(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0003151
(43) 공개일자 2019년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5036 (2013.01)
H01L 27/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0083678
(22) 출원일자 2017년06월30일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
김지영
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
김세웅
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
박정수
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(74) 대리인
특허법인인벤싱크

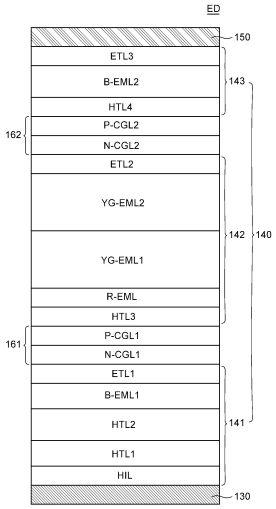
전체 청구항 수 : 총 12 항

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

(57) 요 약

본 발명은 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다. 본 발명의 유기 발광 소자는 제1 전극, 제1 전극 상에 배치되고, 제1 유기 발광층을 포함하는 제1 발광부, 제1 발광부 상의 제1 전하 생성층, 제1 전하 생성층 상에 배치되고, 제2 유기 발광층, 제3 유기 발광층 및 제4 유기 발광층을 포함하는 제2 발광부, 제2 발광부 상의 제2 전하 생성층, 제2 전하 생성층 상에 배치되고, 제5 유기 발광층을 포함하는 제3 발광부 및 제3 발광부 상의 제2 전극을 포함하고, 제3 유기 발광층의 도펀트 농도는 제4 유기 발광층의 도펀트 농도보다 크다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01L 51/5016 (2013.01)
H01L 51/5024 (2013.01)
H01L 51/5056 (2013.01)
H01L 51/5072 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 전극;

상기 제1 전극 상에 배치되고, 제1 유기 발광층을 포함하는 제1 발광부;

상기 제1 발광부 상의 제1 전하 생성층;

상기 제1 전하 생성층 상에 배치되고, 제2 유기 발광층, 제3 유기 발광층 및 제4 유기 발광층을 포함하는 제2 발광부;

상기 제2 발광부 상의 제2 전하 생성층;

상기 제2 전하 생성층 상에 배치되고, 제5 유기 발광층을 포함하는 제3 발광부; 및

상기 제3 발광부 상의 제2 전극을 포함하고,

상기 제3 유기 발광층의 도펀트 농도는 상기 제4 유기 발광층의 도펀트 농도보다 큰, 유기 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 유기 발광층 및 상기 제5 유기 발광층은 청색 발광층이고,

상기 제2 유기 발광층은 적색 발광층이며,

상기 제3 유기 발광층 및 상기 제4 유기 발광층은 황색-녹색 발광층인, 유기 발광 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 유기 발광층 및 상기 제5 유기 발광층은 형광 도펀트를 포함하고,

상기 제2 유기 발광층, 상기 제3 유기 발광층 및 상기 제4 유기 발광층은 인광 도펀트를 포함하는, 유기 발광 소자.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제3 유기 발광층의 도펀트 농도는 25% 내지 28%인, 유기 발광 소자.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제4 유기 발광층의 도펀트 농도는 12% 내지 상기 제3 발광층의 농도인, 유기 발광 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 발광부의 상기 제2 유기 발광층, 상기 제3 유기 발광층 및 상기 제4 유기 발광층 각각은 적어도 2개의 호스트를 포함하고,

상기 적어도 2개의 호스트 중 하나는 전자 타입 호스트이고, 상기 적어도 2개의 호스트 중 다른 하나는 정공 타입 호스트인, 유기 발광 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제2 발광부의 두께는 1000ÅA 미만인, 유기 발광 소자.

청구항 8

기판; 및

상기 기판 상의 유기 발광 소자를 포함하고,

상기 유기 발광 소자는,

제1 전극;

상기 제1 전극 상에 배치되고, 제1 정공 수송층, 제1 청색 발광층 및 제1 전자 수송층을 포함하는 제1 형광 발광부;

상기 제1 형광 발광부 상의 제1 전하 생성층;

상기 제1 전하 생성층 상에 배치되고, 제2 정공 수송층, 적색 발광층, 제1 황색-녹색 발광층, 제2 황색-녹색 발광층 및 제2 전자 수송층을 포함하는 인광 발광부;

상기 인광 발광부 상의 제2 전하 생성층;

상기 제2 전하 생성층 상에 배치되고, 제3 정공 수송층, 제2 청색 발광층 및 제3 전자 수송층을 포함하는 제2 형광 발광부; 및

상기 제2 형광 발광부 상의 제2 전극을 포함하고,

상기 제1 황색-녹색 발광층의 도펀트 농도는 25% 내지 28%인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제2 황색-녹색 발광층의 도펀트 농도는 12% 내지 상기 제1 황색-녹색 발광층의 도펀트 농도인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 적색 발광층, 상기 제1 황색-녹색 발광층 및 상기 제2 황색-녹색 발광층은 정공 타입 호스트 및 전자 타입 호스트를 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 제1 황색-녹색 발광층은 상기 적색 발광층 상에 배치되고,

상기 제2 황색-녹색 발광층은 상기 제1 황색-녹색 발광층 상에 배치되는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 인광 발광부의 두께는 1000ÅA 미만인, 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 효율 및 수명의 향상된 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 유기 발광 표시 장치는 액정 표시 장치와는 달리 별도의 광원이 필요하지 않아 경량 박형으로 제조 가능하다. 또한, 유기 발광 표시 장치는 저전압 구동에 의해 소비 전력 측면에서 유리할 뿐만 아니라, 색상 구현, 응답 속도, 시야각, 명암비(contrast ratio: CR)도 우수하여, 차세대 디스플레이로서 연구되고 있다.

[0003] 유기 발광 표시 장치는 자체 발광형 표시 장치로서, 전자(electron) 주입을 위한 캐소드와 정공(hole) 주입을 위한 애노드로부터 각각 전자와 정공을 발광층 내부로 주입시켜, 주입된 전자와 정공이 결합한 여기자(exciton)가 여기 상태로부터 기저 상태로 떨어질 때 발광하는 유기 발광 소자를 이용한 표시 장치이다.

[0004] 유기 발광 표시 장치는 빛이 방출되는 방향에 따라서 상부 발광(Top Emission) 방식, 하부 발광(Bottom Emission) 방식 및 양면 발광(Dual Emission) 방식 등이 있고, 구동 방식에 따라서는 수동 매트릭스형(Passive Matrix)과 능동 매트릭스형(Active Matrix) 등으로 나누어진다.

[0005] 고 해상도로 디스플레이가 발전하면서 단위 면적당 픽셀 개수가 증가하고, 높은 휘도가 요구되고 있다. 다만, 유기 발광 표시 장치의 발광 구조 상 단위 면적 전류에 한계가 있고, 인가 전류의 증가로 인한 유기 발광 소자의 신뢰성 저하 및 소비 전력이 증가하는 문제점이 있다.

[0006] 이에, 유기 발광 소자의 효율과 수명 향상 및 소비 전력 저감을 위한 다양한 유기 발광 소자 구조가 제안되고 있다.

[0007] 구체적으로, 하나의 스택(stack), 즉, 하나의 발광부를 적용하는 단일 스택의 유기 발광 소자 구조뿐만 아니라, 향상된 효율 및 수명 특성을 구현하기 위해 복수 개의 스택(stack), 즉, 복수의 발광부의 적층을 이용하는 멀티 스택(multi stack) 구조의 유기 발광 소자가 제안되고 있다.

[0008] 이와 같이 복수의 발광부의 적층을 이용한 멀티 스택 구조의 유기 발광 소자의 경우, 전자와 정공의 재결합(recombination)을 통해서 발광이 일어나는 발광 영역이 복수의 발광부 각각에 위치한다. 따라서, 멀티 스택 구조의 유기 발광 소자는 종래 단일 스택 구조의 유기 발광 소자 대비 높은 효율을 나타낼 수 있다. 또한 저전류 구동이 가능하여 유기 발광 소자의 발광 수명을 향상시킬 수 있었다.

[0009] 그러나, 복수의 발광부 각각의 도펀트의 도핑 수준이 적정한 수준이 되지 않는 경우, 복수의 발광부 내에서 전자와 정공이 균형을 이루지 못하게 되며 이에 따라 유기 발광 소자의 효율, 구동 전압 및 수명 특성에 있어서 문제가 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 복수의 발광부 각각의 도펀트의 도핑 농도를 최적화하여 효율 및 수명이 개선된 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 복수의 발광부 각각의 도펀트의 도핑 농도를 조절하여 저전류 밀도 영역에서 발광 효율이 균일한 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자는 제1 전극, 제1 전극 상에 배치되고, 제1 유기 발광층을 포함하는 제1 발광부, 제1 발광부 상의 제1 전하 생성층, 제1 전하 생성층 상에 배치되고, 제2 유기 발광층, 제3 유기 발광층 및 제4 유기 발광층을 포함하는 제2 발광부, 제2 발광부 상의 제2 전하 생성층, 제2 전하 생성층 상에 배치되고, 제5 유기 발광층을 포함하는 제3 발광부 및 제3 발광부 상의 제2 전극을 포함하고, 제3 유기 발광층의 도펀트 농도는 제4 유기 발광층의 도펀트 농도보다 크다.

따라서, 도펀트의 농도를 한정함으로써 유기 발광 소자의 수명이 저하되지 않으면서도 발광 효율 균일도가 개선될 수 있다.

[0014] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 기판 및 기판 상의 유기 발광 소자를 포함하고, 유기 발광 소자는, 제1 전극, 제1 전극 상에 배치되고, 제1 정공 수송층, 제1 청색 발광층 및 제1 전자 수송층을 포함하는 제1 형광 발광부, 제1 형광 발광부 상의 제1 전하 생성층, 제1 전하 생성층 상에 배치되고, 제2 정공 수송층, 적색 발광층, 제1 황색-녹색 발광층, 제2 황색-녹색 발광층 및 제2 전자 수송층을 포함하는 인광 발광부, 인광 발광부 상의 제2 전하 생성층, 제2 전하 생성층 상에 배치되고, 제3 정공 수송층, 제2 청색 발광층 및 제3 전자 수송층을 포함하는 제2 형광 발광부 및 제2 형광 발광부 상의 제2 전극을 포함하고, 제1 황색-녹색 발광층의 도펀트 농도는 25% 내지 28%이다. 따라서, 저전류 밀도 영역에서 발광 효율이 균일할 수 있다.

[0015] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명은 형광 발광부 및 인광 발광부를 적용한 멀티 스택 구조의 유기 발광 소자에서, 인광 발광부의 도펀트 농도를 조절하여 저전류 밀도 영역에서 발광 효율 균일도가 개선되는 효과가 있다

[0017] 또한, 본 발명은 복수의 발광부를 적용한 유기 발광 소자에서, 적색 광 및 황색-녹색 광을 발광하는 발광부의 도펀트 농도를 조절하여, 적색 및 녹색의 발광 효율이 개선되는 효과가 있다.

[0018] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자의 구조를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 전류 밀도에 따른 발광 효율 균일도를 나타내는 그래프이다.

도 4a 및 도 4b는 전류 밀도에 따른 발광 효율 균일도를 나타내는 도면이다.

도 5a 및 도 5b는 비교예 1 내지 비교예 3과 실시예 1 및 실시예 2에서의 전류 밀도에 따른 발광 효율 균일도를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자에서의 도펀트의 농도에 따른 수명 특성을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자에서의 도펀트의 농도에 따른 수명 특성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 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 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0021] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 제한되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 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 언급된 '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.

[0022] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0023] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 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.

[0024] 소자 또는 층이 다른 소자 또는 층 "위 (on)"로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다.

[0025] 또한 제 1, 제 2 등이 다양한 구성 요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성 요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제 1 구성 요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제 2 구성 요소일 수도 있다.

[0026] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0027] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.

[0028] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.

[0029] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)는 기판(110), 박막 트랜지스터(120) 및 유기 발광 소자(ED)를 포함한다. 도 1에서는 설명의 편의를 위해 유기 발광 표시 장치(100)의 하나의 서브 화소에 대한 단면도만을 도시하였다.

[0031] 기판(110)은 유기 발광 표시 장치(100)의 다양한 구성요소들을 지지한다. 기판(110)은 절연 물질로 이루어질 수 있고, 예를 들어, 기판(110)은 유리, 폴리이미드(PI) 등과 같은 플라스틱 물질로 이루어질 수 있다.

[0032] 기판(110) 상에 버퍼층(111)이 배치된다. 버퍼층(111)은 버퍼층(111) 상에 형성되는 층들과 기판(110) 간의 접착력을 향상시키고, 기판(110)으로부터 유출되는 알칼리 성분 등을 차단한다. 버퍼층(111)은 무기물인 질화 실리콘(SiNx) 또는 산화 실리콘(SiOx)의 단일층 또는 질화 실리콘(SiNx)과 산화 실리콘(SiOx)의 다중층으로 이루어질 수 있다. 다만, 버퍼층(111)은 필수적인 구성요소는 아니며, 기판(110)의 종류 및 물질, 박막 트랜지스터(120)의 구조 및 타입 등에 기초하여 생략될 수도 있다.

[0033] 버퍼층(111) 상에 박막 트랜지스터(120)가 배치된다. 박막 트랜지스터(120)는 액티브층(121), 게이트 전극(122), 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)을 포함한다. 박막 트랜지스터(120)는 구동 박막 트랜지스터이고, 게이트 전극(122)이 액티브층(121) 상에 배치되는 탑 게이트 구조의 박막 트랜지스터(120)이다. 도 1에서는 설명의 편의를 위해, 유기 발광 표시 장치(100)에 포함될 수 있는 다양한 박막 트랜지스터(120) 중 구동 박막 트랜지스터만을 도시하였으나, 스위칭 박막 트랜지스터 등과 같은 다른 박막 트랜지스터도 유기 발광 표시 장치(100)에 포함될 수 있다.

[0034] 또한, 본 명세서에서는 박막 트랜지스터(120)가 코플래너(coplanar) 구조인 것으로 설명하였으나, 스태거드(staggered) 구조 등과 같은 다른 구조로 박막 트랜지스터가 구현될 수도 있다.

[0035] 박막 트랜지스터(120)의 액티브층(121)이 버퍼층(111) 상에 배치되고, 액티브층(121)과 버퍼층(111) 상에 게이트 전극(122)과 액티브층(121)을 절연시키기 위한 게이트 절연층(112)이 배치된다.

[0036] 액티브층(121)은 비정실 실리콘(amorphous silicon, a-Si), 다결정 실리콘(polycrystalline silicon, poly-Si), 산화물(oxide) 반도체 또는 유기물(organic) 반도체 등으로 형성될 수 있다. 액티브층(121)을 산화물 반도체로 형성할 경우, ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide) 또는 ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 등으로 형성할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0037] 게이트 절연층(112)은 액티브층(121)과 게이트 전극(122)을 절연시킨다. 게이트 절연층(112)은 무기물인 질화 실리콘(SiNx) 또는 산화 실리콘(SiOx)의 단일층 또는 질화 실리콘(SiNx)과 산화 실리콘(SiOx)의 다중층으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0038] 게이트 절연층(112)에는 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124) 각각이 액티브층(121)에 컨택하기 위한 컨택홀이 형성된다. 도 1에서 설명의 편의를 위해 게이트 절연층(112)이 평탄화된 것으로 도시되었으나, 게이트 절연층

(112)은 하부에 배치된 구성요소들의 형상을 따라 형성될 수 있다.

[0039] 게이트 절연층(112) 상에 게이트 전극(122)이 배치된다. 게이트 전극(122)은 도전성 금속, 예를 들어, 구리(Cu), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo) 등 또는 이들의 합금으로 구성될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 한편, 게이트 전극(122)은 액티브층(121)과 중첩하도록 게이트 절연층(112) 상에 배치될 수 있다.

[0040] 게이트 전극(122) 상에 게이트 전극(122)과 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)을 절연시키기 위한 층간 절연층(113)이 배치된다. 층간 절연층(113)은 무기물인 질화 실리콘(SiNx) 또는 산화 실리콘(SiOx)의 단일층 또는 질화 실리콘(SiNx)과 산화 실리콘(SiOx)의 다중층으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 층간 절연층(113)에는 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124) 각각이 액티브층(121)에 컨택하기 위한 컨택홀이 형성될 수 있다. 도 1에서는 설명의 편의를 위해 층간 절연층(113)이 평탄화된 것으로 도시되었으나, 층간 절연층(113)은 하부에 배치된 구성요소들의 형상을 따라 형성될 수 있다.

[0041] 층간 절연층(113) 상에는 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)이 배치된다. 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)은 도전성 금속, 예를 들어, 구리(Cu), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo) 등 또는 이들의 합금으로 구성될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124) 각각은 컨택홀을 통해 액티브층(121)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0042] 박막 트랜지스터(120) 상에 패시베이션층(114)이 배치될 수 있다. 패시베이션층(114)은 박막 트랜지스터(120)를 보호하기 위한 절연층이다. 패시베이션층(114)은 무기물인 질화 실리콘(SiNx) 또는 산화 실리콘(SiOx)의 단일층 또는 질화 실리콘(SiNx)과 산화 실리콘(SiOx)의 다중층으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 패시베이션층(114)은 유기 발광 소자(ED)의 제1 전극(130)이 박막 트랜지스터(120)와 연결되기 위한 컨택홀을 포함할 수 있다. 다만, 패시베이션층(114)은 반드시 필요한 구성요소는 아니며, 유기 발광 표시 장치(100)의 설계에 따라 생략될 수도 있다.

[0043] 패시베이션층(114) 상에는 평탄화층(115)이 배치된다. 평탄화층(115)은 박막 트랜지스터(120) 상부를 평탄화하기 위한 절연층으로서, 유기물로 이루어질 수 있다. 평탄화층(115)은 박막 트랜지스터(120)의 상부를 평탄화하여, 유기 발광 소자(ED)가 보다 신뢰성 있게 형성될 수 있다. 평탄화층(115)에는 박막 트랜지스터(120)의 드레인 전극(124)을 노출시키기 위한 컨택홀이 형성된다.

[0044] 평탄화층(115) 상에 제1 전극(130), 유기 발광층, 제2 전극(150)을 포함하는 유기 발광 소자(ED) 및 뱅크(116)가 배치된다.

[0045] 유기 발광 소자(ED)는 뱅크(116)에 의해 정의된 발광 영역에서 광을 발광한다. 즉, 유기 발광 소자(ED)의 제1 전극(130) 중 뱅크(116)에 의해 커버되지 않은 영역에서만 광이 발광될 수 있다.

[0046] 제1 전극(130) 및 제2 전극(150) 사이에 복수의 발광부(140)가 배치된다. 복수의 발광부(140) 각각은 광을 발광하는 최소 발광 단위로, 복수의 발광부(140)에는 필요에 따라 다양한 유기층들이 포함될 수 있다. 예를 들면, 복수의 발광부(140) 각각은 유기 발광층(organic emitting layer, EML)과 적어도 하나의 정공 수송층 및 전자 수송층을 포함할 수 있다. 이때, 복수의 발광부(140)를 포함하는 유기 발광 소자(ED)는 백색광을 발광하기 위한 유기 발광 소자(ED)이다.

[0047] 도 1에 도시되지는 않았으나, 유기 발광 표시 장치(100)는 유기 발광 소자(ED)의 상부 또는 하부에 배치된 컬러 필터를 더 포함할 수 있다. 컬러 필터의 배치는 유기 발광 표시 장치(100)의 발광 방향에 따라 달라질 수 있다. 컬러 필터는 유기 발광층에서 발광된 광의 색을 변환시키기 위한 것으로서, 적색 컬러 필터, 녹색 컬러 필터 및 청색 컬러 필터 중 하나일 수 있다. 컬러 필터는 유기 발광 소자(ED)의 발광 영역에 대응하는 위치에 형성될 수 있다.

[0048] 이하에서는 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)의 구조를 상세히 설명하기로 한다.

[0049] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)의 구조를 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 2를 참조하면, 유기 발광 소자(ED)는 제1 전극(130), 제2 전극(150) 및 복수의 발광부(140)를 포함한다.

[0050] 제1 전극(130)은 복수의 발광부(140)로 정공을 공급하는 전극이다. 즉, 제1 전극(130)은 복수의 발광부(140) 중 제1 발광부(141)로 정공을 공급하는 애노드이다. 제1 전극(130)은 일함수가 높은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(130)은 틴 옥사이드(Tin Oxide; TO), 인듐 틴 옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO), 인듐 징크 옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO), 인듐 틴 징크 옥사이드(Indium Zinc Tin Oxide; ITZO) 등

과 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 몇몇 실시예에서, 유기 발광 소자(ED)가 탑 에미션(top emission) 방식의 유기 발광 표시 장치(100)에 적용되는 경우, 제1 전극(130) 하부에 은(Ag) 또는 은 합금(Ag alloy)과 같은 반사성이 우수한 물질로 이루어지는 반사층이 배치될 수 있다.

[0051] 제2 전극(150)은 복수의 발광부(140)로 전자를 공급하는 전극이다. 즉, 제2 전극(150)은 복수의 발광부(140) 중 제3 발광부(143)로 전자를 공급하는 캐소드이다. 제2 전극(150)은 일함수가 낮은 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제2 전극(150)은 마그네슘(Mg), 은(Ag), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca) 등과 같은 불투명 도전성 금속 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제2 전극(150)은 마그네슘과 은의 합금(Mg:Ag)으로 이루어질 수 있다. 또는, 제2 전극(150)은 TCO(Transparent Conductive Oxide), ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)와 금속성 물질인 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 등의 복수의 층으로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0052] 유기 발광 소자(ED)가 탑 에미션 방식의 유기 발광 표시 장치(100)에 적용되는 경우, 제1 발광부(141), 제2 발광부(142) 및 제3 발광부(143)에서 발생된 광이 제2 전극(150)을 통과하여 외부로 출사될 수 있도록, 제2 전극(150)은 투명 또는 반투과 특성을 가질 수 있다.

[0053] 제1 전극(130)과 제2 전극(150) 사이에 복수의 발광부(140)가 배치된다. 복수의 발광부(140)는 제1 전극(130) 및 제2 전극(150)으로부터 공급된 전자와 정공의 결합에 의해 광이 발광하는 영역이다. 복수의 발광부(140)는 제1 발광부(141), 제2 발광부(142), 제3 발광부(143)를 포함한다.

[0054] 이때, 이웃하는 발광부(141, 142, 143) 사이에 전하 생성층(161, 162)이 배치되어 복수의 발광부(140)가 전하 생성층(161, 162)으로부터 전하를 공급받을 수 있다. 구체적으로, 제1 발광부(141) 및 제2 발광부(142) 사이에 제1 전하 생성층(161)이 배치되고, 제2 발광부(142) 및 제3 발광부(143) 사이에 제2 전하 생성층(162)이 배치된다. 그리고 제1 발광부, 제2 발광부 및 제3 발광부는 제1 전하 생성층(161) 및 제2 전하 생성층(162)으로부터 전하를 공급받을 수 있다.

[0055] 이때, 복수의 발광부(140)에서 최종적으로 발광하는 광은 복수의 발광부(140) 각각에서 발광되는 광이 혼합되어 구현될 수 있다. 따라서, 구현하고자 하는 광의 색에 따라 복수의 발광부(140) 내의 설계 또한 달라질 수 있다.

[0056] 제1 발광부는(141)는 제1 전극(130) 상에 배치되는 정공 주입층(HIL)(Hole Injection Layer; HIL), 제1 정공 수송층(Hole Transport Layer; HTL1), 제2 정공 수송층((HTL2), 제1 유기 발광층(B-EML1), 제1 전자 수송층(Electron Transport Layer; ETL1)을 포함한다. 후술하겠지만, 제1 유기 발광층은 형광 발광층이므로, 제1 발광부는 형광 발광부로 정의될 수 있다.

[0057] 정공 주입층(HIL)은 제1 전극(130) 상에 배치된다. 정공 주입층(HIL)은 제1 전극(130)으로부터 제1 유기 발광층(B-EML1)으로 정공의 주입을 원활하게 하는 유기층이다. 정공 주입층(HIL)은, 예를 들어, HAT-CN(dipyrazino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10.11-hexacarbonitrile), CuPc(phthalocyanine), F4-TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyano-quinodimethane), 및 NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine) 중 어느 하나 이상을 포함하는 물질로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0058] 정공 주입층(HIL) 상에 제1 정공 수송층(HTL1)이 배치되고, 제1 정공 수송층(HTL1) 상에 제2 정공 수송층(HTL2)이 배치된다. 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2)은 정공 주입층(HIL)으로부터 제1 유기 발광층(B-EML1)으로 정공을 원활하게 전달하는 유기층이다. 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2)은, 예를 들어, NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine), s-TAD(2,2',7,7'-tetrakis(N,N-dimethylamino)-9,9-spirofluorene) 및 MTDATA(4,4',4"-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine) 중 어느 하나 이상을 포함하는 물질로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다. 도 2에서는 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2) 둘 모두가 사용되는 것으로 도시되었으나, 유기 발광 소자(ED) 설계에 따라 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2) 중 하나만이 사용될 수도 있다.

[0059] 제2 정공 수송층(HTL2)은 전자 저지층(Electron Blocking Layer; EBL)과 같은 기능을 할 수 있다. 전자 저지층은 제1 유기 발광층(B-EML1)에 주입된 전자가 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2)으로 넘어오는 것을 저지하기 위한 유기층이다. 전자 저지층은, 전자의 이동을 저지하여 제1 유기 발광층(B-EML1)에서 정공과 전자의 결합을 향상시키고, 제1 유기 발광층(B-EML1)의 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 다만, 전자 저지층은 제

2 정공 수송층(HTL2)과 별개의 층으로 배치될 수도 있다.

[0060] 제1 유기 발광층(B-EML1)에서는 제1 전극(130)을 통해 공급된 정공과 제2 전극(150)을 통해 공급된 전자들이 재결합되므로 여기자(exciton)가 생성된다. 그리고, 여기자가 생성되는 영역은 발광 영역(Emission Zone, Emission Area) 또는 재결합 영역(Recombination Zone)이라고 할 수 있다.

[0061] 제1 유기 발광층(B-EML1)은 제2 정공 수송층(HTL2) 및 제1 전자 수송층(ETL1) 사이에 배치된다. 제1 유기 발광층(B-EML1)은 형광 발광층으로, 제1 발광부(141) 내에서 여기자(exciton)이 형성되는 지점에 배치되고, 특정 색의 광을 발광할 수 있는 물질을 포함한다. 이때, 제1 유기 발광층(B-EML1)은 청색 광을 발광할 수 있는 물질을 포함할 수 있다.

[0062] 제1 유기 발광층(B-EML1)은 호스트-도펀트 시스템(Host-Dopant System) 즉, 큰 중량비를 차지하는 호스트 물질에 발광 도펀트 물질이 소량의 중량비를 차지하도록 도핑된 시스템을 가질 수 있다.

[0063] 이때, 제1 유기 발광층(B-EML1)은 복수의 호스트 물질들을 포함하거나, 단일 호스트 물질을 포함할 수 있다. 복수의 호스트 물질 또는 단일 호스트 물질을 포함하는 제1 유기 발광층(B-EML1)에는 청색 형광 도펀트 물질이 도핑된다. 즉, 제1 유기 발광층(B-EML1)은 청색 발광층이고, 제1 유기 발광층(B-EML1)에서 발광하는 광의 파장의 범위는 440nm 내지 480nm일 수 있다.

[0064] 청색 형광 도펀트 물질은 청색 광을 발광할 수 있는 물질이다. 청색 형광 도펀트 물질이 도핑된 제1 유기 발광층(B-EML1)에서 발광하는 광의 EL 스펙트럼은 청색 파장 영역에서 피크를 가지거나, 진청색에 해당하는 파장 영역에서 피크를 가지거나, 하늘색에 해당하는 파장 영역에서 피크를 가질 수 있다.

[0065] 청색 형광 도펀트 물질은 아릴 아민계 화합물이 치환된 파이렌(pyrene) 계열, $(4,6\text{-}F_2ppy)_2Irpic$ FIrPic(bis(3,5-difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxyprdidyl)iridium), $Ir(ppy)_3$(factris(2-phenylpyridine)iridium)(tris(2-phenylpyridine)iridium)을 포함하는 이리듐(Ir) 리간드 착물, spiro-DPVBi, spiro-6P, spiro-BDAVBi(2,7-bis[4-(diphenylamino)styryl]-9,9'-spirofluorene), 디스틸벤젠(DSB), 디스트릴아릴렌(DSA), PFO계 고분자 및 PPV계 고분자중 어느 하나 이상을 포함하는 물질로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0066] 제1 유기 발광층(B-EML1) 상에 제1 전자 수송층(ETL1)이 배치된다. 제1 전자 수송층(ETL1)은 후술하게 될, 제1 N형 전하 생성층(N-CGL1)으로부터 전자를 공급받는다. 제1 전자 수송층(ETL1)은 공급받은 전자를 제1 유기 발광층(B-EML1)으로 전달한다.

[0067] 또한, 제1 전자 수송층(ETL1)은 정공 저지층(Hole Blocking Layer; HBL)과 같은 기능을 할 수 있다. 정공 저지층은 제1 유기 발광층(B-EML1)에서 재결합에 참여하지 못한 정공이 새어나가는 것을 방지할 수 있다.

[0068] 제1 전자 수송층(ETL1)은, 예를 들어, Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium), PBD(2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), TAZ(3-(4-biphenyl)4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 및 BAlq(bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium) 중에서 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 전자수송층은 유기 발광 표시 장치(100)의 구조나 특성에 따라 생략될 수도 있다.

[0069] 한편, 제1 전하 생성층(161)은 제1 발광부(141) 및 제2 발광부(142) 사이에 배치된다. 제1 전하 생성층(161)은 제1 발광부(141) 및 제2 발광부(142)로 전하를 공급하여 제1 발광부(141)와 제2 발광부(142)에서 전하 균형을 조절한다.

[0070] 제1 전하 생성층(161)은 제1 N형 전하 생성층(N-CGL1) 및 제1 P형 전하 생성층(P-CGL1)을 포함한다. 제1 N형 전하 생성층(N-CGL1)은 제1 전자 수송층(ETL1) 상에 배치되고, 제1 P형 전하 생성층(P-CGL1)은 제1 N형 전하 생성층(N-CGL1) 및 제3 정공 수송층(HTL3) 사이에 배치된다. 제1 전하 생성층(161)은 제1 N형 전하 생성층(N-CGL1) 및 제1 P형 전하 생성층(P-CGL1)을 포함하는 복수의 층으로 구성될 수 있으나, 이에 제한되지 않고 단일층으로 구성될 수도 있다.

[0071] 제1 N형 전하 생성층(N-CGL1)은 제1 발광부(141)로 전자를 주입한다. 제1 N형 전하 생성층(N-CGL1)은 N형 도펀트 물질 및 N형 호스트 물질을 포함할 수 있다. N형 도펀트 물질은 주기율표 상의 제1 족 및 제2 족의 금속 또는 전자를 주입할 수 있는 유기물 또는 이들의 혼합물일 수 있다. 예를 들어, N형 도펀트 물질은 알칼리 금속 및 알칼리 토금속 중 어느 하나일 수 있다. 즉, N형 전하 생성층(131)은 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 또는

세슘(Cs)과 같은 알칼리 금속, 또는 마그네슘(Mg), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 또는 라듐(Ra)과 같은 알칼리 토금속으로 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. N형 호스트 물질은, 전자를 전달할 수 있는 물질, 예를 들어, Alq_3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium), PBD(2-(4-biphenylyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4oxadiazole), TAZ(3-(4-biphenyl)4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), spiro-PBD, 및 BAlq(bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium), SAlq, TPBi(2,2',2-(1,3,5-benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole), 옥사디아졸(oxadiazole), 트리아졸(triazole), 페난트롤린(phenanthroline), 벤족사졸(benzoxazole) 또는 벤즈티아졸(benzthiazole)중 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0072] 제1 P형 전하 생성층(P-CGL1)은 제2 발광부(142)로 정공을 주입한다. 제1 P형 전하 생성층(P-CGL1)은 P형 도펀트 물질 및 P형 호스트 물질을 포함할 수 있다. P형 도펀트 물질은 금속 산화물, 테트라플루오로-테트라시아노퀴노디메탄(F4-TCNQ), HAT-CN(Hexaazatriphenylene-hexacarbonitrile), 헥사아자트리페닐렌 등과 같은 유기물 또는 V_2O_5, MoOx, WO_3 등과 같은 금속 물질로 이루어질 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. P형 호스트 물질은, 정공을 전달할 수 있는 물질, 예를 들어, NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine)(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-benzidine) 및 MTDATA(4,4',4-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine) 중 어느 하나 이상을 포함하는 물질로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0073] 제2 발광부(142)는 제1 전하 생성층(161) 상에 배치된다. 제2 발광부(142)는 제3 정공 수송층(HTL3), 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1), 제4 유기 발광층(YG-EML2) 및 제2 전자 수송층(ETL2)을 포함한다. 이때, 제3 유기 발광층(YG-EML1), 제4 유기 발광층(YG-EML2) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)은 인광 발광부로 정의될 수 있다.

[0074] 제3 정공 수송층(HTL3)은 제1 전하 생성층(161)의 제1 P형 전하 생성층(P-CGL1) 상에 배치된다. 제3 정공 수송층(HTL3)은 제1 P형 전하 생성층(P-CGL1)으로부터 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)으로 정공을 원활하게 전달하는 유기층이다. 제3 정공 수송층(HTL3)은 앞서 설명한 제1 발광부(141)의 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2)와 실질적으로 동일하므로, 중복 설명을 생략한다.

[0075] 제4 유기 발광층(YG-EML2) 상에 제2 전자 수송층(ETL2)이 배치된다. 제2 전자 수송층(ETL2)은 후술하게 될, 제2 N형 전하 생성층(N-CGL2)으로부터 전자를 공급받는다. 제2 전자 수송층(ETL2)은 공급받은 전자를, 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)으로 전달한다. 제2 전자 수송층(ETL2)은 앞서 설명한 제1 발광부(141)의 제1 전자 수송층(ETL1)과 실질적으로 동일하므로 중복 설명을 생략한다

[0076] 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)은 제3 정공 수송층(HTL3) 및 제2 전자 수송층(ETL2) 사이에 배치된다. 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)은 인광 발광층으로, 제2 발광부(142) 내에서 여기자가 형성되는 지점에 배치되고, 특정 색의 광을 발광할 수 있는 물질을 포함한다. 이때, 제2 유기 발광층(R-EML)은 적색 광을 발광할 수 있는 물질을 포함하고, 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)은 황색-녹색 광을 발광할 수 있는 물질을 포함할 수 있다.

[0077] 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)은 제1 유기 발광층(B-EML1)과 마찬가지로 호스트-도펀트 시스템을 가질 수 있다.

[0078] 이때, 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2) 각각은 두 개 이상의 호스트가 혼합된 혼합 호스트(mixed Host)와 적어도 하나의 도펀트를 포함할 수 있다. 그리고 혼합 호스트는 정공 타입 호스트(Hole-type Host) 및 전자 타입 호스트(Electron-type Host)를 포함할 수 있다. 혼합 호스트로 구성할 경우, 유기 발광층 내에서 호스트가 균일하게 증착될 수 있으므로, 유기 발광층의 효율이 향상될 수 있는 효과가 있다.

[0079] 제2 유기 발광층(R-EML)은 인광 발광층으로, 제1 정공 타입 호스트 및 제1 전자 타입 호스트를 포함할 수 있고, 제2 유기 발광층(R-EML)에는 적색 인광 도펀트 물질이 도핑된다. 즉, 제2 유기 발광층(R-EML)은 적색 발광층일 수 있고, 제2 유기 발광층(R-EML)에서 발광하는 광의 파장의 범위는 600nm 내지 650nm일 수 있다.

[0080] 적색 인광 도펀트 물질은 적색 광을 발광할 수 있는 물질이다. 적색 인광 도펀트 물질이 도핑된 제2 유기 발광

층(R-EML)에서 발광하는 광의 EL 스펙트럼은 적색 파장 영역에서만 피크를 가질 수 있다.

[0081] 적색 인광 도펀트 물질은 Ir(ppy)$_3$(fac tris(2-phenylpyridine)iridium)(tris(2- phenylpyridine)iridium), PIQIr(acac)(bis(1-phenylisoquinoline) acetylacetonate iridium), PQIr(acac)(bis(1-phenylquinoline) acetylacetonate iridium), PQIr(tris(1-phenylquinoline) iridium) Ir(piq)$_3$(tris(1-phenylisoquinoline)iridium), Ir(piq)$_2$(acac)(bis(1-phenylisoquinoline)(acetylacetonate)iridium)을 포함하는 이리듐(Ir) 리간드 착물, PtOEP(octaethylporphyrinporphine platinum) PBD:Eu(DBM)$_3$(Phen) 또는 Perylene 중 어느 하나 이상을 포함하는 물질로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0082] 제2 유기 발광층(R-EML) 상에 제3 유기 발광층(YG-EML1)이 배치되고, 제3 유기 발광층(YG-EML1) 상에 제4 유기 발광층(YG-EML2)이 배치된다. 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2) 각각은 동일한 제2 정공 타입 호스트 및 제2 전자 타입 호스트를 포함한다. 그러나, 각각의 유기 발광층에서의 제2 정공 타입 호스트 및 제2 전자 타입 호스트의 비율은 다를 수 있다.

[0083] 예를 들어, 제3 유기 발광층(YG-EML1)은 제4 유기 발광층(YG-EML2)보다 정공을 공급하는 제1 전극(130)과 가까이 배치되고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)은 제3 유기 발광층(YG-EML1)보다 전자를 공급하는 제2 전극(150)과 가까이 배치된다. 이때, 제3 유기 발광층(YG-EML1)은 전자를 원활하게 공급받기 위해 제2 전자 타입 호스트의 비율이 더 높을 수 있고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)은 정공을 원활하게 공급받기 위해 제2 정공 타입 호스트의 비율이 더 높을 수 있다. 따라서, 각 유기 발광층에 상대적으로 도달하기 힘든 캐리어의 타입에 따라 제2 정공 타입 호스트 및 제2 전자 타입 호스트의 비율을 다르게 구성할 수 있다.

[0084] 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)은 인광 발광층으로, 황색-녹색 인광 도펀트 물질이 도핑된다. 즉, 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)은 황색-녹색 발광층일 수 있고, 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)에서 발광하는 광의 파장의 범위는 510nm 내지 590nm일 수 있다.

[0085] 황색-녹색 인광 도펀트 물질은 황색-녹색 영역 파장의 광을 발광할 수 있는 물질이다. 황색-녹색 도펀트 물질이 도핑된 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)에서 발광하는 광의 EL 스펙트럼은 황색-녹색 파장 영역에서만 피크를 가지거나, 황색-녹색 파장 영역에서 제1 피크를 가지고 적색 파장 영역에서 제1 피크보다 낮은 강도의 제2 피크를 가지거나, 황색-녹색 파장 영역에서 제1 피크를 가지고, 황색-녹색 파장 영역과 적색 파장 영역 사이에서 변곡점을 가질 수 있다.

[0086] 황색-녹색 도펀트 물질은 Ir(ppy)$_3$(fac tris(2-phenylpyridine)iridium)(tris(2-phenylpyridine)iridium)을 포함하는 이리듐(Ir) 리간드 착물, 또는 Alq$_3$(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하는 물질로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0087] 한편, 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)을 포함하는 제2 발광부(142)의 파장의 범위는 510nm 내지 650nm 일 수 있다. 구체적으로, 적색 발광층인 제2 유기 발광층(R-EML)의 파장의 범위는 600nm 내지 650nm이고, 황색-녹색 발광층인 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 파장의 범위는 황색-녹색 도펀트 물질이 황색-녹색 파장 영역에서만 피크를 가지는 경우에, 510nm 내지 590nm 일 수 있다. 따라서, 제2 발광부(142)의 파장의 범위는 최소 510nm 내지 최대 650nm 일 수 있다.

[0088] 한편, 인광 발광부인 제2 발광부(142)의 두께는 1000 ÅA 미만인 것이 유리할 수 있다. 제2 발광부(142)의 두께가 두꺼울수록, 제2 발광부(142)에서 발광하는 광의 강도가 너무 높아, 유기 발광 소자(ED)의 백색 색좌표가 틀어질 수 있다. 또한, 시간이 지남에 따라 청색 형광 발광부인 제1 발광부(141) 및 제3 발광부(143)의 발광 효율이 상대적으로 낮아짐에 따라, 유기 발광 소자(ED)의 수명이 저하되는 문제가 있다. 아울러, 제2 발광부(142)의 두께가 두꺼울수록, 유기 발광 소자(ED)의 두께가 전체적으로 두꺼워져 구동 전압이 상승하는 문제가 있다. 따라서, 제2 발광부(142)의 두께는 1000 ÅA 미만일 수 있다.

[0089] 제2 전하 생성층(162)은 제2 발광부(142) 및 제3 발광부(143) 사이에 배치된다. 제2 전하 생성층(162)은 제2 N형 전하 생성층(N-CGL2) 및 제2 P형 전하 생성층(P-CGL2)을 포함한다. 제2 N형 전하 생성층(N-CGL2)은 제2 전자 수송층(ETL2) 상에 배치되고, 제2 P형 전하 생성층(P-CGL2)은 제2 N형 전하 생성층(N-CGL2) 및 제4 전자 수송층 사이에 배치된다. 한편, 제2 전하 생성층(162)은 앞서 설명한 제1 전하 생성층(161)과 실질적으로 동일하나 배치만 다른 것으로 중복 설명을 생략한다.

[0090] 제3 발광부(143)는 제2 전하 생성층(162) 상에 배치된다. 제3 발광부(143)는 제4 정공 수송층(HTL4), 제5 유기

발광층(B-EML1) 및 제3 전자 수송층(ETL3)을 포함한다. 제3 발광부(143)는 형광 발광층이므로, 제3 발광부는 형광 발광부로 정의될 수 있다.

[0091] 제4 정공 수송층(HTL4)은 제2 전하 생성층(162)의 제2 P형 전하 생성층(P-CGL2) 상에 배치된다. 제4 정공 수송층(HTL4)은 제2 P형 전하 생성층(P-CGL2)으로부터 제5 유기 발광층(B-EML1)으로 정공을 원활하게 전달하는 유기층이다. 제4 정공 수송층(HTL4)은 앞서 설명한 제1 발광부(141)의 제1 정공 수송층(HTL1) 및 제2 정공 수송층(HTL2)과 실질적으로 동일하므로, 중복 설명을 생략한다.

[0092] 제5 유기 발광층(B-EML1) 상에 제3 전자 수송층(ETL3)이 배치된다. 제3 전자 수송층(ETL3)은 제2 전극(150)으로부터 전자를 공급받는다. 제3 전자 수송층(ETL3)은 공급받은 전자를 제5 유기 발광층(B-EML1)으로 전달한다. 제3 전자 수송층(ETL3)은 앞서 설명한 제1 발광부(141)의 제1 전자 수송층(ETL1)과 실질적으로 동일하므로 중복 설명을 생략한다.

[0093] 제5 유기 발광층(B-EML1)은 제4 정공 수송층(HTL4) 및 제3 전자 수송층(ETL3) 사이에 배치된다. 제5 유기 발광층(B-EML1)은 제3 발광부(143) 내에서 여기자가 형성되는 지점에 배치되고, 특정 색의 광을 발광할 수 있는 물질을 포함한다. 이때, 제5 유기 발광층(B-EML1)은 청색 광을 발광할 수 있는 물질을 포함할 수 있다.

[0094] 제5 유기 발광층(B-EML1)은 호스트-도펀트 시스템, 즉, 큰 중량비를 차지하는 호스트 물질에 발광 도펀트 물질이 소량의 중량비를 차지하도록 도핑된 시스템을 가질 수 있다.

[0095] 이때, 제5 유기 발광층(B-EML1)은 복수의 호스트 물질들을 포함하거나, 단일 호스트 물질을 포함할 수 있다. 복수의 호스트 물질 또는 단일 호스트 물질을 포함하는 제5 유기 발광층(B-EML1)에는 청색 형광 도펀트 물질이 도핑된다. 즉, 제5 유기 발광층(B-EML1)은 청색 발광층일 수 있고, 제1 유기 발광층(B-EML1)에서 발광하는 광의 파장의 범위는 440nm 내지 480nm일 수 있다. 청색 형광 도펀트 물질은 앞서 제1 유기 발광층(B-EML1)의 청색 도펀트 물질과 실질적으로 동일하므로 중복 설명을 생략한다.

[0096] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)는 제1 발광부(141), 제2 발광부(142) 및 제3 발광부(143)가 적층되어 이루어지는 3 스택(stack) 구조를 갖는 유기 발광 소자(ED)이다. 또한, 제1 발광부(141) 및 제3 발광부(143)는 형광 발광부로 청색 광을 발광하고, 제2 발광부(142)는 인광 발광부로 적색 광 및 황색-녹색 광을 발광하므로 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)는 백색을 발광하는 유기 발광 소자(ED)일 수 있다.

[0097] 인광 발광부인 제2 발광부는 호스트 도펀트 시스템으로 구성되어, 도펀트 농도에 따라 발광 영역이 결정될 수 있다. 이러한 발광 영역은 유기 발광 소자(ED)의 색재현율 및 발광 효율과 관련성이 높다. 따라서, 인광 발광부인 제2 발광부(142) 내의 각 유기 발광층(R-EML, YG-EML1, YG-EML2)의 도펀트 농도를 최적화함으로써 유기 발광 소자(ED)의 색재현율 및 발광 효율을 개선할 수 있다. 그리고 이러한 경우에는 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)이 배치된 제2 발광부 내에서 발광 영역이 치우치지 않도록 도펀트 농도를 결정할 수 있다.

[0098] 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도가 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도보다 낮다면, 제2 발광부(142)에서 발광 영역은 제4 유기 발광층(YG-EML2)으로 치우치게 된다. 따라서, 제2 유기 발광층(R-EML)에서 발광하는 적색 광의 강도가 지나치게 낮아질 수 있어, 유기 발광 소자(ED)의 효율 또한 저하될 수 있다.

[0099] 반면에, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도가 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도가 높다면, 제2 발광부(142)에서 발광 영역은 제2 발광부(142)의 중심에 배치된 제3 유기 발광층(YG-EML1)을 중심으로 배치될 수 있고, 이에 따라 제2 유기 발광층(R-EML), 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2) 각각에서 발광하는 광의 강도가 적절히 분배될 수 있다. 따라서, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도보다 높은 것이 효과적일 수 있다.

[0100] 한편, 각 유기 발광층의 발광 영역은 전류 밀도에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 전류 밀도가 낮아질수록 발광 영역이 급격히 감소할 수 있다. 그리고, 각 유기 발광층의 발광 영역은 유기 발광층에 도핑된 도펀트의 농도에 따라 결정될 수 있다. 도펀트의 농도가 최적화된 경우, 유기 발광층의 발광 영역이 넓게 분포될 수 있어, 전류 밀도가 감소하더라도 발광 영역의 감소폭이 적어질 수 있다. 따라서, 도펀트의 농도가 최적화되면, 넓은 전류 밀도 영역, 즉 넓은 범위의 구동 전압에서 유기 발광 소자(ED)의 효율이 일정할 수 있다.

[0101] 이에, 제2 발광부(142)의 발광 영역의 중심이 되는 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트의 농도를 최적화하여 발광 영역의 감소폭을 최소화할 수 있다. 앞서, 설명한 바와 같이, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도보다 높은 것이 효과적일 수 있으며, 이

하에서는 제3 유기 발광층(YG-EML1) 및 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도에 따른 발광 효율 균일도를 확인하기로 한다.

[0102] 도 3a 및 도 3b는 전류 밀도에 따른 발광 효율 균일도를 나타내는 그래프이다. 구체적으로, 도 3a는 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도를 변경하며 측정한 전류 밀도에 따른 적색 발광 효율 균일도를 나타내고, 도 3b는 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도를 변경하며 측정한 전류 밀도에 따른 녹색 발광 효율 균일도를 나타낸다.

[0103] 도 3a 및 도 3b에서 가로축은 전류 밀도(J)를 나타내고, 세로축은 발광 효율 균일도(%)를 나타낸다. 실험예 1은 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 22%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 12%인 경우이고, 실험예 2는 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 22%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%인 경우다. 즉, 실험예 1 및 실험예 2는 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 고정하고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도만을 다르게 구성한 것이다.

[0104] 이때, 발광 효율 균일도는 특정 전류 밀도 범위 내에서 발광 효율의 균일도를 나타낸 것이다. 발광 효율 균일도는 10J의 전류 밀도에서의 발광 휘도(cd/A)를 100% 기준으로 잡고, 100% 기준과의 상대적인 비율을 나타낸 것이다. 예를 들어, 유기 발광 소자가 10J에서 발광 휘도가 100cd/A이면, 100cd/A를 100% 기준으로 정할 수 있다. 효율을 측정하고자 하는 다른 유기 발광 소자가 0.1J에서 발광 휘도가 80cd/A이면, 100cd/A의 80% 수준이므로, 그래프 상에서 가로축은 0.1J 일 때, 세로축은 80%의 값을 가질 수 있다. 따라서, 그래프가 100% 기준선과 가장 유사할수록 넓은 전류 밀도 영역에서 일정한 발광 효율을 나타냄을 알 수 있다.

[0105] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도 변화에 따른 적색 발광 효율 균일도 및 녹색 발광 효율 균일도의 변화가 크게 없음을 알 수 있다. 특히, 0.0001J에서 0.001J 사이인 저전류 밀도 영역(A)에서 실험예 1에 비해 실험예 2가 상당히 근소하게 발광 효율 균일도가 높으나, 전체적인 그래프를 비교하면 변화가 상당히 미미함을 알 수 있다. 따라서, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도를 변경하더라도, 그에 따른 발광 효율 균일도의 변화는 미미하므로, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도를 변경하여 유기 발광 소자(ED)의 효율을 개선하는 것은 어려울 수 있다.

[0106] 도 4a 및 도 4b는 전류 밀도에 따른 발광 효율 균일도를 나타내는 도면이다. 구체적으로, 도 4a는 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도를 변경하며 측정한 전류 밀도에 따른 적색 발광 효율 균일도를 나타내고, 도 4b는 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도를 변경하며 측정한 전류 밀도에 따른 녹색 발광 효율 균일도를 나타낸다.

[0107] 도 4a 및 도 4b에서 가로축은 전류 밀도(J)를 나타내고, 세로축은 발광 효율 균일도(%)를 나타낸다. 실험예 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)를 적용하고, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 22%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 구성한 것이다. 실험예 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)를 적용하고, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 25%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 구성한 것이다. 즉, 실험예 1 및 실험예 2는 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 고정하고, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도만을 다르게 구성한 것이다.

[0108] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도 변화에 따른 발광 효율 균일도의 변화가 도 3a 및 도 3b에 비하여 많음을 알 수 있다. 특히, 0.0001J에서 0.001J 사이인 저전류 밀도 영역에서 실험예 1에 비해 실험예 2의 발광 효율 균일도가 상당히 개선된 것을 확인할 수 있다. 따라서, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도를 변경함에 따라 발광 효율 균일도의 변화도 크므로, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도를 변경하여 유기 발광 소자(ED)의 효율을 개선하는 것이 유리할 수 있다.

[0109] 이하에서는 도 5a 및 도 5b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)의 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도 변화에 따른 발광 효율 균일도의 변화의 경향성을 설명하기로 한다.

[0110] 도 5a 및 도 5b는 비교예 1 내지 비교예 3과 실시예 1 및 실시예 2에서의 전류 밀도에 따른 발광 효율 균일도를 나타내는 도면이다. 구체적으로, 도 5a는 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도를 변경하며 측정한 전류 밀도에 따른 적색 발광 효율 균일도를 나타내고, 도 5b는 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도를 변경하며 측정한 전류 밀도에 따른 녹색 발광 효율 균일도를 나타낸다.

[0111] 도 5a 및 도 5b에서 가로축은 전류 밀도(J)를 나타내고, 세로축은 발광 효율 균일도(%)를 나타낸다. 구체적으로, 비교예 1은 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀

트 농도는 20%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 구성한 것이다. 비교예 2는 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 22%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 구성한 것이다. 비교예 3은 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 30%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 구성한 것이다.

[0112] 실시예 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 25%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 구성한 것이다. 실시예 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 28%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 구성한 것이다. 즉, 각 비교예 및 실시예에서 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 고정되고, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도만 다르게 구성한 것이다.

[0113] 도 5a를 참조하면, 비교예 3, 실시예 1 및 실시예 2는 10J 내지 0.0001J의 전류 밀도 범위에서 적색 발광 효율 균일도 값이 100% 기준선 이상을 유지하는 것을 확인할 수 있다. 이때, 발광 효율 균일도 값이 100% 기준선 이상인 경우, 전류 밀도가 변화하더라도 발광 휘도가 일정한 것을 나타낸다. 따라서, 발광 효율 균일도 값이 계속해서 100% 기준선 이상을 유지하는 비교예 3, 실시예 1 및 실시예 2는 전류 밀도가 변화하더라도 발광 휘도는 일정하게 유지될 수 있으므로, 적색 발광 효율 균일도가 개선된 것을 확인할 수 있다.

[0114] 도 5b를 참조하면, 비교예 2를 제외한 비교예 1, 비교예 3, 실시예 1 및 실시예 2는 10J 내지 0.0001J의 전류 밀도 범위에서 녹색 발광 효율 균일도 값이 100% 기준선 이상을 유지하는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 비교예 1, 비교예 3, 실시예 1 및 실시예 2는 전류 밀도가 변화하더라도 발광 휘도는 일정하게 유지될 수 있으므로, 녹색 발광 효율 균일도가 개선된 것을 확인할 수 있다.

[0115] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 비교예 3, 실시예 1 및 실시예 2의 적색 발광 효율 균일도 및 녹색 발광 효율 균일도가 공통적으로 개선된 것을 확인할 수 있다. 그리고, 비교예 3, 실시예 1 및 실시예 2에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 각각 30%, 25%, 28%로 25% 이상인 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과에서 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도가 25% 이상이어야 유기 발광 소자(ED)의 발광 효율 균일도가 개선될 수 있음을 확인할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)의 실시예 1 및 실시예 2에서 알 수 있듯이 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 25% 이상이므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)는 발광 효율 균일도가 개선됨을 알 수 있다.

[0116] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)에서의 도펀트의 농도에 따른 수명 특성을 나타내는 도면이다. 구체적으로, 도 6은 도 5a 및 도 5b에서 발광 효율 균일도가 개선된 것이 확인된 실시예 2와 비교예 3에서 시간에 따른 발광 강도를 나타낸다.

[0117] 도 6에서 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 발광 강도를 나타낸다. 실시예 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)에서, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 28%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 구성한 것이다. 비교예 3은 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 30%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 구성한 것이다. 그리고, 실시예 2 및 비교예 3은 앞서 도 5a 및 도 5b에서 발광 효율 균일도가 개선되는 것으로 확인된 유기 발광 소자(ED)로, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 15%로 동일하고, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도만을 다르게 구성한 것이다.

[0118] 도 6을 참조하면, 실시예 2와 비교하여 비교예 3의 유기 발광 소자(ED)의 수명이 80% 수준으로 감소한 것을 확인할 수 있다. 다만, 도 5a 및 도 5b를 함께 참조하면, 비교예 3의 유기 발광 소자(ED)의 발광 효율 균일도는 개선되나, 수명은 오히려 저하되는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과에서 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 28%를 넘어가지 않아야 유기 발광 소자(ED)의 수명을 저하시키지 않으면서 발광 효율 균일도를 개선할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0119] 따라서, 수명이 저하되지 않으면서도 발광 효율 균일도를 개선하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)의 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 적어도 28% 이하일 수 있다.

[0120] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)에서의 도펀트의 농도에 따른 수명 특성을 나타내는 도면이다. 구체적으로, 도 7은 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도를 변경하며 측정한 시간에 따른 발광 강도를 나타낸다.

[0121] 도 7에서 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 발광 강도를 나타낸다. 실시예 3은 본 발명의 일 실시예에 따른

유기 발광 소자(ED)에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 25%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 12%로 구성한 것이다. 비교예 4는 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 25%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 8%로 구성한 것이다. 즉, 실시예 3 및 비교예 4는 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 25%로 동일하고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도만 다르게 구성한 것이다.

[0122] 도 7을 참조하면, 실시예 3과 비교하여 비교예 4의 유기 발광 소자(ED)의 수명이 80% 수준으로 감소한 것을 확인할 수 있다. 다만, 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 실시예 3 및 비교예 3의 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도가 25%이므로, 발광 효율 균일도는 개선됨을 확인할 수 있다. 이에, 비교예 4의 발광 효율 균일도는 개선되나, 수명은 오히려 저하되는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과에서 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도가 25% 내지 28%인 경우, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도가 12% 아래로 내려가지 않아야 유기 발광 소자(ED)의 수명을 저하시키지 않으면서 발광 효율 균일도를 개선할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0123] 따라서, 수명이 저하되지 않으면서도 발광 효율 균일도를 개선하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED)의 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 적어도 12% 이상일 수 있다.

[0124] 앞서, 도 3a, 도 3b, 도 4a 및 도 4b의 실험예 1 및 실험예 2에서 확인한 바와 같이, 도 2에 도시된 유기 발광 소자(ED)의 적층 구조에서, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도보다 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도를 변경하여 발광 효율 균일도를 개선하는 것이 유리할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0125] 이어서, 비교예 1 내지 비교예 3, 실시예 1 및 실시예 2에서는 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도가 증가할수록 발광 효율 균일도가 개선되며, 특히 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도가 25% 이상인 경우, 발광 효율 균일도가 개선됨을 확인할 수 있다.

[0126] 그러나, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도가 일정 수준을 넘어가면, 오히려 유기 발광 소자(ED)의 수명이 저하됨을 확인할 수 있다. 따라서, 도 6에서 확인한 바와 같이, 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도가 28% 이하인 경우, 수명이 저하되지 않으면서도 발광 효율 균일도가 개선됨을 확인할 수 있다.

[0127] 그리고, 발광 영역이 치우치지 않고 중심에 배치되도록 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도보다 낮아야 하나, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도가 일정 수준 아래로 떨어지면, 오히려 유기 발광 소자(ED)의 수명이 저하됨을 확인할 수 있다. 따라서, 도 7에서 확인한 바와 같이, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도가 12% 이상인 경우, 수명이 저하되지 않으면서도 발광 효율 균일도가 개선됨을 확인할 수 있다.

[0128] 이에, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자(ED) 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치(100)에서, 유기 발광 소자(ED)의 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도는 25% 내지 28%이고, 제4 유기 발광층(YG-EML2)의 도펀트 농도는 12% 내지 제3 유기 발광층(YG-EML1)의 도펀트 농도이므로, 수명이 저하되지 않으면서도 발광 효율 균일도가 개선될 수 있다.

[0129] 본 발명의 예시적인 다양한 실시예에 따른 유기 발광 소자는 아래와 같이 설명될 수 있다.

[0130] 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 소자는 제1 전극, 제1 전극 상에 배치되고, 제1 유기 발광층을 포함하는 제1 발광부, 제1 발광부 상의 제1 전하 생성층, 제1 전하 생성층 상에 배치되고, 제2 유기 발광층, 제3 유기 발광층 및 제4 유기 발광층을 포함하는 제2 발광부, 제2 발광부 상의 제2 전하 생성층, 제2 전하 생성층 상에 배치되고, 제5 유기 발광층을 포함하는 제3 발광부 및 제3 발광부 상의 제2 전극을 포함하고, 제3 유기 발광층의 도펀트 농도는 제4 유기 발광층의 도펀트 농도보다 크다.

[0131] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 제1 유기 발광층 및 제5 유기 발광층은 청색 발광층이고, 제2 유기 발광층은 적색 발광층이며, 제3 유기 발광층 및 제4 유기 발광층은 황색-녹색 발광층일 수 있다.

[0132] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 유기 발광층 및 제5 유기 발광층은 형광 도펀트를 포함하고, 제2 유기 발광층, 제3 유기 발광층 및 제4 유기 발광층은 인광 도펀트를 포함할 수 있다.

[0133] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제3 유기 발광층의 도펀트 농도는 25% 내지 28%일 수 있다.

[0134] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제4 유기 발광층의 도펀트 농도는 12% 내지 제3 유기 발광층의 농도일 수 있다.

[0135] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제2 발광부의 제2 유기 발광층, 제3 유기 발광층 및 제4 유기 발광층 각각은 적어도 2개의 호스트를 포함하고, 적어도 2개의 호스트 중 하나는 전자 타입 호스트이고, 적어도 2개의 호스트 중 다른 하나는 정공 타입 호스트일 수 있다.

[0136] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제2 발광부의 두께는 1000ÅA 미만일 수 있다.

[0137] 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 기판 및 기판 상의 유기 발광 소자를 포함하고, 유기 발광 소자는, 제1 전극, 제1 전극 상에 배치되고, 제1 정공 수송층, 제1 청색 발광층 및 제1 전자 수송층을 포함하는 제1 형광 발광부, 제1 형광 발광부 상의 제1 전하 생성층, 제1 전하 생성층 상에 배치되고, 제2 정공 수송층, 적색 발광층, 제1 황색-녹색 발광층, 제2 황색-녹색 발광층 및 제2 전자 수송층을 포함하는 인광 발광부, 인광 발광부 상의 제2 전하 생성층, 제2 전하 생성층 상에 배치되고, 제3 정공 수송층, 제2 청색 발광층 및 제3 전자 수송층을 포함하는 제2 형광 발광부 및 제2 형광 발광부 상의 제2 전극을 포함하고, 제1 황색-녹색 발광층의 도펀트 농도는 25% 내지 28%이다.

[0138] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 제2 황색-녹색 발광층의 도펀트 농도는 12% 내지 제1 황색-녹색 발광층의 도펀트 농도일 수 있다.

[0139] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 적색 발광층, 제1 황색-녹색 발광층 및 제2 황색-녹색 발광층은 정공 타입 호스트 및 전자 타입 호스트를 포함할 수 있다.

[0140] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 황색-녹색 발광층은 적색 발광층 상에 배치되고, 제2 황색-녹색 발광층은 제1 황색-녹색 발광층 상에 배치될 수 있다.

[0141] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 인광 발광부의 두께는 1000ÅA 미만일 수 있다.

[0142] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 제한하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 제한되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 제한적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0146] 100 : 유기 발광 표시 장치

110 : 기판

111 : 버퍼층

112 : 게이트 절연층

113 : 층간 절연층

114 : 패시베이션층

115 : 평탄화층

116 : 뱅크

120 : 박막 트랜지스터

121 : 액티브층

122 : 게이트 전극

123 : 소스 전극

124 : 드레인 전극

130 : 제1 전극

140 : 복수의 발광부

141 : 제1 발광부

142 : 제2 발광부

143 : 제3 발광부

150 : 제2 전극

161 : 제1 전하 생성층

162 : 제2 전하 생성층

ED : 유기 발광 소자

HIL : 정공 주입층

HTLn : 제n 정공 수송층

ETLn : 제n 전자 수송층

N-CGLn : 제n N형 전하 생성층

P-CGLn : 제n P형 전하 생성층

B-EML1 : 제1 유기 발광층

R-EML : 제2 유기 발광층

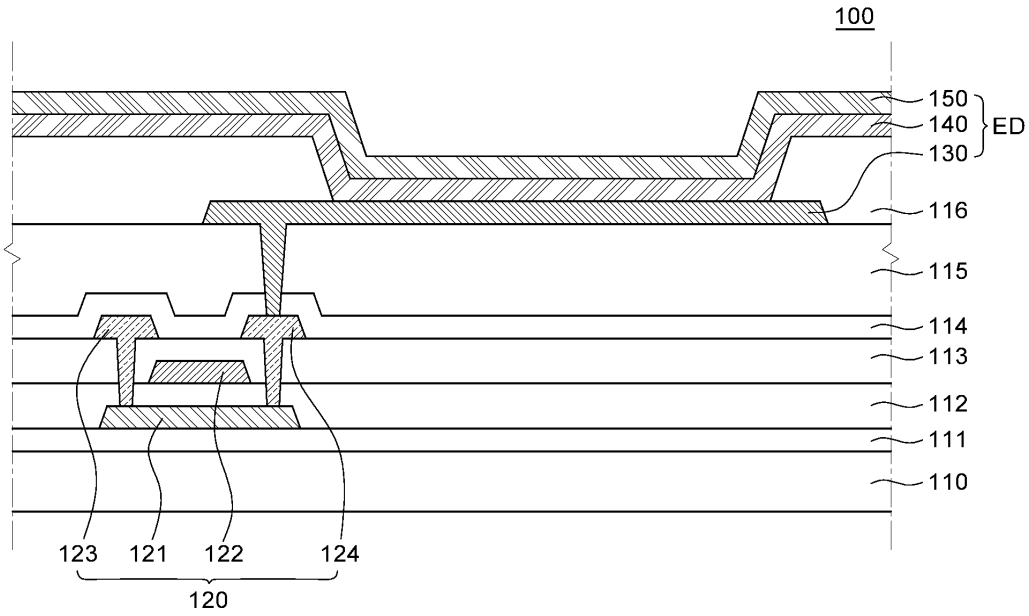
YG-EML1 : 제3 유기 발광층

YG-EML2 : 제4 유기 발광층

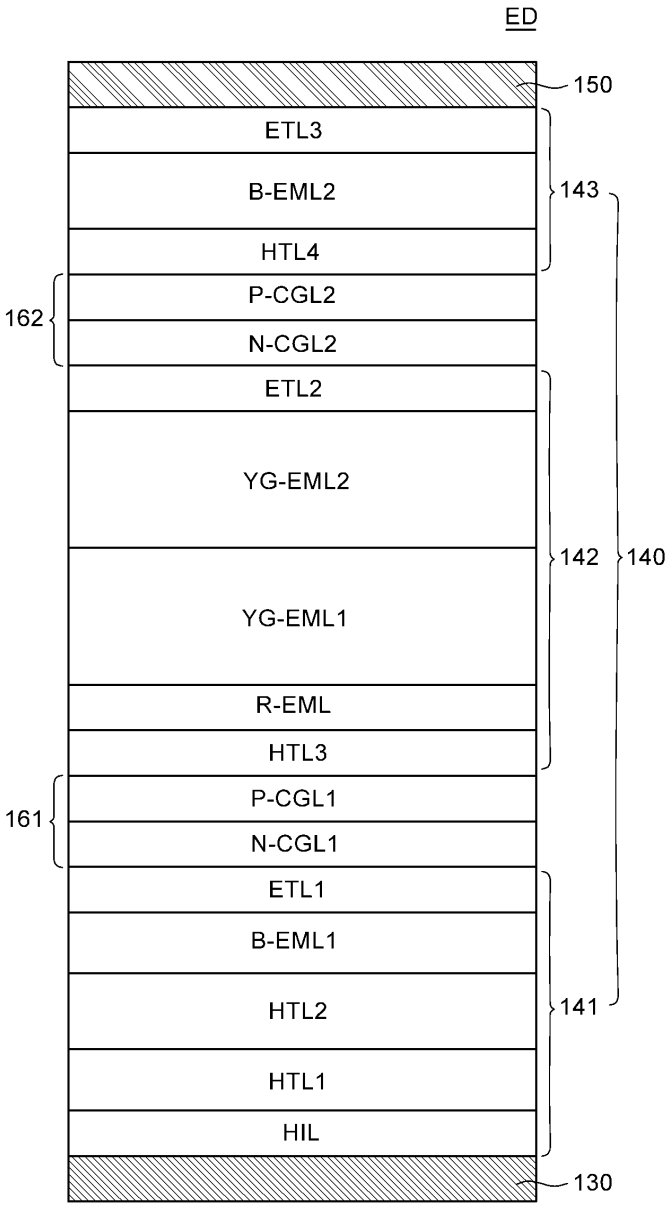
B-EML2 : 제5 유기 발광층

도면

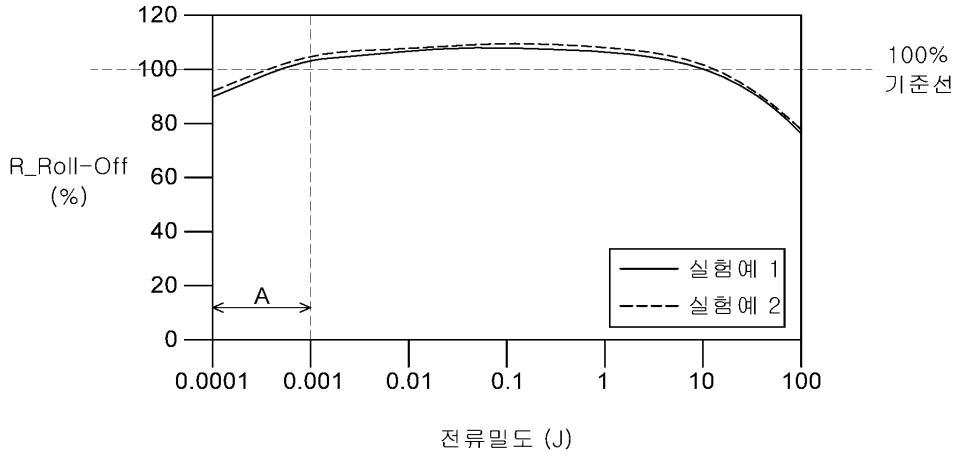
도면1


100
150
140
ED
130
116
115
114
113
112
111
110
123
121
122
124
120

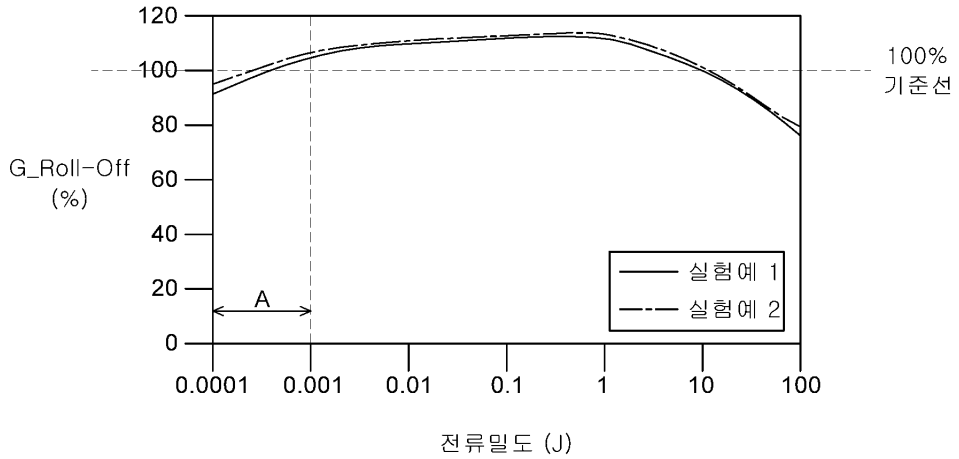
도면2


ED
150
ETL3
B-EML2
HTL4
143
162
P-CGL2
N-CGL2
ETL2
YG-EML2
YG-EML1
142
140
R-EML
HTL3
161
P-CGL1
N-CGL1
ETL1
B-EML1
HTL2
HTL1
HIL
141
130

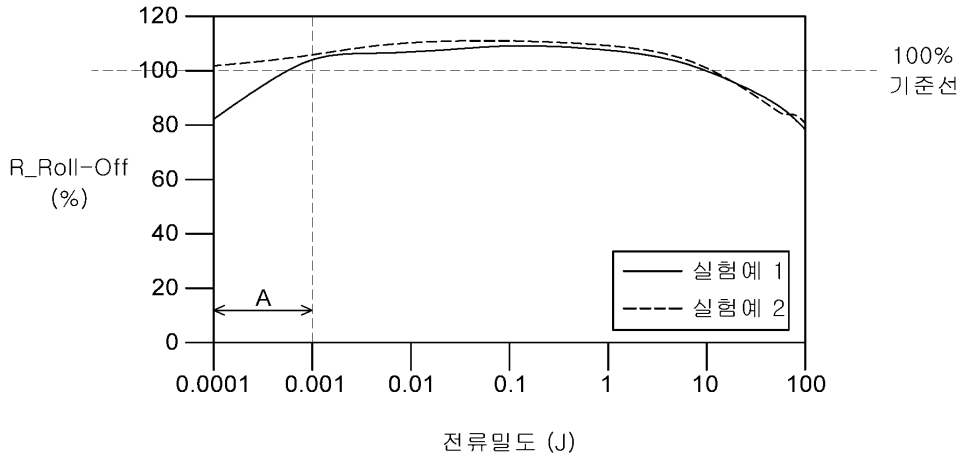
도면3a



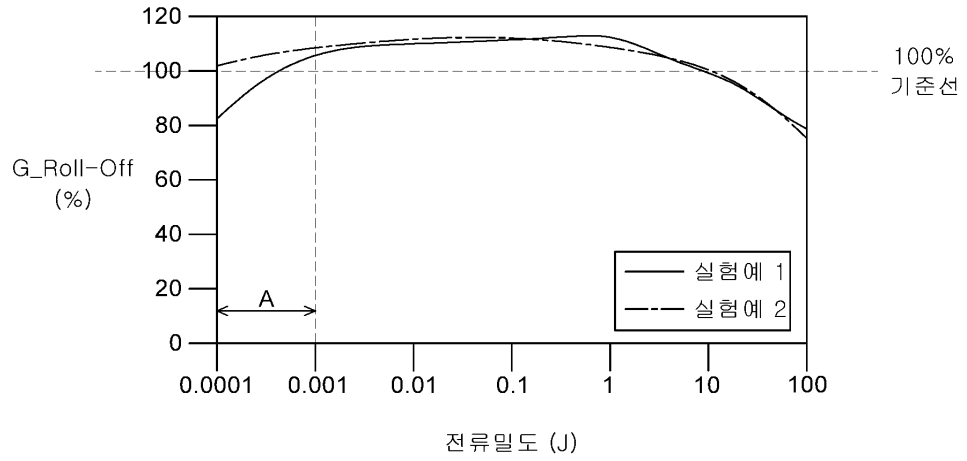
도면3b



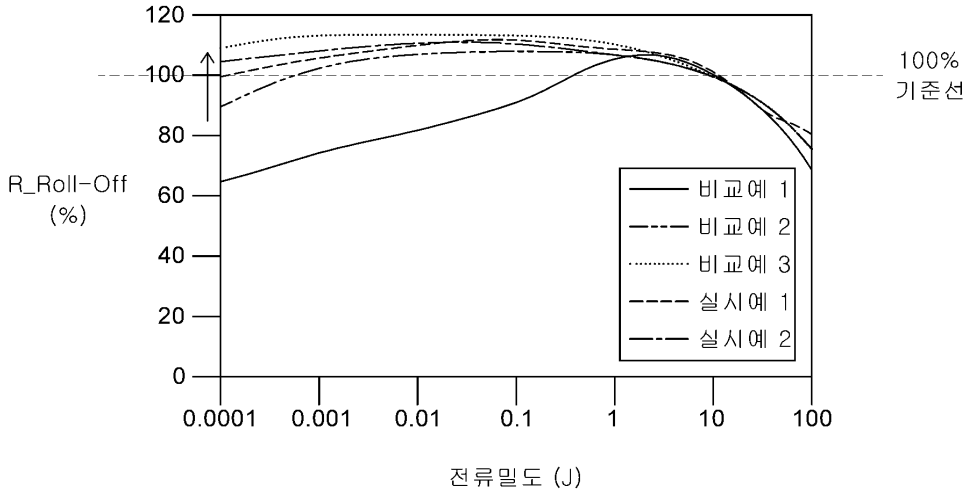
도면4a



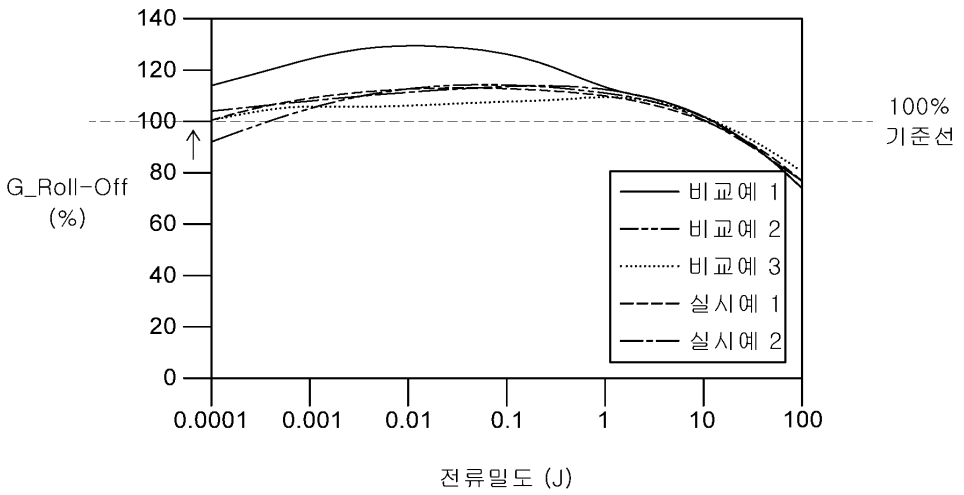
도면4b



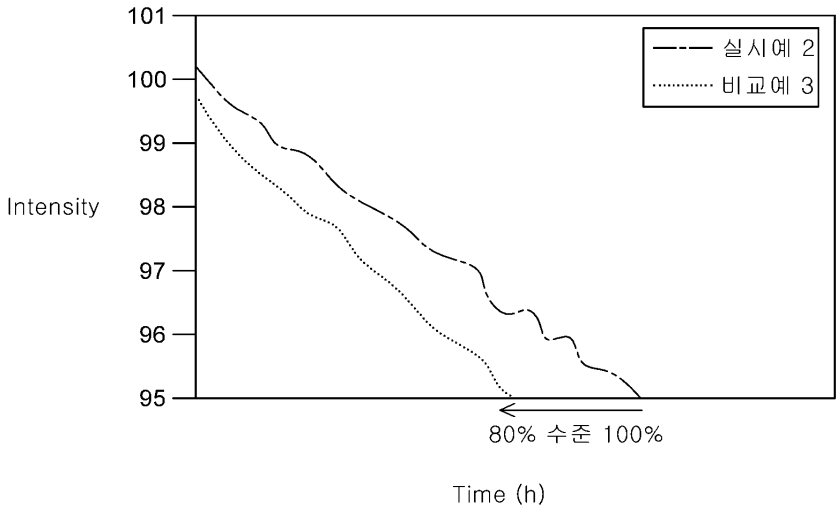
도면5a



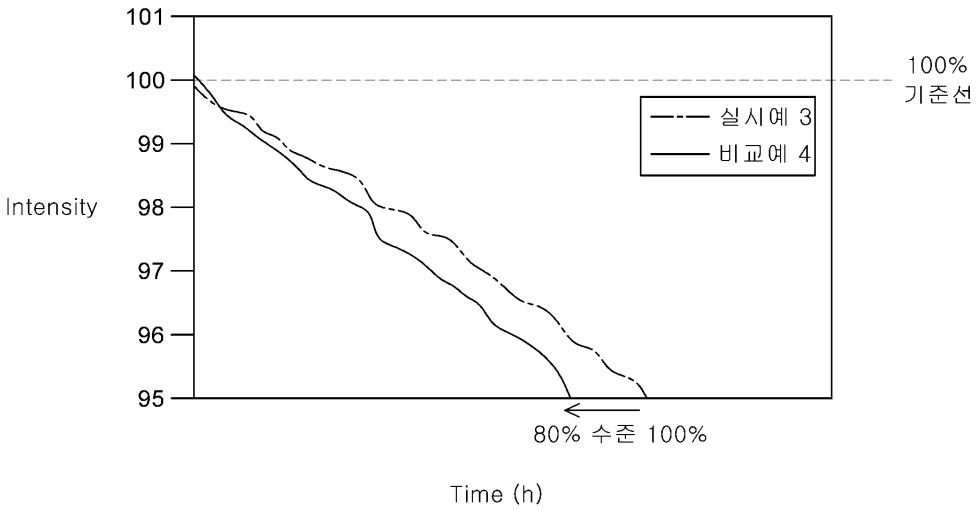
도면5b



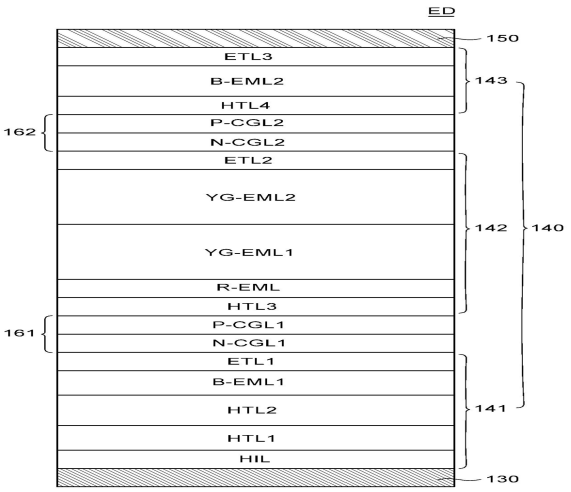
도면6


101
100
99
98
97
96
95
Intensity
실시예 2
비교예 3
80% 수준 100%
Time (h)

도면7


101
100
99
98
97
96
95
Intensity
100%
기준선
실시예 3
비교예 4
80% 수준 100%
Time (h)

专利名称(译)	有机发光器件和包括其的有机发光显示器		
公开(公告)号	KR1020190003151A	公开(公告)日	2019-01-09
申请号	KR1020170083678	申请日	2017-06-30
[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	김지영 김세웅 박정수		
发明人	김지영 김세웅 박정수		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5036 H01L27/32 H01L51/5016 H01L51/5024 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L27/3244 H01L51/5044 H01L51/504 H01L51/5278 H01L2251/5376 H01L2251/5384 H01L2251/558		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光二极管和包括该有机发光二极管的有机发光显示装置技术领域本发明涉及有机发光二极管和包括该有机发光二极管的有机发光显示装置。本发明的有机发光器件设置在第一电极，第一电极上，并且设置在包括第一有机发光层，第一发光部分上的第一电荷产生层和第一电荷产生层的第一发光部分上。第二发光部分包括第二有机发光层，第三有机发光层和第四有机发光层，第二发光部分上的第二电荷产生层和第二电荷产生层。以及第三电极，其包括第三发光部分和在第三发光部分上的第二电极，其中第三有机发光层的掺杂剂浓度大于第四有机发光层的掺杂剂浓度。