ 는 제 1 스택(50) 또는 제 2 스택(70) 혹은 제 3 스택(80)의 발광 피크 파장, n^a 는 투명 전극(61)의 굴절률, d^a 는 투명 전극(61)의 두께, n^w 와 d^w 는 각각 반사 전극(62)과 투명 전극(61) 사이에 위치하는 해당층의 굴절률과 두께이다.

[0063] 이 경우, 상기 단일로 발광층을 구비하는 다른 스택의 발광층(52, 82)과, 상기 인접하는 2개의 발광층을 갖는 스택에 있어서, 메인 발광층인 제 1 발광층(72)은 각각 반사 전극(62)으로부터 거리에 대해 직접적으로 다음 조건을 만족한다.

[0064] <발광층과 반사 전극간 거리 조건>

$$\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$$

[0065] 여기서, m 은 정수(양의 정수), n 은 해당 발광층의 굴절률, d 는 상기 반사 전극(62)으로부터 해당 발광층의 발광 영역 사이의 거리를 나타낸다. 이는 각각의 발광층이 해당 거리에서 최대 발광 세기를 갖는 것을 의미하는 것으로, 이러한 조건으로 설계시, 시야각 0도에서 각 발광층은 최대 세기를 가질 것이며, 시야각이 늘어도, 해당 발광층을 바라보는 광경로에서 동등하거나 유사 수준으로 광 세기가 줄어들어, 발광 효율의 저하도 동등하거나 유사한 수준을 갖게 된다.

[0067] 이 경우, 상기 공통층(51, 53, 71, 74, 81, 83)의 두께 조절에 의해, 상기 제 1 스택(50), 제 2 스택(70) 각각의 발광 피크에 따른 단일의 발광층(52, 82)과 제 1 발광층(72)의 위치를 조절할 수 있을 것이다. 한편, 상기 각 스택에 있어서, 발광층 기준으로 하측에 위치하는 공통층(51, 71, 81)은 정공 수송층이며, 발광층 기준의 기준으로 상측에 위치하는 공통층(53, 74, 83)은 전자 수송층일 수 있다.

[0068] 이하, 본 발명의 백색 유기 발광 소자에서, 표 1과 같이, 인접한 제 1, 제 2 발광층의 재료를 지정하여 그 굴절률과 파장 특성에 따라 달라지는 $(2n_1d)/\lambda_1 - (2n_2d)/\lambda_2$ 의 범위를 검토하여 이 범위에서 해당 발광층의 백색 효율을 나타낸 것이다.

표 1

| [0069] | | $\lambda 1$ | $\lambda 2$ | $n (\lambda 1)$ | $n (\lambda 2)$ | d | $(2n_1d)/\lambda_1 - (2n_2d)/\lambda_2$ | W효율 (%) |
|--------|-----|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-------|---|---------|
| 실험 1 | 556 | 556 | 1.8 | 1.8 | 220 | 0.00 | | 100 |
| | | 620 | 1.8 | 1.78 | 220 | 0.16 | | 95 |
| | | 630 | 1.8 | 1.77 | 220 | 0.19 | | 91 |
| | | 640 | 1.8 | 1.77 | 220 | 0.21 | | 85 |
| | | 456 | 1.8 | 1.85 | 220 | -0.36 | | 79 |

| | | | | | | | |
|------|-----|-----|------|------|-----|-------|-----|
| 실험 2 | 520 | 520 | 1.81 | 1.81 | 220 | 0.00 | 100 |
| | | 556 | 1.81 | 1.8 | 220 | 0.11 | 96 |
| | | 620 | 1.81 | 1.78 | 220 | 0.27 | 85 |
| | | 630 | 1.81 | 1.77 | 220 | 0.30 | 80 |
| | | 640 | 1.81 | 1.77 | 220 | 0.31 | 75 |
| | | 456 | 1.81 | 1.85 | 220 | -0.25 | 71 |

[0070] 위의 표 1은 모두 71% 이상의 백색 효율을 가짐을 나타낸 것으로, 인접한 제 1, 제 2 발광층(72, 73) 중 제 1 발광층(72)을 황녹색 발광층의 범위인 520nm, 556nm으로 한 2세트 실험 진행하였고, 제 1발광층(72)을 동일 조건으로 하고, 상기 제 2 발광층(73)에 적용되는 파장의 범위를 456nm 내지 630nm로 하며, $(2n_1d)/\lambda_1 - (2n_2d)/\lambda_2$ ’의 범위를 산출하였다. 편의상 실험 예들에서, 반사 전극(62)의 안쪽 표면으로부터 제 1, 제 2 발광층(72, 73) 사이의 계면까지의 거리는 220nm로 고정하여 실험을 진행하였다. 그러나, 위의 실험에서 반사 전극(62)의 안쪽 표면으로부터 제 1, 제 2 발광층(72, 73) 사이의 계면까지의 거리는 발광층의 파장이나 재료에 맞게 위 식 조건에 맞게 가변할 수 있는 것으로, 특정 거리로 한정되는 것은 아니다.

[0071] 한편, 상술한 스택 구조에 있어서, 제 1, 제 2 발광층(72, 73)을 인접하게 위치시키며, 제 1 발광층(72)이 메인 발광층일 때, 나머지 제 2 발광층(73)은 보조 발광층으로 하고, 이 때, 이들의 메인/보조 발광 여부는 제 1 발광층(72)과 제 2 발광층(73)에 포함된 도편트 함량을 구분하여 지정한다. 예를 들어, 제 1 발광층(72)은 보다 고농도로 해당 발광 피크를 위한 도편트를 포함시키며, 제 2 발광층(73)은 상기 제 1 발광층(72)보다는 낮은 함량의 도편트를 포함할 수 있다. 어느 발광층(72, 73)이던 포함된 도편트의 함량은 각 발광층 내 호스트 대비 30%를 넘지 않는다. 그리고, 상기 제 2 발광층(73)의 내부 호스트 대비 도편트 함량은 10%를 넘지 않는 것이 바람직하다.

[0072] 한편, 본 발명의 백색 유기 발광 소자에서 설명하지 않은 구성에 대해 설명한다.

[0073] 서로 인접한 제 1, 제 2 발광층(72, 73)을 포함한 스택의 상하에는 각각 단일의 제 3 발광층(52, 82)을 포함할 수 있다. 여기서, 제 3 발광층(52, 82)에서의 발광 피크와 함께, 상기 제 1, 제 2 발광층(72, 73)에서 나오는 발광 피크를 함께 적용하여 최종 전체 백색 유기 발광 소자에서 나오는 광이 백색 발광으로 나오도록 유도한 것으로, 제 3 발광층(52, 82)의 발광 피크는 상기 제 1, 제 2 발광층(72, 73)을 포함한 스택에서의 발광 피크와는 다른 발광 피크를 갖는다. 일 예로, 상기 제 1 발광층(72)이 황녹색 발광 피크를 가질 때, 상기 제 2 발광층(73)은 적색 발광 피크를, 제 3 발광층(52, 82)는 청색 발광 피크를 가질 수 있다.

[0074] 그리고, 상기 스택간에는 전하 생성층(91, 92)을 포함할 수 있는데, 상기 전하 생성층(91, 92)는 하측의 스택으로는 전자를 주입하는 기능을, 상측의 스택으로는 정공을 주입하는 기능을 갖는다. 경우에 따라, 상기 전하 생성층(91, 92)은 각각 단일층이거나 혹은 전자 주입과 정공 주입하는 기능을 별도로 수행하는 n형 전하 생성층과 p형 전하 생성층을 함께 포함할 수도 있다. 상기 전하 생성층은 인접한 스택간 전하의 균형을 조절한다.

[0075] 이하, 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 하부 발광 방식과 상부 발광 방식에 적용한 예를 살펴본다.

[0076] 이하에 설명하는 인접한 발광층을 갖는 스택에서 제 1 발광층은 메인 발광층이며, 제 2 발광층은 보조 발광층이다. 이들의 위치는 메인 발광층과 보조 발광층에 상관없이, 장파장의 발광층이 반사 전극으로부터 면쪽에 위치하는 것이며, 메인 발광층을 예를 들어, 510nm 내지 590nm의 중간 파장대의 발광층으로 택할 경우, 보조 발광층은 이보다 장파장이 되는데, 이 경우, 보조 발광층인 제 2 발광층이 반사 전극에서 멀리 위치하게 된다. 이러한 규칙에 따라 도면 상에서는 메인 발광층인 제 1 발광층의 위치는 상하부로 변경될 수 있다.

[0077] 도 5는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이다.

[0078] 도 5와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는, 하면 발광 방식을 따른 것으로, 아래로부터 차례로, 기판(101) 상에 투명 전극(118)과, 제 1 스택(210)과, 제 1 전하 생성층(130)과, 상기 제 1 전하 생성층(130) 상의 제 2 스택(220)과, 상기 제 2 스택(220) 상에 제 2 전하 생성층(140)과, 상기 제 2 전하 생성층(140) 상에 제 3 스택(230) 및 상기 제 3 스택(230) 상에 반사 전극(128)을 포함한다.

[0079] 여기서, 상기 제 1, 제 2 전하 생성층(130, 140)은 각각 인접한 하부 및 상하 스택에 전자를 주입하고 정공을 공급하는 기능을 하는 면에서 각 스택을 연결시키는 기능을 한다.

[0080] 또한, 상술한 제 1 실시예에서, 제 2 스택(220)의 인접한 2개의 제 1, 제 2 발광층(223, 222)은 각각 황녹색 발

광층 및 적색 발광층으로, 반사 전극(128)으로부터 면쪽에 보다 장파장의 발광층을 구비한다.

[0081] 여기서, 상기 제 1 발광층(223)은 황녹색 발광층으로 적어도 하나 이상의 혼합 호스트와 적어도 하나 이상의 도편트를 포함할 수 있다. 구체적으로, 카바졸계 화합물 또는 금속 착물로 이루어진 인광 호스트 물질에 인광 황색 녹색 도편트가 도핑되어 이루어질 수 있다. 카바졸계 화합물은 CBP(4, 4' -bis(carbazole-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. 제 1 발광층(223)에 해당하는 발광 피크는 510nm 내지 590nm 범위에 있으며, 이는 황녹색 발광에 대응되며 때로는 보다 녹색 발광에 쉬프트되어 발광하는 특성을 나타낸다.

[0082] 그리고, 상기 보조 발광층으로 기능하는 제 2 발광층(222)은 경우에 따라 정공 수송층의 기능을 대체할 수도 있다. 이 경우에는 제 2 스택(220)에서 상기 정공 수송층(211)은 생략될 수 있다. 경우에 따라, 도시된 바와 같이, 상기 제 2 발광층(222)은 상기 정공 수송층(211) 상부에 위치하여 제 2 정공 수송층으로 기능하여, 적색을 발광하는 기능과 겹칠 수 있다. 이를 위해 상기 제 2 발광층(222)은 인접한 하층의 정공 수송층(211)과 동일하거나 유사한 에너지 준위를 가지는 적어도 하나의 호스트와 적어도 하나의 도편트를 포함한다.

[0083] 참고로 발광 재료로는 기능적인 측면에서 크게 호스트용 물질과 게스트용 물질로 나뉜다. 일반적으로 호스트용 또는 게스트용 한 물질만으로 발광하는 경우도 있으나, 특정 파장대로 발광의 순도를 조절하기 어려워 호스트의 발광 스펙트럼과 게스트의 흡수 스펙트럼이 일치하는 호스트/게스트 계를 혼합 이용하여 색순도와 발광효율을 증가시킬 수 있다.

[0084] 상기 제 2 발광층(222)에 포함된 적색 호스트는 바이폴라성 특성을 가지며, 이 중 정공 특성이 강한 정공 수송형 호스트를 이용한다. 일례로, 이러한 적색 호스트는 LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 에너지 준위가 -1.0~3.0eV이며, HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 에너지 준위가 -4.9 eV~6.0eV를 갖는다.

[0085] 상기 제 2 발광층(222)이 제 1 전하 생성층(150)과 제 1 발광층(223) 사이에 위치함으로 인해, 메인 발광층인 제 1 발광층(223)에서 누설되는 전자를 트래핑하여 적색 발광에 기여하도록 하여 적색 효율이 증가하여 장치의 색재현율 향상 및 휘도 향상에 기여한다. 여기서, 상기 제 2 발광층(222)의 파장 범위는 600nm 내지 650nm의 파장 범위를 갖는다.

[0086] 상기 제 2 발광층(222)에 이용하는 호스트 재료는 아릴기를 코어로 하며, 상기 아릴기와 탄소수 6 내지 24의 치환 또는 비치환 아릴기, 치환 또는 비치환된 헤테로 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 10 내지 30의 측합아릴기, 탄소수 2 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로 아릴기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 알킬기, 탄소수 1 내지 24의 치환 또는 비치환된 헤테로 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 24의 사이클로 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알콕시키, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴 옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 24의 알킬실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 24의 아릴 실릴기, 시아노기, 할로겐기, 중수소 및 수소로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있으며, R~R14는 이웃하는 치환기와 측합링을 형성할 수 있다.

[0087] 그리고, 코어로 이루어하는 성분은 아릴기로, 페닐, 나프탈렌, 플루오렌, 카바졸, 페나진, 페난트롤린, 페난트리딘, 아크리딘, 시놀린, 퀴나졸린, 퀴녹살린, 나프티린, 프탈라진, 퀴놀라잔, 인돌, 인디졸, 피리다진, 피라진, 피리미딘, 피리딘, 페라졸, 이미다졸, 피롤로 구성되는 군으로부터 선택될 수 있다.

[0088] 이러한 상기 제 2 발광층(222)의 호스트 재료로 일례로, CBP, CDBP, mCP, BCP, BA1q, TAZ 등을 들 수 있으며, 이러한 재료는 하나 또는 복수개 포함될 수 있다.

[0089] 그리고, 상기 제 2 발광층(222)에 적색을 발광하기 위해 도편트가 포함되는데, 인광 도편트로는 Ir(piq)3(Tris(1-phenylisoquinoline)iridium(III)), Ir(piq)2(acac)(Bis(1-phenylisoquinoline)(acetylacetone)iridium(III)), Ir(bip)2(acac)(Bis(2-pyridine)(acetylacetone)iridium(III)), Ir(BT)2(acac)(Bis(2-phenylbenzothiazolato)(acetylacetone)iridium(III)) 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0090] 그리고, 제 2 발광층(222)에 포함될 수 있는 형광 도편트의 예로는 Rubrene(5, 6, 11, 12-tetraphenylnaphthacene), DCJTB(4-(dicyanlmethylene)-2-tert-butyl-6-(1,1,7,7,-tetramethyljulolidin-4-yl-viyl)-4H) 등으로 이루어질 수 있다.

- [0091] 상기 제 1 발광층(223)은 메인 발광층으로 30% 이하의 농도로 황녹색 혹은 녹색 도편트를 포함할 수 있으며, 제 2 발광층(222)은 서브 발광층으로 이보다는 작은 함량으로 10%이하의 농도로 적색 도편트를 포함할 수 있다.
- [0092] 한편, 상술한 제 2 발광층(222)은 적색 발광층의 일예로 설명하였으나, 이와 달리 별개의 치환기를 부가할 수도 있다. 상술한 재료는 알려진 것이며, 이에 한정되지 않으며, 재료의 개발이 있다면 상술한 보조 발광층의 기능과 적색 발광 및 정공 수송의 기능을 겸한다면 다른 적색 발광 재료로 변경될 수도 있다.
- [0093] 상기 제 1 스택(210) 및 제 3 스택(230)의 제 3 발광층(211, 232)은 청색 발광층이다. 이러한 청색 발광층은 440nm 내지 480nm의 범위의 파장을 발광하며, 형광 또는 인광 재료로 선택할 수 있다.
- [0094] 상기 청색 발광층의 재료로는 적어도 하나 이상의 호스트와 적어도 하나 이상의 도편트를 포함할 수 있다. 구체적으로, 안트라센(anthracene) 유도체, 파이렌(pyrene) 유도체 및 페릴렌(perylene) 유도체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나의 형광 호스트 물질에 형광 청색 도편트가 도핑되어 이루어질 수 있다. 안정적인 인광 청색 재료의 개발이 있다면, 대체가 가능할 것이다.
- [0095] 그리고, 각 스택을 연결하는 제 1 전하 생성층(150) 및 제 2 전하 생성층(160)은 각각 n형 전하 생성층(151, 161)과 p형 전하 생성층(152, 162)을 포함한다.
- [0096] 공통적으로 각 스택에는 발광층의 하부와 상부에 각각 정공 수송층(211, 221, 231) 및 전자 수송층(223, 224, 233)을 포함하는데, 이들은 반드시 구비하여야 하는 것은 아니고, 이들의 성분을 각 발광층에 포함시켜 층상 구조에서 생략할 수도 있다. 이 경우, 각 발광층은 해당 스택에서 전극과 접하거나 혹은 전하 생성층에 직접 접할 수 있다.
- [0097] 그리고, 상기 도면 상에는 기판(101) 상에 바로 투명 전극(118)이 위치함을 나타내었으나, 이러한 백색 유기 발광 소자를 유기 발광 표시 장치로 구현시 각 서브 화소는 각각 구동 트랜지스터를 구비하고, 상기 구동 박막 트랜지스터와 연결된 형태로 투명 전극(118)을 위치시킬 수 있으며, 이 때의 투명 전극(118)은 서브 화소별로 구분되어 패턴되며, 상측의 투명 전극(370)은 복수개의 서브화소를 포함한 액티브 영역에 걸쳐 하나의 패턴으로 형성된다.
- [0098] 이러한 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자에서 하측에 위치한 투명 전극은 Tin Oxide, Indium Tin Oxide, Zinc Oxide, Indium Zinc Oxide, Indium Gallium Zinc Oxide 등의 투명 산화막일 수 있으며, 반사 전극은 반사성 금속을 이용하여 경우에 따라 반사 전극과 다른 종류의 금속을 이중층 이상 적층하여 구비하기도 한다. 이 경우, 상기 투명 전극(118)은 애노드로, 반사 전극(128)은 캐소드로 기능한다.
- [0099] 또한, 본 발명의 제 1 실시예에 있어서, 도시된 3개의 스택 외에 제 3 스택(230) 상부 혹은 제 1 스택(210)의 하부에 추가적으로 각각 단일 발광층을 구비하고 그 상하에 전자 수송층 및 정공 수송층을 포함하는 갖는 스택을 더 부가할 수 있으며, 이 경우, 상기 추가된 스택의 발광층은 제 1 내지 제 3 발광층과는 다른 파장을 포함하거나 혹은 제 1 내지 제 3 발광층 중 어느 하나와 동일한 파장의 발광층을 포함할 수 있다. 또한, 상기 추가된 스택에도 인접한 발광층의 구성을 구비할 수도 있다. 각 발광층의 최대 공진 특성을 위해 상술한 광경으로 조건 혹은 인접한 발광층간의 특정 관계를 만족할 수 있다. 경우에 따라 백색이 아닌 청색이나 다른 종류의 색상으로 편향을 광으로 발광하는 유기 발광 소자의 경우 그에 맞게 해당 색상의 발광층의 조합을 선택한다.
- [0100] 도 6은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이다.
- [0101] 도 6에 따른 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는 투명 전극(370)을 위치를 상측으로 하고, 반사 전극(310)의 위치를 하측으로 하여 기판(101)에 인접하도록 한 점 외에 나머지 구조는 상술한 제 1 실시예와 동일하게 한다.
- [0102] 그리고, 상기 제 2 실시예에 있어서는, 상기 반사 전극(310) 외에 투명 보조 전극(311)을 더 부가할 수도 있다.
- [0103] 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는, 상면 발광 방식을 따른 것으로, 아래로부터 차례로, 기판(101) 상에 반사 전극(310)과, 투명 보조 전극(311), 제 1 스택(320)과, 제 1 전하 생성층(350)과, 상기 제 1 전하 생성층(350) 상의 제 2 스택(330)과, 상기 제 2 스택(330) 상에 제 2 전하 생성층(360)과, 상기 제 2 전하 생성층(360) 상에 제 3 스택(340) 및 상기 제 3 스택(340) 상에 반사 전극(370)을 포함한다.
- [0104] 여기서, 상기 제 1, 제 2 전하 생성층(350, 360)은 각각 인접한 하부 및 상하 스택에 전자를 주입하고 정공을 공급하는 기능을 하는 면에서 각 스택을 연결시키는 기능을 한다.
- [0105] 또한, 상술한 제 2 실시예에서, 제 2 스택(330)의 인접한 2개의 제 1, 제 2 발광층(332, 323)은 각각 황녹색 발

광층 및 적녹색 발광층으로, 상기 반사 전극(310)으로부터 면쪽에 보다 장파장의 발광층을 구비한다.

[0106] 상기 제 1 스택(320) 및 제 3 스택(340)의 제 3 발광층(322, 342)은 청색 발광층이다.

[0107] 그리고, 각 스택을 연결하는 제 1 전하 생성층(350) 및 제 2 전하 생성층(360)은 각각 단일층으로 이루어지거나 n형 전하 생성층과 p형 전하 생성층을 포함한다.

[0108] 공통적으로 각 스택에는 발광층의 하부와 상부에 각각 정공 수송층(321, 331, 341) 및 전자 수송층(323, 334, 343)을 포함하는데, 이들은 반드시 구비하여야 하는 것은 아니고, 이들의 성분을 각 발광층에 포함시켜 층상 구조에서 생략할 수도 있다. 이 경우, 각 발광층은 해당 스택에서 전극과 접하거나 혹은 전하 생성층에 직접 접할 수 있다.

[0109] 그리고, 상기 도면 상에는 기판(101) 상에 바로 반사 전극(310)이 위치함을 나타내었으나, 이러한 백색 유기 발광 소자를 유기 발광 표시 장치로 구현시 각 서브 화소는 각각 구동 트랜지스터를 구비하고, 상기 구동 박막 트랜지스터와 연결된 형태로 반사 전극(310)을 위치시킬 수 있으며, 이 때의 반사전극(310)은 서브 화소별로 구분되어 패턴되며, 상측의 투명 전극(370)은 복수개의 서브화소를 포함한 액티브 영역에 걸쳐 하나의 패턴으로 형성된다.

[0110] 각 발광층의 재료와 과정 특성은 앞서 설명한 제 1실시예와 같고, 동일 설명에 대해서는 설명을 생략한다.

[0111] 한편, 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 유기 발광 표시 장치에 이용시 그 형태를 살펴본다.

[0112] 도 7은 본 발명의 유기 발광 표시 장치의 서브 화소를 단면도이다.

[0113] 도 7의 유기 발광 표시 장치는 서브화소가 배열된 기판 방향으로 빛이 방출되는 후면 발광 방식으로 나타내었으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 서브화소가 배열된 기판과 반대 방향으로 빛이 방출되는 전면 발광 방식의 유기 발광 표시 장치에도 적용 가능하다.

[0114] 그리고, 도 7은 코플라나 구조의 박막 트랜지스터를 이용한 유기 발광 표시 장치를 예로 들어 나타내지만, 이에 한정되지 않는다. 스테거드 구조의 박막 트랜지스터도 적용 가능하다.

[0115] 도 7과 같이, 본 발명의 유기 발광표시 장치는, 하나의 서브화소에 기판(101) 위에 형성된 트랜지스터(TFT)와 백색 유기 발광 다이오드(WOLED) 및 컬러 필터(CF)가 포함될 수 있다.

[0116] 우선, 트랜지스터(TFT)로 구동 트랜지스터는 반도체층(124), 게이트 전극(121), 소스 전극(122) 및 드레인 전극(123)을 포함한다.

[0117] 반도체층(124)은 투명한 플라스틱이나 고분자 필름 등의 절연물질로 이루어진 기판(101) 위에 형성된다.

[0118] 반도체층(124)은 비정질 실리콘막이나 비정질 실리콘을 결정화한 다결정 실리콘막, 산화물 반도체 또는 유기물 반도체 등으로 이루어질 수 있다.

[0119] 이 때, 기판(101)과 반도체층(124) 사이에는 벼퍼층이 더 형성되어 기판(101)으로부터 유출되는 알칼리 이온과 같은 불순물로부터 후속 공정에서 형성되는 트랜지스터(TFT)를 보호한다.

[0120] 반도체층(124) 위에는 실리콘 질화막 또는 실리콘 사노하막 등으로 이루어진 게이트 절연막(115a)이 형성된다. 그리고, 그 위에 게이트 전극(121)을 포함하는 게이트 라인 및 제 1 유지 전극이 형성된다.

[0121] 게이트 전극(121)과 게이트 라인 및 제 1 유지 전극은 저저항 특성을 갖는 제 1 금속물질, 예를 들면 알루미늄, 구리, 몰리브덴, 크롬, 금, 티타늄, 니켈, 네오듐 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다.

[0122] 게이트 전극(121)과 게이트 라인 및 제 1 유지전극 위에는 실리콘 질화막 또는 실리콘 산화막 등으로 이루어진 층간 절연막(115b)이 형성된다. 그리고, 그 위에 데이터 라인, 구동 전압 라인 및 소스/드레인 전극(122, 123) 및 제 2 유지전극(미도시)이 형성된다.

[0123] 소스 전극(122) 및 드레인 전극(123)은 소정 간격으로 이격하여 형성되어 반도체층(124)과 전기적으로 연결된다. 보다 구체적으로는, 게이트 절연막(115a) 및 층간 절연막(115b)에는 반도체층(124)을 노출시키는 반도체층 콘택홀이 형성되어 있으며, 반도체층 콘택홀을 통해 소스/드레인 전극(122, 123)이 반도체층(124)과 전기적으로 접속된다.

[0124] 이 때, 제 2 유지전극은 층간 절연막(115b)을 사이에 두고 그 하부의 제 1 유지 전극의 일부와 중첩하여 스토리

지 캐페시터를 형성한다.

[0125] 데이터 라인, 구동 전압라인, 소스/드레인 전극(122, 123) 및 제 2 유지전극은 저저항 특성을 갖는 제 2 금속물질, 예를 들면 알루미늄, 구리, 몰리브덴, 크롬, 금, 티타늄, 니켈, 네오듐 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다.

[0126] 데이터 라인, 구동 전압라인, 소스/드레인 전극(122, 123) 및 제 2 유지전극이 형성된 기판(101) 위에는 보호막(115c)이 형성된다.

[0127] 그리고, 보호막(115c) 위에는 컬러 필터가 형성된다. 컬러 필터는 백색 유기발광다이오드로부터 출사된 백색광을 적, 녹, 청색으로 변환하는 색변환재료이다.

[0128] 보호막(115c) 위에는 컬러 필터(CF)를 덮으며, 드레인 전극(123)의 일부를 노출시키는 오버코트층(115d)이 형성된다. 오버토트층(115d)은 유기물질로 형성될 수 있으나, 무기물질 또는 유무기 혼합물질로 형성될 수 있다.

[0129] 이어, 상술한 실시예와 같은 백색 유기 발광 소자가 형성될 수 있다.

[0130] 백색 유기 발광 소자는 전기적으로 제 1 전극 및 발광부 및 제 2 전극으로 이루어지며, 이 중 상술한 도 5 및 도 6의 패턴화된 투명 전극 혹은 반사 전극이 제 1 전극으로 기능하며, 제 2 전극이 복수개의 서브화소에 걸쳐 형성된 반사 전극 혹은 투명 전극이 된다. 그리고, 그 사이에 발광부는 상술한 복수개의 스택에 대응될 수 있다.

[0131] 이하의 실현에서는 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 유기 발광 다이오드로 적용하여 유기 발광 표시 장치를 구현시 광세기 및 수명 등을 살펴본 것이다.

[0132] 본 발명의 실시예는 백색 유기 발광 다이오드(WOLED)를 이루는 스택을 제 1 스택에는 청색 발광층의 단일 발광층을 이용하고, 제 2 스택에는 적색 발광층과 황녹색 발광층을 이용하여 인접하게 배치하여 이용하고, 제 3 스택에는 청색 발광층의 단일 발광층을 이용한 것이다.

[0133] 이와 비교된 비교예는, 제 1, 제 3 스택은 실시예와 동일하게 이용하고, 제 2 스택에 단일의 황녹색 발광층을 이용한 것이다.

[0134] 도 8은 본 발명의 실시예와 비교예의 유기 발광 표시 장치 적용시 파장에 따른 광세기를 나타낸 그래프이고, 도 9는 도 8의 적색 파장에 따른 광세기를 비교예와 본 발명의 실시예와 비교한 확대도이다.

[0135] 도 8 및 도 9와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 구현하면, 적색 영역대에서 피크 특성을 갖는 발광 세기를 가질 수 있다.

[0136] 이러한 비교예와 실시예의 색재현율 평가를 표 2를 통해 살펴본다.

표 2

| 구분 | 색재현율_DCI (Digital Cinema Initiative) |
|----------------|---|
| 비교예 (B/YG/B) | 95% |
| 실시예 (B/R+YG/B) | 98% |

[0138] 참고로 색재현율(또는 색재현 범위)은 어떤 입출력 장치가 재현할 수 있는 색의 범위를 뜻하는데, 색공간을 어떻게 정의하는가에 따라 달라진다.

[0139] 위의 표의 색재현율은 디지털 시네마로 표현할 수 있는 색역의 만족도(Digital Cinema Initiatives)이며, DCI 중첩비가 넓어지는 것은 대면적 등의 TV에서 더 선명한 화질을 제공할 수 있는 효과가 있음을 의미한다. 그리고, 상기 표 2는 본 발명의 실시예 적용시 DCI 중첩비가 더 넓어 보다 비교예 대비 우수한 색재현율을 나타낼 수 있다.

[0140] 도 10은 본 발명의 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자의 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다.

[0141] 도 10은, 본 발명의 백색 유기 발광 소자에 있어서, 서로 인접하게 2개의 발광층을 구비한 발광층 중 적색 발광층에 1호스트 1 도펀트를 이용하며, 이 중 호스트가 전자 이동도보다 정공 이동도 특성이 좋을 재료를 사용한 경우를 나타낸다.

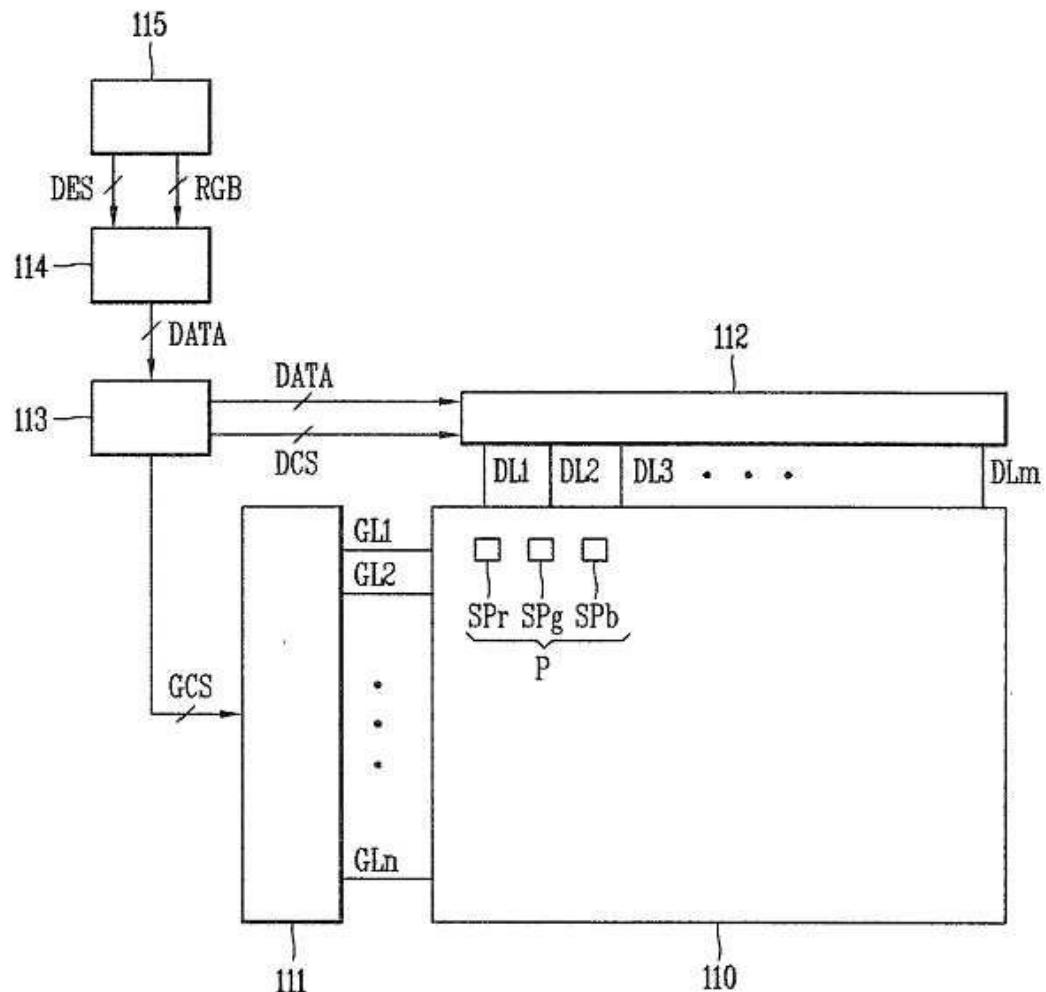
- [0142] 이 경우, 적색 발광층은 상기 정공 수송 특성의 호스트가 인접한 전하 생성층에서 넘어오든 정공의 수송이 메인 발광층으로 넘어가게 도와 황녹색 발광층의 발광도 도울뿐만 아니라 자신도 적색 발광에 기여한다. 즉, 적색 발광층은 색재현율 향상과 더불어 정공 수송 특성을 향상시켜 황녹색 발광층에서 정공/전자 결합 능력을 향상시킬 수 있어, 황녹색 발광층 자체의 내부 발광 효율도 향상시킬 수 있다.
- [0143] 도 11은 본 발명의 실시예와 비교예의 적색 수명을 나타낸 그래프이며, 도 12는 본 발명의 실시예와 비교예의 녹색 수명을 나타낸 그래프이고, 도 13은 본 발명의 실시예와 비교예의 청색 수명을 나타낸 그래프이다.
- [0144] 본 발명의 실시예 적용시 특히, 도 11과 같이, 특히, 적색 발광의 수명이 비교예 대비 현저히 향상됨을 알 수 있다. 이를 수치적으로 살펴보면, 본 발명의 실시예 적용시 적색의 수명이 비교예 대비 140% 향상되었고, 녹색의 수명이 101%로 향상되었고, 청색의 수명이 대략 동일 수준을 나타냄을 확인할 수 있었다.
- [0145] 즉, 본 발명의 실시예 적용시 현저한 적색의 색재현율 향상 및 수명 개선을 기대할 수 있으며, 이는 다양한 색 표시를 수행하는 유기 발광 표시 장치에서 보다 시청자의 요구에 부응할 수 있는 표시가 가능함을 의미한다.
- [0146] 한편, 이상에서 설명한 본 발명은 상술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

부호의 설명

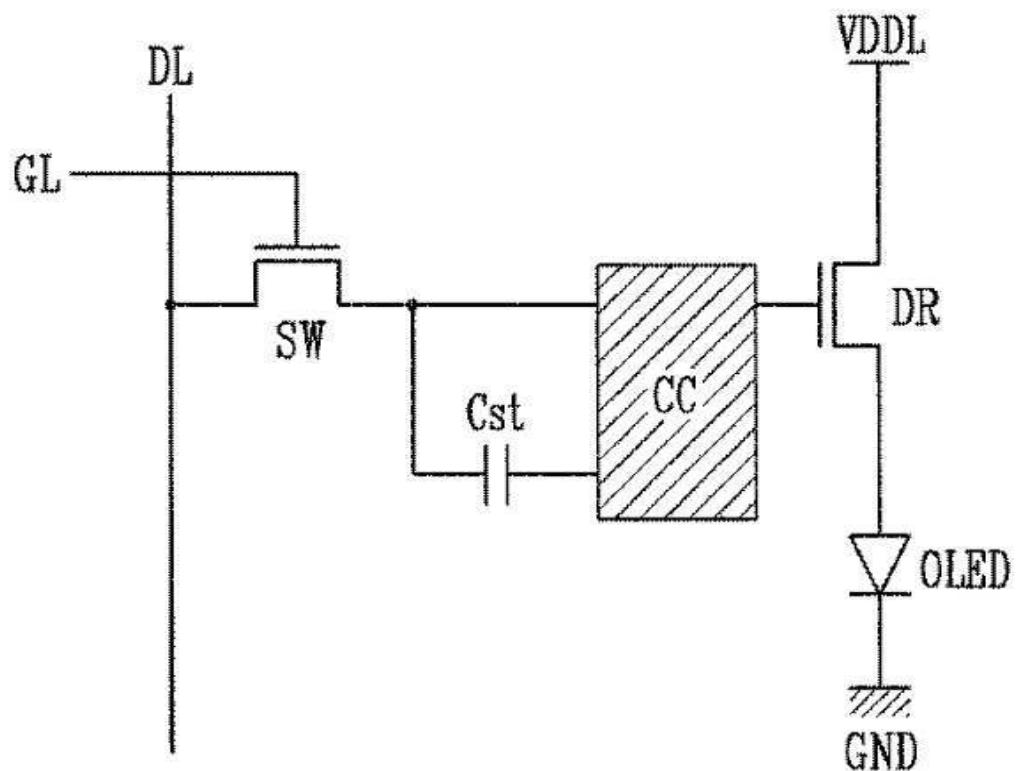
- | | |
|-------------|-----------------|
| 50: 제 1 스택 | 61: 투명 전극 |
| 62: 반사 전극 | 70: 제 2 스택 |
| 80: 제 3 스택 | 72: 제 1 발광층 |
| 73: 제 2 발광층 | 52, 82: 제 3 발광층 |

도면

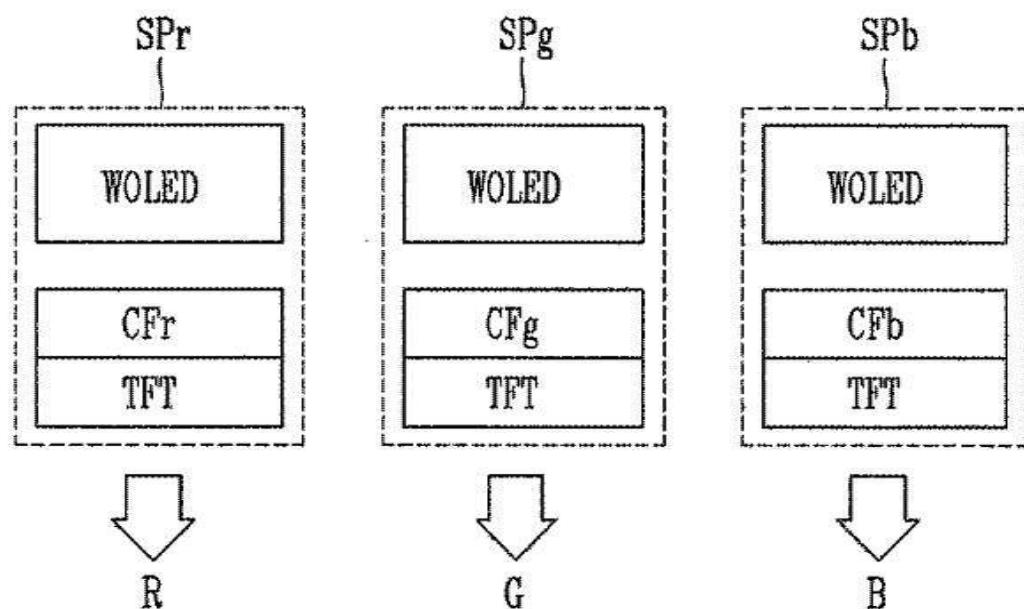
도면1



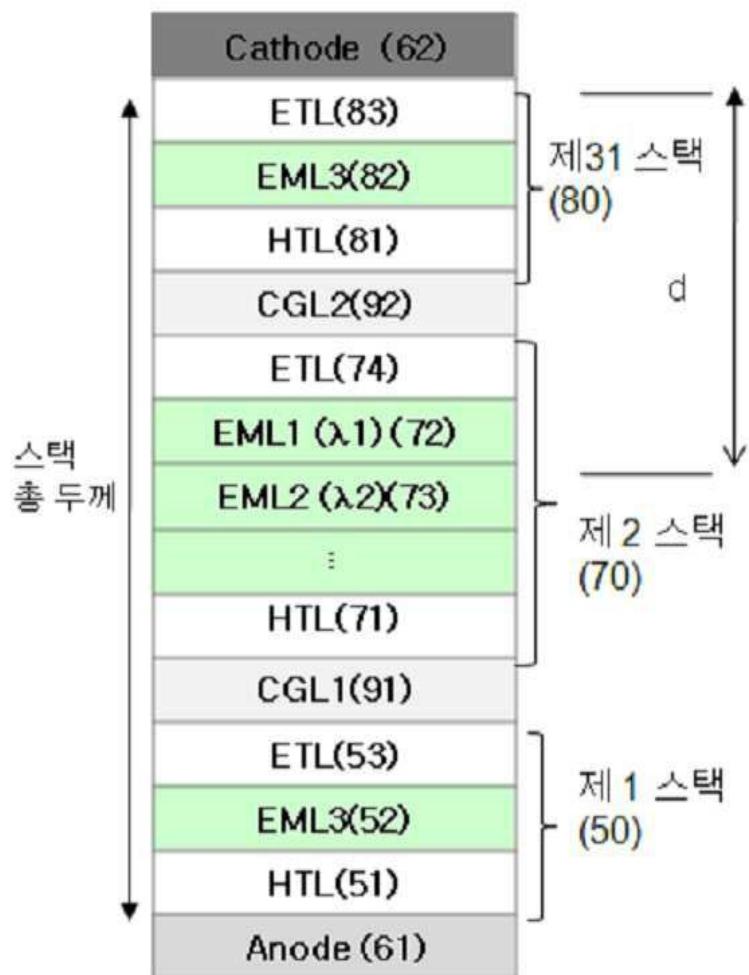
도면2



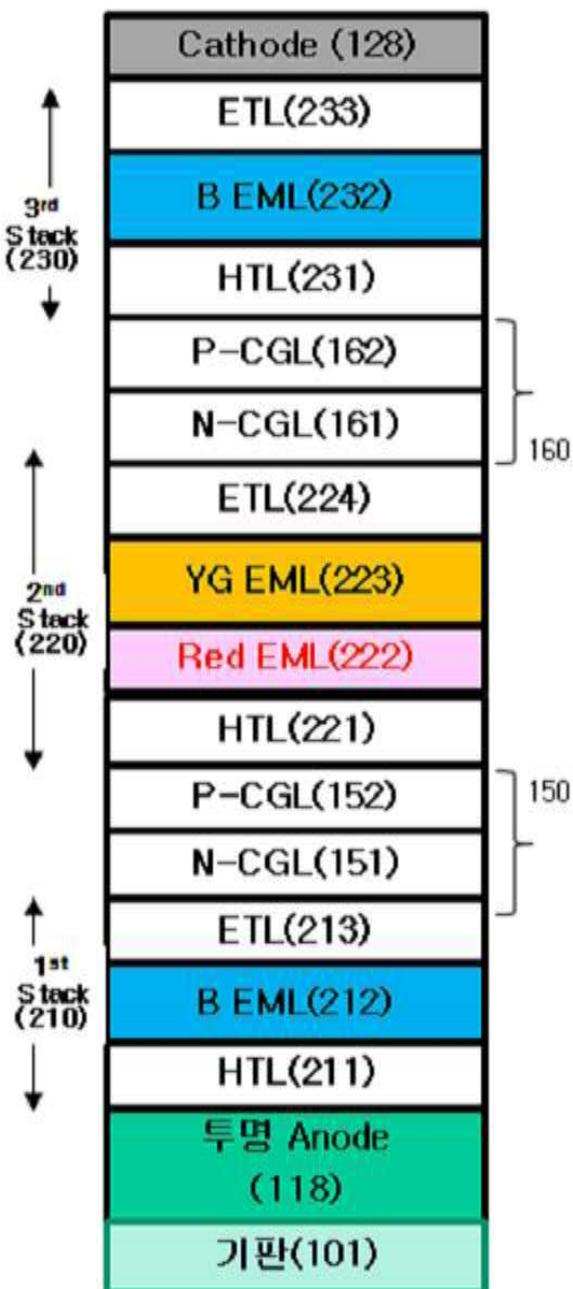
도면3



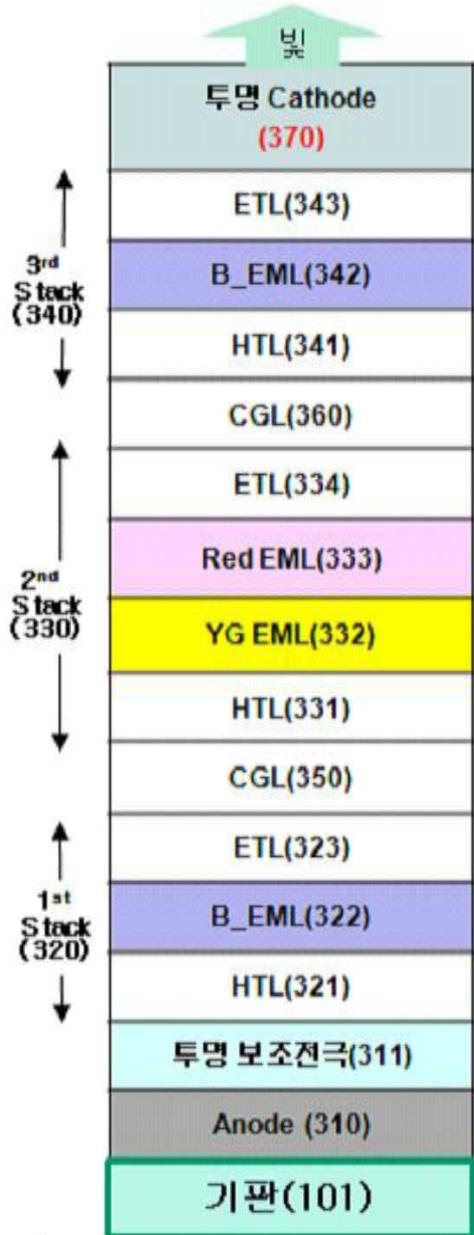
도면4



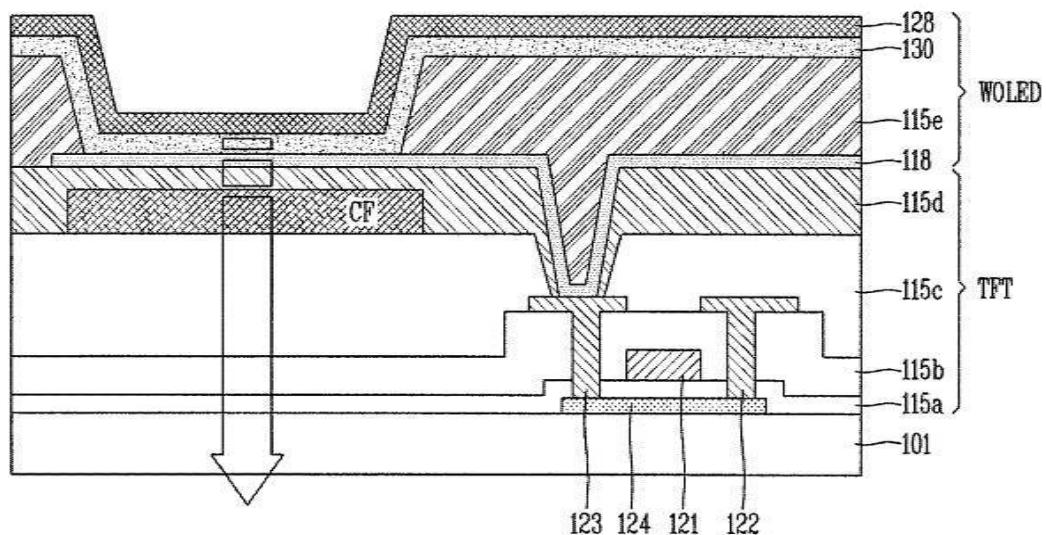
도면5



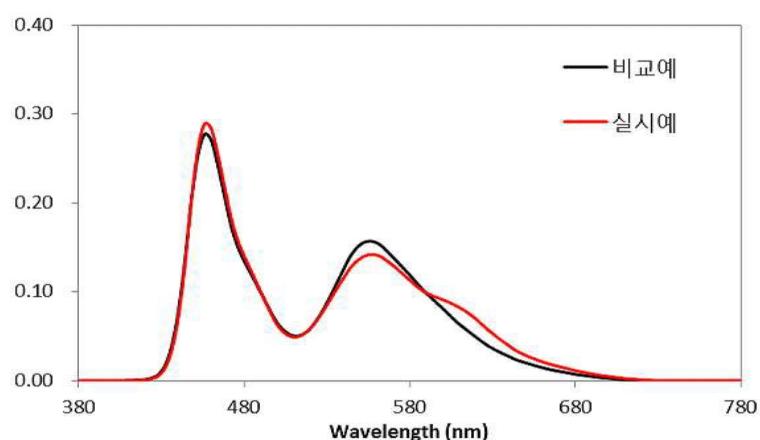
도면6



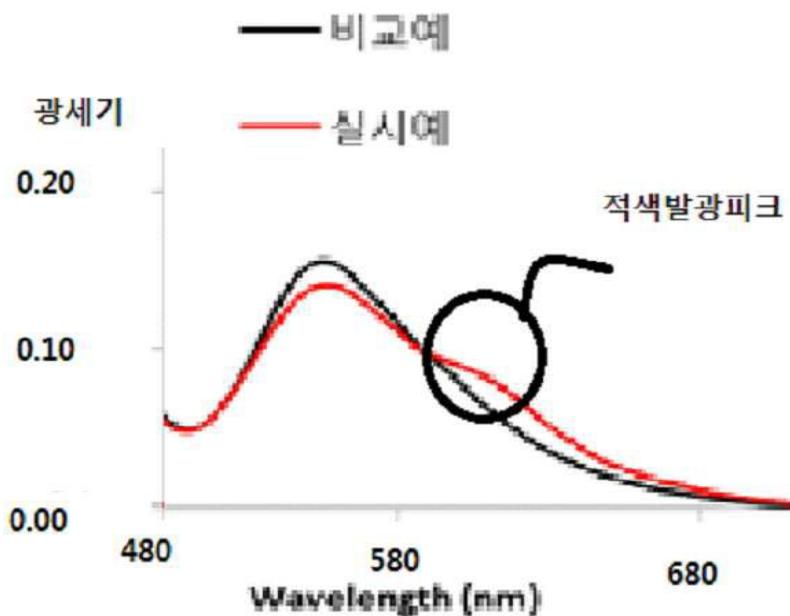
도면7



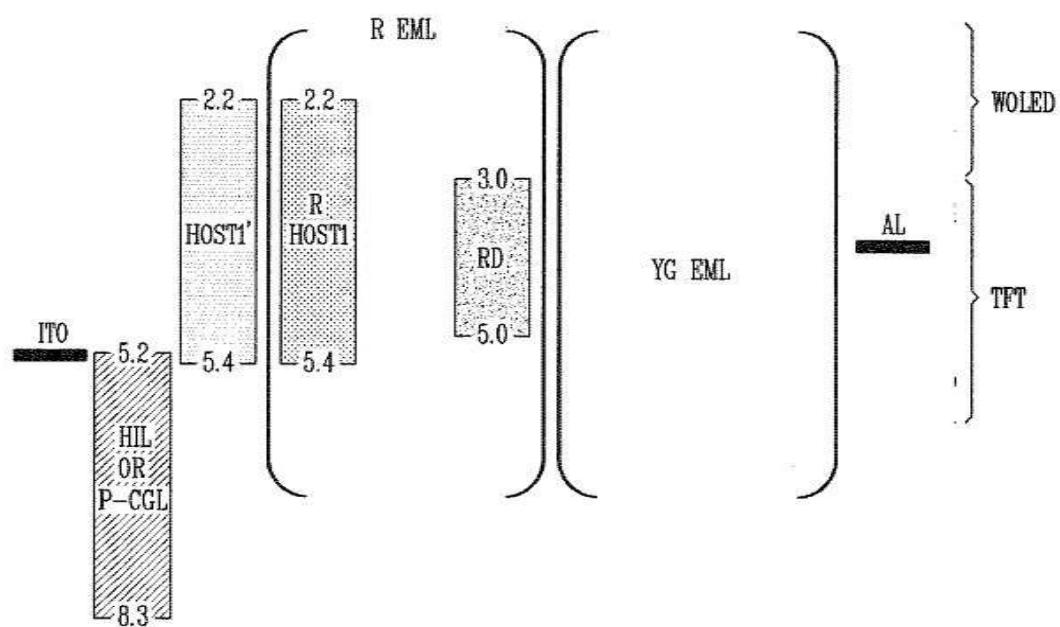
도면8



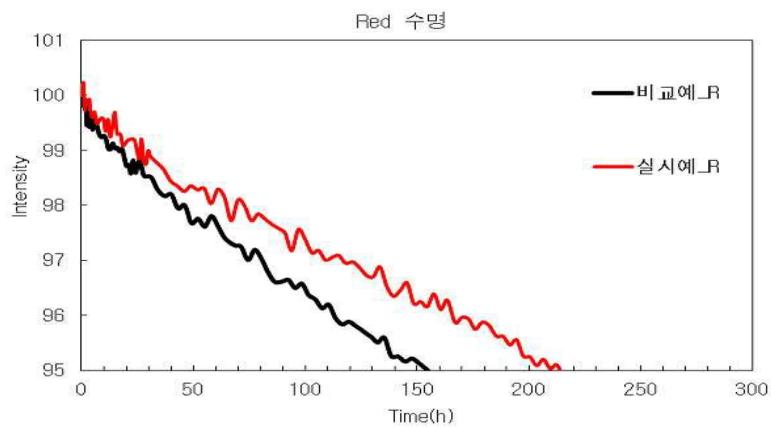
도면9



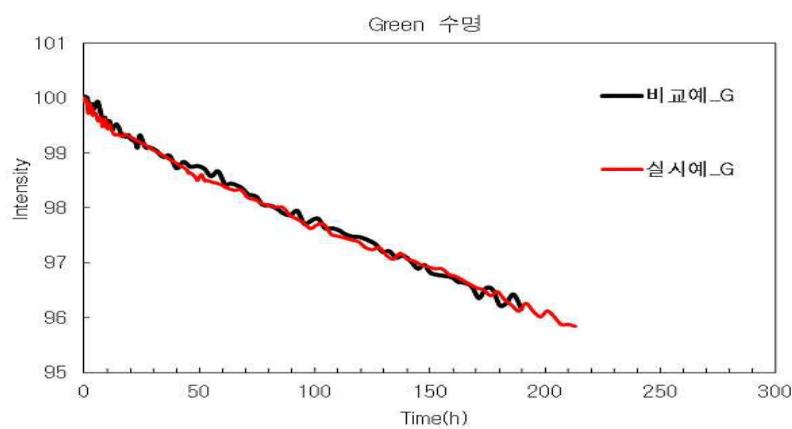
도면10



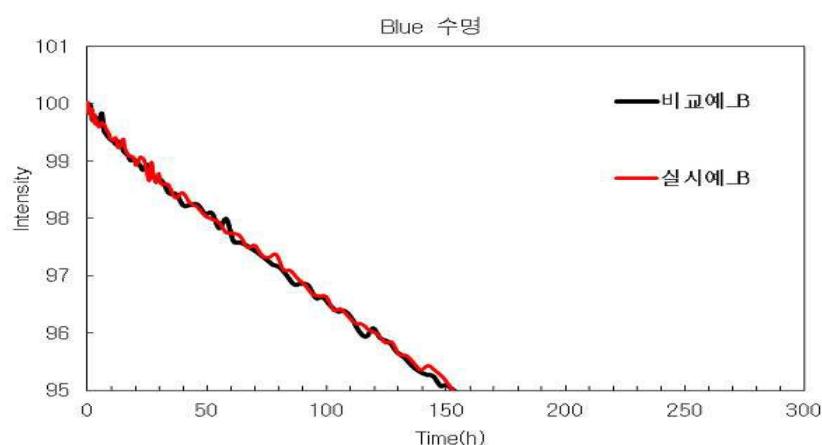
도면11



도면12



도면13



| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 标题 : 有机发光装置和使用其的有机发光显示装置 | | |
| 公开(公告)号 | KR1020170123557A | 公开(公告)日 | 2017-11-08 |
| 申请号 | KR1020160053632 | 申请日 | 2016-04-30 |
| [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 | SONG KI WOOG 송기욱 KUM TAE IL 김태일 KIM DONG HYUK 김동혁 KIM TAE SHICK 김태식 | | |
| 发明人 | 송기욱 김태일 김동혁 김태식 | | |
| IPC分类号 | H01L51/50 H01L27/32 H01L51/52 | | |
| CPC分类号 | H01L51/504 H01L51/5278 H01L51/5218 H01L51/5265 H01L2251/558 H01L51/5024 H01L51/5234 H01L27/3211 H01L27/3262 H01L51/5044 H01L2227/32 | | |
| 代理人(译) | Bakyoungbok | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

本发明涉及将相邻的发光层应用于多于2个堆叠的有机发光装置和应用它的有机发光显示装置，并且它包括反射电极，它们彼此面对透明的电极，反射电极和包括堆叠和多层堆叠之间的电荷产生层的电极之间的透明，并且它在至少一个堆叠中的多层堆叠和第一个不同的发射峰值之间彼此接触，并且第二个发光层包括可能。

