



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0024398
(43) 공개일자 2019년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5036 (2013.01)
H01L 27/322 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0111360
(22) 출원일자 2017년08월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
전성수
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
한미영
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박영복

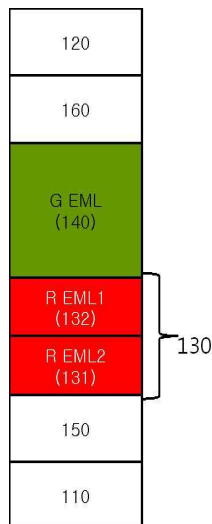
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치**

(57) 요약

본 발명은 장수명과 고색재현율을 달성한 백색 유기 발광 소자와 이를 적용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로, 서로 접한 발광층들이 특정 관계를 갖는다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 51/5024 (2013.01)

H01L 51/5056 (2013.01)

H01L 51/5072 (2013.01)

(72) 발명자

정승룡

경기도 과천시 월릉면 엘지로 245

박한솔

경기도 과천시 월릉면 엘지로 245

명세서

청구범위

청구항 1

서로 대향하는 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 하나 이상의 스택을 구비한 백색 유기 발광 소자에 있어서,
 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 제 1 스택은
 제 1 두께의 녹색 발광층과,
 상기 녹색 발광층과 접하며, 적색 도펀트를 제 1 도핑 농도로 포함한 제 1 적색 발광층 및
 상기 제 1 적색 발광층과 접하여 상기 적색 도펀트를 상기 제 1 도핑 농도보다 작은 제 2 도핑 농도로 포함한
 제 2 적색 발광층을 포함하고,
 상기 제 1 및 제 2 적색 발광층의 두께의 합은 상기 제 1 두께보다 작은 백색 유기 발광 소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 녹색 발광층은 제 1 정공 수송성 호스트와 제 1 전자 수송성 호스트 내에 녹색 도펀트를 포함하며,
 상기 제 1 정공 수송성 호스트의 함량이 상기 제 1 전자 수송성 호스트의 함량보다 크거나 같고,
 상기 녹색 도펀트는 상기 제 1 정공 수송성 호스트와 제 1 전자 수송성 호스트의 총 중량에 대해 10~20wt%로 포
 함된 백색 유기 발광 소자.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,
 상기 제 1 적색 발광층은 제 2 정공 수송성 호스트와 제 2 전자 수송성 호스트를 포함하며,
 상기 제 2 전자 수송성 호스트가 상기 제 2 정공 수송성 호스트보다 많고,
 상기 적색 도펀트의 상기 제 1 도핑 농도는 상기 제 2 정공 수송성 호스트와 제 2 전자 수송성 호스트의 총 중
 량에 대해 4~6wt%로 포함된 백색 유기 발광 소자.

청구항 4

제 3항에 있어서,
 상기 제 2 도핑 농도는 상기 제 1 도핑 농도와 1wt% 내지 4wt%의 차이를 갖는 백색 유기 발광 소자.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 제 1 전극과 제 1 스택 사이 또는 상기 제 2 전극과 제 1 스택 사이에,
 청색 발광층을 포함하는 제 2 스택을 더 포함한 백색 유기 발광 소자.

청구항 6

제 1항에 있어서,
 상기 제 1 전극과 상기 제 1 스택 사이에 제 1 청색 발광층을 포함하는 제 2 스택과,
 상기 제 2 전극과 상기 제 1 스택 사이에 제 2 청색 발광층을 포함하는 제 3 스택을 더 포함한 백색 유기 발광
 소자.

청구항 7

제 5항 또는 제 6항에 있어서,
서로 다른 스택들 사이에 전하 생성층을 더 포함한 백색 유기 발광 소자.

청구항 8

제 1항에 있어서,
상기 녹색 발광층은 520nm 내지 565nm의 발광 피크를 가지며,
상기 제 1 적색 발광층은 615nm 내지 635nm의 발광 피크를 갖는 백색 유기 발광 소자.

청구항 9

제 1항에 있어서,
상기 제 1 스택의 제 2 적색 발광층의 하측에 정공 수송층과, 상기 녹색 발광층의 상측에 전자 수송층을 더 포함한 백색 유기 발광 소자.

청구항 10

복수개의 서브화소를 갖는 기관;
상기 기관 상에 각 서브화소에 구비된 구동 트랜지스터;
상기 구동 트랜지스터를 이루는 전극 중 어느 하나와 접속된 제 1 전극과, 상기 제 1 전극에 대향된 제 2 전극과, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 복수개의 스택을 포함한 백색 유기 발광 소자; 및
상기 기관 상에 구비된 컬러 필터층을 포함하며,
상기 백색 유기 발광 소자의 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 제 1 스택은
제 1 두께의 녹색 발광층과,
상기 녹색 발광층과 접하며, 적색 도펀트를 제 1 도핑 농도로 포함한 제 1 적색 발광층 및
상기 제 1 적색 발광층과 접하여 상기 적색 도펀트를 상기 제 1 도핑 농도보다 작은 제 2 도핑 농도로 포함한 제 2 적색 발광층을 포함하고,
상기 제 1 및 제 2 적색 발광층의 두께의 합은 상기 제 1 두께보다 작은 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자에 관한 것으로, 특히 복수의 발광층이 인접한 구조에서, 이들 발광층 사이의 특성의 관계를 통해 수명 향상과 색재현율을 높인 백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 본격적인 정보화 시대로 접어들어 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 경

쟁력 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 처짐 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 탠덤(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, 과장별로 각각의 PL 피크(Photoluminescence Peak)가 상이한 발광 재료를 포함하는 복수개의 발광층이 소자 내 다른 위치에서 발광하며, 복수층의 발광에서의 발광이 조합되어 백색 광이 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 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 복수의 발광층이 인접한 구조에서, 이들 발광층 사이의 특성의 관계를 통해 수명 향상과 색재현율을 높인 백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 백색 유기 발광 소자 및 유기 발광 표시 장치는 복수개의 발광층을 접하여 구비한 스택에서, 발광층들간의 도핑 농도, 두께, 호스트들 간의 특성의 관계를 규정하여 수명을 향상시키고 장시간 구동에서의 안정성을 꾀한다.
- [0013] 이를 위해 일 실시예에 따른 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 서로 대향하는 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 하나 이상의 스택을 구비하며, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 제 1 스택은 제 1 두께의 녹색 발광층과, 상기 녹색 발광층과 접하며, 적색 도펀트를 제 1 도핑 농도로 포함한 제 1 적색 발광층 및 상기 제 1 적색 발광층과 접하여 상기 적색 도펀트를 상기 제 1 도핑 농도보다 작은 제 2 도핑 농도로 포함한 제 2 적색 발광층을 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 적색 발광층의 두께의 합은 상기 제 1 두께보다 작은 것이 바람직하다.
- [0014] 또한, 상기 녹색 발광층은 제 1 정공 수송성 호스트와 제 1 전자 수송성 호스트 내에 녹색 도펀트를 포함하며, 상기 제 1 정공 수송성 호스트의 함량이 상기 제 1 전자 수송성 호스트의 함량보다 크거나 같고, 상기 녹색 도펀트는 상기 제 1 정공 수송성 호스트와 제 1 전자 수송성 호스트의 총 중량에 대해 10~20wt%로 포함될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제 1 적색 발광층은 제 2 정공 수송성 호스트와 제 2 전자 수송성 호스트를 포함하며, 상기 제 2 전자 수송성 호스트가 상기 제 2 정공 수송성 호스트보다 많고, 상기 적색 도펀트의 상기 제 1 도핑 농도는 상기 제 2 정공 수송성 호스트와 제 2 전자 수송성 호스트의 총 중량에 대해 4~6wt%로 포함될 수 있다.
- [0016] 그리고, 상기 제 2 도핑 농도는 상기 제 1 도핑 농도와 1wt% 내지 4wt%의 차이를 가질 수 있다.
- [0017] 한편, 상기 제 1 전극과 제 1 스택 사이 또는 상기 제 2 전극과 제 1 스택 사이에, 청색 발광층을 포함하는 제 2 스택을 더 포함할 수 있다.

[0018] 혹은 상기 제 1 전극과 상기 제 1 스택 사이에 제 1 청색 발광층을 포함하는 제 2 스택과, 상기 제 2 전극과 상기 제 1 스택 사이에 제 2 청색 발광층을 포함하는 제 3 스택을 더 포함할 수 있다.

[0019] 여기서, 서로 다른 스택들 사이에 전하 생성층을 더 포함할 수 있다.

[0020] 한편, 상기 녹색 발광층은 520nm 내지 565nm의 발광 피크를 가지며, 상기 제 1 적색 발광층은 615nm 내지 635nm의 발광 피크를 가질 수 있다.

[0021] 그리고, 상기 제 1 스택의 제 2 적색 발광층의 하측에 정공 수송층과, 상기 녹색 발광층의 상측에 전자 수송층을 더 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 동일한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유기 발광 표시 장치는 복수개의 서브화소를 갖는 기관과, 상기 기관 상에 각 서브화소에 구비된 구동 트랜지스터와, 상기 구동 트랜지스터를 이루는 전극 중 어느 하나와 접속된 제 1 전극과, 상기 제 1 전극에 대향된 제 2 전극과, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 복수개의 스택을 포함한 백색 유기 발광 소자 및 상기 기관 상에 구비된 컬러 필터층을 포함하며, 상기 백색 유기 발광 소자의 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 제 1 스택은 제 1 두께의 녹색 발광층과, 상기 녹색 발광층과 접하며, 적색 도펀트를 제 1 도핑 농도로 포함한 제 1 적색 발광층 및 상기 제 1 적색 발광층과 접하여 상기 적색 도펀트를 상기 제 1 도핑 농도보다 작은 제 2 도핑 농도로 포함한 제 2 적색 발광층을 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 적색 발광층의 두께의 합은 상기 제 1 두께보다 작다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치는 다음과 같은 효과가 있다.

[0024] 첫째, 본 발명의 백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치는 적색 발광층과 녹색 발광층을 인접하게 배치시 적색 발광층은 전자 수송성의 호스트 비율을 높이고, 녹색 발광층은 정공 수송성 호스트의 비율을 높이고, 적색 발광층을 도핑 농도가 다른 차등 2층 구성을 갖게 하여, 적색 발광에 이용되지 않은 엑시톤이 녹색 발광층으로 넘어와 이용되어 녹색 수명을 현저히 개선할 수 있다.

[0025] 둘째, 적색 발광층의 2층 구성을 녹색 발광층에 인접하여는 고농도로 도핑하고, 그 두께를 조절하여 인접한 적색 발광층과 녹색 발광층에서 완만하게 정공과 전자의 재결합 분포가 이루어져 색밸런스를 균일하게 피할 수 있어, 장시간 구동에도 특정 색의 치우침이 없게 된다.

[0026] 셋째, 특히, 표시 장치 분야는 점차 자연색에 가까운 표시 수준을 요구하는 추세인데, 서로 인접하는 발광 색별 발광 피크들간 일정한 파장 이격을 갖도록 하여, 색재현율의 증가 외에도 수명을 일정 수준으로 확보하고, 고효율을 유지하고 소비 전력 상승을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도
- 도 2는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도
- 도 3은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도
- 도 4는 제 1 비교예와 본 발명의 제 3 실시예의 제 1 스택(중심 스택, 발광 혼합 스택) 내 발광층 구조를 나타낸 단면도
- 도 5a 및 도 5b는 비교예와 본 발명의 제 3 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자에서 각각의 발광층들에서의 재결합 영역을 나타낸 도면
- 도 6a는 비교예 및 본 발명의 제 3 실시예의 JV curve를 나타낸 그래프
- 도 6b는 제 1 비교예 및 본 발명의 제 3 실시예의 휘도에 대한 EQE 효율을 나타낸 그래프
- 도 6c는 제 1 비교예 및 본 발명의 제 3 실시예의 적색 수명을 나타낸 그래프
- 도 6d는 제 1 비교예 및 본 발명의 제 3 실시예의 녹색 수명을 나타낸 그래프
- 도 7은 제 2, 제 3 비교예의 제 2 스택 내 발광층 구조를 나타낸 단면도
- 도 8a 내지 도 8d는 제 2, 제 3 비교예에서 적색 발광층에 다른 도핑 농도를 적용시 이의 JV curve, EQE 효율,

적색 수명 및 녹색 수명을 나타낸 그래프

도 9a 내지 도 9d는 제 1, 제 2 비교예의 적색 발광층에 다른 도핑 농도를 적용시 이의 JV curve, EQE 효율, 적색 수명 및 녹색 수명을 나타낸 그래프

도 10은 제 1 비교예와 본 발명의 제 3 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자의 파장에 따른 발광 세기를 나타낸 그래프

도 11은 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 유기 발광 표시 장치에 적용시 개략 블록도

도 12는 도 11의 각 서브 화소의 회로도

도 13은 본 발명의 유기 발광 표시 장치에 있어서, 각 서브화소의 층상 배치를 간략히 나타낸 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 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.
- [0029] 본 발명의 다양한 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도면에 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 본 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급한 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0030] 본 발명의 다양한 실시예에 포함된 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0031] 본 발명의 다양한 실시예를 설명함에 있어, 위치 관계에 대하여 설명하는 경우에, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0032] 본 발명의 다양한 실시예를 설명함에 있어, 시간 관계에 대한 설명하는 경우에, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 다양한 실시예를 설명함에 있어, '제 1~', '제 2~' 등이 다양한 구성 요소를 서술하기 위해서 사용될 수 있지만, 이러한 용어들은 서로 동일 유사한 구성 요소 간에 구별을 하기 위하여 사용될 따름이다. 따라서, 본 명세서에서 '제 1~'로 수식되는 구성 요소는 별도의 언급이 없는 한, 본 발명의 기술적 사상 내에서 '제 2~'로 수식되는 구성 요소와 동일할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 여러 다양한 실시예의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 다양한 실시예가 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.
- [0035] 본 명세서에서 어떠한 층의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbitals Level) 에너지 준위 및 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbitals Level) 에너지 준위이라 함은, 해당 층에 도핑된 도펀트(Dopant) 물질의 LUMO 에너지 준위 및 HOMO 에너지 준위이라고 지칭하지 않는 한, 해당 층의 대부분의 중량비를 차지하는 물질, 예를 들어 호스트(Host) 물질의 LUMO 에너지 준위 및 HOMO 에너지 준위를 의미한다.
- [0036] 본 명세서에서 HOMO 에너지 준위란, 전극 전위값을 알고 있는 기준 전극에 대한, 상대적인 전위값으로부터 에너지 준위를 결정하는, 전류 전압 측정법(CV: Cyclic Voltammetry)으로 측정된 에너지 준위일 수 있다. 예를 들어, 산화 전위값 및 환원 전위 값을 아는 Ferrocene을 기준 전극으로 하여 어떠한 물질의 HOMO 에너지 준위를 측정할 수 있다.
- [0037] 본 명세서에서 '도핑된'이란, 특별히 한정하지 않은 이상 어떤 층의 대부분의 중량비를 차지하는 물질에, 대부

분의 중량비를 차지하는 물질과 다른 물성(서로 다른 물성이란, 예를 들어, N-타입과 P-타입, 유기물질과 무기물질을) 가지는 물질이 중량비 10 % 미만(<10wt%)으로 첨가가 되어 있음을 의미한다. 달리 말하면, '도핑된' 층이란, 어떤 층의 호스트 물질과 도펀트 물질을 중량비의 비중을 고려하여 분별해 낼 수 있는 층을 의미한다. 그리고 '비도핑된'이란, 도핑된'에 해당하는 경우 이외의 모든 경우를 칭한다. 예를 들어, 어떤 층이 단일 물질로 구성되었거나, 서로 성질이 동일 유사한 물질들이 혼합되어 구성되는 경우, 그 층은 '비도핑된' 층에 포함된다. 예를 들어, 어떤 층을 구성하는 물질들 중 적어도 하나가 P-타입이고, 그 층을 구성하는 물질 모두가 N-타입이 아니라면, 그 층은 '비도핑된' 층에 포함된다. 예를 들어, 어떤 층을 구성하는 물질들 중 적어도 하나가 유기 물질이고, 그 층을 구성하는 물질 모두가 무기 물질은 아니라면, 그 층은 '비도핑된' 층에 포함된다. 예를 들어, 어떤 층을 구성하는 물질들이 모두 유기 물질인데, 그 층을 구성하는 물질들 중 적어도 어느 하나가 N-타입이고 또 다른 적어도 어느 하나가 P-타입인 경우에, N-타입인 물질이 중량비 10 % 미만이거나 또는 P-타입인 물질이 중량비 10% 미만인 경우에 '도핑된' 층에 포함된다.

- [0038] 본 명세서에서 스택이란, 실시예에서 특정 구조로 제한하지 않는 한 정공 수송층과, 전자 수송층을 포함하는 유기층 및 정공 수송층과 전자 수송층 사이에 배치되는 유기 발광층을 포함하는 단위 구조를 의미한다. 유기층에는 정공 주입층, 전자 저지층, 정공 저지층 및 전자 주입층 등이 더 포함될 수도 있으며, 이 밖에도 유기 발광 소자의 구조나 설계에 따라 다른 유기층들이 더 포함될 수 있다.
- [0039] 먼저, 본 발명의 백색 유기 발광 소자에 대해 설명한다. 본 발명의 백색 유기 발광 소자는, 유기 발광 표시 장치에 있어서, 구동 회로를 제외하여 발광이 이루어지는 구성을 의미하며, 기판 상에 구비된 복수개의 서브화소를 적녹청백(RGBW) 서브화소로 배치시 이 중 백색 서브화소(white subpixel)에 해당할 수도 있고, 혹은 기판 상에 모든 서브화소들에 공통적으로 백색 유기 발광 소자를 구비하고, 상층에 컬러 필터를 포함하여 컬러를 표시하는 유기 발광 표시 장치의 경우는 공통적으로 모든 서브화소에 형성된 백색 유기 발광 소자에 해당할 수도 있다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이다.
- [0041] 도 1과 같이, 제 1 실시예에 따른 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 서로 대향하는 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 하나의 스택을 구비하며, 상기 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이의 스택은 제 1 두께(a)의 녹색 발광층(140)과, 상기 녹색 발광층(140)과 접하며, 적색 도펀트(rd)를 제 1 도핑 농도(c1)로 포함한 제 1 적색 발광층(132) 및 상기 제 1 적색 발광층(132)과 접하여 상기 적색 도펀트(rd)를 상기 제 1 도핑 농도보다 작은 제 2 도핑 농도(c2)로 포함한 제 2 적색 발광층(131)을 포함한다.
- [0042] 상기 제 1 전극(110) 및 제 2 전극(120)은 하부 발광 방식일 경우, (제 1 전극(110) 및 제 2 전극(120)이 투명 전극, 반사 전극으로 구비되고, 상부 발광 방식일 경우, 반사 전극 및 투명 전극으로 구비된다. 투명 전극의 예로, ITO, IZO, ITZO 등의 투명 금속 산화물일 수 있으며, 이들은 단일 또는 복수층의 적층으로 구비될 수 있다. 반사 전극으로는 Al, Mg 등의 금속일 수 있으나, 이에 한하지 않으며, 반사성 및 인접한 전자 주입층 혹은 정공 주입층과의 계면 적합성에 따라 다양한 금속에서 선택될 수 있다.
- [0043] 여기서, 상기 제 1 및 제 2 적색 발광층(132, 131)을 합한 적색 발광층(130) 총 두께(b)는 상기 제 1 두께(a)보다 작다.
- [0044] 또한, 상기 녹색 발광층(140)은 제 1 정공 수송성 호스트(hh1)와 제 1 전자 수송성 호스트(eh2) 내에 녹색 도펀트(gd)를 포함하며, 상기 제 1 정공 수송성 호스트(h1)의 함량이 상기 제 1 전자 수송성 호스트(h2)의 함량보다 크거나 같고, 상기 녹색 도펀트(gd)는 상기 제 1 정공 수송성 호스트(hh1)와 제 1 전자 수송성 호스트(eh2)의 총 중량에 대해 10~20wt%로 포함될 수 있다.
- [0045] 또한, 상기 제 1 적색 발광층(132)은 제 2 정공 수송성 호스트(hh2)와 제 2 전자 수송성 호스트(eh2)를 포함하며, 상기 제 2 전자 수송성 호스트(eh2)가 상기 제 2 정공 수송성 호스트(hh2)보다 많고, 상기 적색 도펀트(rd)의 상기 제 1 도핑 농도(c1)는 상기 제 2 정공 수송성 호스트(hh2)와 제 2 전자 수송성 호스트(eh2)의 총 중량에 대해 4~6wt%로 포함될 수 있다.
- [0046] 그리고, 상기 제 2 도핑 농도(c2)는 상기 제 1 도핑 농도(c1)와 1wt% 내지 4wt%의 차이를 가질 수 있다. 제 1 도핑 농도(c1)는 0.1wt% 내지 3wt%를 포함할 수 있다.
- [0047] 상대적으로 녹색 발광층(140)이 적색 발광층(130) 대비 두께가 크고, 도핑 농도가 큰 이유는, 다음과 같다.
- [0048] 녹색 발광층(140)과 적색 발광층(130)을 접하여 구비한 구조에서, 각 발광층에서 상대적으로 전자와 정공이 제

결합하여 여기(exciton)하여 발광함에 적색 발광층(130)은 낮은 에너지가 필요한 반면, 녹색 발광층(140)은 적색 발광층(130)보다 높은 에너지가 필요하기 때문에, 상대적으로 녹색 발광층(140) 대비 낮은 도핑 농도에서도 적색 발광층(130)에서의 적색 발광이 용이하기 때문이다. 또한, 이러한 여기서에 요구되는 에너지 차이로 인해 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 전류가 흐르게 되면, 녹색 발광층과 적색 발광층의 각 도펀트의 도핑 농도를 같거나 유사하게 하고 녹색 발광층과 적색 발광층의 두께를 동등 수준으로 할 때, 계면에서, 상기 녹색 발광층으로부터 적색 발광층으로 엑시톤의 이동이 발생할 수 있기 때문에, 이를 방지하기 위해, 충분히 녹색 발광의 재결합 영역이 녹색 발광층 내에 생성되도록 녹색 발광층(140)의 두께를 크게 하며, 녹색 도펀트의 도핑 농도를 인접한 제 1 적색 발광층(132)의 적색 도펀트(rd)의 제 1 도핑 농도(c1)의 2배 이상으로 한 것이다.

[0049] 또한, 여기서, 상기 정공 수송성의 호스트(hh1, hh2)는 정공 이동도(hole mobility)(hm1)는 전자 이동도(em1)보다 10배 이상 큰 것으로, 상대적으로 재료 내에서 정공의 이동도가 전자의 이동도보다 크기 때문에 명명된 것이며, 상기 전자 수송성의 호스트(eh1, eh2)는 전자 이동도(em2)가 정공 이동도(hm2)보다 10배 이상 큰 특성을 가지기 때문에, 명명된 것이다. 그리고, 정공 수송성 호스트와 전자 수송성 호스트를 비교시, 상기 정공 수송성 호스트(hh1, hh2)의 정공 이동도(hole mobility)(hm1)는 상기 전자 수송성 호스트(eh1, eh2)의 정공 이동도(hole mobility)(hm2)보다 100배 이상 크며, 상기 전자 수송성 호스트(eh1, eh2) 전자 이동도(em2)는 상기 정공 수송성 호스트의 전자 이동도(em1)보다 100배 이상 크다.

[0050] 한편, 이와 같이, 각 발광층에 이종의 정공 수송성 호스트와 전자 수송성 호스트를 구비하는 이유는, 도펀트의 밴드갭을 포함하도록 혼합된 호스트들이 충분히 LUMO 값은 크고(절대값으로 작고), HOMO 값은 작게 되는(절대값으로는 큰) 넓은 에너지 밴드갭을 가질 수 있으며, 이를 통해 인접한 정공 관련층(150)으로부터 정공 전달이 용이하며 인접한 전자 관련층(160)으로부터 발광층 내로 전자 전달이 용이하고, 도펀트의 발광 구현이 가능하기 때문이다. 또한, 여기서, 상기 넓은 밴드갭을 갖는 녹색 발광층(140)과 적색 발광층(130)은 각각 인광 발광층일 수 있다.

[0051] 또한, 적색 발광층(130)은 서로 다른 도핑 농도를 갖는 2층 구조로 이루어지고, 이 때, 녹색 발광층(140)과 접한 제 1 적색 발광층(132)이 제 2 적색 발광층(131) 대비 높은 농도를 갖는데, 이러한 농도 차를 통해 이는 적색 발광층 자체에서 발광 효율을 높임과 함께, 제 1 적색 발광층(132)에서 반응하지 않고 남은 엑시톤을 내부에 있는 제 1 적색 발광층(132)에서, 다량의 제 2 전자 수송성 호스트를 통해 녹색 발광층(140)으로 전달하여, 녹색 발광층(140)의 수명을 향상시킬 수 있는 것이다. 녹색 발광층(140)은 초기 많은 도핑 농도로 인해 효율이 높으나 일정 시간 경과 후 전자와 정공의 비중이 달라져 재결합 밸런스가 떨어질 수 있는데, 본 발명의 제 1 적색 발광층(132)이 발광에 기여하지 않은 엑시톤을 녹색 발광층으로 공급하여, 일정 시간 경과 후에도 재결합률을 일정하게 유지하여 녹색 발광의 수명을 향상시킬 수 있는 것이다.

[0052] 한편, 상기 제 2 적색 발광층(131)은 상기 제 1 적색 발광층(132)과 동일한 적색 도펀트를 상대적으로 소량 포함하며, 두께도 더 얇다. 제 2 적색 발광층(131)은 적색 발광의 재결합 영역(발광 영역)을 제 1 적색 발광층(132)과 함께 전체 적색 발광층(130)에서 완만하게 갖게 하며, 상층의 제 1 적색 발광층(132)과 녹색 발광층(140)으로 캐리어(정공 및 엑시톤)의 공급을 크게 할 수 있다.

[0053] 상기 제 2 적색 발광층(131)과 비교하여 상부의 제 1 적색 발광층(132)은 상대적으로 높은 도핑 농도($c1 > c2$)를 가져, 적색 발광층(130)에서 잔류 정공을 트래핑하여 발광에 기여하여 정공들이 계면이 쌓여 소자가 열화되는 현상을 방지할 수 있다.

[0054] 그리고, 상기 제 2 적색 발광층(131)의 하측에 정공 관련층(150)과, 상기 녹색 발광층(140) 전자 관련층(160)을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 제 1 전극(110) 및 제 2 전극(120)은 각각 애노드 전극 및 캐소드 전극으로 기능한다. 다른 예로, 도 1에 도시된 정공 관련층(150) 및 전자 관련층(160)은 서로의 위치를 바꾸어 형성될 수도 있다. 이 경우에는, 상기 제 1 전극(110) 및 제 2 전극(120)은 캐소드 전극 및 애노드 전극일 수 있다.

[0055] 또한, 정공 관련층(150)은 정공 주입층과 정공 수송층을 포함하며, 제 1 전극(110)에 접한 층이 정공 주입층일 수 있으며, 상기 제 2 적색 발광층(131)에 접한 층이 정공 수송층일 수 있다. 이들 정공 주입층 및 정공 수송층은 각각이 복수의 층으로 구비될 수도 있고, 혹은 정공 주입과 정공 수송층을 복수 쌍 교번한 형태로 구비될 수 있다.

[0056] 발광 파장의 공진 조건에 따라 최대 발광이 일어나는 조건으로 상기 제 1 전극(110)으로부터 상기 제 2 적색 발광층(131)의 거리를 조절하며, 이 거리 조절은 상기 정공 관련층(150)의 두께로 정의될 수 있다.

[0057] 한편, 상기 녹색 발광층(140)은 520nm 내지 565nm의 발광 피크를 가지며, 상기 제 1 적색 발광층(132)은 615nm

내지 635nm의 발광 피크를 갖는다. 하기에서 설명하는 실험에서는 녹색 발광층의 발광 피크를 528nm 내지 532nm로 하고, 적색 발광층의 발광 피크는 628nm 내지 632nm로 하였지만, 발광 도펀트의 피크 특성을 변경하여 상술한 범위보다 넓은 녹색과 적색 파장 구현이 가능하다.

- [0058] 상술한 본 발명의 제 1 실시예의 구조에서는, 녹색 발광층(140)에서 정공과 전자의 재결합 영역(recombination zone)이 넓게 형성될 수 있으며, 적색 발광층(130)에 이용되지 못한 엑시톤들이 녹색 발광층으로 넘어와 다시 녹색 도펀트의 발광에 기여할 수 있어, 녹색 발광층의 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0059] 또한, 그리고, 상기 제 1, 제 2 적색 발광층(132, 131)에 적색을 발광하기 위한 적색 도펀트가 포함되는데, 인광 도펀트의 예로는 $\text{Ir}(\text{piz})_3(\text{Tris}(1\text{-phenylisoquinoline})\text{iridium(III)})$, $\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})(\text{Bis}(1\text{-phenylisoquinoline})(\text{acetylacetonate})\text{iridium(III)})$, $\text{Ir}(\text{bip})_2(\text{acac})(\text{Bis}(2\text{-benzobithiophen-2-yl-pyridine})(\text{acetylacetonate})\text{iridium(III)})$, $\text{Ir}(\text{BT})_2(\text{acac})(\text{Bis}(2\text{-phenylbenzothazolato})(\text{acetylacetonate})\text{iridium(III)})$ 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0060] 그리고, 제 1, 제 2 적색 발광층(132, 131)에 포함될 수 있는 형광 도펀트의 예로는 Rubrene(5, 6, 11, 12-tetraphenyl-naphthalene), DCJTB(4-(dicyanlmethylene)-2-tert-butyl-6-(1,1,7,7,-tetramethyljulolidin-4-yl-viyl)-4H) 등이 있다.
- [0061] 또한, 상기 녹색 발광층(140)의 일예로, 녹색 도펀트는 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$, Alq3를 들 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0062] 상기 적색 발광층(130)과 녹색 발광층(140)에 사용되는 정공 수송성 호스트로는 정공 수송층과 유사한 HOMO-LUMO 준위를 갖는 재료 중 각각의 발광 도펀트를 통해 발광 구현에 적합한 재료를 선택하며, 전자 수송성 호스트로는 전자 수송층과 유사한 HOMO-LUMO 준위를 갖는 재료 중 각각의 발광 도펀트를 통해 발광 구현에 적합한 재료를 선택한다. 적색 녹색 발광층(130)과 녹색 발광층(140)은 서로 요구되는 정공 수송성 호스트와 전자 수송성의 비율이 다르며, 이용되는 발광 도펀트가 달라 동일 수송성의 호스트이지만 서로 다른 호스트를 사용할 수 있다.
- [0063] 이하, 본 발명의 제 2 실시예에 대해 설명한다.
- [0064] 도 2는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이다.
- [0065] 도 2와 같이, 본 발명의 제 2 실시예는, 제 1 실시예에서 상술한 스택 구조를 제 1 스택(240)로 하여 제 2 전극(220)에 접하여 구성하고, 제 1 전극(210)에 접하여 다른 발광층을 포함한 제 2 스택(230)과, 상기 제 1, 제 2 스택(240, 230) 사이에 전하 생성층(240)을 포함한다.
- [0066] 여기서, 제 1 스택(240)은 아래에서부터 차례로, 정공 수송층(241), 제 2 적색 발광층(242), 제 1 적색 발광층(243), 녹색 발광층(243), 전자 수송층(244) 및 전자 주입층(245)의 순으로 이루어지며, 발광층의 구성은 상술한 바와 같으며, 생략한다.
- [0067] 또한, 상기 제 1 스택(240)에서, 전자 수송층(244) 및 전자 주입층(245)은 상술한 전자 관련층에 상당하다.
- [0068] 한편, 상기 제 2 스택(230)은 아래에서부터 차례로, 정공 주입층(231), 정공 수송층(232), 청색 발광층(233) 및 전자 수송층(234)을 포함한다. 제 1 스택(240)과 비교하여, 제 1 전극(210)으로부터 유기물 스택 내부로의 정공 진입을 용이하게 하기 위해 정공 주입층(231)이 구비된 점과, 제 2 전극(220)으로부터 멀기 때문에, 전자 주입층을 갖지 않은 것이 차이점이다.
- [0069] 여기서, 제 2 스택(230)에 청색 발광층(233)을 구비한 이유는 백색 유기 발광 소자에서 청색의 순수한 색재현율을 높이기 위한 요구에 부응하기 위함이다.
- [0070] 상기 청색 발광층(233)은 420nm 내지 450nm의 파장에서 발광 피크를 가질 수 있다.
- [0071] 상기 청색 발광층(233)의 재료로는 적어도 하나 이상의 청색 호스트와 적어도 하나 이상의 청색 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 있다. 안정적인 인광 청색 재료의 개발이 있다면, 대체가 가능할 것이다.
- [0072] 그리고, 상기 제 1 스택(240)과 제 2 스택(230) 사이의 전하 생성층(250)은 각각 n형 전하 생성층(251)과 p형 전하 생성층(252)을 포함할 수 있으며, 이 때의 n형 전하 생성층(251)은 하층 제 2 스택의 전자 수송층(234)에

접하며, p형 전하 생성층(252)은 상측 제 1 스택의 정공 수송층(241)에 접한다. 상기 P형 전하 생성층(252)은 헥사아카트리페닐렌-헥사카르보나이트릴(HAT_CN)(Dipyrazino[2,3-f:2', 3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile)이나 P 도핑 구조를 가질 수 있다. 또한, n형 전하 생성층(252)은 전자 수송성 유기물에 알칼리 혹은 알칼리 토금속 계열의 금속을 소량 도핑하여 형성될 수 있다. 경우에 따라, HAT-CN 같은 단일층으로 전하 생성층(250)을 구성할 수도 있다.

- [0073] 경우에 따라, 상기 청색 발광층을 포함한 스택은 제 1 스택(240)과 제 2 전극(220) 사이에도 위치할 수 있다.
- [0074] 도 3은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이다.
- [0075] 도 3에 따른 본 발명의 제 3 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는 도 2에서 설명한 제 1 스택(340)과 하측의 제 1의 청색 발광 스택의 제 2 스택(320) 외에 제 1 스택(340) 상측의 제 2의 청색 발광 스택인 제 3 스택(360)을 더 구비한 점이 차이점이다.
- [0076] 이 구조에서는, 제 2 스택(320)이 하측이 제 1 전극(310)과 접하여, 이 부위에 정공 주입층(321)을 포함할 수 있으며, 제 3 스택(360)이 상측의 제 2 전극(370)에 접하여 제 3 스택(360)의 가장 상측이 전자 주입층(364)을 포함할 수 있다.
- [0077] 각 스택의 순서를 설명하면 다음과 같다.
- [0078] 제 1 스택(340)은 정공 수송층(341), 제 2 적색 발광층(342), 제 1 적색 발광층(343) 및 녹색 발광층(345) 및 전자 수송층(346)의 순서로 형성된다.
- [0079] 제 2 스택(320)은 정공 주입층(321), 정공 수송층(322), 제 1 청색 발광층(323) 및 전자 수송층(324)의 순서로 형성된다.
- [0080] 제 3 스택(360)은, 정공 수송층(361), 제 2 청색 발광층(362), 전자 수송층(363) 및 전자 주입층(364)의 순서로 형성된다.
- [0081] 부연하지 않은 이상 동일 명칭(예를 들어, 정공 수송층, 전자 수송층, 제 1, 제 2 적색 발광층 및 녹색 발광층)은 동일 기능을 가지며, 상술한 바와 같으므로 설명을 생략한다.
- [0082] 한편, 제 3 실시예에 따른 본 발명의 백색 유기 발광 소자에서 2개의 청색 발광 스택을 구비한 이유는 상대적으로 청색의 시인성이 낮고, 효율이 낮으므로, 2개 형성하여 적색 및 녹색과의 발광 밸런스를 맞춘 것이다.
- [0083] 이 경우, 각 스택에서의 캐리어의 수송 능력 차이로, 상기 제 1 청색 발광층(323)과 제 2 청색 발광층(362)은 서로 다른 도펀트를 사용하거나 서로 다른 호스트를 사용할 수 있다. 경우에 따라 도펀트의 농도만 달리 할 수 있다. 발광이 이루어지는 전극에 인접한 층이 도펀트의 농도가 낮을 수 있다.
- [0084] 또한, 제 1 스택(340)과 제 2 스택(360) 사이의 제 1 전하 생성층(350) 및 제 2 스택(360)과 제 3 스택(320) 사이에는 제 2 전하 생성층(330)이 구비될 수 있으며, 이들은 n형 전하 생성층(351, 331), p형 전하 생성층(352, 332)를 구비한다. 경우에 따라, 인접한 스택의 정공 수송층 혹은 전자 수송층과 결합하여 p형 전하 생성층 및 n형 전하 생성층이 각각의 정공 수송층 및 전자 수송층과 일체화하여 형성될 수도 있다.
- [0085] 한편, 1 내지 3스택의 본 발명의 제 1 내지 제 3 실시예를 설명하였지만, 4 스택 이상으로도 이루어질 수 있다. 이러한 4 스택 이상의 구조에서도 이중 적색 발광층과 두꺼운 녹색 발광층을 갖는 스택을 기본 스택으로 하여, 구비되며, 이로 인해 인접 발광층의 캐리어 전달 향상과 재결합률의 향상성을 유지하여 적색 및 녹색에서 수명 향상의 효과를 동일하게 얻을 수 있다.
- [0086] 도 4는 제 1 비교예와 본 발명의 제 3 실시예의 제 1 스택(중심 스택, 발광 혼합 스택) 내 발광층 구조를 나타낸 단면도이며, 도 5a 및 도 5b는 비교예와 본 발명의 제 3 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자에서 각각의 발광층들에서의 재결합 영역을 나타낸 도면이다.
- [0087] 도 4는 실험을 적용한 제1 비교예와 본 발명의 제 3 실시예의 제 2 스택 내 구조만을 나타낸 것으로, 각각 제 1 비교예의 나머지 구성은 도 3에서 설명한 본 발명의 제 3 실시예의 스택 구성과 동일하며 설명을 생략한다.
- [0088] 도 4와 같이, 제 1 비교예는 적색 발광층(32)을 단일층으로 구성하고, 녹색 발광층을 이중 구성(33a, 33b)화한 것으로, 이 구성에서 제 1, 제 2 녹색 발광층(33a, 33b)은 서로 다른 도핑 농도를 가지며, 제 1 녹색 발광층(33a)의 도핑 농도가 제 2 녹색 발광층(33b)의 도핑 농도보다 높으며, 이들 제 1, 제2 녹색 발광층(33a, 33b) 모두에서 도펀트 농도는 구비된 호스트의 총중량 대비 12wt% 이하로 하였다. 그리고, 적색 발광층(32)은 상기

제 1, 제 2 녹색 발광층(33a, 33b)을 합한 두께와 유사하거나 낮은 두께를 갖도록 하였으며, 적색 발광층(32)의 도펀트 농도는 2.5wt%로 하였다.

[0089] 도 5a 및 도 5b를 참조하여, 제 1 비교예와 본 발명의 제 3 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자 내 발광 혼합 스택에서 발광을 위한 재결합 영역을 살펴본다.

[0090] 도 5a와 같이, 제 1 비교예에서는 적색 발광층(32)과 인접한 부위에 높은 도핑 농도의 제 1 녹색 발광층(33a)을 구비하여도, 시간이 경과하며 전자 캐리어가 적색 발광층(32)에 보다 집중되어, 정공과 전자의 재결합 영역이 적색 발광층(32) 내에서 제 1 녹색 발광층(33a)과 집중된 부위에서 크게 나타나고, 나머지 영역에서는 재결합 영역이 형성되는 비율의 크게 낮아짐을 나타낸다.

[0091] 반면, 도 5b와 같이, 본 발명의 제 3 실시예와 같이, 녹색 발광층(345)을 단일화하고, 제 2, 제 1 적색 발광층(342, 343)의 도핑 농도 차이를 주되, 녹색 발광층(345)과 인접한 제 1 적색 발광층(343)의 도핑 농도를 4wt~6%로 하고, 상기 녹색 발광층(345)의 두께를 제 1, 제 2 적색 발광층(343, 342)을 합산한 두께보다 크게 하였을 때, 상대적으로 녹색 발광층(345)에서 전체 발광층에서 재결합 영역이 완만하게 나타남을 알 수 있다. 또한, 재결합 영역의 비율이 상대적으로 녹색 발광층(345)에 크게 차지하고 있어, 이는 녹색 발광층(345)의 전자 및 정공의 재결합율이 높아지고 이를 통해 녹색 발광 수명이 개선됨을 알 수 있다. 또한, 녹색 발광층(345)과 제 1 적색 발광층(343)의 완만한 재결합율에 의해 적색과 녹색의 발광 수명이 거의 동등 비율로 될 수 있음을 예상할 수 있다.

[0092] 이하, 표 1 및 도 6a 내지 6d의 그래프를 참조하며, 본 발명의 효과를 제 1 비교예와 비교하여 설명한다.

[0093] 도 6a는 제 1 비교예 및 본 발명의 제 3 실시예의 JV curve를 나타낸 그래프이며, 도 6b는 제 1 비교예 및 본 발명의 제 3 실시예의 휘도에 대한 EQE 효율을 나타낸 그래프이고, 도 6c는 제 1 비교예 및 본 발명의 제 3 실시예의 적색 수명을 나타낸 그래프이며, 도 6d는 제 1 비교예 및 본 발명의 제 3 실시예의 녹색 수명을 나타낸 그래프이다.

표 1

구조	구동 전압(V)		전광특성		수명 (T95)	
	10mA/cm2	100mA/cm2	Cd/A	EQE	적색	녹색
제 1 비교예	100%	100%	100%	100%	100%	100%
제 3 실시예	97%	98%	92%	101%	162%	188%

[0095] 도 6a 및 표 1과 같이, 저전류 구동과 고전류 구동 모두에서, 본 발명의 제 3 실시예 적용시 동일 전류밀도를 나타남에 요구되는 구동 전압(V)이 모두 저하된다.

[0096] 또한, 도 6b 및 표 1과 같이, 제 1 비교예 대비 본 발명의 제 3 실시예를 적용시 내부 양자 효율은 약간 상승하며, 휘도는 약간 떨어지나, 대체적으로 전광 특성은 서로 유사한 수준은 가짐을 알 수 있다.

[0097] 본 발명의 제 3 실시예는 제 1 비교예 대비, 도 6c, 도 6d과 같이, 제 1 비교예를 100%로 할 때, 적색 수명은 162%로 상승하며, 녹색 수명은 188%로 상승한 것을 나타내어 수명에서의 효과가 탁월함을 확인할 수 있다.

[0098] 여기서, T95로 표현된 수명은 초기 100%의 휘도에서 95%의 휘도로 떨어질 때까지의 시간을 의미한다. 또한, 수명을 측정함에 있어, 거치 조건은 22.5mA/cm2의 전류 밀도로 하며, 40℃로 한 상태로 한다. 이는 이하의 수명을 측정하는 실험에서도 동일 조건이다.

[0099] 한편, 이하에서는 상술한 본 발명의 백색 유기 발광 소자와 비교하여, 적색 발광층을 단일층으로 구비하며 도핑 농도만을 변화시킨 제 2, 제 3 비교예에서 구동 전압, 전광 특성 및 수명(T95)을 살펴본다.

[0100] 도 7은 제 2, 제 3 비교예의 제 2 스택 내 발광층 구조를 나타낸 단면도이며, 도 8a 내지 도 8d는 제 2, 제 3 비교예에서 적색 발광층에 다른 도핑 농도를 적용시 이의 JV curve, EQE 효율, 적색 수명 및 녹색 수명을 나타낸 그래프이다.

[0101] 도 7과 같이, 제 2 비교예와 제 3 비교예는, 적색 발광층(32, 32a)과 녹색 발광층(43)을 각각 단일로 한 것은 동일하나, 각각 적색 발광층(32, 32a)에 적용하는 적색 도펀트의 도핑 농도를 2.5wt%, 4wt%로 달리한 것이다. 각 발광층의 두께는 동일하게 적용하였다.

[0102] 여기서는 적색 도펀트의 도핑 농도를 2.5wt%로 하였을 때의 구동 전압, 전광 특성 수명들을 100%로 하여 이와 비교하여 도핑 농도를 4wt%로 늘렸을 때의 각각의 비교값을 살펴보아 단일 적색 발광층의 고농도 적용시 의의를 살펴본다.

표 2

구조	구동 전압(V)		전광특성		수명 (T95)	
	10mA/cm2	100mA/cm2	Cd/A	EQE	적색	녹색
제 2 비교예(rd-2.5wt%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
제 3 비교예(rd-4wt%)	103%	103%	91%	102%	141%	156%

[0104] 도 8a 및 표 2와 같이, 저전류 구동과 고전류 구동 모두에서, 적색 도펀트의 도핑 농도를 늘렸을 때, 모두 구동 전압(V)이 증가되는 문제가 있다. 이는, 단일층의 고농도 적색 발광층이 구동 전압면에서는 효과적이지 못한 점을 의미한다.

[0105] 또한, 도 8b 및 표 3와 같이, 제 2, 제 3 비교예를 대비해보면, 제 2 비교예 대비 제 3 비교예의 적색 도펀트의 고농도를 적용한 조건에서 휘도는 떨어지고 내부 양자효율(EQE)은 약간 향상되나, 대체적으로 제 1, 제 2 비교예에서 전광 특성은 서로 유사한 수준을 가짐을 알 수 있다.

[0106] 제 2 비교예 대비, 제 3 비교예는 도 8c, 도 8d와 같이, 제 2 비교예의 T95 수명을 100%로 할 때, 제 3 비교예에서 적색 수명은 141%로 상승하며, 녹색 수명은 156%로 상승한 것을 나타내어 고농도의 적색 도펀트를 단일 적색 발광층으로 적용시에도 수명의 향상 효과는 얻어짐을 알 수 있다.

[0107] 그러나, 제 2, 제 3 비교예는 모두 상술한 제 1 비교예에 대비하여 본 발명의 제 3 실시예의 효과에서 살펴본 구동 전압의 감소는 얻을 수 없었으며, 수명의 상승 정도도 본 발명의 제 3 실시예에 못미쳐, 상술한 본 발명의 제 3 실시예의 구성이 구동 전압, 수명 측면에서 모두 우위에 있음을 판단할 수 있다.

[0108] 도 9a 내지 도 9d는 제 1, 제 2 비교예의 적색 발광층에 다른 도핑 농도를 적용시 이의 JV curve, EQE 효율, 적색 수명 및 녹색 수명을 나타낸 그래프이다.

표 3

구조	구동 전압(V)		전광특성		수명 (T95)	
	10mA/cm2	100mA/cm2	Cd/A	EQE	적색	녹색
제 1 비교예(단일 R-2.5wt%/이중 G)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
제 2 비교예(단일 R-2.5wt%/단일 G)	100%	102%	96%	102%	119%	126%

[0111] 도 9a 및 표 3과 같이, 저전류 구동에서는 제 1 비교예와 제 2 비교예와 동일 수준이지만 고전류 구동에서는 제 2 비교예에서는, 구동 전압(V)이 증가되는 문제가 있다. 이는, 상대적으로 단일층의 적색 발광층과 단일층의 녹색 발광층을 적층시 구동 전압면에서는 효과적이지 못한 점을 의미한다.

[0112] 또한, 도 9b 및 표 3과 같이, 제 1, 제 2 비교예를 대비해보면, 제 2 비교예 대비 제 3 비교예의 적색 도펀트의 고농도를 적용한 조건에서 휘도는 떨어지고 내부 양자효율(EQE)은 약간 향상되나 대체적으로 전광 특성은 본 발명의 제 3 실시예와 유사한 수준을 가짐을 알 수 있다.

[0113] 제 1 비교예 대비, 제 2 비교예는 도 9c, 도 9d 및 표 3과 같이, 제 2 비교예가 상대적으로 제 1 비교예 대비 적색 수명은 119%로 상승하며, 녹색 수명은 126%로 상승하지만, 수명 향상 정도가 크지는 않음을 알 수 있다.

[0114] 즉, 표 1과 표 3을 비교하면, 본 발명의 제 3 실시예 적용시 제 1 비교예 대비 적색 수명은 162%, 188%로, 단일 녹색 발광층과, 도펀트 농도를 달리한 이중 적색 발광층 구비시 적색 및 녹색에서 수명의 향상 효과는 현저히 높음을 알 수 있다.

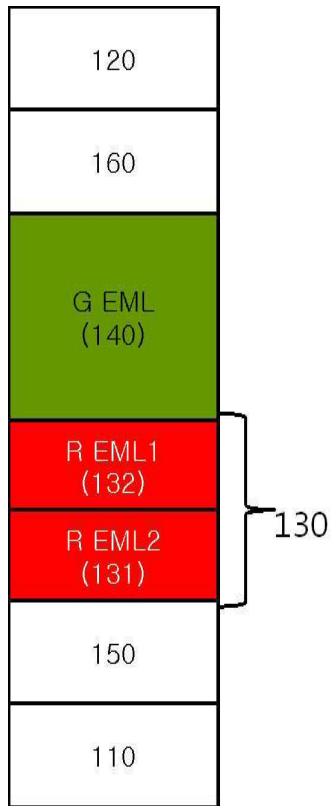
[0115] 도 10은 제 1 비교예와 본 발명의 제 3 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자의 파장에 따른 발광 세기를 나타낸

그래프이다.

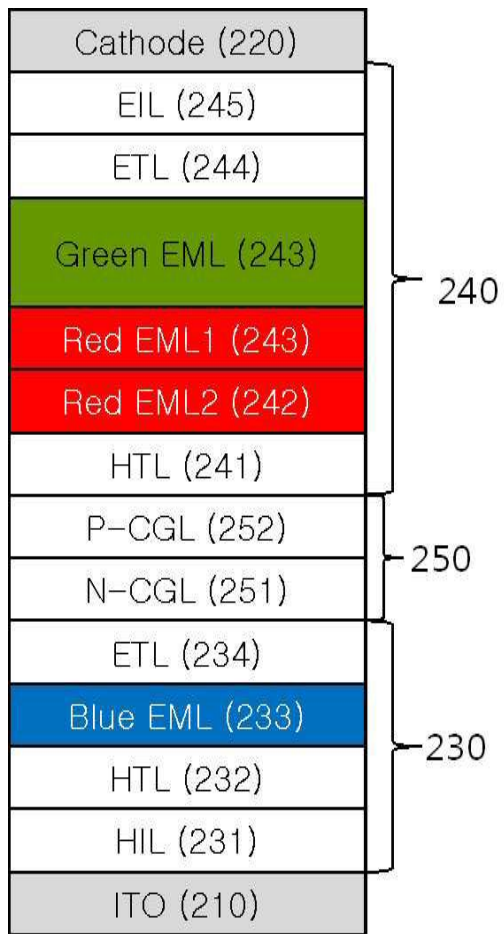
- [0116] 도 10과 같이, 제 1 비교예와 본 발명의 제 3 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는 각각 청색, 녹색 및 적색에서 모두 3피크의 발광 피크를 가짐을 알 수 있다. 이는 청색, 녹색 및 적색에서 뚜렷한 색재현율을 확보하며 색 순도가 높음을 의미하는 것이다.
- [0117] 한편, 본 발명의 제 3 실시예 적용시 제 1 비교예 대비 녹색의 발광 피크가 줄어들고, 적색의 발광 피크가 늘어남을 알 수 있으나, 이는 두 예의 일시적인 차이이며, 장기 구동 관점에서, 본 발명의 제 3 실시예 적용시 동일 전류 조건에서 적색 및 녹색 발광층에서의 정공 및 전자 재결합률이 지속적으로 확보되어 색밸런스를 유지할 수 있어, 제 1 비교예에 비해 안정적인 구동이 가능하다.
- [0118] 도 11은 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 유기 발광 표시 장치에 적용시 개략 블록도이며, 도 12는 도 11의 각 서브 화소의 회로도이고, 도 13은 본 발명의 유기 발광 표시 장치에 있어서, 각 서브화소의 층상 배치를 간략히 나타낸 도면이다.
- [0119] 도 11과 같이, 본 발명의 유기 발광 표시 장치는, 영상 처리부(115), 데이터 변환부(114), 타이밍 제어부(113), 데이터 구동부(112), 게이트구동부(111) 및 표시 패널(1000)을 포함한다.
- [0120] 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.
- [0121] 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 제어신호(GCS)와 데이터 구동부(112)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 데이터 타이밍 제어신호(DCS)를 출력한다.
- [0122] 타이밍 제어부(113)는 게이트 타이밍 제어신호(GCS)와 데이터 타이밍 제어신호(DCS)에 대응하여 데이터 신호(DATA)를 출력한다.
- [0123] 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.
- [0124] 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.
- [0125] 표시패널(1100)은 일례로, 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.
- [0126] 도 12와 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.
- [0127] 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. 경우에 따라 상기 보상 회로는 생략될 수도 있다.
- [0128] 스위칭 트랜지스터(SW)는 게이트 라인(GL)을 통해 공급된 게이트 신호에 응답하여 데이터 라인(DL)을 통해 공급되는 데이터 신호가 스토리지 캐패시터(Cst)에 데이터 전압으로 저장되도록 스위칭 동작한다.
- [0129] 구동 트랜지스터(DR)는 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장된 데이터 전압에 따라 구동 전원라인(VDDL)과 그라운드 라인(GND) 사이로 구동 전류가 흐르도록 동작한다.

도면

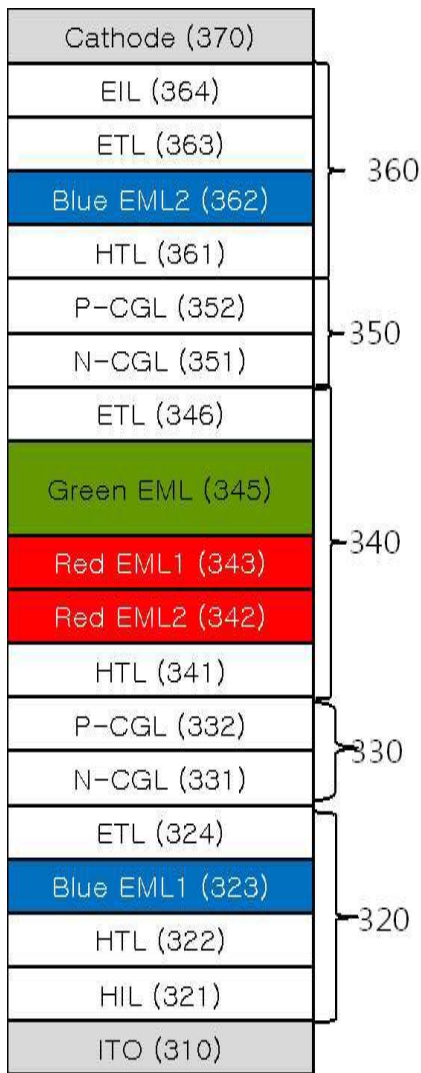
도면1



도면2

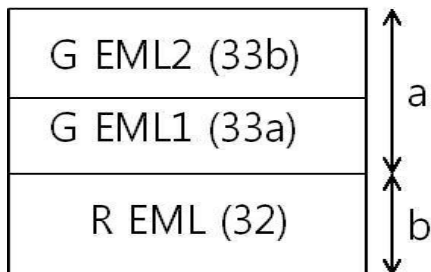


도면3

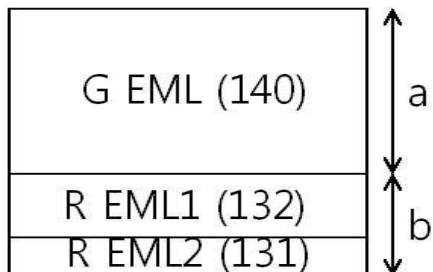


도면4

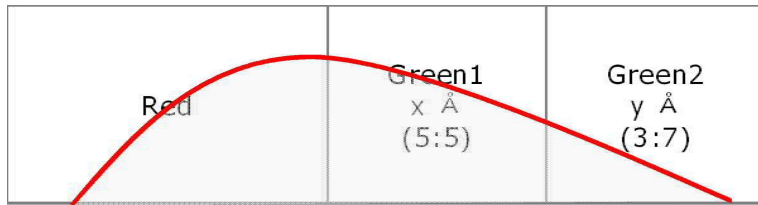
제 1 비교예



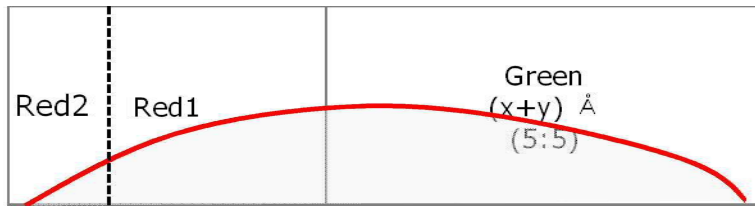
제 3 실시예



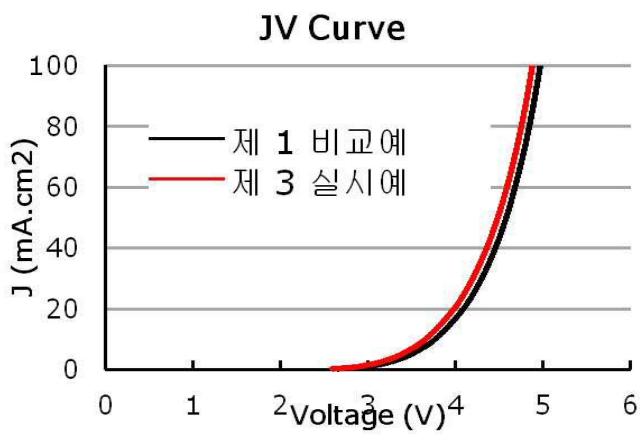
도면5a



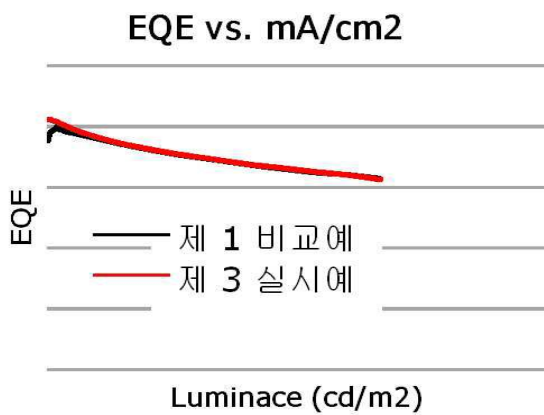
도면5b



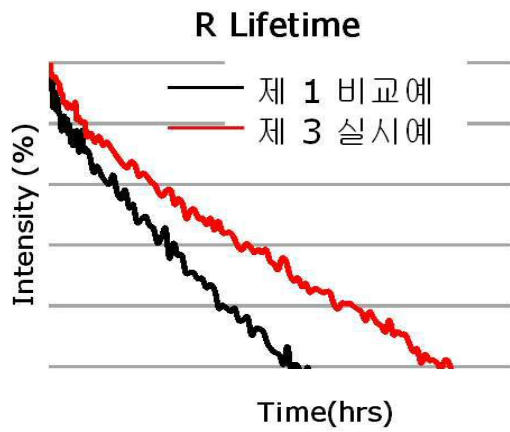
도면6a



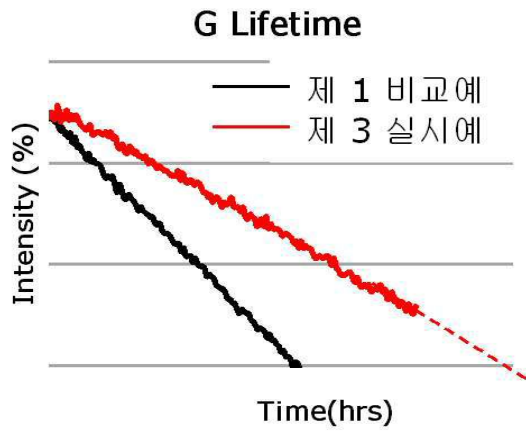
도면6b



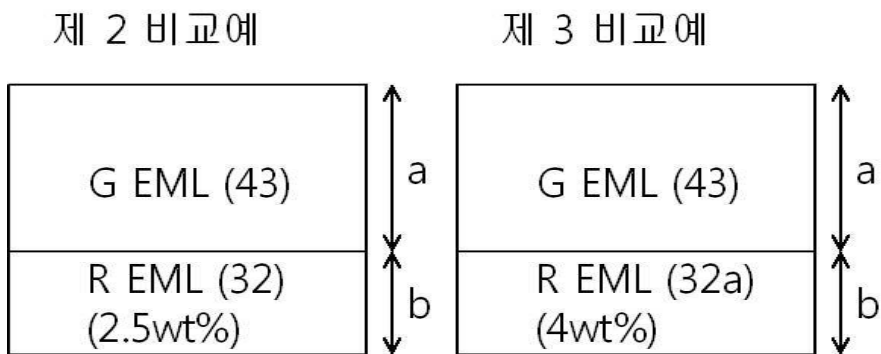
도면6c



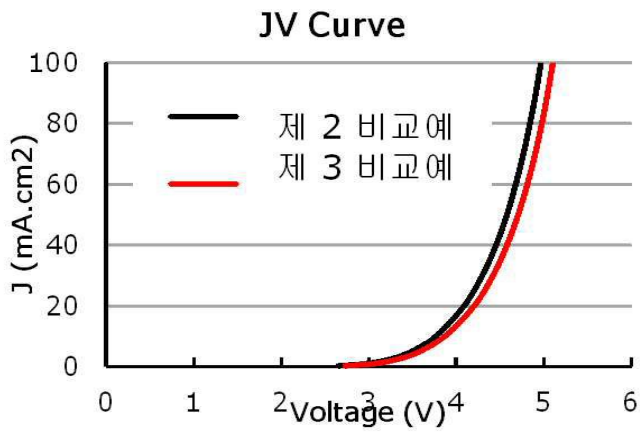
도면6d



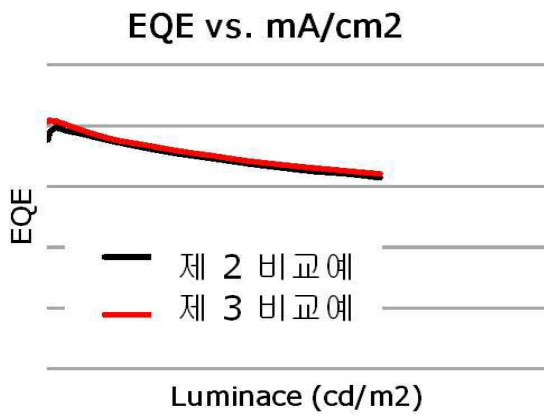
도면7



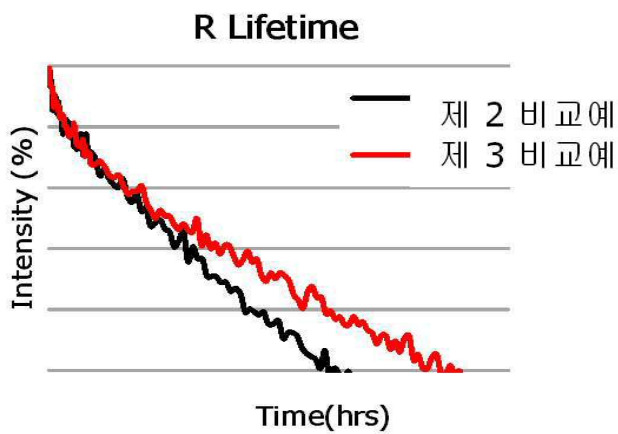
도면8a



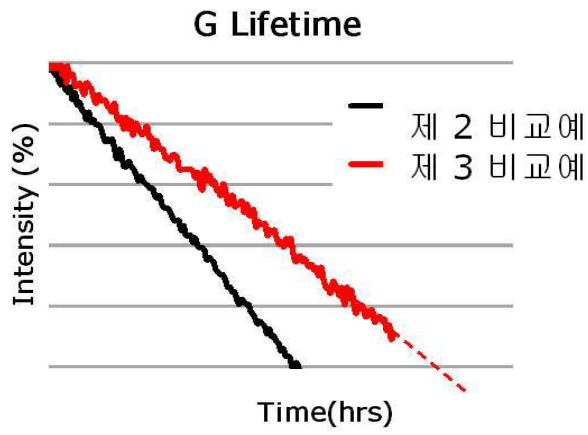
도면8b



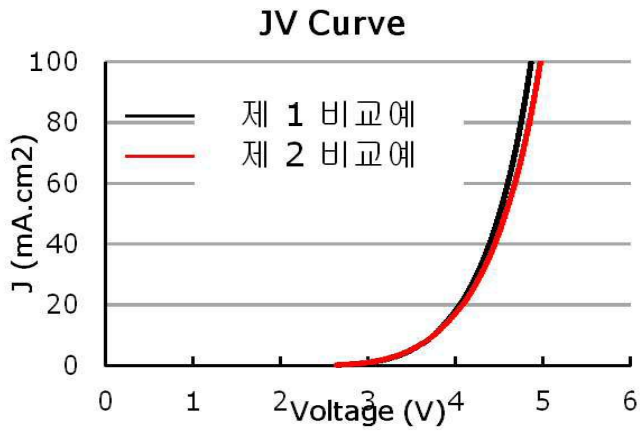
도면8c



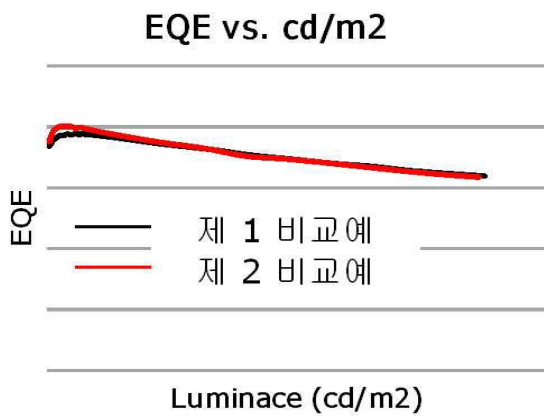
도면8d



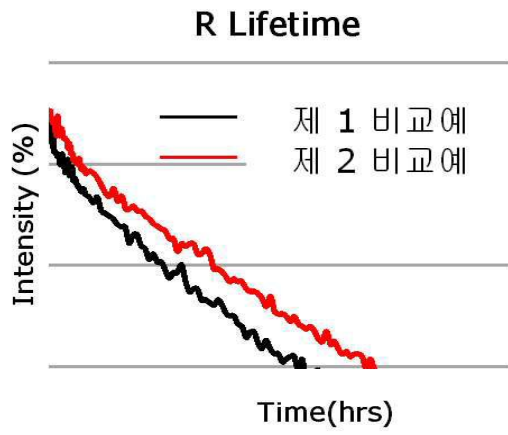
도면9a



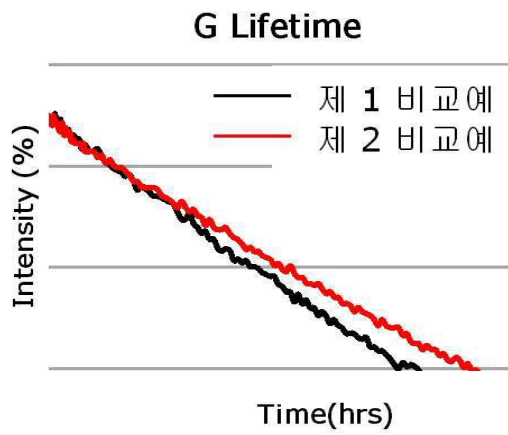
도면9b



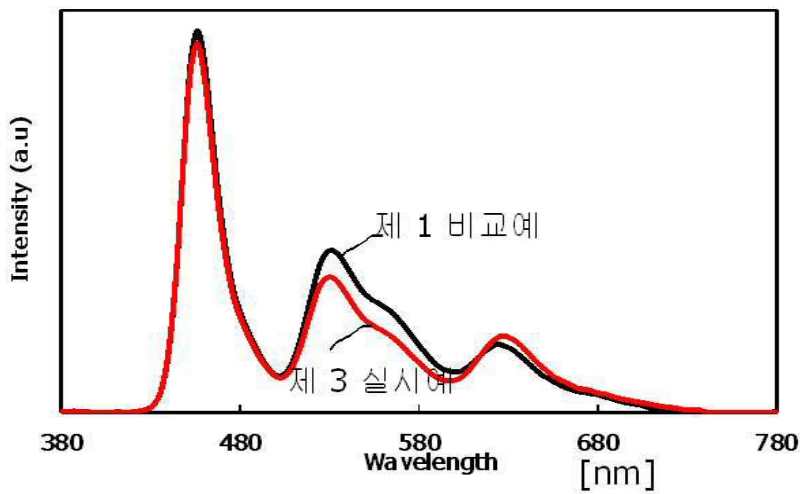
도면9c



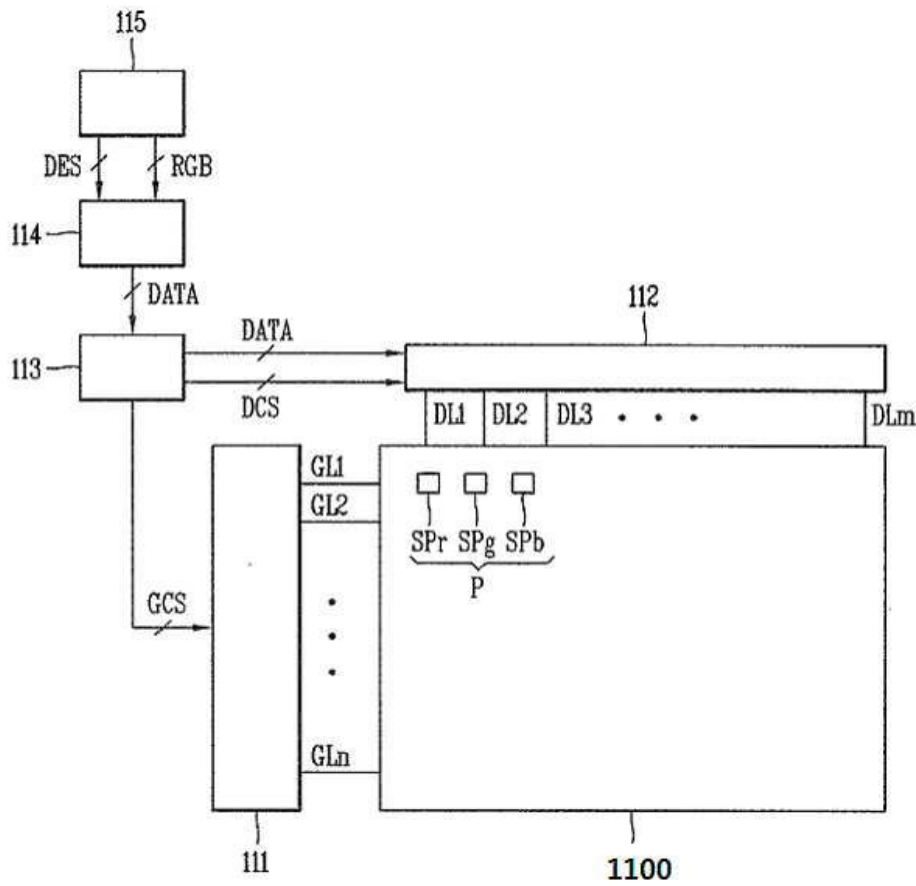
도면9d



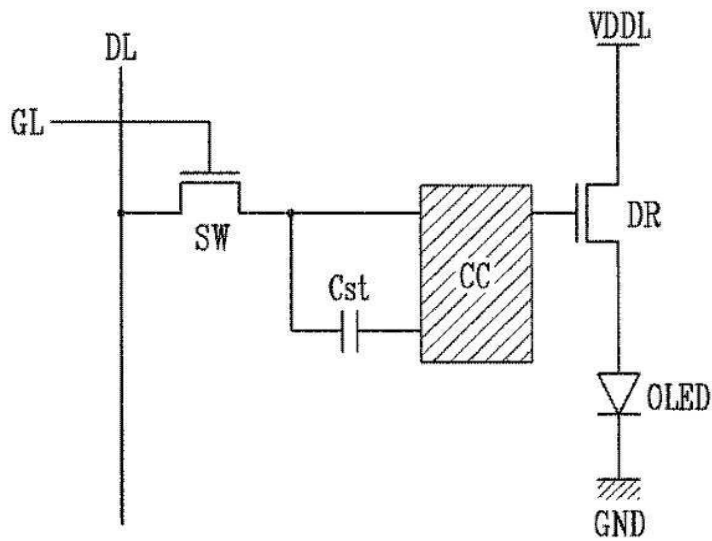
도면10



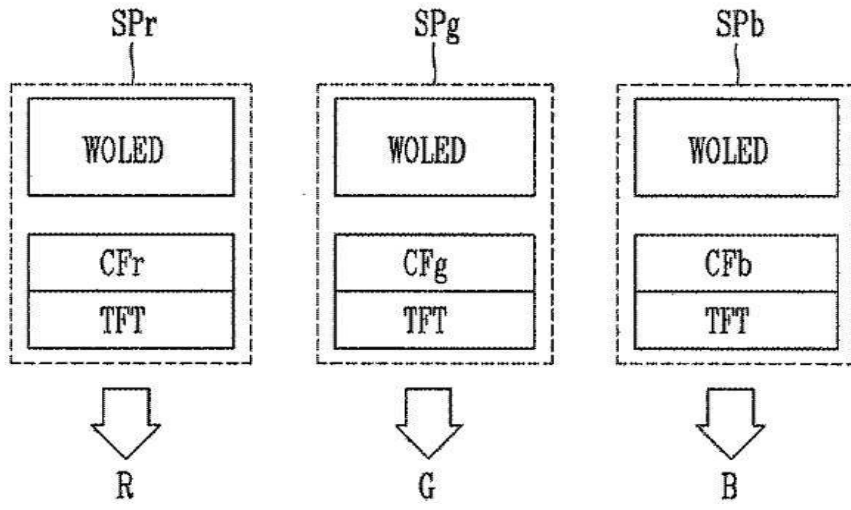
도면11



도면12



도면13



专利名称(译)	白色有机发光器件和使用其的有机发光显示器		
公开(公告)号	KR1020190024398A	公开(公告)日	2019-03-08
申请号	KR1020170111360	申请日	2017-08-31
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	전성수 한미영 정승룡 박한솔		
发明人	전성수 한미영 정승룡 박한솔		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5036 H01L27/322 H01L51/5024 H01L51/5056 H01L51/5072		
代理人(译)	Bakyounbok		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

技术领域本发明涉及一种具有长寿命和高色彩再现性的白色有机发光器件，以及使用该白色有机发光器件的有机发光显示器件。

