



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월27일
(11) 등록번호 10-2317991
(24) 등록일자 2021년10월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/32 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0168260

(22) 출원일자 2014년11월28일

심사청구일자 2019년10월23일

(65) 공개번호 10-2016-0065268

(43) 공개일자 2016년06월09일

(56) 선행기술조사문헌

JP2012221902 A*

KR1020070004630 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

김승현

광주광역시 남구 봉선로133번길 4 3동 604호 (봉선동, 금호1차아파트)

최홍석

서울특별시 광진구 독성로35길 32 303동 701호 (자양동, 우성3차아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인천문

전체 청구항 수 : 총 21 항

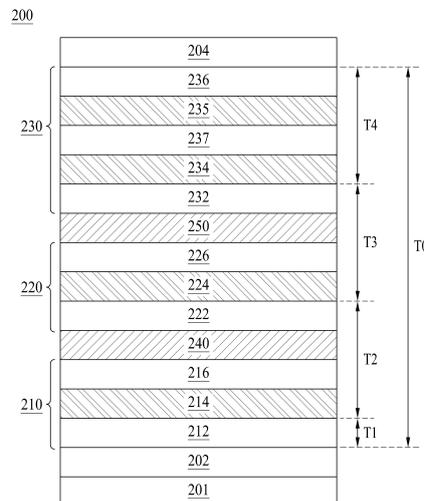
심사관 : 구분재

(54) 발명의 명칭 유기발광 표시장치

(57) 요약

본 발명에 따른 유기발광 표시장치는 기판 위에 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극과, 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 세 개의 발광부를 포함하고, 세 개의 발광부 중 적어도 하나는 두 개의 발광층으로 구성하고, 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 유기층들의 두께를 설정한 TOL-FESE(Thickness of Organic Layers between the First Electrode and the Second Electrode) 구조를 적용함으로써, 효율 및 색시야각을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

피성훈

서울특별시 양천구 오목로13길 7 101동 307호 (신
월동, 대림아파트)

임태석

서울특별시 노원구 한글비석로5길 62 806동 201호
(중계동, 주공8단지아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

기관 위에 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극;

상기 제1 전극 위에 위치하며, 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부;

상기 제1 발광부 위에 위치하며, 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부; 및

상기 제2 발광부 위에 위치하며, 제3 발광층과 제4 발광층을 포함하는 제3 발광부를 포함하고,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 전체 유기층들의 두께는 3700Å 내지 4450Å 범위이며,

상기 제1 발광부의 발광 피크는 440nm 내지 480nm 범위이고, 상기 제2 발광부의 발광 피크는 540nm 내지 580nm 범위이고, 상기 제3 발광부의 발광 피크는 600nm 내지 640nm 범위 및 440nm 내지 480nm 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 제1 발광층 사이에 위치하는 제1 유기층의 두께는 900Å 내지 1100Å 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제1 유기층과 상기 제2 발광층 사이에 위치하는 제2 유기층의 두께는 600Å 내지 750Å 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제2 유기층과 상기 제3 발광층 사이에 위치하는 제3 유기층의 두께는 1550Å 내지 1750Å 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제3 유기층과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 제4 유기층의 두께는 650Å 내지 850Å 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제1 발광층은 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 또는 녹색 발광층 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제3 발광층은 적색 발광층이고, 상기 제4 발광층은 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 유기발광 표시장치의 정면에서 60도의 시야각 방향에서 상기 유기발광 표시장치가 표시하는 색의 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)은 0.020 이하인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 11

기판 상에 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극;

상기 제1 전극 위에 위치한 제1 발광부;

상기 제1 발광부 위에 위치한 제2 발광부; 및

상기 제2 발광부 위에 위치한 제3 발광부를 포함하고,

상기 제1 발광부, 제2 발광부 또는 제3 발광부 중 적어도 하나는 두 개의 발광층으로 구성하고, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 유기층들의 두께들을 서로 다르게 설정한 TOL-FESE(Thickness of Organic Layers between the First Electrode and the Second Electrode) 구조이고,

상기 제1 발광부의 발광 피크는 440nm 내지 480nm 범위이고, 상기 제2 발광부의 발광 피크는 540nm 내지 580nm 범위이고, 상기 제3 발광부의 발광 피크는 600nm 내지 640nm 범위 및 440nm 내지 480nm 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 두 개의 발광층은 상기 제3 발광부에 구성된 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 두 개의 발광층은 적색 발광층과 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 적색 발광층과 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나의 발광층 사이에 발광 조절층이 더 구성된 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 전체 유기층들의 두께는 3700Å 내지 4450Å 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 제1 발광부를 구성하는 제1 발광층 사이에 위치하는 제1 유기층의 두께는 900Å 내지 1100Å 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제1 유기층과 상기 제2 발광부의 제2 발광층 사이에 위치하는 제2 유기층의 두께는 600Å 내지 750Å 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제2 유기층과 상기 제3 발광부를 구성하는 제3 발광층 사이에 위치하는 제3 유기층의 두께는 1550Å 내지 1750Å 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 제3 유기층과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 제4 유기층의 두께는 650Å 내지 850Å 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 제1 발광층은 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 또는 녹색 발광층 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 22

삭제

청구항 23

제 11 항에 있어서,

상기 유기발광 표시장치의 정면에서 60도의 시야각 방향에서 상기 유기발광 표시장치가 표시하는 색의 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)은 0.020 이하인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광 표시장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 효율 및 색시야각을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 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 개발되고 있다.

[0003] 이와 같은 평판 표시장치의 구체적인 예로는 액정표시장치(Liquid Crystal Display device: LCD), 플라즈마 표시장치(Plasma Display Panel device: PDP), 전계방출 표시장치(Field Emission Display device: FED), 유기

발광 표시 장치(Organic Light Emitting Device: OLED) 등을 들 수 있다.

[0004] 특히, 유기발광 표시장치는 자발광소자로서 다른 평판 표시 장치에 비해 응답속도가 빠르고 발광효율, 휘도 및 시야각이 큰 장점이 있다.

[0005] 유기 발광 표시 소자는 두 개의 전극 사이에 유기 발광층을 형성한다. 두 개의 전극으로부터 각각 전자(electron)와 정공(hole)을 유기 발광층 내로 주입시켜 전자와 정공의 결합에 따른 여기자(exciton)를 생성한다. 그리고, 생성된 여기자가 여기 상태(excited state)로부터 기저 상태(ground state)로 떨어질 때 광이 발생하는 원리를 이용한 소자이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 1. [백색 유기 발광 소자] (특허출원번호 제 10-2009-0092596호)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 유기 발광 소자는 각 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B)을 발광하는 서브 픽셀들에 풀컬러(full color)를 구현하고 있다. 이러한 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B)을 발광하는 서브 픽셀들은 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 각각의 색 좌표로 색재현율을 나타낼 수 있다. 색좌표는 발광층의 재료에 대한 의존도가 매우 높으며, 특히 인광 재료의 경우 삼중항 여기자가 발광에 기여하므로, 형광 재료에 대해 고효율의 소자를 실현할 수 있다.

[0008] 그러나, 우수한 화질을 원하는 소비자의 요구에 따라 유기 발광 소자의 색좌표 특성 및 색재현율을 향상시키려는 노력은 계속되고 있다.

[0009] 하나의 방안으로, 발광층을 단일층으로 사용하는 방안이 있다. 이 방안은 단일 물질을 사용하거나 2종 이상의 물질을 도핑하는 방식으로 백색 유기 발광 소자를 제조할 수 있다. 예를 들어, 청색 호스트에 적색 및 녹색 도펀트를 사용하거나 밴드 갭 에너지가 큰 호스트 물질에 적색, 녹색 및 청색 도펀트를 추가하여 사용하는 방법이 있다. 그러나, 이 방법은 도펀트로의 에너지 전달이 불완전하고, 백색의 밸런스를 조절하기 어려운 문제점이 있다.

[0010] 또한, 도펀트가 자체적으로 갖는 특성에 의해 해당 발광층에 포함되는 도펀트의 성분에 한계가 있다. 그리고, 각 발광층의 혼합 시 백색(White) 광 구현에 초점이 맞추어지므로 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue)이 아닌 다른 파장에서 파장 특성을 나타내게 된다. 따라서, 원하지 않는 파장값으로 인해 적색(Red), 녹색(Green) 및 청색(Blue)의 효율이 저하되는 문제점이 있다.

[0011] 다른 방안으로, 보색 관계의 두 개의 발광층을 적층하여 백색광을 방출하는 구조로 할 수 있다. 그러나, 이 구조는 백색광이 컬러 필터를 통과하게 되면 각 발광층의 파장에 해당하는 파장 영역과 컬러 필터의 투과 영역과의 차이가 생긴다. 따라서, 표현할 수 있는 색상범위가 좁아져 원하는 색재현율을 구현하는 데 문제가 있었다.

[0012] 이와 같이, 적색, 녹색 및 청색 효율을 향상시키면 색재현율이 저하되고, 색재현율을 향상시키면 적색, 녹색 및 청색 효율이 저하되는 문제점이 있다.

[0013] 이에 본 발명의 발명자들은 위에서 언급한 문제점들을 인식하고, 효율 및 색재현율을 모두 향상시킬 수 있는 새로운 구조의 유기발광 표시장치를 발명하였다.

[0014] 본 발명의 실시예에 따른 해결 과제는 하나의 발광부에 적색 발광층을 포함하는 두 개의 발광층으로 구성하여 적색 효율을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 실시예에 따른 해결 과제는 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 최적화하여 효율 및 색시야각을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 실시예에 따른 해결 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는 기판 위에 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극과, 상기 제1 전극 위에 위치하며, 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부와, 상기 제1 발광부 위에 위치하며, 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부와, 상기 제2 발광부 위에 위치하며, 제3 발광층과 제4 발광층을 포함하는 제3 발광부를 포함하고, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 전체 유기층들의 두께는 3700Å 내지 4450Å 범위로 설정함으로써, 적색 효율, 녹색 효율 및 청색 효율을 향상시키고, 색시야각을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공한다.
- [0018] 상기 제1 전극과 상기 제1 발광층 사이에 위치하는 제1 유기층의 두께는 900Å 내지 1100Å 범위인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 제1 유기층과 상기 제2 발광층 사이에 위치하는 제2 유기층의 두께는 600Å 내지 750Å 범위인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 상기 제2 유기층과 상기 제3 발광층 사이에 위치하는 제3 유기층의 두께는 1550Å 내지 1750Å 범위인 것을 특징으로 한다.
- [0021] 상기 제3 유기층과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 제4 유기층의 두께는 650Å 내지 850Å 범위인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 상기 제1 발광층은 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0023] 상기 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 또는 녹색 발광층 중 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0024] 상기 제3 발광층은 적색 발광층이고, 제4 발광층은 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 상기 제1 발광부의 발광 피크는 440nm 내지 480nm 범위이고, 상기 제2 발광부의 발광 피크는 540nm 내지 580nm 범위이고, 상기 제3 발광부의 발광 피크는 600nm 내지 640nm 범위 및 440nm 내지 480nm 범위인 것을 특징으로 한다.
- [0026] 상기 유기발광 표시장치의 정면에서 60도의 시야각 방향에서 상기 유기발광 표시장치가 표시하는 색의 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)은 0.020 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는 기판 상에 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극과, 상기 제1 전극 위에 위치한 제1 발광부와, 상기 제1 발광부 위에 위치한 제2 발광부와, 상기 제2 발광부 위에 위치한 제3 발광부를 포함하고, 상기 제1 발광부, 제2 발광부 또는 제3 발광부 중 적어도 하나는 두 개의 발광층으로 구성하고, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 유기층들의 두께를 설정한 TOL-FESE(Thickness of Organic Layers between the First Electrode and the Second Electrode) 구조를 적용함으로써, 적색 효율, 녹색 효율 및 청색 효율을 향상시키고, 색시야각을 향상시킬 수 있는 유기발광 표시장치를 제공한다.
- [0028] 상기 두 개의 발광층은 상기 제3 발광부에 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0029] 상기 두 개의 발광층은 적색 발광층과 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- [0030] 상기 적색 발광층과 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나의 발광층 사이에 발광 조절층이 더 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0031] 상기 제1 발광부의 제1 발광층은 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0032] 상기 제2 발광부의 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 또는 녹색 발광층 중 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0033] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명에서는 하나의 발광부 내에 두 개의 발광층으로 적색(Red) 발광층과 청색(Blue) 발광층을 구성함으로써, 적색(Red) 효율 및 청색(Blue) 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0035] 또한, 하나의 발광부 내에 적색(Red) 발광층과 청색(Blue) 발광층을 구성하고, 발광부를 구성하는 유기층들의 두께를 최적화함으로써, 적색(Red) 효율, 녹색(Green) 효율 및 청색(Blue) 효율을 향상시키고, 유기발광 표시장치의 색시야각을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0036] 또한, 두 개의 전극 사이에 위치하는 유기층들의 두께를 설정한 TOL-FESE(Thickness of Organic Layers between the First Electrode and the Second Electrode) 구조를 적용함으로써, 색시야각 변화율이 0.020 이하를 만족하므로, 색시야각에 따른 유기발광 표시장치의 색변화를 방지할 수 있는 효과가 있다.

[0037] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[0038] 이상에서 해결하고자 하는 과제, 과제 해결 수단, 효과에 기재한 발명의 내용이 청구항의 필수적인 특징을 특정하는 것은 아니므로, 청구항의 권리 범위는 발명의 내용에 기재된 사항에 의하여 제한되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타내는 개략적인 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 각도에 따른 색시야각 변화율을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타내는 개략적인 단면도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광 표시장치를 나타내는 개략적인 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예와 다른 실시예에 따른 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 각도에 따른 색시야각 변화율을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0041] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 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 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.

[0042] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0043] 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.

[0044] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 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.

[0045] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.

[0046] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적

으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.

- [0047] 이하, 첨부된 도면 및 실시예를 통해 본 발명의 실시예를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.
- [0048] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타내는 개략적인 단면도이다.
- [0049] 도 1에 도시된 백색 유기 발광 소자(100)는 기판(101) 위에 제1 전극(102) 및 제2 전극(104)과, 제1 및 제2 전극(102,104) 사이에 제1 발광부(110), 제2 발광부(120)와 제3 발광부(130)를 구비한다.
- [0050] 제1 전극(102)은 정공(hole)을 공급하는 양극으로 TCO(Transparent Conductive Oxide)와 같은 투명 도전 물질인 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 등으로 형성될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0051] 제2 전극(104)은 전자(electron)를 공급하는 음극으로 금속성 물질인 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 등으로 형성되거나, 이들의 합금으로 형성될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0052] 상기 제1 전극(102)과 제2 전극(104)은 각각 애노드(anode) 또는 캐소드(cathode)로 지칭될 수 있다. 또한, 상기 제1 전극(102)은 반투과 전극, 상기 제2 전극(104)은 반사 전극으로 지칭될 수 있다.
- [0053] 여기서는 상기 제1 전극(102)은 반투과 전극이고, 상기 제2 전극(104)은 반사 전극으로 구성된 하부 발광(Bottom Emission) 방식에 대해서 설명한다.
- [0054] 상기 제1 발광부(110)는 상기 제1 전극(102) 위에 제1 정공 수송층(HTL; Hole Transporting Layer)(112), 제1 발광층(EML; Emitting Layer)(114), 제1 전자 수송층(ETL; Electron Transporting Layer)(116)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0055] 상기 제1 발광층(EML)(114)은 청색(Blue) 발광층으로 구성된다.
- [0056] 상기 제1 발광부(110)와 상기 제2 발광부(120) 사이에는 제1 전하 생성층(CGL; Charge Generating Layer)(140)이 더 구성될 수 있다. 상기 제1 전하 생성층(CGL)(140)은 상기 제1 발광부(110) 및 제2 발광부(120) 간의 전하 균형을 조절한다. 상기 제1 전하 생성층(140)은 N형 전하 생성층(N-CGL)과 P형 전하 생성층(P-CGL)을 포함할 수 있다.
- [0057] 상기 제2 발광부(120)는 제2 정공 수송층(HTL; Hole Transporting Layer)(122), 제2 발광층(EML; Emitting Layer)(124), 제2 전자 수송층(ETL; Electron Transporting Layer)(126)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0058] 상기 제2 발광부(120)의 제2 발광층(EML)(124)은 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층으로 구성한다.
- [0059] 상기 제3 발광부(130)는 상기 제2 전극(104) 아래에 제3 전자 수송층(ETL; Electron Transporting Layer)(136), 제3 발광층(EML; Emitting Layer)(134), 제3 정공 수송층(HTL; Hole Transporting Layer)(132)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0060] 상기 제3 발광부(130)의 제3 발광층(EML)(134)은 청색(Blue) 발광층으로 구성된다.
- [0061] 상기 제2 발광부(120)와 상기 제3 발광부(130) 사이에는 제2 전하 생성층(CGL; Charge Generating Layer)(150)이 더 구성될 수 있다. 상기 제2 전하 생성층(150)은 상기 제2 발광부(120) 및 제3 발광부(130) 간의 전하 균형을 조절한다. 상기 제2 전하 생성층(CGL)(150)은 N형 전하 생성층(N-CGL) 및 P형 전하 생성층(P-CGL)을 포함할 수 있다.
- [0062] 그리고, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자를 포함하는 유기발광 표시장치는, 기판 상에 서로 교차하여 각 화소 영역을 정의하는 게이트 배선과 데이터 배선 및 이중 어스 하나와 평행하게 연장되는 전원 배선이 위치하며, 각 화소 영역에는 게이트 배선 및 데이터 배선에 연결된 스위칭 박막트랜지스터와 스위칭 박막 트랜지스터에 연결된 구동 박막 트랜지스터가 위치한다. 구동 박막 트랜지스터는 상기 제1 전극(102)에 연결된다.
- [0063] 여기서 제1, 제2 및 제3 발광부를 구성하는 유기발광 표시장치의 발광
- [0064] 피크(ElectroLuminescence peak; EL Peak)는 발광층이 가지고 있는 고유의 색을 표시하는 광발광 피크(PhotoLuminescence Peak; PL Peak)와 유기 발광 소자를 구성하는 유기층들의 발광 피크(Emittance Peak; EM Peak)의 곱에 의해 결정된다. 유기층들의 발광 피크(EM Peak)는 유기층들의 두께와 광학적 특성에 영향을 받는

다.

- [0065] 이때, 광발광 피크(PL Peak)와 유기층들의 발광 피크(EM Peak)의 겹치는 면적에 따라 시야각 특성이 달라진다. 즉, 광발광 피크(PL Peak)와 유기층들의 발광 피크(EM Peak)의 겹치는 면적이 클수록 시야각에 따라 발광 특성이 변하지 않으며, 광발광 피크(PL Peak)와 유기층들의 발광 피크(EM Peak)의 겹치는 면적이 작을수록 시야각에 따라 발광 특성이 감소된다.
- [0066] 청색 발광층의 광발광 피크(PL Peak)와 유기층들의 발광 피크(EM Peak)가 겹치는 면적과, 황색-녹색 발광층의 광발광 피크(PL Peak)와 유기층들의 발광 피크(EM Peak)가 겹치는 면적이 서로 다르다. 다시 말하여, 청색 발광층의 광발광 피크(PL Peak)와 유기층들의 발광 피크(EM Peak)가 겹치는 면적이 작아 시야각에 따라 변동이 심하다. 그리고, 황색-녹색 발광층의 광발광 피크(PL Peak)와 유기층들의 발광 피크(EM Peak)가 겹치는 면적이 넓어 시야각에 따른 변동이 없다. 따라서, 청색 발광층과 황색-녹색 발광층에서 방출되는 광이 서로 다른 시야각을 갖게 되므로, 백색의 색좌표가 이동하게 되어 원하는 색좌표 특성을 얻기 어려운 문제점이 생긴다.
- [0067] 도 1에 도시된 구조에서, 제1, 제2 및 제3 발광부를 구성하는 유기층들의 두께는 소자의 효율에 맞추어 설정하고 있으나, 설정된 두께 내에서 발광부들의 파장별로 색시야각을 확보하기 어려운 문제점이 있다. 원하는 색시야각을 확보하기 위해서 유기층들의 두께를 증가시킬 수 있으나 캐비티(cavity)가 장파장 영역으로 이동하게 되므로 색순도가 저하하는 문제점이 발생한다. 그리고, 황색-녹색 발광층보다 효율이 낮은 청색 발광층의 캐비티(cavity)를 기준으로 시야각 특성을 최대에 맞출 경우, 청색 효율이 감소하게 되어 소자 효율이 저하되는 문제점이 생긴다.
- [0068] 이에 대해서 도 2 및 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0069] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광 표시장치의 각도에 따른 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 도 2에서 가로축은 빛의 파장 영역을 나타낸 것이며, 세로축은 발광 세기를 나타낸 것이다. 발광 세기는 EL 스펙트럼의 최대값을 기준으로 하여 상대적인 값으로 표현한 수치이다.
- [0070] 그리고, 도 2는 유기발광 표시장치의 정면을 0° 로 하여, 정면으로부터 각도를 변경하여 측정된 것으로, 0° , 15° , 30° , 45° 및 60° 의 각도에서의 측정 결과를 나타낸 것이다.
- [0071] 구체적으로, 도 2는 유기발광 표시장치의 제1 발광부로부터 방출되는 청색 발광층에 대한 발광 피크(EL Peak)와 제2 발광부로부터 방출되는 황색-녹색 발광층에 대한 발광 피크(EL Peak)를 도시하고 있다.
- [0072] 도 2에 도시한 바와 같이, 청색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)는 440nm 내지 480nm 범위이며, 이 파장 영역에서 발광 피크(EL Peak)는 시야각에 따라 감소함을 알 수 있다. 그리고, 황색-녹색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)는 540nm 내지 580nm 범위이며, 이 파장 영역에서 발광 피크(EL Peak)는 시야각에 따라 급격하게 감소함을 알 수 있다. 따라서, 시야각에 따라 청색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)보다 황색-녹색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)가 강하게 나타나게 되어 백색의 색좌표가 변화하므로, 색시야각 특성이 저하하게 된다.
- [0073] 이에 대해서 도 3을 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0074] 도 3은 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)을 나타내는 도면이다. 도 3에서 가로축은 시야각 각도로, 0, 15, 30, 45, 60도로 나타내었으며, 세로축은 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)을 나타낸다.
- [0075] 즉, 도 3은 유기발광 표시장치의 정면에서 바라보는 0도부터 15도, 30도, 45도, 60도에서 기울여 바라보며 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)을 측정된 것이다.
- [0076] 도 3에서, ①은 적색(red), ②는 녹색(green), ③은 청색(blue), ④는 노란색(yellow), ⑤는 시안(cyan), ⑥은 마젠타(magenta) 및 ⑦은 백색(white)을 나타낸다.
- [0077] 도 3에 도시한 바와 같이, 유기발광 표시장치의 정면인 0도에서 60도의 시야각 방향에서 유기발광 표시장치가 표시하는 색의 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이상인 마젠타(⑥, magenta)가 나타남을 알 수 있다. 정면인 0도에서 60도의 시야각 방향에서 색시야각 변화율이 0.020 이상이 될 경우 소비자는 시야각에 따른 색변화를 인식하게 된다. 마젠타(magenta)는 도 2에서 알 수 있는 바와 같이, 적색이 나타나지 않으므로, 적색과 청색의 혼합으로 생기는 마젠타(magenta)의 색시야각 변화율이 0.030 이상을 나타내게 된다. 그리고, 마젠타(magenta)는 소비자의 눈에 인지도가 높은 색이며, 마젠타(magenta)가 나타날 경우 색이상 수준이 높아지게 된다. 따라서, 유기발광 표시장치에서 균일하지 못한 백색 광을 표현하게 되며, 색불량이 발생하게 된다.

- [0078] 이에 본 발명의 발명자들은 위에 언급한 문제점을 인식하고, 색시야각 변화율이 0.020 이하의 범위를 만족하고, 색시야각을 향상시키기 위해 여러 실험을 진행하였다. 색시야각을 향상시키기 위해서 발광부들의 두께를 증가시킬 수 있으나, 원하는 색시야각 범위 내에서 청색(Blue) 효율을 향상시키기는 어렵다는 것을 인식하였다.
- [0079] 그리고, 장과장 영역에 해당하는 황색-녹색 발광층은 제2 전극으로부터 먼 위치에 위치시켜야 적색 효율을 향상시킬 수 있다. 즉, 적색 효율을 향상시키기 위해서 제1 발광부를 구성하는 제1 발광층인 청색 발광층과 제2 발광부를 구성하는 제2 발광층인 황색-녹색 발광층 사이의 간격을 줄여야 함을 인식하였다. 따라서, 청색 발광층과 황색-녹색 발광층 사이의 간격을 줄이기 위해서는 청색 발광층과 황색-녹색 발광층 사이에 위치하는 전하 생성층이나 전자 수송층의 두께를 줄여야 하나, 전하 생성층이나 전자 수송층의 두께를 줄이게 될 경우 장수명을 가지는 소자 구현에 한계가 있음을 인식하였다.
- [0080] 이에 본 발명의 발명자들은 하나의 발광부 내에 두 개의 발광층으로 적색(Red) 발광층과 청색(Blue) 발광층을 구성하여 적색 효율과 청색 효율을 향상시키고, 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 최적화하여 소자 효율과 색시야각을 모두 향상시킬 수 있는 새로운 구조의 유기발광 표시장치를 발명하였다.
- [0081] 이는 도 4 내지 도 8을 참조하여 설명한다.
- [0082] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자의 개략적인 단면도이다.
- [0083] 도 4에 도시된 백색 유기 발광 소자(200)는 기판(201) 위에 제1 전극(202) 및 제2 전극(204)과, 제1 전극(202)과 제2 전극(204) 사이에 제1 발광부(210), 제2 발광부(220)와 제3 발광부(230)를 구비한다.
- [0084] 제1 전극(202)은 정공(hole)을 공급하는 양극으로 TCO(Transparent Conductive Oxide)와 같은 투명 도전 물질인 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 등으로 형성될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0085] 제2 전극(204)은 전자(electron)를 공급하는 음극으로 금속성 물질인 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 등으로 형성되거나, 이들의 합금으로 형성될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0086] 상기 제1 전극(202)과 제2 전극(204)은 각각 애노드(anode) 또는 캐소드(cathode)로 지칭될 수 있다.
- [0087] 상기 제1 전극(202)은 반투과 전극이고, 상기 제2 전극(204)은 반사 전극으로 구성될 수 있다. 또한, 상기 제1 전극(202)은 반사 전극이고, 상기 제2 전극(204)은 반투과 전극으로 구성될 수 있다.
- [0088] 여기서는 상기 제1 전극(202)은 반투과 전극이고, 상기 제2 전극(204)은 반사 전극으로 구성된 하부 발광(Bottom Emission) 방식에 대해서 설명한다.
- [0089] 상기 제1 발광부(210)는 제1 정공 수송층(HTL)(212), 제1 발광층(EML)(214) 및 제1 전자 수송층(ETL)(216)을 포함하여 구성할 수 있다.
- [0090] 도면에 도시하지 않았으나, 상기 제1 전극(202) 위에 정공 주입층(HIL)을 추가로 구성할 수 있다. 상기 정공 주입층(HIL)은 상기 제1 전극(202) 위에 형성되고, 제1 전극(202)으로부터의 정공(hole) 주입을 원활하게 하는 역할을 한다.
- [0091] 상기 제1 정공 수송층(HTL)(312)은 정공 주입층(HIL)으로부터의 정공을 제1 발광층(EML)(214)에 공급한다. 상기 제1 전자 수송층(ETL)(216)은 제2 전극(204)으로부터의 전자를 상기 제1 발광부(210)의 제1 발광층(EML)(214)에 공급한다.
- [0092] 상기 정공 주입층(HIL)은 MTDATA(4,4',4"-tris(N-3-methylphenyl-N-phenylamino)triphenylamine), CuPc(phthalocyanine, copper complex) 또는 PEDOT/PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene/polystyrene sulfonate) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0093] 상기 제1 발광층(EML)(214)에서는 정공 수송층(HIL)을 통해 공급된 정공(hole)과 제1 전자 수송층(ETL)(216)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되므로 광이 생성된다.
- [0094] 상기 제1 정공 수송층(HTL)(212)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성할 수 있다. 상기 제1 정공 수송층(HTL)(212)은 NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenylbenzidine), TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-di(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine), Spiro-TAD(2,2',7,7'-tetrakis(N,N-diphenylamino)-9,9'-spirofluorene 및 MTDATA(4,4',4"-tris(N-3-methylphenyl-N-phenylamino)triphenylamine)로 이루어진 군에서

선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

- [0095] 상기 제1 전자 수송층(ETL)(216)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성할 수 있다. 상기 제1 전자 수송층(ETL)(216)은 Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), 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), BALq(Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium), Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium) 및 BALq(Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminum)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0096] 상기 제1 발광층(EML)(214)은 청색(Blue) 발광층, 진청색(Deep Blue) 발광층, 또는 스카이 블루(Sky Blue) 발광층으로 구성할 수 있다. 그리고, 상기 제1 발광층(EML)(214)은 적어도 하나의 호스트(host)에 도펀트(dopant)가 도핑되어 구성된다. 호스트(host)는 단일 물질로 구성하거나, 혼합 물질로 이루어진 혼합 호스트(mixed host)로 구성할 수 있다. 구체적으로, 안트라센(anthracene) 유도체, 파이렌(pyrene) 유도체 및 페릴렌(perylene) 유도체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나의 형광 호스트 물질에 형광 청색 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 그리고, 상기 제1 발광층(EML)(214)의 도펀트(dopant)는 파이렌(pyrene)계열로 이루어질 수 있으나, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 상기 제1 발광층(EML)(214)에 포함된 도펀트의 파장은 440nm 내지 480nm 범위가 될 수 있다.
- [0097] 그리고, 상기 제1 정공 수송층(HTL)(212)과 상기 제1 전자 수송층(ETL)(216)의 삼중항(Triplet) 에너지는 상기 제1 발광층(EML)(214)에 포함된 호스트의 삼중항(Triplet) 에너지보다 0.01 eV 내지 0.4eV 높게 설정한다. 이는 제1 발광층(EML)(214)에서 형성되는 여기자 또는 삼중항 여기자가 제1 정공 수송층이나 제1 전자 수송층의 상하의 계면으로 이동하지 않게 하여 최대한 발광에 활용하기 위해서이다.
- [0098] 상기 제1 발광부(210)와 상기 제2 발광부(220) 사이에는 제1 전하 생성층(CGL; Charge Generating Layer)(240)이 더 구성될 수 있다. 상기 제1 전하 생성층(CGL)(240)은 상기 제1 발광부(210) 및 제2 발광부(220) 간의 전하 균형을 조절한다. 상기 제1 전하 생성층(240)은 N형 전하 생성층(N-CGL)과 P형 전하 생성층(P-CGL)을 포함할 수 있다. 상기 N형 전하 생성층은 상기 제1 발광부(210)로 전자(electron)를 주입해주고, 상기 P형 전하 생성층은 상기 제2 발광부(220)로 정공(hole)을 주입해준다.
- [0099] 상기 N형 전하 생성층(N-CGL)은 Li, Na, K, 또는 Cs와 같은 알칼리 금속, 또는 Mg, Sr, Ba, 또는 Ra와 같은 알칼리 토금속으로 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0100] 상기 P형 전하 생성층(P-CGL)은 적어도 하나의 유기 재료의 호스트와 적어도 하나의 유기 재료의 도펀트로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0101] 그리고, 상기 제1 전하 생성층(CGL)(140)은 단일층으로 구성할 수 있다.
- [0102] 상기 제2 발광부(220)는 제2 정공 수송층(HTL)(222), 제2 발광부(220)의 제2 발광층(EML)(224) 및 제2 전자 수송층(ETL)(226)을 포함하여 구성할 수 있다. 도면에 도시하지 않았으나, 상기 제2 전자 수송층(ETL)(226) 위에 전자 주입층(EIL)을 추가로 구성할 수 있다. 또한, 정공 주입층(HIL)을 추가로 구성할 수 있다.
- [0103] 상기 제2 정공 수송층(HTL)(222)은 상기 제1 정공 수송층(HTL)(212)과 동일한 물질로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0104] 상기 제2 정공 수송층(HTL)(222)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성할 수 있다.
- [0105] 상기 제2 전자 수송층(ETL)(226)은 상기 제1 전자 수송층(ETL)(216)과 동일한 물질로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0106] 상기 제2 전자 수송층(ETL)(226)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성할 수 있다.
- [0107] 상기 제2 발광부(220)의 제2 발광층(EML)(224)은 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층 또는 녹색(Green) 발광층으로 구성할 수 있다. 그리고, 상기 제2 발광층(EML)(224)은 적어도 하나의 호스트에 도펀트가 도핑되어 구성된다. 호스트(host)는 단일 물질로 구성하거나, 혼합 물질로 이루어진 혼합 호스트(mixed host)로 구성할 수 있다. 구체적으로, 카바졸계 화합물 또는 금속 착물로 이루어진 인광 호스트 물질에 인광 황색-녹색 도펀트 또는 녹색 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있다. 상기 카바졸계 화합물은 CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl), CBP 유도체, mCP(1,3-bis(carbazol-9-yl)benzene) 또는 mCP 유도체 등을 포함할 수 있고, 상기 금속 착물은 ZnPBO(phenyloxazole) 또는 ZnPBT(phenylthiazole) 등을 포함할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는

것은 아니다. 상기 제2 발광층(EML)(224)의 도펀트(dopant)는 이리듐(Iridium)계열 화합물로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제2 발광층(EML)(224)에 포함된 도펀트의 파장은 540nm 내지 580 nm 범위가 될 수 있다.

- [0108] 그리고, 상기 제2 정공 수송층(HTL)(222)과 상기 제2 전자 수송층(ETL)(226)의 삼중항(Triplet) 에너지는 상기 제2 발광층(EML)(224)에 포함된 호스트의 삼중항(Triplet) 에너지보다 0.01 eV 내지 0.4eV 높게 설정한다. 이는 제2 발광층(EML)(224)에서 형성되는 여기자 또는 삼중항 여기자가 제2 정공 수송층이나 제2 전자 수송층의 상하의 계면으로 이동하지 않게 하여 최대한 발광에 활용하기 위해서이다.
- [0109] 상기 제3 발광부(230)는 제3 정공 수송층(HTL)(232), 제3 발광부(230)의 제3 발광층(EML)(234), 제4 발광층(EML)(235) 및 제3 전자 수송층(ETL)(236)을 포함하여 구성할 수 있다. 도면에 도시하지 않았으나, 상기 제3 전자 수송층(ETL)(236) 위에 전자 주입층(EIL)을 추가로 구성할 수 있다. 또한, 정공 주입층(HIL)을 추가로 구성할 수 있다.
- [0110] 상기 제3 정공 수송층(HTL)(232)은 TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-bi-phenyl-4,4'-diamine) 또는 NPB(N,N'-di(naphthalen-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0111] 상기 제3 정공 수송층(HTL)(232)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성할 수 있다.
- [0112] 상기 제3 전자 수송층(ETL)(236)은 상기 제1 전자 수송층(ETL)(216) 또는 상기 제2 전자 수송층(ETL)(226)과 동일한 물질로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0113] 상기 제3 전자 수송층(ETL)(236)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성할 수 있다.
- [0114] 상기 제2 발광부(220)와 상기 제3 발광부(230) 사이에는 제2 전하 생성층(CGL; Charge Generating Layer)(250)이 더 구성될 수 있다. 상기 제2 전하 생성층(CGL)(250)은 상기 제2 발광부(220) 및 제3 발광부(230) 간의 전하 균형을 조절한다. 상기 제2 전하 생성층(CGL)(250)은 N형 전하 생성층(N-CGL) 및 P형 전하 생성층(P-CGL)을 포함할 수 있다. N형 전하 생성층(N-CGL)은 상기 제2 발광부(220)로 전자(electron)를 주입해주는 역할을 하며, P형 전하 생성층(P-CGL)은 제3 발광부(230)로 정공(hole)을 주입해주는 역할을 한다.
- [0115] 상기 N형 전하 생성층(N-CGL)은 각각 Li, Na, K, 또는 Cs와 같은 알칼리 금속, 또는 Mg, Sr, Ba, 또는 Ra와 같은 알칼리 토금속으로 도핑된 유기층으로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0116] 상기 P형 전하 생성층(P-CGL)은 적어도 하나의 유기 재료의 호스트와 적어도 하나의 유기 재료의 도펀트로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0117] 그리고, 상기 제2 전하 생성층(CGL)(250)은 단일층으로 구성할 수 있다.
- [0118] 상기 제1 전하 생성층(CGL)(240)은 상기 제2 전하 생성층(CGL)(250)의 N형 전하 생성층과 P형 전하 생성층과 동일한 물질로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0119] 그리고, 상기 제3 발광부(230)의 제3 발광층(EML)(234)은 적색(Red) 발광층으로 구성한다. 제4 발광층(EML)(235)은 청색(Blue) 발광층, 진청색(Deep Blue) 발광층, 또는 스카이 블루(Sky Blue) 발광층 중 하나로 구성한다. 그리고, 상기 제3 발광층(EML)(234)과 제4 발광층(EML)(235)는 적어도 하나의 호스트에 도펀트가 도핑되어 구성된다. 호스트(host)는 단일 물질로 구성하거나, 혼합 물질로 이루어진 혼합 호스트(mixed host)로 구성할 수 있다. 구체적으로, 제3 발광층(EML)(234)은 CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl) 또는 mCP(1,3-bis(carbazol-9-yl)benzene)를 포함하는 적어도 하나의 인광 호스트 물질에 형광 또는 인광 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제3 발광층(EML)(234)의 도펀트(dopant)는 이리듐(Iridium)계열 화합물로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, 제 4 발광층(EML)(235)은 안트라센(anthracene) 유도체, 파이렌(pyrene) 유도체 및 페릴렌(perylene) 유도체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나의 형광 호스트 물질에 형광 청색 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제4 발광층(EML)(235)의 도펀트(dopant)는 파이렌(pyrene)계열로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 상기 제3 발광부(230)의 제3 발광층(EML)(234)과 제4 발광층(EML)(235)에 포함된 도펀트의 파장은 600nm 내지 640nm 범위 및 440nm 내지 480nm 범위가 될 수 있다.
- [0120] 그리고, 상기 제1 정공 수송층(HTL)(212)과 상기 제1 전자 수송층(ETL)(216)의 삼중항(Triplet) 에너지는 상기 제3 발광층(EML)(234)과 제4 발광층(EML)(235)에 포함된 호스트의 삼중항(Triplet) 에너지보다 0.01 eV 내지

0.4eV 높게 설정한다. 이는 제3 발광층(EML)(234)과 제4 발광층(EML)(235)에서 형성되는 여기자 또는 삼중항 여기자가 제3 정공 수송층이나 제3 전자 수송층의 상하의 계면으로 이동하지 않게 하여 최대한 발광에 활용하기 위해서이다.

- [0121] 그리고, 상기 제3 발광층(EML)(234)과 제4 발광층(EML)(235) 사이에는 발광 조절층(ECL; Emission Controlling Layer)(237)이 더 구성될 수 있다. 상기 발광 조절층은 발광층으로의 전자나 정공의 이동을 조절하는 역할을 하며, 정공 수송층(HTL)의 재료로 구성할 수 있다. 상기 발광 조절층(ECL)(237)은 상기 제3 발광층(EML)(234)으로 전자나 정공의 이동을 조절하므로, 제4 발광층(EML)(235)인 청색 효율을 향상시킬 수 있다. 상기 제3 발광층(EML)(234)층에 포함되는 호스트로 정공 수송층의 재료를 적용하는 경우에는 상기 발광 조절층(ECL)(237)을 생략하는 것도 가능하다.
- [0122] 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는 하부 발광(Bottom Emission) 방식이나, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 상부 발광(Top Emission) 방식, 또는 양부 발광(Dual Emission) 방식에 적용하는 것도 가능하다. 상부 발광 방식이나 양부 발광 방식에서는 소자의 특성에 따라 소자의 전체 두께나 발광층들의 위치 등이 달라질 수 있다.
- [0123] 그리고, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 소자를 포함하는 유기발광 표시장치는 도 5를 참조하여 설명한다.
- [0124] 도 5에 도시한 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광 표시장치(1000)는 기판(201), 박막트랜지스터(TFT), 오버코팅층(150), 제1 전극(202), 발광부(180) 및 제2 전극(204)을 포함한다. 박막트랜지스터(TFT)는 게이트 전극(115), 게이트 절연층(120), 반도체층(131), 소스 전극(133) 및 드레인 전극(135)을 포함한다.
- [0125] 도 5에서는 박막 트랜지스터(TFT)가 인버티드 스테거드(inverted staggered) 구조로 도시되었으나, 코플라나(coplanar) 구조로 형성할 수도 있다.
- [0126] 기판(201)은 유리, 금속, 또는 플라스틱으로 이루어질 수 있다.
- [0127] 게이트 전극(115)은 기판(201) 위에 형성되며, 게이트 라인(도시하지 않음)에 연결되어 있다. 상기 게이트 전극(115)은 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 및 구리(Cu)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 합금으로 이루어진 다중층일 수 있다.
- [0128] 게이트 절연층(120)은 게이트 전극(115) 위에 형성되며, 실리콘 산화막(SiO_x), 실리콘 질화막(SiN_x) 또는 이들의 다중층일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0129] 반도체층(131)은 게이트 절연층(120) 위에 형성되며, 비정질 실리콘(amorphous silicon, a-Si), 다결정 실리콘(polycrystalline silicon, poly-Si), 산화물(oxide) 반도체 또는 유기물(organic) 반도체 등으로 형성할 수 있다. 반도체층을 산화물 반도체로 형성할 경우, ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), 또는 ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 등으로 형성할 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 그리고, 에치 스톱퍼(도시하지 않음)는 상기 반도체층(131) 위에 형성되어 반도체층(131)을 보호하는 기능을 할 수 있으나 소자의 구성에 따라서 생략할 수도 있다.
- [0130] 소스 전극(133) 및 드레인 전극(135)은 반도체층(131) 상에 형성될 수 있다. 소스 전극(133) 및 드레인 전극(135)은 단일층 또는 다중층으로 이루어질 수 있으며, 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 및 구리(Cu)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0131] 보호층(140)은 상기 소스 전극(133) 및 드레인 전극(135) 상에 형성되며, 실리콘 산화막(SiO_x), 실리콘 질화막(SiN_x) 또는 이들의 다중층으로 형성할 수 있다. 또는 아크릴계(acryl) 수지, 폴리이미드(polyimide) 수지 등으로 형성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0132] 칼라필터(145)는 상기 제1 보호층(140) 상에 형성되며, 도면에서는 하나의 서브화소만을 도시하였으나, 상기 칼라필터(145)는 적색 서브화소, 청색 서브화소 및 녹색 서브화소의 영역에 형성된다. 상기 칼라필터(145)는 서브화소 별로 패턴 형성된 적색(R) 칼라필터, 녹색(G) 칼라필터, 및 청색(B) 칼라필터를 포함하여 이루어진다. 상기 칼라필터(145)는 상기 발광부(180)에서 방출되는 백색광 중에서 특정 파장의 광만을 투과시킨다.
- [0133] 오버코팅층(150)은 상기 칼라필터(145) 상에 형성되며, 아크릴계(acryl) 수지 또는 폴리이미드(polyimide) 수지, 산화막(SiO_x), 실리콘 질화막(SiN_x) 또는 이들의 다중층일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

- [0134] 제1 전극(202)은 상기 오버코팅층(150) 상에 형성되며, TCO(Transparent Conductive Oxide)와 같은 투명 도전 물질인 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 등으로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 전극(202)은 상기 보호층(140)과 오버코팅층(150)의 소정 영역의 콘택홀(CH)을 통해 상기 드레인 전극(135)과 전기적으로 연결된다. 도 5에서는 드레인 전극(135)과 제1 전극(202)이 전기적으로 연결되는 것으로 도시되었으나, 상기 보호층(140)과 오버코팅층(150)의 소정 영역의 콘택홀(CH)을 통해 소스 전극(133)과 제1 전극(202)이 전기적으로 연결되는 것도 가능하다.
- [0135] बैंक층(170)은 상기 제1 전극(202) 상에 형성되며, 화소 영역을 정의한다. 즉, 상기 बैंक층(170)은 복수의 화소들 사이의 경계 영역에 매트릭스 구조로 형성됨으로써, 상기 बैंक층(170)에 의해서 화소 영역이 정의된다. बैंक층(170)은 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene; BCB)계 수지, 아크릴계(acryl) 수지 또는 폴리이미드(polyimide) 수지 등의 유기물로 형성할 수 있다. 또는, बैंक층(170)은 검정색 안료를 포함하는 감광제로 형성할 수 있으며, 이 경우에는 बैंक층(170)은 차광부재의 역할을 하게 된다.
- [0136] 발광부(180)는 상기 बैंक층(170) 상에 형성된다. 상기 발광부(180)는 도 4에 도시한 바와 같이, 제1 전극(202) 상에 형성된 제1 발광부(210), 제2 발광부(220) 및 제3 발광부(230)로 이루어진다.
- [0137] 제2 전극(204)은 상기 발광부(180) 상에 형성되며, 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 등으로 형성되거나, 이들의 합금으로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0138] 도 5에 도시되지 않았으나, 봉지부가 상기 제2 전극(204) 상에 구성될 수 있다. 봉지부는 상기 발광부(180) 내부로 수분이 침투하는 것을 방지하는 역할을 한다. 봉지부는 서로 상이한 무기물이 적층된 복수의 층으로 이루어질 수도 있고, 무기물과 유기물이 교대로 적층된 복수의 층으로 이루어질 수도 있다. 그리고, 봉지 기판이 봉지부 상에 추가로 구성될 수 있다. 봉지 기판은 유리 또는 플라스틱으로 이루어질 수도 있고, 금속으로 이루어질 수도 있다. 봉지 기판은 접착제에 의해서 봉지부에 접착될 수 있다.
- [0139] 도 4에 도시한 바와 같이, 적색 효율과 청색 효율을 향상시키는 위해서 제3
- [0140] 발광부의 발광층으로 적색 발광층과 청색 발광층을 구성한 구조를 제안하였다. 그리고, 소자 효율과 색시야각을 모두 향상시키기 위해서 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 최적화하였다. 이에 대해서는 도 4를 참조하여 설명한다. 도 4에서 T0, T1, T2, T3 및 T4는 제 1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 유기층들을 나타내는 것이다. 따라서, 본 발명의 발명자들은 소자 효율 및 색시야각을 모두 향상시키기 위해서 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 유기층들의 두께를 설정한 TOL-FESE(Thickness of Organic Layers between the First Electrode and the Second Electrode) 구조를 제안한다.
- [0141] 그리고, 본 발명의 발명자들은 제3 발광부의 발광층으로 적색 발광층과 청색 발광층을 구성할 경우, 색시야각을 향상시키기 위해서 캐비티(cavity)를 결정하는데 영향을 주는 여러 유기층들 중에서 제1 발광부에 포함된 제1 정공 수송층과 제3 발광부에 제3 정공 수송층의 두께가 중요하다는 것을 인식하였다. 따라서, 제1 정공 수송층과 제3 정공 수송층의 두께에 따라 청색 효율과 시야각에 따른 색시야각 변화율이 달라짐을 인식하였다. 그리고, 제1 정공 수송층과 제3 정공 수송층의 두께에 따라 적색, 녹색, 청색, 노란색, 시안(cyan) 및 백색의 색시야각 변화율보다 마젠타(magenta)의 색시야각 변화율이 급격하게 변화함을 인식하였다. 따라서, 마젠타(magenta)를 포함한 모든 색의 색시야각 변화율이 정면인 0도에서 60도의 시야각 방향에서 0.020 이하의 범위를 만족하도록 제1 정공 수송층과 제3 정공 수송층의 두께를 최적화하였다. 제1 정공 수송층의 두께는 900Å 내지 1100Å 범위로 설정하고, 제3 정공 수송층의 두께는 600Å 내지 800Å 범위로 설정함으로써, 색시야각 변화율이 0.020 이하의 범위를 만족하는 유기발광 표시장치의 구조를 제안한다.
- [0142] 먼저, 제1 전극(202)과 제2 전극(204) 사이에 위치하는 전체 유기층들(T0)의 두께는 3700Å 내지 4450Å 범위일 수 있다.
- [0143] 그리고, 제1 전극(202)과 제1 발광부(210)의 제1 발광층(EML)(214) 사이에 위치하는 제1 유기층(T1)의 두께는 900Å 내지 1100Å 범위일 수 있다. 제1 유기층(T1)은 제1 정공 수송층(HTL)(212)일 수 있으며, 이 외에 정공 주입층(HIL)도 포함될 수 있다. 제1 정공 수송층(HTL)(212)은 하나의 층으로 구성할 수도 있고, 두 개의 층으로 구성할 수도 있다. 제1 정공 수송층(HTL)(212)을 두 개의 층으로 구성할 경우에는 제1 전극에 가까운 정공 수송층의 두께가 제1 발광층에 가까운 정공 수송층의 두께보다 더 얇을 수 있다. 그리고, 제1 유기층(T1)은 제1 정공 수송층이 두 개의 층으로 구성하여도 제1 유기층(T1)의 두께는 900Å 내지 1100Å 범위로 설정하여야 한다. 또한, 제1 유기층(T1)은 소자의 특성이나 구조에 따라 제1 유기층을 구성하는 층들이 변경될 수 있으나, 제1 유기층(T1)의 두께는 900Å 내지 1100Å 범위로 설정하여야 한다.

- [0144] 그리고, 제1 유기층(T1)과 제2 발광부(220)의 제2 발광층(EML)(224) 사이에 위치하는 제2 유기층(T2)의 두께는 600Å 내지 750Å 범위일 수 있다. 제2 유기층(T2)은 제1 발광부(210)의 제1 발광층(EML)(214), 제1 전자 수송층(ETL)(216), 제1 전하 생성층(CGL)(240) 및 제2 정공 수송층(HTL)(222)일 수 있으며, 이 외에 정공 주입층(HIL)이나 전자 주입층(EIL)도 포함될 수 있다. 제2 유기층(T2)은 소자의 특성이나 구조에 따라 제2 유기층을 구성하는 층들이 변경될 수 있으나, 제2 유기층(T2)의 두께는 600Å 내지 750Å 범위로 설정하여야 한다.
- [0145] 그리고, 제2 유기층(T2)과 제3 발광부(230)의 제3 발광층(EML)(234) 사이에 위치하는 제3 유기층(T3)의 두께는 1550Å 내지 1750Å 범위일 수 있다. 제3 유기층(T3)은 제2 발광부(220)의 제2 발광층(EML)(224), 제2 전자 수송층(ETL)(226), 제2 전하 생성층(CGL)(250) 및 제3 정공 수송층(HTL)(232)일 수 있으며, 이 외에 정공 주입층(HIL)이나 전자 주입층(EIL)도 포함될 수 있다. 제3 유기층(T3)은 소자의 특성이나 구조에 따라 제3 유기층을 구성하는 층들이 변경될 수 있으나, 제3 유기층(T3)의 두께는 1550Å 내지 1750Å 범위로 설정하여야 한다.
- [0146] 그리고, 제3 유기층(T3)과 제2 전극(204) 사이에 위치하는 제4 유기층(T4)의 두께는 650Å 내지 850Å 범위일 수 있다. 제4 유기층(T4)은 제3 발광부(230)의 제3 발광층(EML)(234), 제4 발광층(EML)(235), 발광 조절층(ECL)(237) 및 제3 전자 수송층(ETL)(236)일 수 있으며, 이 외에 정공 주입층(HIL)이나 전자 주입층(EIL)도 포함될 수 있다. 상기 발광 조절층(ECL)(237)을 구성하지 않을 경우 제4 유기층(T4)의 두께는 유지되어야 하므로 인접 유기층인 제3 유기층(T3) 또는 제4 유기층(T4)의 두께를 보상하여 설정되어야 한다. 제4 유기층(T4)은 소자의 특성이나 구조에 따라 제4 유기층을 구성하는 층들이 변경될 수 있으나, 제4 유기층(T4)의 두께는 650Å 내지 850Å 범위로 설정하여야 한다.
- [0147] 이와 같이, 각 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 적용하고, 제1 유기층(T1)과 제3 유기층(T3)의 두께의 합인 2450Å 내지 2850Å 범위로 적용할 경우, 효율의 감소 없이 색시야각 변화율을 최소화할 수 있다. 이에 의해, 적색 효율, 녹색 효율 및 청색 효율을 향상시키고, 원하는 색시야각을 확보할 수 있다. 그리고, 캐비티(cavity)에 영향을 주는 제1 유기층(T1)에 포함된 제1 정공 수송층(HTL)(212)과 제3 유기층(T3)에 포함된 제3 정공 수송층(HTL)(232)의 두께를 설정함으로써, 청색 효율 및 색시야각을 향상시킬 수 있다.
- [0148] 그리고, 제3 유기층(T3)에서 제3 정공 수송층(HTL)(232)의 두께를 증가시키지 않아도 되므로, 청색 발광층의 캐비티(cavity)의 장파장 이동에 따른 색순도의 저하 없이 청색 효율을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0149] 그리고, 제3 발광부에 적색 발광층을 추가로 구성함으로써 적색 효율을 향상시킬 수 있다. 따라서, 적색을 구현하기 위해서 황색-녹색 발광층의 캐비티를 장파장으로 이동시키지 않아도 되므로, 원하는 색좌표를 구현할 수 있다. 또한, 적색 효율을 향상시키기 위해서 장파장 영역에 해당하는 제2 발광층인 황색-녹색 발광층을 제2 전극으로부터 먼 위치에 위치시키지 않아도 되므로, 제1 발광부의 제1 발광층과 제2 발광부의 제2 발광층의 간격을 확보할 수 있다. 제1 발광부의 제1 발광층과 제2 발광부의 제2 발광층의 간격 확보에 의해 소자 수명에 영향을 주는 제1 전하 생성층(CGL)(240)이나 제1 전자 수송층(ETL)(216)의 두께를 감소시키지 않아도 되므로 소자 수명을 개선할 수 있다.
- [0150] 따라서, 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 유기층들의 두께를 설정한TOL-FESE(Thickness of Organic Layers between the First Electrode and the Second Electrode) 구조를 적용함으로써, 효율 및 색시야각을 향상시킬 수 있다.
- [0151] 이에 대한 결과에 대해서 표 1, 도 6 내지 도 8을 참조하여 설명한다.

표 1

항목		실시예1	실시예2
색좌표	Rx,Ry	0.667, 0.331	0.676, 0.322
	Gx,Gy	0.307, 0.649	0.311, 0.653
	Bx,By	0.140, 0.053	0.143, 0.048
	Wx,Wy	0.309, 0.341	0.319, 0.332
색재현율 (%)	sRGB 면적비	115.7	124.2
	DCI 중첩비	91.0	94.8
효율 (cd/A)	R	6.2	7.8
	G	33.6	33.8
	B	3.2	3.0
	W	82.1	83.7

[0152]

[0153]

표 1에서 실시예 1은 도 1에 도시된 유기 발광 소자를 적용한 유기발광 표시장치이고, 실시예 2는 도 4에 도시된 유기 발광 소자를 적용한 유기발광 표시장치이다.

[0154]

표 1에 나타난 바와 같이, 적색의 색좌표(Rx, Ry)를 살펴보면 실시예 1이 (0.667, 0.331), 실시예 2는 (0.676, 0.322)의 결과를 나타내었다. 그리고, 녹색의 색좌표(Gx, Gy)를 살펴보면 실시예 1이 (0.307, 0.649), 실시예 2는 (0.311, 0.653)의 결과를 나타내었다. 그리고, 청색의 색좌표(Bx, By)를 살펴보면 실시예 1이 (0.140, 0.053), 실시예 2는 (0.143, 0.048)의 결과를 나타내었다. 그리고, 백색의 색좌표(Wx, Wy)를 살펴보면 실시예 1이 (0.308, 0.341), 실시예 2는 (0.319, 0.342)의 결과를 나타내었다. 따라서, 실시예 1과 실시예 2는 유사한 수준의 색좌표 값을 나타내었으며, 실시예 1과 실시예 2에서 원하는 색감을 만족하는 결과를 나타낼 수 있다.

[0155]

그리고, 색재현율을 살펴보면 sRGB 면적비는 실시예 1이 115.7%이고 실시예 2는 124.2%이다. DCI(Digital Cinema Initiatives) 중첩비는 실시예 1이 91.0%, 실시예 2가 94.8%이다. 이로부터, 실시예 2가 실시예 1보다 색재현율이 향상되었음을 알 수 있으며, DCI 색좌표가 개선되었음을 알 수 있다.

[0156]

효율을 살펴보면 적색(Red) 효율은 실시예 1이 6.2cd/A이고, 실시예 2는 7.8cd/A로 실시예 2가 실시예 1보다 적색(Red) 효율이 향상되었음을 알 수 있다. 그리고, 녹색(Green) 효율은 실시예 1이 33.6cd/A이고, 실시예 2는 33.8cd/A로 실시예 1과 실시예 2가 유사함을 알 수 있다. 청색(Blue) 효율은 실시예 1이 3.2cd/A이고, 실시예 2가 3.0cd/A로 실시예 1과 실시예 2가 유사함을 알 수 있다. 백색(White) 효율은 실시예 1이 82.1cd/A, 실시예 2가 83.7cd/A로 실시예 1보다 실시예 2가 향상되었음을 알 수 있다. 따라서, 실시예 2가 실시예 1에 비해 동등 수준의 청색 효율과 녹색 효율을 나타내고, 실시예 2가 실시예 1에 비해 적색 효율과 백색 효율이 향상되었음을 알 수 있다.

[0157]

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치의 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 도 6에서 가로축은 빛의 파장을 나타내고, 세로축은 발광 세기를 나타낸 것이다. 발광 세기는 EL 스펙트럼의 최대값을 기준으로 하여 상대적인 값으로 표현한 수치이다.

[0158]

그리고, 도 6에서 본 발명의 실시예 1은 실선으로 표시하고, 본 발명의 실시예 2는 점선으로 표시하였다. 실시예 1은 도 1에 도시된 유기 발광 소자를 적용한 유기발광 표시장치이고, 실시예 2는 도 4에 도시된 유기 발광 소자를 적용한 유기발광 표시장치이다.

[0159]

도 6에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예 2는 제3 발광부에 적색(Red) 발광층과 청색(Blue) 발광층을 구성함으로써, 적색(Red) 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)가 나타남을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예 2는 세 개의 발광 피크(EL Peak)를 가짐을 알 수 있다.

[0160]

청색(Blue) 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)는 440nm 내지 480nm 범위이고, 이 영역에서 본 발명의 실시예

2의 발광 세기가 본 발명의 실시예 1의 발광 세기보다 증가하였음을 알 수 있다. 이 발광 피크(EL Peak)는 제1 발광부의 제1 발광층과 제3 발광부의 제4 발광층에 의해서 발광 피크가 나타나므로 실시예 2의 발광 세기가 실시예 1보다 증가한 것이다. 따라서, 청색(Blue)의 발광 세기가 향상되므로, 청색(Blue) 효율이 향상됨을 알 수 있다.

- [0161] 그리고, 황색-녹색(Yellow-Green) 영역 또는 녹색(Green) 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)는 540nm 내지 580nm 범위이고, 이 영역에서 본 발명의 실시예 1과 실시예 2의 발광 세기는 유사함을 알 수 있다.
- [0162] 그리고, 적색(Red) 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)는 600nm 내지 640nm 범위이고, 이 영역은 본 발명의 실시예 2에서 나타남을 알 수 있다. 이는 제3 발광 부에 적색(Red) 발광층과 청색(Blue) 발광층이 구성되므로, 적색(Red) 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)가 나타나는 것이다. 실시예 2는 제3 발광부에 구성된 적색 발광층에 의해서 적색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)가 나타나므로, 적색을 구현하기 위해서 황색-녹색 발광층의 캐비티를 장과장으로 이동시키지 않아도 된다. 따라서, 황색-녹색 발광층의 캐비티를 장과장으로 이동시키지 않아도 되므로, 원하는 색좌표를 구현할 수 있다.
- [0163] 따라서, 실시예 1과 비교하여 실시예 2는 세 개의 발광 피크(EL Peak)를 가짐을 알 수 있다. 즉, 세 개의 발광 피크(EL Peak)는 청색(Blue) 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)인 440nm 내지 480nm 범위와, 녹색(Green) 영역 또는 황색-녹색(Yellow-Green) 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)인 540nm 내지 580nm 범위와, 적색(Red) 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)인 600nm 내지 640nm 범위에서 나타남을 알 수 있다.
- [0164] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광 표시장치의 각도에 따른 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 도 7에서 가로축은 빛의 파장 영역을 나타낸 것이며, 세로축은 발광 세기를 나타낸 것이다. 발광 세기는 EL 스펙트럼의 최대값을 기준으로 하여 상대적인 값으로 표현한 수치이다.
- [0165] 그리고, 도 7은 유기발광 표시장치의 정면을 0° 로 하여, 정면으로부터 각도를 변경하여 측정된 것으로, 0° , 15° , 30° , 45° 및 60° 의 각도에서의 측정 결과를 나타낸 것이다.
- [0166] 본 발명의 다른 실시예인 실시예 2에서, 제1 발광부의 제1 발광층은 청색 발광층 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나로 구성한다. 제2 발광부의 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 또는 녹색 발광층으로 구성한다. 제3 발광부의 제3 발광층은 적색 발광층으로 구성하고, 제4 발광층은 청색 발광층, 진청색 발광층 또는 스카이 블루 발광층 중 하나로 구성한다. 따라서, 도 7에 도시한 바와 같이, 제1 발광부와 제3 발광부의 청색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)는 440nm 내지 480nm 범위, 제2 발광부의 황색-녹색 또는 녹색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)는 540nm 내지 580nm 범위 및 제3 발광부의 적색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)는 600nm 내지 640nm 범위에서 EL 스펙트럼이 나타남을 알 수 있다.
- [0167] 시야각에 따라 청색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)의 변화율과 황색-녹색 영역에 해당하는 발광 피크(EL Peak)의 변화율이 유사함을 알 수 있다. 그리고, 적색 영역에 해당하는 파장 영역에서 발광 피크(EL Peak)가 나타남을 알 수 있다. 따라서, 시야각이 변동되어도 백색의 색좌표가 이동하지 않게 되므로, 색시야각 특성을 확보할 수 있다.
- [0168] 그리고, 시야각에 따른 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)은 도 8을 참조하여 설명한다.
- [0169] 도 8은 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)을 나타내는 도면이다. 도 8에서 가로축은 시야각 각도를 나타내며, 세로축은 색시야각 변화율을 나타낸다. 도 8에서, ①은 적색(red), ②는 녹색(green), ③은 청색(blue), ④는 노란색(yellow), ⑤는 시안(cyan), ⑥은 마젠타(magenta) 및 ⑦은 백색(white)을 나타낸다.
- [0170] 즉, 도 8은 유기발광 표시장치의 정면에서 바라보는 0도부터 15도, 30도, 45도, 60도에서 기울여 바라보며 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)을 측정된 것이다.
- [0171] 도 8에 도시한 바와 같이, 유기발광 표시장치의 정면인 0도에서 60도의 시야각 방향에서 유기발광 표시장치가 표시하는 모든 색의 색시야각 변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하임을 알 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에는 하나의 발광부에 적색 발광층과 청색 발광층이 포함되므로, 적색이 나타나게 된다. 따라서, 적색과 청색의 혼합으로 생기는 마젠타(magenta)의 색시야각 변화율이 0.020 이하를 나타내게 된다. 색시야각 변화율이 0.020 이하가 될 경우 소비자는 시야각에 따른 색변화를 인식하기 어렵게 된다. 따라서, 본 발명에서는 색시야각 변화율이 0.020 이하를 만족함으로써, 색시야각에 따른 유기발광 표시장치의 색변화를 방지할 수 있는 효과가 있다.
- [0172] 이상 설명한 바와 같이, 하나의 발광부 내에 두 개의 발광층으로 적색 발광층과 청색 발광층을 구성함으로써,

적색 효율 및 청색 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0173] 또한, 하나의 발광부 내에 적색 발광층과 청색 발광층을 구성하고, 발광부를 구성하는 유기층들의 두께를 최적화함으로써, 적색 효율, 녹색 효율 및 청색 효율을 향상시키고, 유기발광 표시장치의 색시야각을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0174] 또한, 두 개의 전극 사이에 위치하는 유기층들의 두께를 설정한 TOL-FESE(Thickness of Organic Layers between the First Electrode and the Second Electrode) 구조를 적용함으로써, 색시야각 변화율이 0.020 이하를 만족하므로, 색시야각에 따른 유기발광 표시장치의 색변화를 방지할 수 있는 효과가 있다.

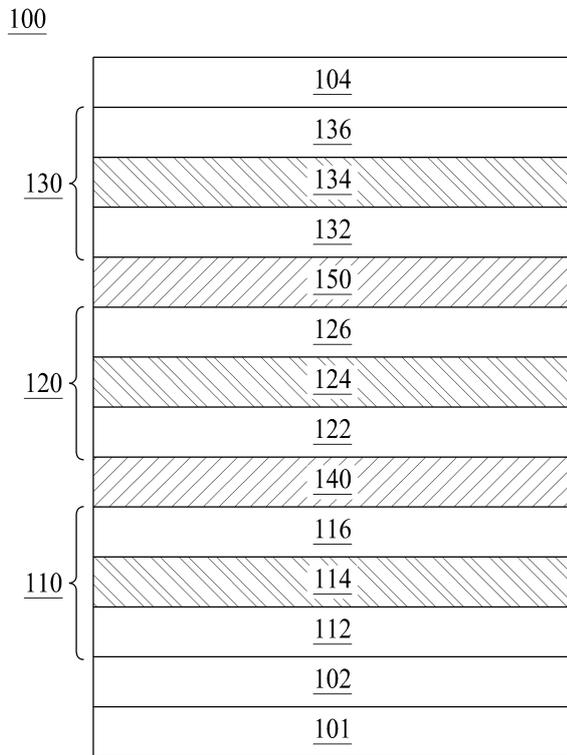
[0175] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

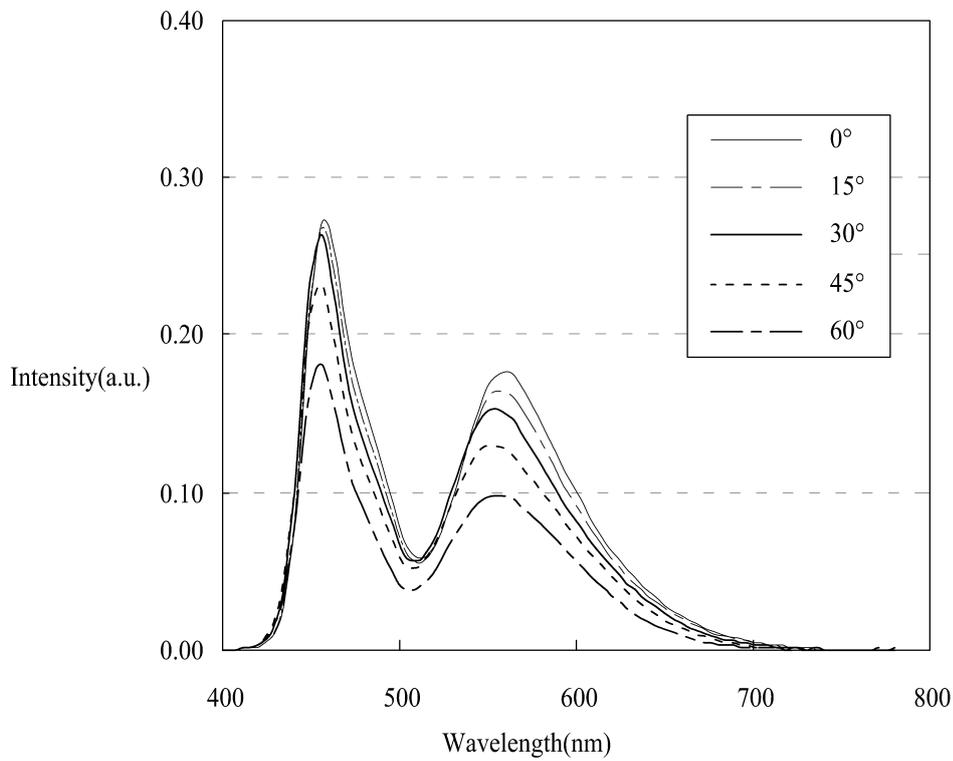
- [0176] 100, 200: 백색 유기 발광 소자
- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 101, 201: 기관 | 102,202: 제1 전극 |
| 104, 204: 제2 전극 | 110, 210: 제1 발광부 |
| 120, 220: 제2 발광부 | 130, 230: 제3 발광부 |
| 140, 240: 제1 전하 생성층 | 150, 250: 제2 전하 생성층 |
| 112, 212: 제1 정공 수송층 | 122, 222: 제2 정공 수송층 |
| 132, 232: 제3 정공 수송층 | 116, 216: 제1 전자 수송층 |
| 126, 226: 제2 전자 수송층 | 136, 236: 제3 전자 수송층 |
| 114, 214: 제1 발광부의 제1 발광층 | |
| 124, 224: 제2 발광부의 제2 발광층 | |
| 134, 234: 제3 발광부의 제3 발광층 | |
| 235: 제3 발광부의 제4 발광층 | |

도면

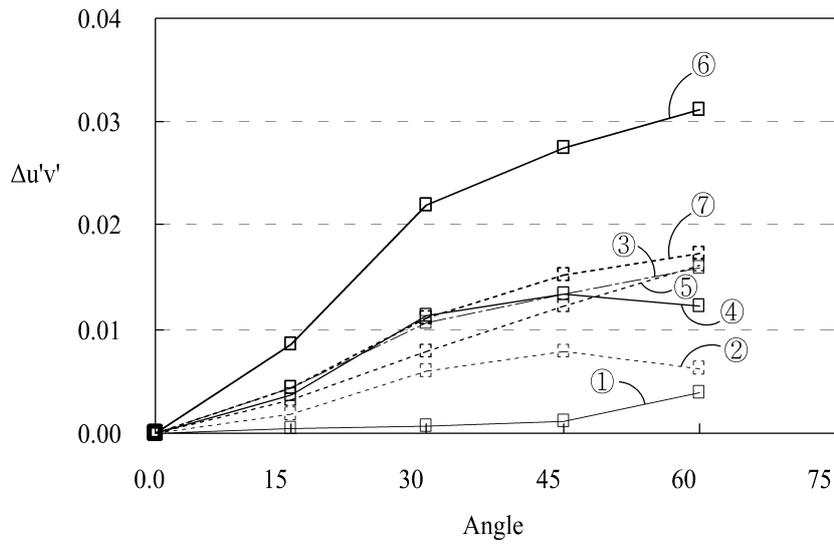
도면1



도면2

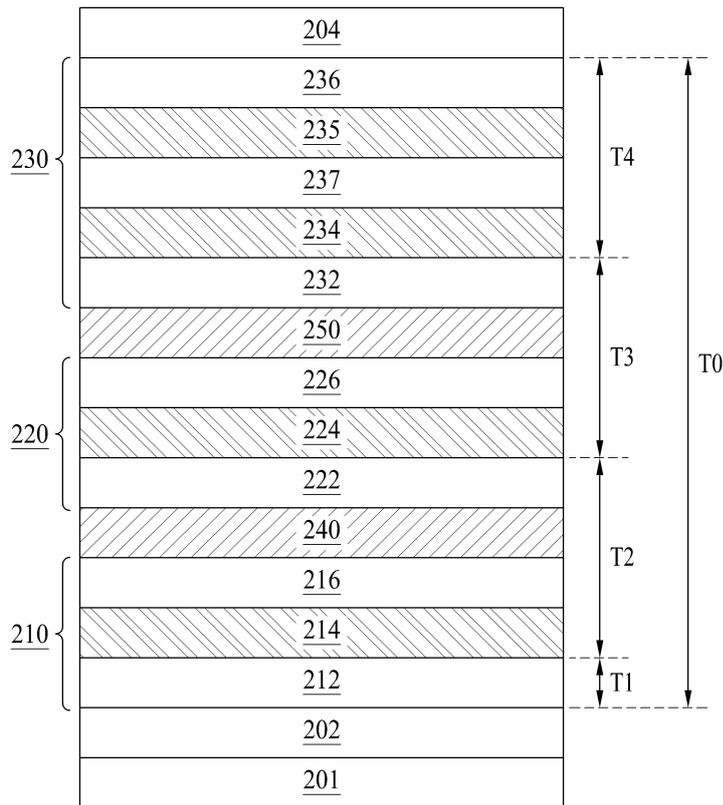


도면3

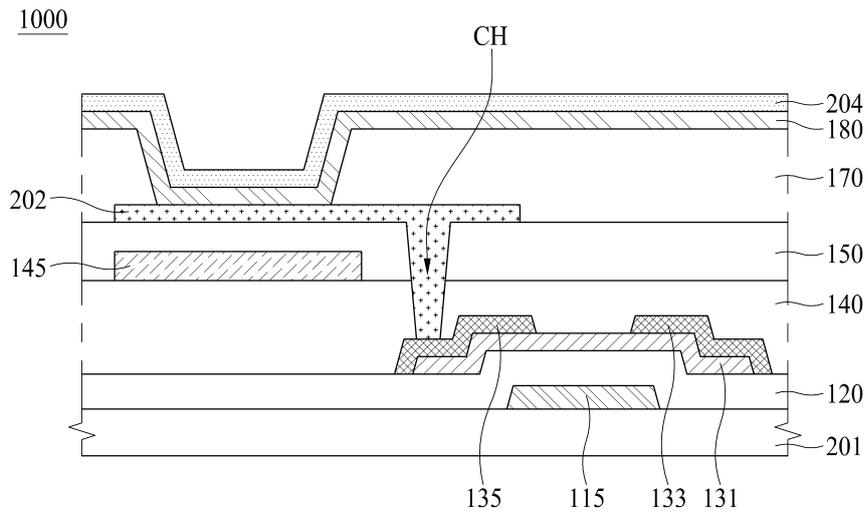


도면4

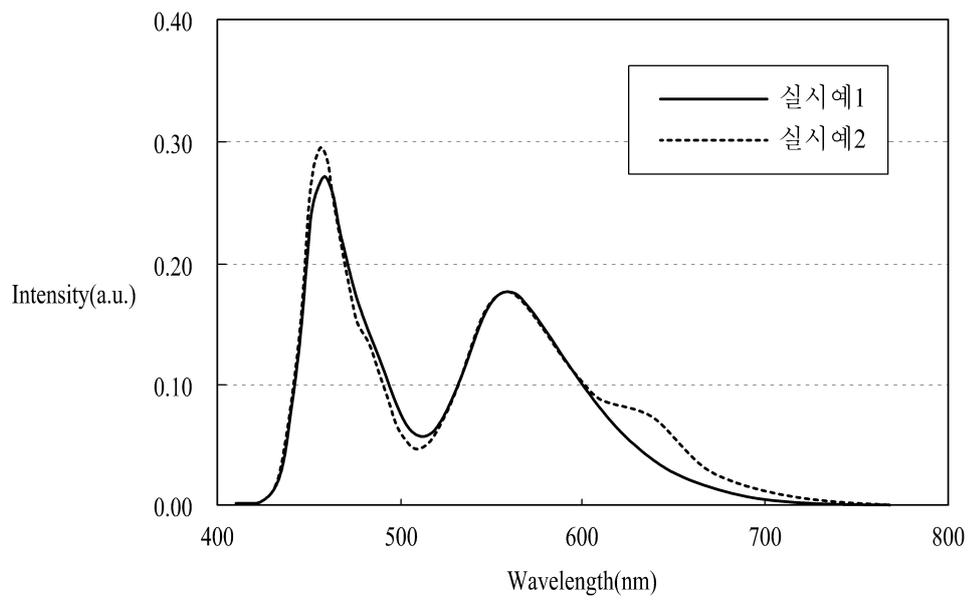
200



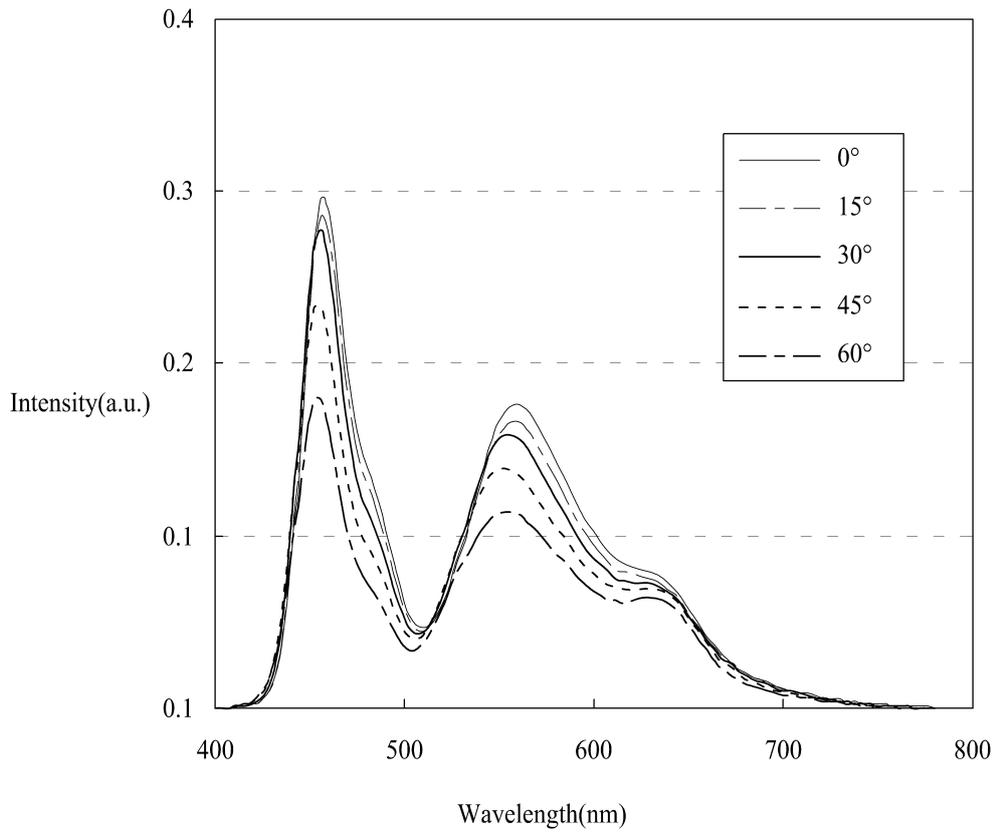
도면5



도면6



도면7



도면8

