



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0047373
(43) 공개일자 2019년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5016 (2013.01)
H01L 27/3211 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0141207
(22) 출원일자 2017년10월27일
심사청구일자 없음

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

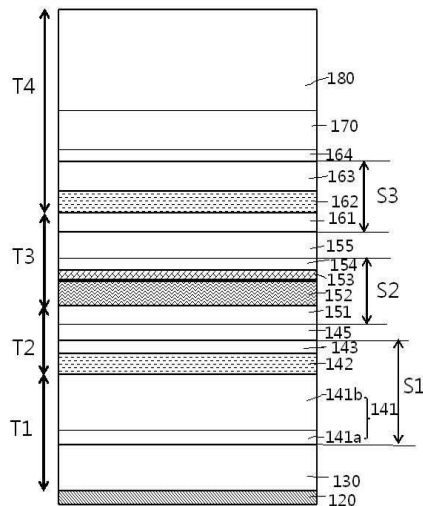
전체 청구항 수 : 총 11 항

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

(57) 요약

본 발명은 텐덤 방식으로 상부 발광을 피하는 구조에서, 발광색별 고른 수명을 통해 장시간 구동에서도 안정된 백색을 구현할 수 있는 백색 유기 발광 소자 및 이를 적용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 27/322 (2013.01)

H01L 51/504 (2013.01)

H01L 51/5056 (2013.01)

H01L 51/5072 (2013.01)

H01L 51/5215 (2013.01)

H01L 51/5234 (2013.01)

(72) 발명자

정영관

경기도 과주시 월롱면 엘지로 245

김희열

경기도 과주시 월롱면 엘지로 245

명세서

청구범위

청구항 1

반사 전극;

상기 반사 전극 상에 제 1 투명 전극;

상기 제 1 투명 전극 상에, 제 1 공통층, 제 1 청색 발광층 및 제 2 공통층을 포함한 제 1 청색 스택;

상기 제 1 청색 스택 상에, 제 3 공통층, 인광 발광층 및 제 4 공통층을 포함한 인광 스택;

상기 인광 스택 상에 제 5 공통층, 제 2 청색 발광층 및 제 6 공통층을 구비한 제 2 청색 스택;

상기 제 2 청색 스택 상에 제 2 투명 전극; 및

상기 제 2 투명 전극 상에 광보상층을 포함하며,

상기 반사 전극의 상부 표면에서 상기 제 1 청색 발광층의 하면까지의 제 1 거리와, 상기 제 1 청색 발광층의 하면에서부터 상기 인광 발광층의 하면까지의 제 2 거리와, 상기 인광 발광층의 하면에서 상기 제 2 청색 발광층의 하면까지의 제 3 거리 및 상기 제 2 청색 발광층의 하면에서부터 상기 광 보상층 상부 표면까지의 제 4 거리는 2:1:1.5:4 의 비를 갖는 백색 유기 발광 소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 인광 발광층은 서로 접한 적색 발광층과 황녹색 발광층을 포함한 백색 유기 발광 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제 1 청색 발광층 및 제 2 청색 발광층의 피크 파장은 430nm 내지 460nm에 있으며,

상기 적색 발광층의 피크 파장은 620nm 내지 640nm 에 있으며,

상기 황녹색 발광층의 피크 파장은 520nm 내지 560nm에 있는 백색 유기 발광 소자.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제 1 거리는 1200Å 내지 1300Å인 백색 유기 발광 소자.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제 1 투명 전극은 500Å 이상의 두께를 갖고, 상기 제 1 공통층은 상기 제 1 투명 전극보다 두꺼운 백색 유기 발광 소자.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 제 1 청색 스택 및 인광 스택 사이에 제 1 전하 생성층과, 상기 인광 스택과 제 2 청색 스택 사이에 제 2 전하 생성층을 더 포함한 백색 유기 발광 소자.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제 1 공통층, 제 3 공통층 및 제 5 공통층은 정공 수송성층을 적어도 일층 이상 포함하며,

상기 제 2 공통층, 제 4 공통층 및 제 6 공통층은 전자 수송성층을 적어도 일층 이상 포함하며,

상기 제 1 내지 제 6 공통층 중 상기 제 1 공통층이 가장 두꺼운 백색 유기 발광 소자.

청구항 8

제 4항에 있어서,

상기 제 1 투명 전극에서부터 상기 광 보상층까지 합산한 두께는 5100Å 내지 5250Å인 백색 유기 발광 소자.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 광 보상층은 1.9 이상의 굴절률을 갖고, 800Å 내지 1200Å의 두께를 갖는 백색 유기 발광 소자.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 제 2 투명 전극은, 상기 제 1 투명 전극보다 얇으며, 300Å 내지 600Å의 두께를 갖는 백색 유기 발광 소자.

청구항 11

복수개의 서브 화소를 포함한 기관;

상기 기관 상에 각 서브 화소에 구비된 구동 트랜지스터;

상기 구동 트랜지스터에 각각 접속된 반사 전극;

상기 반사 전극 상에 제 1 투명 전극;

상기 제 1 투명 전극 상에, 제 1 공통층, 제 1 청색 발광층 및 제 2 공통층을 포함한 제 1 청색 스택;

상기 제 1 청색 스택 상에, 제 3 공통층, 인광 발광층 및 제 4 공통층을 포함한 인광 스택;

상기 인광 스택 상에 제 5 공통층 및 제 2 청색 발광층을 구비한 제 2 청색 스택;

상기 제 2 청색 스택 상에 제 2 투명 전극;

상기 제 2 투명 전극 상에 광보상층; 및

상기 광보상층 상에 적어도 하나의 서브 화소에 대응하여 구비된 컬러 필터층을 포함하며,

상기 반사 전극의 상부 표면에서 상기 제 1 청색 발광층의 하면까지의 제 1 거리와, 상기 제 1 청색 발광층의 하면에서부터 상기 인광 발광층의 하면까지의 제 2 거리와, 상기 인광 발광층의 하면에서부터 상기 제 2 청색 발광층의 하면까지의 제 3 거리 및 상기 제 2 청색 발광층의 하면에서부터 상기 광 보상층 상부 표면까지의 제 4 거리는 2:1:1.5:4 의 비를 갖는 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자에 관한 것으로, 특히, 탠덤 방식으로 상부 발광을 피하는 구조에서, 발광색별 고른 수명을 통해 장시간 구동에서도 안정된 백색을 구현할 수 있는 백색 유기 발광 소자 및 이를 적용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 본격적인 정보화 시대로 접어들어 따라 전기적 정보신호를 시각적으로 표현하는 디스플레이(display) 분야

가 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 처짐 현상이 발생하고, 이로 인해 여러번 이용이 힘들고 유기 발광층 패턴 형성에 불량 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, 파장별로 각각의 PL 피크(Photoluminescence Peak)가 상이한 발광 재료를 포함하는 복수개의 발광층이 소자 내 다른 위치에서 발광하며, 발광된 빛들이 출광이 되는 상부 전극(양극 또는 음극) 상에서 조합되어 빛이 발생된다. 그리고 백색 유기 발광 소자는 일 예로, 형광 발광층을 포함하는 스택과 인광 발광층을 포함하는 스택을 적층시켜 백색 유기 발광 소자를 구현하는 예가 있다.

[0010] 또한, 최근까지의 백색 유기 발광 소자의 발광 방식은 주로 하부 발광 방식에 집중되었는데, 이 경우, 액티브 영역에 요구되는 회로의 영역만큼 발광 영역의 손실이 있어, 발광 면적을 늘리기 위해 각 서브 화소에 요구되는 회로 영역을 반사 전극으로 덮고 반사 전극의 면적을 그대로 발광 면적으로 이용할 수 있는 상부 발광 방식이 고려되고 있다. 그러나, 알려진 상부 발광 방식으로는 백색 유기 발광 소자로서 충분한 효율을 갖지 못하였고, 색상별 효율차가 있어 장시간 구동에 있어서 색특성이 변화하는 문제가 있다. 또한, 특정 색의 수명이 짧아 신뢰성 있는 표시 장치로서의 이용이 어려운 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 상부 발광을 피하여 발광 면적을 늘리고, 또한, 발광색별 고른 수명을 통해 장시간 구동에서도 안정된 백색을 구현할 수 있는 백색 유기 발광 소자 및 이를 적용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 반사 전극과, 상기 반사 전극 상에 제 1 투명 전극과, 상기 제 1 투명 전극 상에, 제 1 공통층, 제 1 청색 발광층 및 제 2 공통층을 포함한 제 1 청색 스택과, 상기 제 1 청색 스택 상에, 제 3 공통층, 인광 발광층 및 제 4 공통층을 포함한 인광 스택과, 상기 인광 스택 상에 제 5 공통층, 제 2 청색 발광층 및 제 6 공통층을 구비한 제 2 청색 스택과, 상기 제 2 청색 스택 상에 제 2 투명 전극 및 상기 제 2 투명 전극 상에 광보상층을 포함하며, 상기 반사 전극의 상부 표면에서 상기 제 1 청색 발광층의 하면까지의 제 1 거리와, 상기 제 1 청색 발광층의 하면에서부터 상기 인광 발광층의 하면까지의 제 2 거리와, 상기 인광 발광층의 하면에서 상기 제 2 청색 발광층의 하면까지의 제 3 거리 및 상기 제 2 청색 발광층의 하면에서부터 상기 광 보상층 상부 표면까지의 제 4 거리는 2:1:1.5:4 의 비를 가질 수 있다.

- [0013] 상기 인광 발광층은 서로 접한 적색 발광층과 황녹색 발광층을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제 1 청색 발광층 및 제 2 청색 발광층의 피크 파장은 430nm 내지 460nm에 있으며, 상기 적색 발광층의 피크 파장은 620nm 내지 640nm에 있으며, 상기 황녹색 발광층의 피크 파장은 520nm 내지 560nm에 있을 수 있다.
- [0015] 상기 제 1 거리는 1200Å 내지 1300Å인 것이 바람직하다.
- [0016] 또한, 상기 제 1 투명 전극은 500Å 이상의 두께를 갖고, 상기 제 1 공통층은 상기 제 1 투명 전극보다 두꺼울 수 있다.
- [0017] 상기 제 1 청색 스택 및 인광 스택 사이에 제 1 전하 생성층과, 상기 인광 스택과 제 2 청색 스택 사이에 제 2 전하 생성층을 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 제 1 공통층, 제 3 공통층 및 제 5 공통층은 정공 수송성층을 적어도 일층 이상 포함하며, 상기 제 2 공통층, 제 4 공통층 및 제 6 공통층은 전자 수송성층을 적어도 일층 이상 포함하며, 상기 제 1 내지 제 6 공통층 중 상기 제 1 공통층이 가장 두꺼울 수 있다.
- [0019] 상기 제 1 투명 전극에서부터 상기 광 보상층까지 합산한 두께는 5100Å 내지 5250Å인 것이 바람직하다.
- [0020] 상기 광 보상층은 1.9 이상의 굴절률을 갖고, 800Å 내지 1200Å의 두께를 가질 수 있다.
- [0021] 상기 제 2 투명 전극은, 상기 제 1 투명 전극보다 얇으며, 300Å 내지 600Å의 두께를 가질 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 유기 발광 표시 장치는 복수개의 서브 화소를 포함한 기관과, 상기 기관 상에 각 서브 화소에 구비된 구동 트랜지스터와, 상기 구동 트랜지스터에 각각 접속된 반사 전극과, 상기 반사 전극 상에 제 1 투명 전극과, 상기 제 1 투명 전극 상에, 제 1 공통층, 제 1 청색 발광층 및 제 2 공통층을 포함한 제 1 청색 스택과, 상기 제 1 청색 스택 상에, 제 3 공통층, 인광 발광층 및 제 4 공통층을 포함한 인광 스택과, 상기 인광 스택 상에 제 5 공통층 및 제 2 청색 발광층을 구비한 제 2 청색 스택과, 상기 제 2 청색 스택 상에 제 2 투명 전극과, 상기 제 2 투명 전극 상에 광보상층 및 상기 광보상층 상에 적어도 하나의 서브 화소에 대응하여 구비된 컬러 필터층을 포함하며, 상기 반사 전극의 상부 표면에서 상기 제 1 청색 발광층의 하면까지의 제 1 거리와, 상기 제 1 청색 발광층의 하면에서부터 상기 인광 발광층의 하면까지의 제 2 거리와, 상기 인광 발광층의 하면에서 상기 제 2 청색 발광층의 하면까지의 제 3 거리 및 상기 제 2 청색 발광층의 하면에서부터 상기 광 보상층 상부 표면까지의 제 4 거리는 2:1:1.5:4의 비를 가질 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 백색 유기 발광 소자 및 이를 적용한 유기 발광 표시 장치는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0024] 본 발명의 백색 유기 발광 소자 및 유기 발광 표시 장치는 반사 전극 상부면에서 제 1 청색 스택의 제 1 청색 발광층 사이의 거리를 1000Å 이상으로 하고, 제 1 청색 스택의 제 1 청색 발광층과 인광 스택의 발광층의 배치를 보다 인접하게 함으로써, 제 1 투명 전극의 두께와 제 1 공통층의 두께를 늘려, 제 1 투명 전극의 면저항을 줄이고, Wf 값을 증가를 통한 홀 주입 효과를 향상시키고, 청색 발광층의 수명을 향상시키고, 차지 밸런스를 향상시킬 수 있는 이점을 갖는다.
- [0025] 또한, 서로 다른 색상의 수명을 유사하게 하여 장시간 구동에서도 안정적인 백색 구현이 가능하다.
- [0026] 그리고, 상대적으로 열화율이 높은 제 1 청색 스택에 구비된 층들의 두께 조절을 통해 차지 밸런스를 개선하여 장치의 색재현율을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 유기 발광 표시 장치를 개략적으로 나타낸 단면도
- 도 2는 도 1의 서브 화소에 구비된 화소 회로를 나타낸 회로도
- 도 3은 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도
- 도 4는 도 3의 각 스택의 발광층의 위치를 피크 파장별 반사 전극으로부터 거리에 대응하여 나타낸 등고선 도
- 도 5는 본 발명의 유기 발광 표시 장치의 일 서브 화소를 나타낸 단면도
- 도 6은 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 등고선도

도 7a 및 도 7b는 비교예 및 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 적색, 녹색 및 청색의 수명을 나타낸 그래프

도 8은 비교예 및 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 과장별 세기 특성을 나타낸 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 다양한 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 다양한 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 발명의 다양한 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의된다.
- [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 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.
- [0034] 본 명세서에서 '도핑된'이란, 어떤 층의 대부분의 중량비를 차지하는 물질에, 대부분의 중량비를 차지하는 물질과 다른 물성(서로 다른 물성이란, 예를 들어, N-타입과 P-타입, 유기물질과 무기물질)을 가지는 물질이 중량비 10 % 미만으로 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.
- [0035] 본 명세서에서 EL (전계발광, electroluminescence) 스펙트럼이라 함은, (1) 유기 발광층에 포함되는 도펀트 물질이나 호스트 물질과 같은 발광 물질의 고유한 특성을 반영하는 PL(광발광, photoluminescence) 스펙트럼과, (2) 전자 수송층 등과 같은 유기층들의 두께를 포함한 유기 발광 소자의 구조와 광학적 특성에 따라 결정되는, 아웃 커플링(out coupling) 에미턴스(emittance) 스펙트럼 커브의 곱으로써 산출된다.
- [0036] 본 명세서에서 스택이란, 정공 수송층과, 정공 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.

- [0037] 이하에서는, 본 발명의 유기 발광 표시 장치와 이에 이용되는 백색 유기 발광 소자 및 회로를 설명하고, 비교예와 대비된 효과를 살펴본다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 유기 발광 표시 장치를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- [0039] 도 1과 같이, 본 발명의 유기 발광 표시 장치는, 복수개의 서브 화소를 포함한 기관(100)과, 상기 각 서브 화소마다 구비된 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)를 포함한 화소 회로와, 상기 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)와 전기적으로 연결된 백색 유기 발광 소자(WOLED) 및 각 서브 화소에 대응되어 구비된 컬러 필터층(210, 220, 230)을 포함한다.
- [0040] 기관(100)은 플라스틱, 유리, 세라믹 등으로 이루어지는 절연 기관일 수 있으며, 기관(100)이 플라스틱으로 구성될 경우, 슬림하며 휘어질 수 있는 플렉서블(flexible)한 특성을 가질 수 있다. 다만, 기관(100)의 재료는 이에 국한되지 않으며, 금속을 포함하고 배선이 형성되는 측에 절연성 버퍼층을 더 구비한 형태로도 이루어질 수도 있다.
- [0041] 도시된 예는, 예를 들어, 하나의 화소(pixel)가 적색 서브 화소(R-SP), 녹색 서브 화소(G-SP), 청색 서브 화소(B-SP) 및 백색 서브 화소(W-SP)를 구비한 형태로, 이와 같이, 4개의 서브 화소(sub-pixel)가 하나의 화소를 이룰 수도 있고, 백색 서브 화소를 제외하여 적색 서브 화소(R-SP), 녹색 서브 화소(G-SP) 및 청색 서브 화소(B-SP)의 3 서브 화소가 하나의 화소를 이룰 수도 있다. 경우에 따라서, 적/녹/청과 다른 색상을 발광하는 3색 이상의 서브 화소들의 조합으로도 화소가 정의될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 유기 발광 표시 장치는 백색 유기 발광 소자(WOLED)가 공통적으로 모든 서브 화소에 구비되되, 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 출광되는 측에 컬러 필터층(210, 220, 230)을 두어 백색 광을 상기 컬러 필터층(210, 220, 230)이 투과하는 과장대의 광을 투과시키는 것이다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 적색, 녹색, 청색 및 백색 서브 화소(R-SP, G-SP, B-SP, W-SP)가 한 화소를 이룰 때될 때, 백색 서브 화소(W-SP)를 제외하여 나머지 적색, 녹색 및 청색 서브 화소에 각각 적색, 녹색 및 청색 컬러 필터층(210, 220, 230)이 구비될 수 있다.
- [0043] 그리고, 백색 유기 발광 소자(WOLED)는 아래에서부터 차례로, 반사 전극(120), 제 1 투명 전극(130), 적어도 3개의 발광 유닛을 포함한 유기 스택(2000)과, 제 2 투명 전극(170) 및 광 보상층(180)이 적층되어 이루어질 수 있다.
- [0044] 여기서, 제 1 투명 전극(130) 및 제 2 투명 전극(170)은 투명 도전 산화막(TCO: Transparent Conductive Oxide)으로, 유기 스택(2000)의 각 발광 유닛의 발광층들에서 나온 광들은 상부의 제 2 전극(170)을 통과하며, 각 발광 유닛의 발광층들에서 제 2 투명 전극(170)의 내측에서 일부 공진된 광은 다시 반사 전극(120)을 통해 반사되어 제 2 투명 전극(170)으로 출사된다.
- [0045] 상기 투명 도전 산화막(TCO)은 예를 들어, 인듐(Indium), 주석(Tin), 아연(Zinc), 갈륨(Gallium), 카드뮴(Cd), 하프늄(Hf), 지르코늄(Zr)과 같이, 대체적으로 일함수 3.5eV 내지 7eV 범위에 포함되는 금속을 적어도 하나 포함시킨 투명 금속 산화막이다. 주로 ITO (Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 및 IGZO (Indium Gallium Zinc Oxide)가 있으나 열거된 예에 한하지 않으며, 상술한 일함수 범위에 있으면서 투명 전극이라면 대체 가능할 것이다.
- [0046] 여기서, 반사 전극(120) 및 제 1 투명 전극(130)은 동일 공정에서 연속하여 형성될 수 있다. 또한, 제 1 투명 전극(130)은 고온에 취약한 유기 스택(2000)의 전단계에서 형성되기 때문에, 200℃ 이상의 고온에서 증착이 가능하나, 유기 스택(2000) 이후에 형성된 제 2 투명 전극(170)은 유기 스택(2000)의 특성에 영향을 주지 않는 100℃ 이하의 온도에서 증착이 가능한 투명 전극을 이용한다. 예를 들어, 제 1 투명 전극(130)은 ITO(Indium Tin Oxide)로 형성하고, 제 2 투명 전극(170)은 IZO(Indium Zinc Oxide)로 형성할 수 있다.
- [0047] 한편, 본 발명의 유기 발광 표시 장치에 있어서, 백색 유기 발광 소자(WOLED)는 각 서브 화소에 구비되어 공통적으로 백색을 발광하므로, 컬러 표시를 위해 상기 백색 유기 발광 소자(WOLED) 상측에는 서로 다른 과장대의 광을 선택적으로 투과시키는 컬러 필터층(210, 220, 230)을 더 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 백색 서브 화소(SP)가 구비된 유기 발광 표시 장치에 있어서는, 상기 백색 서브 화소(SP)에는 컬러 필터층을 생략할 수 있다.
- [0048] 또한, 이와 같이, 제 1 투명 전극(130) 하측에 반사 전극(120)을 구비한 구조에 있어서는, 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 제 2 투명 전극(170)의 상부에서 출광이 이루어지는데, 광의 아웃 커플링(out-coupling) 특성을 향상시키도록 제 2 투명 전극(170) 상에 광 보상층(180)을 더 구비할 수 있다.

- [0049] 한편, 기관(100)은 크게 중앙에 액티브 영역(Active Area)과 그 외곽의 외곽 영역으로 구분된다. 상기 액티브 영역(AA) 내에는, 복수개의 서브 화소(SP)가 매트릭스 상으로 배열되어, 표시가 이루어진다.
- [0050] 도 2는 본 발명의 유기 발광 표시 장치의 일 서브 화소를 나타낸 회로도이다.
- [0051] 도 2와 같이, 상기 서브 화소(SP)는 서로 교차하는 스캔 라인(SL)과 데이터 라인(DL)으로 구분된다. 또한, 상기 표시 영역(AA) 내에는, 각 서브 화소(SP)에 구비되는 화소 회로(PC)를 구동하도록 상기 데이터 라인과 동일 방향으로 구동 전압이 인가되는 구동 전압 라인(VDDL)이 더 구비되며, 상기 구동 전압 라인은 픽셀 회로(PC)의 일부인 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)에 연결된다.
- [0052] 도 2를 참조하여, 상기 라인들에 연결된 화소 회로(PC)를 설명하면, 화소 회로(PC)는 상기 스캔 라인(GL)과 데이터 라인(DL)의 교차부에 구비된 스위칭 박막 트랜지스터(S-Tr), 스위칭 박막 트랜지스터(S-Tr)과 구동 전압 라인(VDDL) 사이에 구비된 구동 박막 트랜지스터(D-Tr), 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)와 연결된 백색 유기발광 소자(WOLED) 및 상기 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)의 게이트 전극과 드레인 전극(혹은 소스 전극) 사이에 구비된 스토리지 캐패시터(Cst)를 포함한다.
- [0053] 여기서, 스위칭 박막 트랜지스터(S-Tr)는 스캔 라인(GL)과 데이터 라인(DL)이 교차하는 영역에 형성되어, 해당 서브 화소를 선택하는 기능을 하며, 그리고, 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)는 스위칭 박막 트랜지스터(S-Tr)에 의해 선택된 서브 화소의 백색 유기발광 소자(WOLED)를 구동하는 기능을 한다. 여기서, 상기 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)의 소오스 전극이 위치하는 제 1 노드(A)에는 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 반사 전극(120) 및 제 1 투명 전극(130)이 전기적으로 연결되며, 제 2 투명 전극(170)은 외곽 영역에서 접지 전압(VSS)을 인가받는다.
- [0054] 상기 반사 전극(120) 및 제 1 투명 전극(130)은 각 서브 화소별로 나뉘도록 구비되며, 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 나머지 구성인 유기 스택(2000) 및 제 2 전극(170)과 광 보상층(180)은 적어도 액티브 영역(AA)에 대하여는 분리되지 않고 공통적으로 형성된다. 그리고, 외곽 영역에서 상기 광 보상층(180)은 제 2 전극(170)의 보호를 위해 제 2 전극(170)의 가장자리를 덮도록 하여 제 2 전극(170)보다 큰 면적으로 형성할 수 있다.
- [0055] 이하, 본 발명의 유기 발광 표시 장치에 이용된 백색 유기 발광 소자에 대해 설명한다.
- [0056] 도 3은 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이며, 도 4는 도 3의 각 스택의 발광층의 위치를 피크 파장별 반사 전극으로부터 거리에 대응하여 나타낸 등고선 도이다.
- [0057] 도 3과 같이, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 반사 전극(120)과, 상기 반사 전극 상에 제 1 투명 전극(130)과, 이어 형성되는 3개의 스택(S1, S2, S3)과, 그 상부의 제 2 전극(170) 및 광보상층(180)을 포함하여 이루어진다. 그리고, 상기 각 스택(S1, S2, S3)은 전하 생성층(145, 155)에 의해 서로 구분될 수 있다. 상기 전하 생성층(145, 155)은 전극에 접하지 않은 스택들(S1, S2, S3)에, 전자 또는 정공의 캐리어를 공급하는 층으로, 각각은 단일로도 형성할 수 있지만, n형 전하 생성층과 p형 전하 생성층의 NP 접합 구성을 포함하여 형성할 수도 있다. 또한, n형 전하 생성층은 전자 수송성 유기물에 n형 도펀트가 포함될 수 있으며, p형 전하 생성층은 정공 수송성 유기물에 p형 도펀트가 포함될 수 있다.
- [0058] 도 3에 도시된 반사 전극(120) 상부의 구성은 광의 공진과 출광 특성에 영향을 미치는 층들로, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 각 스택(S1, S2, S3)의 발광층의 위치가 중요한 의미를 가지며, 특히, 상부 발광 방식에서 일정 이상의 수명을 확보하기 위해, 두꺼운 제 1 전극(130) 및 제 1 공통층(141)을 구비하여야 한다.
- [0059] 구체적으로, 제 1 청색 스택(S1)은 상기 제 1 투명 전극(130) 상에, 차례로 적층된 제 1 공통층(141), 제 1 청색 발광층(142) 및 제 2 공통층(143)을 포함한다.
- [0060] 여기서, 제 1 공통층(141)은 정공 주입층(141a) 및 정공 수송층(141b)을 포함할 수 있다. 여기서, 제 1 투명 전극(130)으로부터 유기 스택(2000)으로 정공이 주입될 때, 전극과 유기물이 최초 접하는 계면에서의 스트레스가 커 이를 완화하도록 제 1 투명 전극(130)의 표면에 계면 처리를 하고, p형 도펀트를 포함한 정공 주입층(141a)을 구비하는 것이 바람직하다. 그리고, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 반사 전극(120)의 상부면에서 제 1 스택(S1)의 발광층간의 거리가 짧을 때, 청색 수명이 타 색 수명 대비 저하되는 문제점을 발견하고 이를 해결하고자 한 것으로, 적어도 반사 전극(120) 상부면에서, 상기 제 1 청색 발광층(142)의 하부까지의 제 1 거리는 1200 Å 내지 1300 Å으로 한다. 이를 위해, 상기 제 1 투명 전극(130)의 두께는 500 Å 이상으로 하며, 상기 제 1 공통층(141)은 상기 제 1 투명 전극(130)보다 두껍게 한다.
- [0061] 또한, 상기 제 1 청색 스택(S1) 상에는 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 스택(S2)이 구비된다. 상기 인광 스택(S2)은 제 3 공통층(151)과, 인광 발광층(152, 153) 및 제 4 공통층(154)을 포함한다. 인광 스택(S2)에는

황녹색 발광층(152)과 적색 발광층(153)이 접하여 구비되는데, 탠덤 스택 구조에서 청색 스택과 황녹색 발광층 만으로도 백색을 구현할 수 있지만 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 황녹색 발광층으로만 인광 스택(S2)의 발광층이 있을 때, 적색의 색재현율이 부족하기 때문에, 이를 방지하고자 적색 발광층(153)을 구비한다. 이 경우, 인광 스택(S2)에서 적색 발광층(153)은 주 발광 특성이 아닌 보조 발광 특성을 갖는 것으로, 상대적으로 인광 스택(S2)에서 황녹색 발광층(152)이 적색 발광층(153)보다 두께를 두껍게 하여 구비한다. 대략적으로 황녹색 발광층(152)과 적색 발광층(153)의 두께 비는 2.5 내지 5: 1에 상당하다.

[0062] 또한, 상기 인광 스택(S2) 상에는 제 2 청색 스택(S3)이 구비되며, 상기 제 2 청색 스택(S3)은 제 5 공통층(161) 및 제 2 청색 발광층(162) 및 제 6 공통층(163)을 포함한다. 상기 제 6 공통층(163) 상에는 제 2 투명 전극(170)으로부터 전자 주입 특성을 향상시키기 위해 전자 주입층(164)이 더 구비될 수 있다.

[0063] 제 1 내지 제 6 공통층(141, 143, 151, 154, 161, 163)은 서브 화소들에서 구분되지 않고 공통으로 구비되어 있기 때문에, 이와 같이 명명된 것이며, 각각은 정공 또는 전자를 인접한 발광층으로 수송하는 것을 기본 기능으로 한다. 각 스택의 발광층 전단에 위치한 제 1, 제 3 및 제 5 공통층(141, 151, 161)은 정공 수송층일 수 있으며, 각 스택의 발광층 후단에 위치한 제 2, 제 4 및 제 6 공통층(143, 154, 163)은 전자 수송층일 수 있다. 이 경우, 정공 수송층인 정공 이동도(hole mobility)가 전자 이동도(electron mobility)보다 빠른 층이며, 반대로 전자 수송층이란 전자 이동도가 정공 이동도보다 빠른 층이다. 그리고, 본 발명의 백색 유기 발광 소자에서는 상기 공통층들 중 제 1 공통층(141)이 가장 두꺼울 수 있다. 이 경우, 상기 제 1 공통층(141)의 두께로, 제 1 청색 발광층(142)의 위치를 정의하는 것으로, 상기 제 1 공통층(141)의 두께는 복수 스택 구조의 상부 발광 소자의 가장 하부에 위치하는 (제 1 청색 발광층의)발광 영역을 정의하는 것에 의미가 있다.

[0064] 각 스택 사이에 구비된 전하 생성층(145, 155)이 n형 전하 생성층과 p형 전하 생성층의 2층을 구비할 때, 하층의 n형 전하 생성층은 인접한 하부 스택의 전자 수송층과 연속하여 도펀트만 일부 변경하여 형성할 수 있으며, 상층의 p형 전하 생성층은 인접한 상부 스택의 정공 수송층과 연속하여 도펀트만 일부 변경하여 형성할 수 있다.

[0065] 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 상기 반사 전극(120)의 상부 표면에서 상기 제 1 청색 발광층(142)의 하면까지의 제 1 거리(T1)와, 상기 제 1 청색 발광층(142)의 하면에서부터 상기 황녹색 발광층(152)의 하면까지의 제 2 거리(T2)와, 상기 황녹색 발광층(152)의 하면에서부터 상기 제 2 청색 발광층(162)의 하면까지의 제 3 거리(T3) 및 상기 제 2 청색 발광층(162)의 하면에서부터 상기 광 보상층(180) 상부 표면까지의 제 4 거리(T4)는 2:1:1.5:4(=T1: T2: T3: T4)의 비를 갖는 가지며, 이러한 거리 비를 각 발광 스택의 효율 및 색재현율과 수명을 고려하여 도출한 것이다. 특히, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 상기 반사 전극(120)의 상부 표면에서 상기 제 1 청색 발광층(142)의 하면까지의 제 1 거리(T1)와 상기 제 1 청색 발광층(142)의 하면에서부터 상기 황녹색 발광층(152)의 하면까지의 제 2 거리(T2)가 2:1인 점에 주목한다.

[0066] 그리고, 본 발명의 백색 유기 발광 소자에서 유기 스택(2000)이란 제 1 투명 전극(130)과 제 2 투명 전극(170) 사이의 유기물층의 구성을 포함하여 이룬 것으로 이들의 주성분이 유기물 성분이기 때문이다. 경우에 따라 유기 스택(2000) 중 전자 주입층(164)은 얇은 금속화합물을 포함한 무기물층으로 형성할 수도 있다.

[0067] 본 발명의 백색 유기 발광 소자에서 하부의 반사 전극(120)의 상부면으로부터 상부에 위치한 유기 스택(2000)의 아웃 커플링을 향상시키기 위한 광 보상층(180)까지의 거리를 포함한 총 두께(T1+T2+T3+T4)는 5100Å 내지 5250Å에 해당한다.

[0068] 또한, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 반사 전극의 상부면으로부터 유기 스택(2000)의 거리에 따라 발광 스펙트럼을 나타낸 등고선도인 도 4를 통해, 각 스택의 발광층의 위치를 정할 수 있다. 도 4를 참조하면, 대략 460nm 파장, 550nm 파장, 630nm 파장에서, 최대 발광 세기가 발생하는 위치를 찾을 수 있는 것으로, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 수명을 고려하여, 가장 제 1 투명 전극(130)에 인접한 제 1 청색 스택(S1)의 제 1 청색 발광층(142)의 위치(B1)를 제 1, 제 2 투명 전극 사이의 거리 내에 위치하는 3개의 최적 청색 피크 중 2번째의 청색 피크가 나타난 위치로 한 것이다. 또한, 인광 스택(S2)의 황녹색 발광층(152)의 위치(YG)는 제 1 청색 발광층(142) 상부에 위치하여야 하기 때문에, 상기 제 1 청색 발광층(142)의 위치(B1)에 인접하게 위치하여야 하기 때문에, 이에 따라 제 1 청색 스택(S1)의 제 1 청색 발광층(142)과 인광 스택(S2)의 황녹색 발광층(152)간의 이격 거리가 짧다.

[0069] 한편, 도 4에 도시된 예는 청색, 황녹색 및 적색 발광층의 도펀트를 대략 460nm, 550nm, 630nm의 파장으로 한 것을 나타냈지만, 이에 한하지 않으며, 청색 도펀트는 430nm 내지 460nm의 범위에서 발광하는 재료에서 선택할

수 있으며, 황녹색 발광층의 도펀트는 520nm 내지 560nm의 범위에서 발광하는 재료에서 선택할 수 있으며, 적색 발광층의 도펀트는 620nm 내지 640nm의 범위에서 발광하는 재료에서 선택한다. 경우에 따라, 황녹색 발광층은 황녹색 파장에서 발광하는 도펀트 대신 녹색 파장에서 발광하는 도펀트를 이용할 수도 있다.

[0070] 이에 따라, 반사 전극(120)의 상면에서 제 1 투명 전극(130)의 하면부터 상기 제 1 청색 발광층(142) 사이의 제 1 거리(T1)는 1200Å 내지 1300Å에 상당하며, 상기 제 1 거리(T1) 내에는 제 1 투명 전극(130), 제 1 공통층(141)이 포함된다. 이 경우, 상기 제 1 투명 전극(130)은 500Å 이상의 두께를 가지며, 그 상부의 제 1 공통층(141)은 상기 제 1 투명 전극(130)보다 두껍다. 그리고, 제 1 공통층(141)은 정공 주입층(141a)과 정공 수송층(141b)을 포함하는 것으로, 정공 주입층(141a)은 대략 20Å 내지 200Å의 두께로 하며, 나머지 정공 수송층(141b)은 300Å 내지 700Å의 두께로 한다. 정공 수송층(141b)은 경우에 따라, 서로 다른 밴드갭 특성을 갖는 다른 물질로 2층 이상으로 구비할 수도 있다. 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 상기 제 1 청색 스택(S1)에서의 제 1 투명 전극(130)과 이와 접한 제 1 공통층(141)의 두께를 1200Å 내지 1300Å 이상으로 충분히 하여 제 1 투명 전극(130)을 주입한 정공들이 충분한 두께의 제 1 공통층(141)을 통과하여 제 1 청색 발광층(142)에 공급되어, 상부의 이층 이상의 스택을 통과하여 공급되는 전자와의 캐리어 밸런스를 유지시켜 수명의 열화를 방지할 수 있다. 또한, 상기 제 1 투명 전극(130)의 두께보다 제 1 청색 발광층(142)의 두께가 더 두꺼운 이유는 정공의 수송 거리를 일정 거리 이상으로 하여, 충분한 수명을 확보하고자 하기 때문이며, 정공이 제 1 청색 발광층(142)으로 도달하기까지 일정 이상의 거리를 가져야 도 4에서 공진 특성에 고려된 위치에 청색 발광 영역(B1)이 발생될 수 있기 때문이다.

[0071] 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 상기 제 1 청색 발광층(142)의 위치를 선택함에 있어, 제 1, 제 2 투명 전극(130, 170) 사이의 거리 내에 위치하는 3개의 최적 청색 피크 중 2번째의 청색 피크가 나타난 위치로 했기 때문에, 상층에 형성되는 인광 발광층(152, 153)들은, 반사 전극(120)의 상부면으로부터 제 1 청색 발광층(142)의 하면 사이의 제 1 거리(T1) 대비, 상기 제 1 청색 발광층(142)으로부터 가까운 제 2 거리(T2)에 있다. 이 때, 상기 제 2 거리(T2) 내에 제 2 공통층(143), 제 1 전하 생성층(145) 및, 제 3 공통층(151)이 포함되어 있어, 이들 층은 타 스택에 포함되는 층들 대비 낮은 두께일 수 있다.

[0072] 또한, 제 2 청색 발광층(162)은 제 1, 제 2 투명 전극(130, 170) 사이의 거리 내에 위치하는 3개의 최적 청색 피크 중 3번째의 청색 피크가 나타난 위치로 한다. 여기서, 상기 인광 발광층 중 하층에 위치한 황녹색 발광층(152)의 하부면으로부터 제 2 청색 스택(S3)의 제 2 청색 발광층(162)의 하부면까지의 제 3 거리(T3)는 대략 870Å 내지 950Å에 상당하다. 이 경우, 백색을 발광할 때, 가장 큰 효율을 차지하는 것이 황녹색 발광이기 때문에, 실질적으로 황녹색 발광층(152)의 두께는 제 1, 제 2 청색 발광층(142, 162)이나 인접해 있는 적색 발광층(153) 대비 상대적으로 두껍다. 황녹색 발광층(152)과 적색 발광층(153)의 두께 비는 2.5 내지 5:1에 상당하다. 그리고, 상기 제 3 거리(T3) 내에 상기 황녹색 발광층(152)과 적색 발광층(153)을 합한 인광 발광층의 두께는 제 3 거리(T3)의 1/3 내지 1/2를 차지한다.

[0073] 또한, 제 2 청색 스택(S3)은 타색 대비 상대적으로 약한 청색의 효율을 향상시키기 위해 구비되는 것으로, 경우에 따라, 상기 제 1 청색 스택(S1)과 제 2 청색 스택(S3)은 청색의 서로 다른 파장을 갖는 도펀트를 사용하거나 두께를 달리하여 이용할 수 있다. 예를 들어, 제 1 청색 발광층(142) 대비 제 2 청색 발광층(162)은 상대적으로 낮은 파장(진청색: deep blue)의 도펀트를 이용할 수 있으며, 상대적으로 두께를 두껍게 할 수 있으며, 이를 통해 시야각 특성을 보강하며, 광학 특성을 최적화할 수 있다.

[0074] 상기 제 2 청색 발광층(162)의 하면부터 광 보상층(180)까지의 제 4 거리(T4)는 대략 2350Å 내지 2450Å의 범위의 두께로 한다. 이 때, 광 보상층(180)은 굴절률 1.9 이상의 유기물을 이용할 수 있으며, 이용하는 유기물은 유기 스택(2000)(제 1 투명 전극과 제 2 투명 전극 사이의 층) 내 포함된 유기물을 이용할 수 있다. 단일층으로 반사 전극(120)으로부터 광 보상층(180)까지 중 광 보상층(180)의 두께가 가장 두꺼울 수 있으며, 그 두께는 아웃 커플링과 시야각 특성을 확보하기 위해, 800Å 이상 1200Å 이하의 두께로 한다.

[0075] 그리고, 제 2 전극(170)은 유기 스택(2000) 상부에 위치하기 때문에, 저온 증착 공정이 가능한 투명 전극으로 형성한다. 예를 들어, IZO(Indium Zinc Oxide)로 형성할 수 있으며, 다른 성분이라도 100°C 이하의 온도로 형성이 가능하다면 다른 재료의 투명 전극으로 형성할 수도 있다. IZO의 경우, 상온에 가까운 온도로 증착이 가능하다. 또한, 상기 제 2 전극(170)의 두께는 대략 300Å 내지 600Å로 형성하는데, 이는 저온 증착 공정으로 밀도가 낮은 제 2 전극(170)의 특성상 이 이상의 두께로 형성시 이물이 포함되었을 경우, 이물의 검출 및 리페어가 어렵기 때문이다. 상대적으로 제 1 전극(130) 대비 낮은 두께로 형성한다.

[0076] 또한, 각 스택 사이의 전하 생성층(145, 155)은 인접한 스택에 정공과 전자의 캐리어를 공급하는 기능을 갖기

때문에, 수명 특성을 확보하기 위해 100Å 이상의 두께로 하되, 제 1 전하 생성층(145)은 짧은 제 2 거리(T2)를 고려하여, 210Å으로 하고, 상대적으로 두꺼운 제 3 거리(T3) 내에 있는 제 2 전하 생성층(155)은 제 1 전하 생성층(145) 대비 두껍게 형성할 수 있다. 대략 300Å 이하의 두께로 형성한다.

- [0077] 상술한 제 1, 제 2 청색 스택(S1, S3)은 형광 발광 구조를 갖는 것으로, 이는 현재까지 인광의 황녹색/적색 발광과 조합하여 백색을 발광함에 있어, 차지 밸런스(charge balance)와 함께, 수명 및 광학적으로 안정적인 조합을 갖는 청색 발광 재료가 형광 청색 도펀트이기 때문인 것으로, 만일 인광 청색을 사용한다면 제 2 청색 스택(S3)은 생략되거나 두께의 가변이 있을 수 있다.
- [0078] 상술한 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 실시에는 3 스택을 기준으로 설명하였지만, 색재현율을 보다 향상시키기 위해 녹색 발광층 또는 적색 발광층을 포함한 스택을 더 추가할 수도 있을 것이다. 이러한 스택 증가에 따라 광보상층의 두께는 얇아질 수 있다.
- [0079] 도 5는 본 발명의 유기 발광 표시 장치의 일 서브 화소를 나타낸 단면도이다.
- [0080] 도 5와 같이, 본 발명의 유기 발광 표시 장치는, 각 서브 화소에, 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)를 포함한 화소 회로와 상기 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)와 연결된 백색 유기 발광 소자(WOLED)를 포함한다.
- [0081] 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)의 단면 구성을 설명하면, 다음과 같다. 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)는 기판(100) 상에 반도체층(111)과, 상기 반도체층(111)의 일부에 대응하여 위치한 게이트 전극(114)과, 상기 반도체층(111)의 양단과 접속되는 드레인 전극(115a) 및 소오스 전극(115b)을 포함한다.
- [0082] 이와 같은 구성의 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)은 상술한 스위칭 박막 트랜지스터(S-Tr)와 유사한 층상 구조를 가질 수 있다.
- [0083] 그리고, 상기 게이트 전극(114)은 스캔 라인(SL)과 동일층의 금속으로 형성할 수 있으며, 소오스 전극(115b) 및 드레인 전극(115a)은 데이터 라인(DL)과 동일층의 금속으로 형성할 수 있다.
- [0084] 또한, 상기 반도체층(111)과 게이트 전극(114)의 층간에는 게이트 절연막(112)이 구비되어 서로 절연되며, 게이트 전극(114)과 소오스/드레인 전극(115a/115b)의 층간에는 층간 절연막(113)이 더 구비될 수 있으며, 상기 소오스/드레인 전극(115a/115b)과 반사 전극(120)의 층간에는 접속부를 제외하여 제 1, 제 2 보호막(125, 127)이 구비될 수 있다. 제 1 보호막(125)은 무기 보호막, 제 2 보호막(127)은 유기 보호막일 수 있다.
- [0085] 또한, 반사 전극(120)은 보호막(127, 125)의 일부에 구비된 콘택홀을 통해 상기 구동 박막 트랜지스터(D-Tr)의 소오스 전극(115b)과 접속된다.
- [0086] 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 층상 구조는 도 3 내지 도 4를 통해 설명하였으므로 구체적인 설명을 생략한다. 본 발명의 유기 발광 표시 장치에 있어서는, 적어도 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 유기 스택(2000) 과 제 2 투명 전극(170)과 광 보상층(180)이 모든 서브 화소(SP)들에 끊임없이 공통적으로 형성되어 있어, 각 층의 형성을 위한 증착 마스크의 사용을 생략할 수 있는 이점이 있다.
- [0087] 이하, 본 발명의 백색 유기 발광 소자와 비교예의 백색 유기 발광 소자에 대해 비교 실험한 예에 대해 설명한다.
- [0088] 도 6은 비교예에 따른 백색 유기 발광 소자의 등고선도이다.
- [0089] 먼저 비교예의 백색 유기 발광 소자의 구조를 설명하면, 상술한 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 반사 전극으로부터 광보상층까지의 적층 구성을 동일하게 갖되, 도 6과 같이, 제 1 청색 스택의 제 1 청색 발광층 위치를 선택함에 있어, 제 1, 제 2 투명 전극 사이의 거리 내에 위치하는 3개의 최적 청색 피크 중 첫번째의 청색 피크가 나타난 위치로 한 것이다. 이에 따라, 반사 전극의 상부면에서 제 1 청색 발광층까지의 거리가 매우 짧고, 상대적으로 제 1 청색 발광층에서부터 황녹색 발광층까지의 거리가 길다.
- [0090] 특히, 비교예에 있어서는, 반사 전극 상의 제 1 투명 전극의 두께가 스퍼터링이 공정상 적용 가능한 최소 두께인 70Å을 적용하는데, 이 경우 제 1 투명 전극의 면저항 상승 및 산포 저하로 인해 수명 특성 감소 현상이 발생됨을 관측하였다. 또한, 비교예의 구조에서, 상기 반사 전극과 제 1 공통층의 두께를 증가시키면 상기 제 1 청색 발광층의 위치가 첫번째 최적 청색 피크에서 벗어나기 때문에, 캐비티(cavity) 특성 저하로 휘도 및 색좌표 특성 감소가 발생한다는 문제가 있어, 제 1 투명 전극 및 제 1 공통층의 두께를 늘리는 것은 비교예에서는 고려되지 못한 특징이다.

[0091] 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 반사 전극(120)의 상부면에서 제 2 투명 전극(170) 사이에서, 충분한 수명을 확보하기 위해 제 1 투명 전극(130)과 제 1 공통층(141)의 두께가 크게 하도록 제 1 청색 발광층의 위치를 조절한 것이며, 특히, 전극에서 발광층까지의 거리 및 인접 스택의 발광층까지의 거리 비를 특정 비로 조절하여, 최적의 캐비티(cavity) 특성을 갖는데 의의를 갖는다.

[0092] 도 7a 및 도 7b는 비교예 및 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 적색, 녹색 및 청색의 수명을 나타낸 그래프이며, 도 8은 비교예 및 본 발명의 백색 유기 발광 소자의 파장별 세기 특성을 나타낸 그래프이다.

표 1

특성	비교예	실시예
효율 (Cd/A) (at full white)	R	3.76
	G	12.1
	B	1.67
	W	43.9
색좌표	Wx	0.310
	Wy	0.306
색시야각	TP(Δu'v')	0.014
전류밀도(100mA/cm ²)	구동 전압	15.91
색재현율	BT2020	72.8
	DCI	97.7
패널휘도	FW	180
	Peak	683
T95(Hours) (40℃, 22.5mA/cm ²)	R	225
	G	245
	B	235
	ΔV (V)	0.4

[0094] 표 1을 참조하면 비교예와, 실시예에서 동일한 full white 를 표시할 때, R, G, B, W 효율에서 비교예 대비 실시예가 약간 낮은 값을 가진 것으로 보이지만, 이는 상대적으로 실시예가 비교예에 대비 낮은 구동 전압(15.91V)이 인가되었기 때문인 것으로 보인다. 실제 백색 스펙트럼(white spectrum)을 도 8을 통해 관찰하여 보면, 제 1, 제 2 청색 스택(S1, S3) 및 인광 스택(S2)의 주 피크(main peak)이 거의 유사하게 나와 유사한 백색 구현이 가능함을 알 수 있다.

[0095] 하지만 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는 백색을 구현함에 있어, 오히려 낮은 구동 전압을 인가하였음에도, BT2020이나 DCI로 평가한 색재현율에서 모두 비교예 대비 우수함을 알 수 있다.

[0096] 또한, 표 1과 도 7a를 참조하면, 비교예 적용시 적색, 녹색 및 청색의 순으로 초기 상태에서 효율 95%로 될 때까지의 수명(T95)이 떨어짐을 나타내고 있고, 시간 경과에 따라 이러한 수명 차이가 극명함을 알 수 있다.

[0097] 반면, 도 7b 및 표 1을 참조하면 본 발명의 실시예 적용시 적색, 녹색 및 청색의 수명이 고르게 변화함을 나타내고 있고, 이는 시간 경과에 따라 색상별 수명 차가 없음을 나타내어 장시간 구동에도 안정적인 색표시가 가능함을 의미한다.

[0098] 또한, 구동 전압을 나타내는 ΔV를 살펴보면, 비교예에서는 그 값이 0.7V 에 상당하나 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 0.4V로, 상대적으로 구동전압의 변화도 크지 않음을 확인할 수 있다.

[0099] 즉, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 제 1 투명 전극의 두께와 제 1 공통층의 두께를 늘려, 전극의 면저항을 줄이고, Wf 값 증가를 통한 홀 주입 효과를 향상시키고, 제 1 청색 발광층을 반사 전극으로부터 1000Å 이상 이격시켜 청색 발광층의 수명을 향상시키고, 차지 밸런스를 향상시킬 수 있는 이점을 갖는다.

[0100] 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.

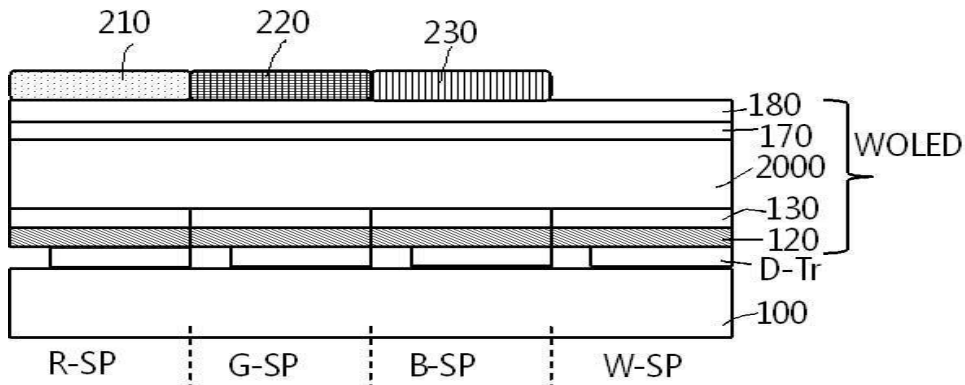
부호의 설명

[0101] 100: 기관 120: 반사 전극

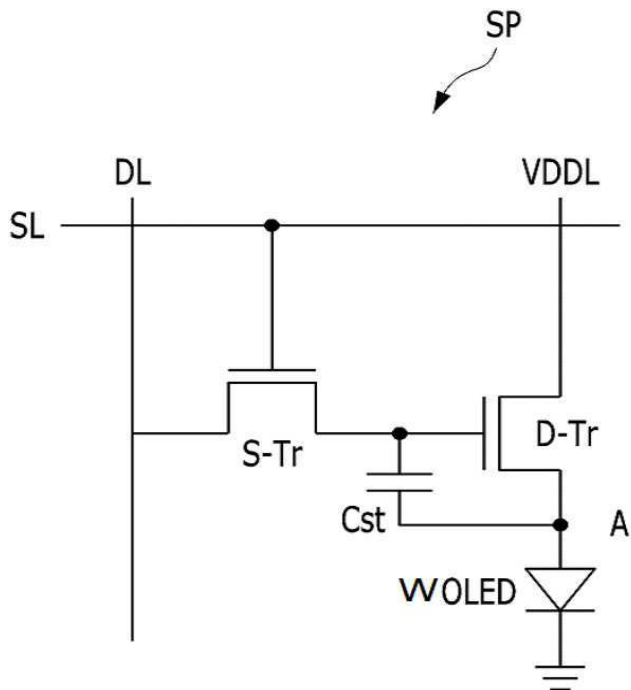
- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 130: 제 1 투명 전극 | 141: 제 1 공통층 |
| 142: 제 1 청색 발광층 | 143: 제 2 공통층 |
| 145: 제 1 전하 생성층 | 151: 제 3 공통층 |
| 152: 황녹색 발광층 | 153: 적색 발광층 |
| 154: 제 4 공통층 | 155: 제 2 전하 생성층 |
| 161: 제 5 공통층 | 162: 제 2 청색 발광층 |
| 163: 제 6 공통층 | 164: 전자 주입층 |
| 170: 제 2 투명 전극 | 180: 광보상층 |
| 210, 220, 230: 컬러 필터층 | |

도면

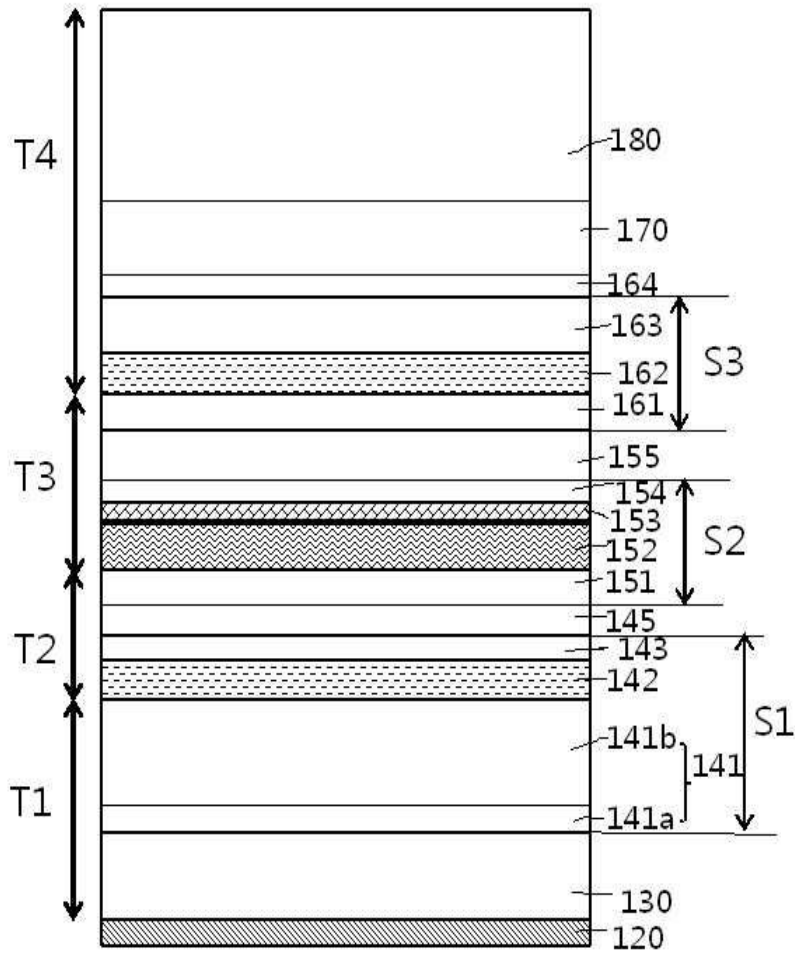
도면1



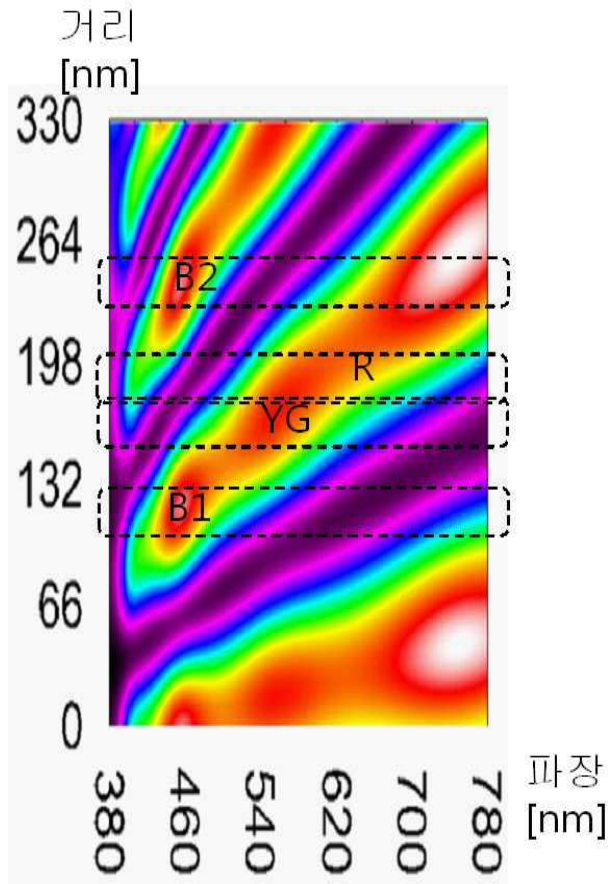
도면2



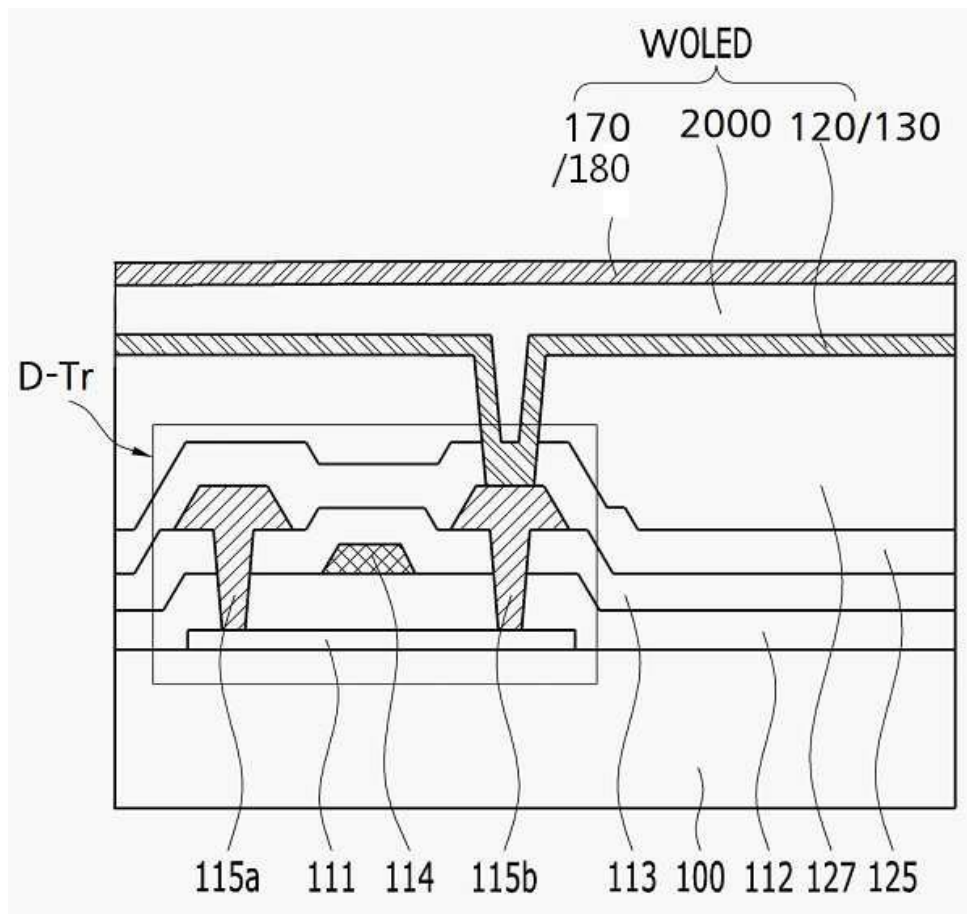
도면3



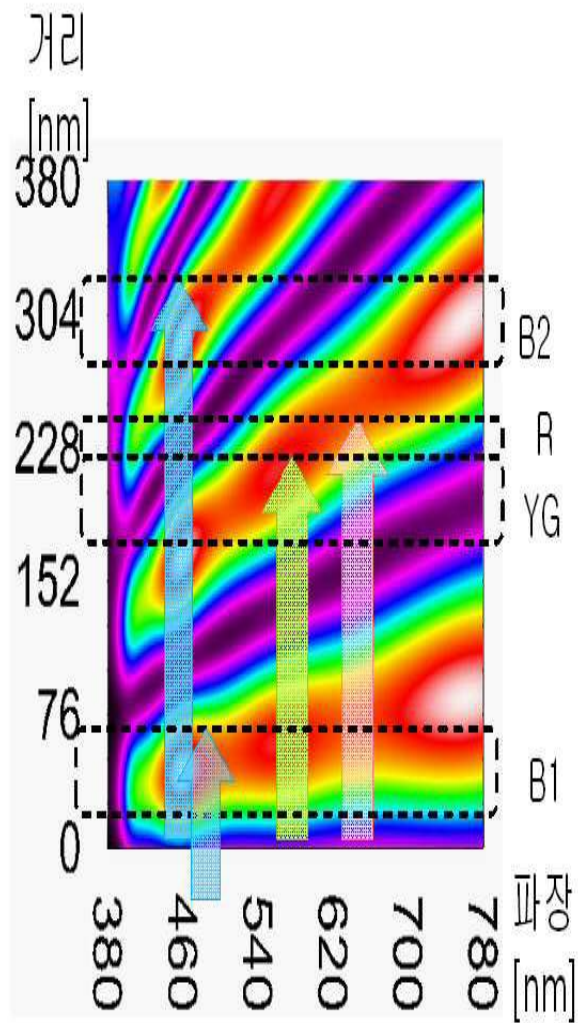
도면4



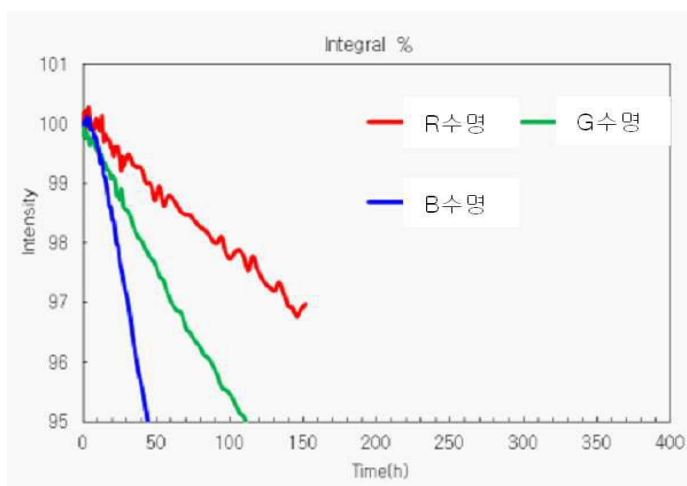
도면5



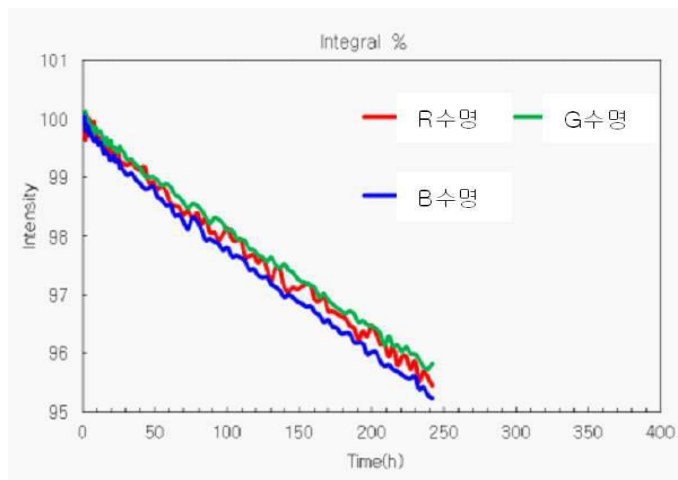
도면6



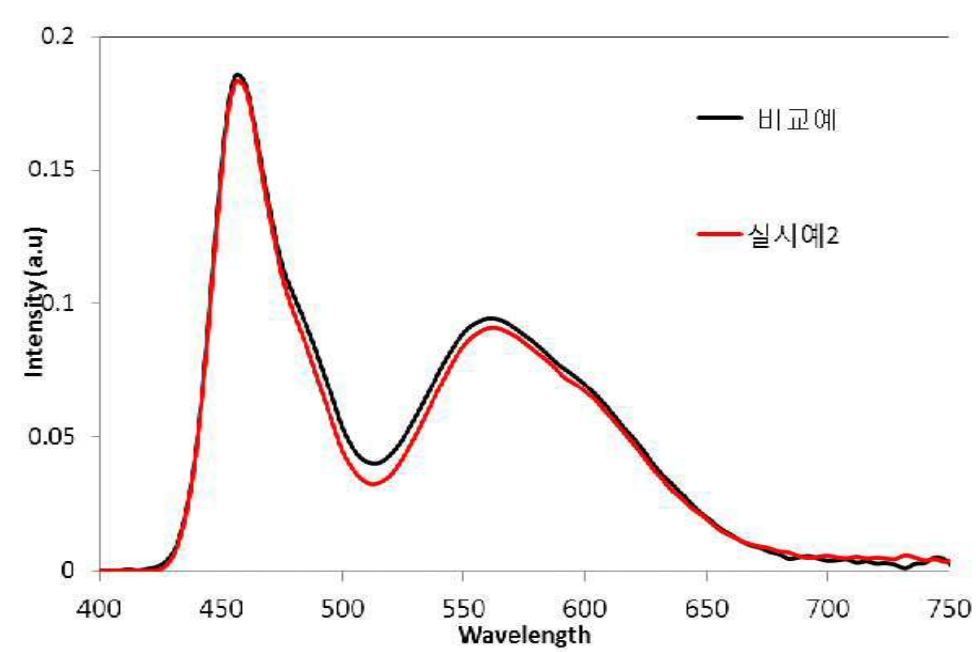
도면7a



도면7b



도면8



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	KR1020190047373A	公开(公告)日	2019-05-08
申请号	KR1020170141207	申请日	2017-10-27
[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	김승현 김용환 정영관 김희열		
发明人	김승현 김용환 정영관 김희열		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32 H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5016 H01L27/3211 H01L27/322 H01L51/504 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L51/5215 H01L51/5234		
代理人(译)	Bakyounbok		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种白色有机发光器件以及使用其的有机发光显示装置，所述白色有机发光器件甚至在尝试以串联发光的结构中即使对于每种颜色在甚至整个寿命的长期驱动中也能够实现稳定的白色。

