



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0069468
(43) 공개일자 2016년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/504 (2013.01)
H01L 51/5036 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0170128
(22) 출원일자 2015년12월01일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020140175027 2014년12월08일 대한민국(KR)

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
조귀정
대구광역시 달성군 화원읍 화원로1길 36-10
한창욱
서울특별시 마포구 월드컵북로38길 53, 105동
1702호(중동, 월드컵참누리아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인천문

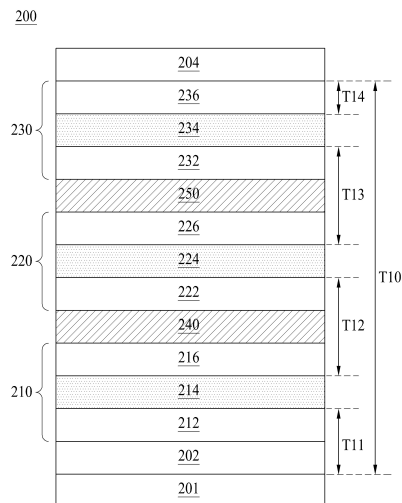
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 유기발광 표시장치

(57) 요약

본 발명의 유기발광 표시장치는 기판 위에 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극과, 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에 있는 적어도 세 개의 발광부를 포함하며, 상기 기판과 상기 제1 발광층 사이의 제1 거리, 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층 사이의 제2 거리, 상기 제2 발광층과 상기 제3 발광층 사이의 제3 거리, 및 상기 제3 발광층과 상기 제2 전극 사이의 제4 거리가 각각 서로 다르도록 구성한다.

대표도 - 도13



(52) CPC특허분류

H01L 51/5278 (2013.01)

H01L 2227/32 (2013.01)

(72) 발명자

김태일

경기도 파주시 책향기로 403, 701동 1201호(동패동, 숲속길마을월드메르디앙센트럴파크아파트)

김태식

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

최희동

경기도 의왕시 모락로 89-16, 104동 1204호 (오전동, 신원수선화아파트)

김지영

경기도 성남시 분당구 정자일로 72, 304동 704호(금곡동, 청솔마을한라아파트)

이민규

대구광역시 북구 칠곡중앙대로53길 32, 106동 1504호(태전동, 한일아파트)

임태석

서울특별시 노원구 한글비석로5길 62, 806동 201호(중계동, 중계8단지주공아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

기관 위에 있는 제1 전극;

상기 제1 전극 위에 있으며, 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부;

상기 제1 발광부 위에 있으며, 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부;

상기 제2 발광부 위에 있으며, 제3 발광층을 포함하는 제3 발광부; 및

상기 제3 발광부 위에 있는 제2 전극을 포함하고,

상기 기관과 상기 제1 발광층 사이의 제1 거리, 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층 사이의 제2 거리, 상기 제2 발광층과 상기 제3 발광층 사이의 제3 거리, 및 상기 제3 발광층과 상기 제2 전극 사이의 제4 거리는 각각 서로 다른, 유기발광 표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 거리는 상기 제2 거리 또는 상기 제3 거리보다 큰, 유기발광 표시장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제2 거리는 상기 제3 거리보다 작은, 유기발광 표시장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제4 거리는 상기 제3 거리보다 작은, 유기발광 표시장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1 거리는 상기 기관과 상기 제1 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제1 유기층의 두께와 상기 제1 전극의 두께를 포함하며, 상기 제1 거리는 165nm 내지 240nm 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제2 거리는 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제2 유기층의 두께를 포함하며, 상기 제2 거리는 25nm 내지 50nm 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제3 거리는 상기 제2 발광층과 상기 제3 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제3 유기층의 두께를 포함하며, 상기 제3 거리는 114nm 내지 150nm 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제4 거리는 상기 제3 발광층과 상기 제2 전극 사이에 있는 적어도 하나의 제4 유기층의 두께를 포함하며, 상기 제4 거리는 35nm 이하인, 유기발광 표시장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제2 전극의 하면에서 상기 기관의 상면까지의 거리는 334nm 내지 580nm 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제1 발광층, 상기 제2 발광층, 및 상기 제3 발광층의 두께의 합은 30nm 내지 140nm 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 제1 발광층, 상기 제2 발광층, 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이 및 시야각에 따른 발광세기 변화율을 고려하여 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들도록 상기 제1 거리, 상기 제2 거리, 상기 제3 거리, 및 상기 제4 거리가 조절되어 구비된, 유기발광 표시장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층은 청색 발광층, 스카이 블루 발광층, 및 진청색 발광층 중 하나를 포함하고, 상기 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 및 녹색 발광층 중 하나를 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 8nm 미만이고, 상기 제2 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 12nm 이하인, 유기발광 표시장치.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 제2 발광층의 시야각에 따른 발광세기 변화율이 a%일 경우, 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 발광세기 변화율은 $(a \pm 15)\%$ 이내인, 유기발광 표시장치.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 시야각이 0도 내지 60도에서의 상기 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하인, 유기발광 표시장치.

청구항 16

기관 위에 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극; 및

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하며, 상기 적어도 하나의 유기층을 포함하는 적어도 세 개의 발광부를 포함하고,

상기 적어도 세 개의 발광부는 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부, 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부, 및 제3 발광층을 포함하는 제3 발광부로 구성되며, 상기 적어도 세 개의 발광부들은 시야각에 따른 피크파장의 차이와 시야각에 따른 발광세기 변화율을 고려하여 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들도록 상기 적어도 세 개의 발광부들은 상기 적어도 하나의 유기층들의 두께가 조절된 ATOL(Adjusted Thickness of Organic Layers) 구조를 갖는, 유기발광 표시장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층은 청색 발광층, 스카이 블루 발광층, 및 진청색 발광층 중 하나를 포함하고, 상기 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 및 녹색 발광층 중 하나를 포함하는, 유기발광 표시장치.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 ATOL 구조는 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 8nm 미만이고, 상기 제2 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 12nm 이하인, 유기발광 표시장치.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 ATOL 구조는 상기 제2 발광층의 시야각에 따른 발광세기 변화율이 a%일 경우, 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 발광세기 변화율은 $(a \pm 15)\%$ 이내인, 유기발광 표시장치.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 ATOL 구조는 상기 시야각이 0도 내지 60도에서의 상기 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하인, 유기발광 표시장치.

청구항 21

제 16 항에 있어서,

상기 기판과 상기 제1 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제1 유기층을 포함하며, 상기 제1 유기층의 두께와 상기 제1 전극을 포함하는 두께의 합은 165nm 내지 240nm 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 22

제 16 항에 있어서,

상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제2 유기층을 포함하며, 상기 제2 유기층의 두께는 25nm 내지 50nm 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 23

제 16 항에 있어서,

상기 제2 발광층과 상기 제3 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제3 유기층을 포함하며, 상기 제3 유기층의 두께는 114nm 내지 150nm 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 24

제 16 항에 있어서,

상기 제3 발광층과 상기 제2 전극 사이에 있는 적어도 하나의 제4 유기층을 포함하며, 상기 제4 유기층의 두께는 35nm 이하인, 유기발광 표시장치.

청구항 25

제 16 항에 있어서,

상기 제2 전극의 하면에서 상기 기판의 상면까지의 두께는 334nm 내지 580nm 범위인, 유기발광 표시장치.

청구항 26

제 16 항에 있어서,

상기 제1 발광층, 상기 제2 발광층, 및 상기 제3 발광층의 두께의 합은 30nm 내지 140nm 범위인, 유기발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광 표시장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 시야각에 따른 색변화율을 개선할 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 표시장치(Display Device)가 개발되고 있다.

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

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

[0005] 유기발광 표시장치는 일반적으로 두 개의 전극 사이에 유기 발광층을 포함한다. 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] 유기발광 표시장치는 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B)을 발광하는 서브 픽셀들에 의해 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 색좌표로 색재현율을 나타낼 수 있다.

[0008] 색재현율은 유기발광 표시장치를 구성하는 유기 발광층의 재료나 소자의 구조에 따라 영향을 받게 되므로, 원하는 색을 표현하기 어려운 문제점이 있다. 이에 우수한 화질을 원하는 소비자나 사용자의 요구에 따라 유기발광 표시장치의 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 부가하여 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 발광효율이 저하되는 문제점이 있다.

- [0011] 다른 방안으로, 보색 관계의 두 개의 발광층을 적층하여 백색광을 방출하는 구조로 할 수 있다. 그러나, 이 구조는 백색광이 컬러필터를 통과하게 되면 각 발광층의 피크 파장에 해당하는 파장 영역과 컬러필터의 투과 영역과의 차이가 생긴다. 따라서, 표현할 수 있는 색상범위가 좁아져 원하는 색재현율이나 색좌표 특성을 개선하는데 문제가 있었다.
- [0012] 이에 본 발명의 발명자들은 위에서 언급한 문제점들을 인식하고, 색좌표 특성을 개선하여 색변화율을 감소시킬 수 있는 새로운 구조의 유기발광 표시장치를 발명하였다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제는 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 최적화하여 시야각에 따른 색변화율을 감소시킴으로써, 효율 및 색재현율이나 색변화율을 개선할 수 있는 유기발광 표시장치를 제공하는 것이다.
- [0014] 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

- [0015] 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는 기관 위에 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극과, 상기 제1 전극 위에 위치하며, 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부, 상기 제1 발광부 위에 위치하며, 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부, 및
- [0016] 상기 제2 발광부 위에 위치하며, 제3 발광층을 포함하는 제3 발광부를 포함하고, 상기 기관과 상기 제1 발광층 사이의 제1 거리, 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층 사이의 제2 거리, 상기 제2 발광층과 상기 제3 발광층 사이의 제3 거리, 및 상기 제3 발광층과 상기 제2 전극 사이의 제4 거리는 각각 서로 다르도록 구성한다.
- [0017] 상기 제1 거리는 상기 제2 거리 또는 상기 제3 거리보다 클 수 있다.
- [0018] 상기 제2 거리는 상기 제3 거리보다 작을 수 있다.
- [0019] 상기 제4 거리는 상기 제3 거리보다 작을 수 있다.
- [0020] 상기 제1 거리는 상기 기관과 상기 제1 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제1 유기층의 두께와 상기 제1 전극의 두께를 포함하며, 상기 제1 거리는 165nm 내지 240nm 범위일 수 있다.
- [0021] 상기 제2 거리는 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제2 유기층의 두께를 포함하며, 상기 제2 거리는 25nm 내지 50nm 범위일 수 있다.
- [0022] 상기 제3 거리는 상기 제2 발광층과 상기 제3 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제3 유기층의 두께를 포함하며, 상기 제3 거리는 114nm 내지 150nm 범위일 수 있다.
- [0023] 상기 제4 거리는 상기 제3 발광층과 상기 제2 전극 사이에 있는 적어도 하나의 제4 유기층의 두께를 포함하며, 상기 제4 거리는 35nm 이하일 수 있다.
- [0024] 상기 제2 전극의 하면에서 상기 기관의 상면까지의 거리는 334nm 내지 580nm 범위일 수 있다.
- [0025] 상기 제1 발광층, 상기 제2 발광층, 및 상기 제3 발광층의 두께의 합은 30nm 내지 140nm 범위일 수 있다.
- [0026] 상기 제1 발광층, 상기 제2 발광층, 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이 및 시야각에 따른 발광세기 변화율을 고려하여 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들도록 상기 제1 거리, 상기 제2 거리, 상기 제3 거리, 및 상기 제4 거리가 조절되어 구비될 수 있다.
- [0027] 상기 시야각이 0도 내지 60도에서의 상기 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하일 수 있다.
- [0028] 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층은 청색 발광층, 스카이 블루 발광층, 및 진청색 발광층 중 하나를 포함하고, 상기 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 및 녹색 발광층 중 하나를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 8nm 미만이고, 상기 제2 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 12nm 이하일 수 있다.
- [0030] 상기 제2 발광층의 시야각에 따른 발광세기 변화율이 a%일 경우, 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각

에 따른 발광세기 변화율은 $(a \pm 15)\%$ 이내일 수 있다.

- [0031] 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는 기관 위에 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하며, 상기 적어도 하나의 유기층을 포함하는 적어도 세 개의 발광부를 포함하고, 상기 적어도 세 개의 발광부는 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부, 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부, 및 제3 발광층을 포함하는 제3 발광부로 구성되며, 상기 적어도 세 개의 발광부들은 시야각에 따른 피크파장의 차이와 시야각에 따른 발광세기 변화율을 고려하여 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들도록 상기 적어도 세 개의 발광부들은 상기 적어도 하나의 유기층들의 두께가 조절된 ATOL(Adjusted Thickness of Organic Layers) 구조를 갖는다.
- [0032] 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층은 청색 발광층, 스카이 블루 발광층, 및 진청색 발광층 중 하나를 포함하고, 상기 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 및 녹색 발광층 중 하나를 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 ATOL 구조는 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 8nm 미만이고, 상기 제2 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 12nm 이하일 수 있다.
- [0034] 상기 ATOL 구조는 상기 제2 발광층의 시야각에 따른 발광세기 변화율이 a%일 경우, 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 발광세기 변화율은 $(a \pm 15)\%$ 이내일 수 있다.
- [0035] 상기 ATOL 구조는 상기 시야각이 0도 내지 60도에서의 상기 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하일 수 있다.
- [0036] 상기 기관과 상기 제1 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제1 유기층을 포함하며, 상기 제1 유기층의 두께와 상기 제1 전극을 포함하는 두께의 합은 165nm 내지 240nm 범위일 수 있다.
- [0037] 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제2 유기층을 포함하며, 상기 제2 유기층의 두께는 25nm 내지 50nm 범위일 수 있다.
- [0038] 상기 제2 발광층과 상기 제3 발광층 사이에 있는 적어도 하나의 제3 유기층을 포함하며, 상기 제3 유기층의 두께는 114nm 내지 150nm 범위일 수 있다.
- [0039] 상기 제3 발광층과 상기 제2 전극 사이에 있는 적어도 하나의 제4 유기층을 포함하며, 상기 제4 유기층의 두께는 35nm 이하일 수 있다.
- [0040] 상기 제2 전극의 하면에서 상기 기관의 상면까지의 두께는 334nm 내지 580nm 범위일 수 있다.
- [0041] 상기 제1 발광층, 상기 제2 발광층, 및 상기 제3 발광층의 두께의 합은 30nm 내지 140nm 범위일 수 있다.
- [0042] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0043] 본 발명은 시야각에 따른 피크파장의 차이나 시야각에 따른 발광세기 변화율을 고려하여 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 각각 다르게 설정함으로써, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [0044] 또한, 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 최적화함으로써, 0도 내지 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하의 범위로 설정할 수 있으므로, 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색변화에 의한 색불량을 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [0045] 또한, 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 최적화함으로써, 0도 내지 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하의 범위로 설정할 수 있고 색방향을 청색방향에서 색변화에 둔감한 방향으로 이동시킬 수 있으므로, 유기발광 표시장치의 푸르스름하게 변하는 색불량을 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [0046] 또한, 적어도 세 개의 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께가 서로 다른 ATOL(Adjusted Thickness of Organic Layers) 구조를 적용함으로써, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [0047] 또한, 적어도 세 개의 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께가 서로 다른
- [0048] ATOL(Adjusted 다른 Thickness of Organic Layers) 구조를 적용함으로써, 시야각에 따른 피크파장의 차이를 최소화할 수 있으므로, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들어 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색변화에 의한 색불량을 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [0049] 또한, 적어도 세 개의 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께가 서로 다른

[0050] ATOL(Adjusted 다른 Thickness of Organic Layers) 구조를 적용함으로써, 시야각에 따른 발광세기 변화율을 최소화할 수 있으므로, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들어 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색변화에 의한 색불량을 개선할 수 있는 효과가 있다.

[0051] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[0052] 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

[0053] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 단면도이다.

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

도 3은 본 발명의 일 실시예의 시야각에 따른 색변화율을 나타내는 도면이다.

도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2의 제3 두께에 따른 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2의 시야각에 따른 색좌표를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2의 시야각에 따른 색변화율을 나타내는 도면이다.

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 실시예 2 및 비교예 3의 제2 두께에 따른 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예 2 및 비교예 3의 시야각에 따른 색좌표를 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예 2 및 비교예 3의 시야각에 따른 색변화율을 나타내는 도면이다.

도 10a 및 도 10b는 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4의 제1 두께에 따른 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4의 시야각에 따른 색좌표를 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4의 시야각에 따른 색변화율을 나타내는 도면이다.

도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 개략적인 단면도이다.

도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광 표시장치를 나타내는 개략적인 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0057] 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.

[0058] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관

계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.

- [0059] 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.
- [0060] 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.
- [0061] 이하, 첨부된 도면 및 실시예를 통해 본 발명의 실시예를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 본 발명의 모든 실시예에서 유기발광 표시장치의 모든 구성요소는 동작가능하게 결합되어 구성될 수 있다,
- [0062] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 단면도이다.
- [0063] 도 1에 도시된 유기발광소자(100)는 기판(101) 위에 제1 전극(102) 및 제2 전극(104)과, 제1 전극(102) 및 제2 전극(104) 사이에 제1 발광부(110), 제2 발광부(120), 및 제3 발광부(130)를 구비한다. 제1 두께(T1)는 기판(101)과 제1 발광부(110)의 제1 발광층(114) 사이의 거리, 즉 기판(101)의 상면과 제1 발광층(114)의 하면 사이의 거리를 말한다. 제2 두께(T2)는 제1 발광부(110)의 제1 발광층(114)과 제2 발광부(120)의 제2 발광층(124) 사이의 거리를 말한다. 제3 두께(T3)는 제2 발광부(120)의 제2 발광층(124)과 제3 발광부(130)의 제3 발광층(134) 사이의 거리를 말한다. 그리고, 제4 두께(T4)는 제3 발광부(130)의 제3 발광층(134)과 제2 전극(104) 사이의 거리를 말한다.
- [0064] 기판(101)은 유리, 금속, 또는 플라스틱으로 이루어질 수 있다.
- [0065] 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.
- [0066] 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.
- [0067] 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.
- [0068] 여기서는 상기 제1 전극(102)은 반투과 전극이고, 상기 제2 전극(104)은 반사 전극으로 구성된 하부발광(Bottom Emission) 방식에 대해서 설명한다.
- [0069] 상기 제1 발광부(110)는 상기 제1 전극(102) 위에 제1 정공수송층(HTL; Hole Transporting Layer)(112), 제1 발광층(EML; Emitting Layer)(114), 및 제1 전자수송층(ETL; Electron Transporting Layer)(116)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0070] 상기 제1 발광층(EML)(114)은 청색(Blue) 발광층으로 구성한다.
- [0071] 상기 제2 발광부(120)는 상기 제1 발광부(110) 위에 있으며, 제2 정공수송층(HTL)(122), 제2 발광층(EML)(124), 및 제2 전자수송층(ETL)(126)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0072] 상기 제2 발광층(EML)(124)은 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층으로 구성한다.
- [0073] 상기 제1 발광부(110)와 상기 제2 발광부(120) 사이에는 제1 전하생성층(CGL; Charge Generating Layer)(140)이 더 구성될 수 있다. 상기 제1 전하생성층(CGL)(140)은 상기 제1 발광부(110) 및 제2 발광부(120) 간의 전하균형을 조절한다. 상기 제1 전하생성층(140)은 제1 N형 전하생성층(N-CGL)과 제1 P형 전하생성층(P-CGL)을 포함할 수 있다.
- [0074] 상기 제3 발광부(130)는 상기 제2 발광부(120) 위에 있으며, 제3 정공수송층(HTL)(132), 제3 발광층(EML)(134), 및 제3 전자수송층(ETL)(136)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0075] 상기 제3 발광층(EML)(134)은 청색(Blue) 발광층으로 구성한다.
- [0076] 상기 제2 발광부(120)와 상기 제3 발광부(130) 사이에는 제2 전하생성층

- [0077] (CGL)(150)이 더 구성될 수 있다. 상기 제2 전하생성층(150)은 상기 제2 발광부(120) 및 제3 발광부(130) 간의 전하 균형을 조절한다. 상기 제2 전하생성층(CGL)(150)은 제2 N형 전하생성층(N-CGL) 및 제2 P형 전하생성층(P-CGL)을 포함할 수 있다.
- [0078] 본 발명의 일 실시예는 청색(Blue) 발광층, 및 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층으로 이루어진 두 개의 발광부에 하나의 발광부를 더 구성하여 세 개의 발광부로 구성한 것이다. 즉, 상기 하나의 발광부에 청색(Blue) 발광층을 더 구성함으로써 청색(Blue) 발광층의 효율을 향상시킬 수 있다. 그러나, 본 발명의 발명자들은 본 발명의 일 실시예의 유기발광소자를 포함한 유기발광 표시장치로 구현할 시, 청색(Blue) 발광층을 더 구성하여 청색 효율은 향상되었으나, 유기발광 표시장치의 화면이 푸르스름하게(Bluish) 변하는 것을 인식하였다.
- [0079] 이에 본 발명의 발명자들은 상기 언급한 문제점에 대해서 실험하였고, 이에 대해서는 도 2 및 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0080] 여기서 유기발광 표시장치의 발광피크(ElectroLuminescence peak; EL Peak)는 발광층이 가지고 있는 고유의 색을 표시하는 광발광 피크(PhotoLuminescence Peak; PL Peak)와 유기발광소자를 구성하는 유기층들의 에미턴스 피크(Emission Peak; EM Peak)의 곱에 의해 결정된다. 그리고, 유기발광 표시장치의 발광피크(EL Peak)의 최대파장은 피크파장(peak wavelength, λ_{max})이라고 할 수 있다.
- [0081] 도 2는 본 발명의 일 실시예의 시야각에 따른 EL 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 도 2에서 유기발광 표시장치의 정면에서 바라보는 0도부터 15도, 30도, 45도, 60도에서 기울여 바라보며 EL 스펙트럼을 측정한 것이다. 그리고, 가로축은 빛의 파장 영역(wavelength, nm)을 나타낸 것이며, 세로축은 발광세기(intensity, a.u.(arbitrary unit))를 나타낸 것이다. 발광세기는 EL 스펙트럼의 최대값을 기준으로 하여 상대적인 값으로 표현한 수치이다. 즉, 0도에서의 청색(Blue)의 발광세기를 1로 하여 다양한 시야각에서 빛의 파장영역에 따른 발광세기를 환산하여 표시한 것이다.
- [0082] 청색(Blue) 영역에 해당하는 피크파장(λ_{max})은 440nm 내지 480nm의 범위이며, 황색-녹색(Yellow-Green) 영역에 해당하는 피크파장(λ_{max})은 540nm 내지 580nm 범위일 수 있다. 그리고, 0도에서 60도로 변환에 따라 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율과 비교하여 급격하게 커짐을 알 수 있다. 따라서, 시야각에 따라 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 맞추기 어려워 원하는 백색의 색좌표를 구현하기 어려운 문제점이 생긴다. 이에 따라, 유기발광 표시장치의 화면이 푸르스름하게(Bluish) 보이게 되는 색불량이 생긴다.
- [0083] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 색좌표를 나타내는 도면이다. 즉, 도 3은 시야각이 0도에서 60도로 변환 때의 색좌표(color coordination) 변화를 보여주는 도면이다. 도 3은 0도, 15도, 30도, 45도, 및 60도에서의 색좌표를 연결하여 연결선으로 표시하고, 0도, 15도, 30도, 45도, 및 60도로 이동하는 것을 화살표로 표시하였다. 그리고, ①은 색좌표에서 적색 계열을 나타내고 ②는 색좌표에서 녹색 계열을 나타내고 ③은 색좌표에서 청색 계열을 나타낸다.
- [0084] 도 3에 도시한 바와 같이, 0도에서는 색좌표가 백색(White)이고, 30도까지는 색좌표가 ③인 청색 계열로 변환 후에 45도에서 60도까지는 다시 색좌표가 ②인 녹색 계열로 변하는 것을 알 수 있다. 따라서, 시야각에 따라 유기발광 표시장치의 색변화가 눈에 보이게 되는 색불량이 발생하게 된다.
- [0085] 이에 본 발명의 발명자들은 시야각에 따른 색좌표의 변화를 줄여 유기발광 표시장치의 보는 각도에 따라 색변화를 개선하기 위한 여러 실험을 진행하였다.
- [0086] 전술한 바와 같이, 유기발광 표시장치의 발광피크(EL Peak)는 발광층이 가지고 있는 고유의 색을 표시하는 광발광 피크(PL Peak)와 유기발광소자를 구성하는 유기층들의 에미턴스 피크(EM Peak)의 곱에 의해 결정된다. 광발광 피크(PL Peak)는 발광층들에 포함된 도펀트의 특성, 즉 도펀트 고유의 성질과 도펀트의 함량 등에 영향을 받는다. 유기층들의 에미턴스 피크(EM Peak)는 유기층들의 두께와 광학적 특성 등에 영향을 받는다. 따라서, 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께는 유기층들의 에미턴스 피크(EM Peak)에 영향을 주고, 광발광 피크(PL Peak)와 유기층들의 에미턴스 피크(EM Peak)는 유기발광 표시장치의 발광피크(EL Peak)에 영향을 주게 된다.
- [0087] 그리고, 유기발광소자의 효율을 향상시키기 위해서는 발광부들을 구성하는 발광층들의 위치를 설정하는 것이 중요하다. 발광층들의 위치는 기판과 제2 전극 사이의 전체 두께를 먼저 설정한 후에 설정한다. 전체 두께는 발광층들에 포함된 도펀트의 파장영역에 해당하는 범위에서 최대효율을 낼 수 있는 두께로 설정한다. 따라서, 발광층들의 위치가 설정된다는 것은 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께가 설정된다는 것이다. 이에 따라 유기발

광소자의 효율은 향상시킬 수 있으나, 위에서 설명한 바와 같이 시야각에 따라 발광층들의 피크파장이나 발광층들의 발광세기 변화율이 변하여 원하는 색좌표를 구현하기 어렵다는 것을 인식하였다. 이는 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께에 영향을 받으며, 유기층들의 두께에 따라 시야각에 따른 색좌표나 색변화율이 변한다는 것을 인식하였다. 그리고, 0도 내지 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020을 초과할 경우 시야각에 따른 색변화에 의한 색불량이 발생함을 인식하였다.

[0088] 따라서, 본 발명의 발명자들은 유기층들의 두께가 시야각에 따른 색좌표의 변화에 영향을 주는지 확인하기 위한 실험을 하였다. 즉, 유기층들의 두께가 시야각에 따른 피크파장(λ_{max})의 차이 및 시야각에 따른 발광세기 변화율에 영향을 주는지 확인하고, 이에 따라 시야각에 따른 색좌표의 변화에 영향을 주는지 확인하는 실험을 하였다.

[0089] 이에 대해서 도 4a 내지 도 12를 참조하여 설명한다. 도 4a 내지 도 12는 도 1의 유기발광소자를 적용한 유기발광 표시장치에서 측정된 것이다.

[0090] 도 4a 내지 도 12는 도 1에 도시된 제1 두께(T1), 제2 두께(T2), 및 제4 두께(T4)는 고정하고, 제3 두께(T3)를 조절하여 제3 두께(T3)에 따라 시야각이 0도에서 60도로 변할 때의 EL 스펙트럼, 색좌표 및 색변화율을 측정한 것이다.

[0091] 도 4a 내지 도 6에서 제3 두께(T3)는 제2 발광층(EML)(124)과 제3 발광층(EML)(134) 사이에 있는 적어도 하나의 층의 두께에 해당한다. 예를 들어, 적어도 하나의 층은 제2 전자수송층(ETL)(126), 제2 전하생성층(CGL)(150), 및 제3 정공수송층(HTL)(132) 등이 포함된다고 할 수 있다. 상기 제3 두께(T3)에 포함되는 적어도 하나의 층의 두께가 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니며, 유기발광소자의 구조나 특성에 따라 제3 두께(T3)를 구성하는 다른 층들이 더 포함될 수도 있다. 예를 들어, 제2 발광층(EML)(124)과 제3 발광층(EML)(134) 사이에 있는 정공주입층(HIL; Hole Injection Layer), 전자주입층(EIL; Electron Injection Layer), 정공저지층(HBL; Hole Blocking Layer), 및 전자저지층(EBL; Electron Blocking Layer) 중 적어도 하나의 층이 추가로 포함될 수 있다. 이 경우, 상기 제3 두께(T3)는 추가되는 층의 두께를 더 포함한다.

[0092] 그리고, 도 4a 내지 도 6에서 실시예 1은 제4 두께(T4)는 25nm, 제3 두께(T3)는 150nm, 제2 두께(T2)는 42nm, 제1 두께(T1)는 240nm로 하여 측정하였다. 제1 두께(T1), 제2 두께(T2), 제3 두께(T3), 및 제4 두께(T4)는 실험을 위해 설정한 값이다. 비교예 1은 본 발명의 실시예 1의 제3 두께(T3)인 150nm를 기준으로 하여 제3 두께(T3)를 10nm 더 두껍게 형성한 160nm이고, 비교예 2는 제3 두께(T3)를 15nm 더 두껍게 형성한 165nm이다.

[0093] 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 실시예 1, 비교예 1, 및 비교예 2의 제3 두께에 따른 EL 스펙트럼을 도시한 도면이다.

[0094] 도 4a 내지 도 4c는 유기발광 표시장치의 정면에서 바라보는 0도부터 15도, 30도, 45도, 60도에서 기울여 바라보며 EL 스펙트럼을 측정된 것이다. 그리고, 도 4a 내지 도 4c에서 가로축은 빛의 파장영역(Wavelength, nm)을 나타낸 것이며, 세로축은 발광세기(intensity, a.u.(arbitrary unit))를 나타낸 것이다. 발광세기는 0도에서의 청색(Blue)의 발광세기를 1로 하여 다양한 시야각에서 빛의 파장영역에 따른 발광세기를 환산하여 표시한 것이다. 그리고, EL 스펙트럼은 0도, 15도, 30도, 45도 및 60도에서 측정하였으나 유기발광 표시장치를 보는 각도는 사용자에게 따라 달라질 수 있으며, 측정된 각도가 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다.

[0095] 도 4a는 시야각에 따른 본 발명의 실시예 1의 EL 스펙트럼이고, 도 4b는 시야각에 따른 비교예 1의 EL 스펙트럼이고, 도 4c는 시야각에 따른 비교예 2의 EL 스펙트럼이다. 그리고, 도 4a 내지 도 4c에서 제1 피크파장(λ_{max})은 도 1에 도시된 제1 발광층 및 제3 발광층인 청색(Blue) 발광층의 청색 영역에 해당하는 피크파장이라고 할 수 있으며, 440nm 내지 480nm 범위일 수 있다. 그리고, 제2 피크파장(λ_{max})은 도 1에 도시된 제2 발광층인 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층의 황색-녹색 영역에 해당하는 피크파장이라고 할 수 있으며, 540nm 내지 580nm 범위일 수 있다.

[0096] 도 4a에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예 1의 제1 피크파장(λ_{max})은 0도에서 460nm, 60도에서 452nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제1 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제1 피크파장(λ_{max})의 차이는 8nm임을 알 수 있다. 그리고, 본 발명의 실시예 1의 제2 피크파장(λ_{max})은 0도에서 564nm, 60도에서 548nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제2 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제2 피크파장(λ_{max})의 차이는 16nm임을 알 수 있다. 실시예 1의 발광세기 변화율을 살펴보면, 청색(Blue)의 발광세기는 0도에서 1.000(a.u.), 60도에서 0.704(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 70.4%임을 알 수 있다. 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기는 0도에서 0.690(a.u.), 60도에서 0.405(a.u.)이므로, 발광세기의 변화율은 58.7%임을 알 수 있다. 발광세기 변화율은 0도에서의 발광세기에

대한 60도에서의 발광세기의 비율을 말한다.

- [0097] 도 4b에 도시한 바와 같이, 비교예 1의 제1 피크파장($\lambda_{\max}$)은 0도에서 464nm, 60도에서 456nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제1 피크파장($\lambda_{\max}$)과 60도에서의 제1 피크파장($\lambda_{\max}$)의 차이는 8nm임을 알 수 있다. 그리고, 제2 피크파장($\lambda_{\max}$)은 0도에서 572nm, 60도에서 552nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제2 피크파장($\lambda_{\max}$)과 60도에서의 제2 피크파장($\lambda_{\max}$)의 차이는 20nm임을 알 수 있다. 비교예 1의 발광세기 변화율을 살펴보면, 청색(Blue)의 발광세기는 0도에서 1.000(a.u.), 60도에서 0.969(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 96.9%임을 알 수 있다. 그리고, 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기는 0도에서 0.751(a.u.), 60도에서 0.589(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 78.4%임을 알 수 있다.
- [0098] 도 4c에 도시한 바와 같이, 비교예 2의 제1 피크파장($\lambda_{\max}$)은 0도에서 464nm, 60도에서 456nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제1 피크파장($\lambda_{\max}$)과 60도에서의 제1 피크파장($\lambda_{\max}$)의 차이는 8nm임을 알 수 있다. 그리고, 제2 피크파장($\lambda_{\max}$)은 0도에서 576nm, 60도에서 552nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제2 피크파장($\lambda_{\max}$)과 60도에서의 제2 피크파장($\lambda_{\max}$)의 차이는 24nm임을 알 수 있다. 비교예 2의 발광세기 변화율을 살펴보면, 청색(Blue)의 발광세기는 0도에서 1.000(a.u.), 60도에서 1.230(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 123.0%임을 알 수 있다. 그리고, 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기는 0도에서 0.837(a.u.), 60도에서 0.744(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 88.8%임을 알 수 있다.
- [0099] 도 4a 내지 도 4c에서의 제3 두께(T3)에 따른 색좌표 및 색변화율에 대해서 도 5 및 도 6을 참조하여 설명한다.
- [0100] 도 5는 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2의 시야각에 따른 색좌표를 나타낸 도면이다. 도 5는 0도, 15도, 30도, 45도, 및 60도에서의 색좌표를 연결하여 연결선으로 표시하고, 0도, 15도, 30도, 45도, 및 60도로 이동하는 것을 화살표로 표시하였다. 이 측정된 각도가 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다. 색좌표는 CIE 1931 색좌표에서 측정된 것이다.
- [0101] 도 5에서 도시한 연결선의 길이가 짧을수록 시야각에 따른 색좌표의 변화가 작음을 나타낸다. 즉, 본 발명의 실시예 1은 비교예 1, 및 비교예 2와 비교하여 시야각에 따른 색좌표의 변화가 작음을 알 수 있다.
- [0102] 도 6은 본 발명의 실시예 1, 비교예 1, 및 비교예 2의 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 나타내는 도면이다. 도 6에서 가로축은 시야각(Viewing Angle, degrees)을 나타내며, 세로축은 색변화율($\Delta u'v'$)을 나타낸다.
- [0103] 도 6은 유기발광 표시장치의 정면에서 바라보는 0도부터 15도, 30도, 45도, 60도에서 기울여 바라보며 색변화율($\Delta u'v'$)을 측정된 것이다. 색변화율($\Delta u'v'$)은 유기발광 표시장치의 정면부터 정상적인 화면을 볼 수 있는 최대한의 비스듬한 각도까지 측정할 수 있다. 여기서 최대한의 비스듬한 각도는 60도 이상이고, 90도보다 작다고 할 수 있다. 그리고, 색변화율($\Delta u'v'$)은 CIE 1976 UCS diagram ($u' v'$ 좌표계)에서 측정된 것이다. 1931년 이후 사용되고 있는 CIE xy 색공간(color space)의 경우 시각적 색차와 수치적 색차의 차이를 보완하기 위한 연구가 이어졌고, 1960년에 CIE uv 색공간이 표준으로 채택되었다. 그리고, 추가적인 연구를 통해 1976년에 CIE $u'v'$ 색공간이 표준으로 채택되었다. 이 CIE $u'v'$ 은 CIE uv에서 $u'=u$ 이고 $v'=3/2v$ 로 비율을 다르게 한 것이다.
- [0104] 도 6에 도시한 바와 같이, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 살펴보면, 실시예 1은 60도에서 0.027, 비교예 1은 60도에서 0.032, 비교예 2는 60도에서 0.037임을 알 수 있다. 실시예 1은 비교예 1 및 비교예 2와 비교하여 60도에서 색변화율($\Delta u'v'$)이 작음을 알 수 있다. 그리고, 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2는 45도 및 60도에서 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020을 초과함을 알 수 있다.
- [0105] 도 4a 내지 도 6에서 설명한 바와 같이, 제3 두께(T3)가 증가함에 따라 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장($\lambda_{\max}$)의 차이, 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장($\lambda_{\max}$)의 차이, 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율, 및 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율에 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.
- [0106] 도 7a 내지 도 9는 도 1에 도시된 제1 두께(T1), 제3 두께(T3), 및 제4 두께(T4)는 변경시키지 않고, 제2 두께(T2)를 조절하여 제2 두께(T2)에 따라 시야각이 0도에서 60도로 변할 때의 EL 스펙트럼, 색좌표 및 색변화율을 측정된 것이다.
- [0107] 도 7a 내지 도 9에서 제2 두께(T2)는 제1 발광층(EML)(114)과 제2 발광층(EML)(124) 사이에 있는 적어도 하나의 층의 두께에 해당한다. 예를 들어, 적어도 하나의 층은 제1 전자수송층(ETL)(116), 제1 전하생성층(CGL)(140), 제2 정공수송층(HTL)(122) 등이 포함된다고 할 수 있다. 상기 제2 두께(T2)에 포함되는 적어도 하나의 층의 두께가 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니며, 유기발광소자의 구조나 특성에 따라 다른 층들이 더 포함될 수도 있다. 예를 들어, 제1 발광층(EML)(114)과 제2 발광층(EML)(124) 사이에 있는 정공주입층(HIL), 전자주입층

(EIL), 정공저지층(HBL), 및 전자저지층(EBL) 중 적어도 하나의 층이 추가로 포함될 수도 있다. 이 경우, 상기 제2 두께(T2)는 추가되는 층의 두께를 더 포함한다.

- [0108] 그리고, 도 7a 내지 도 9에서 실시예 2는 제4 두께(T4)는 25nm, 제3 두께(T3)는 135nm, 제2 두께(T2)는 50nm, 및 제1 두께(T1)는 240nm로 하여 측정하였다. 제1 두께(T1), 제2 두께(T2), 제3 두께(T3), 및 제4 두께(T4)는 실험을 위해 설정한 값이다. 비교예 3은 본 발명의 실시예 2의 제2 두께(T2)인 50nm를 기준으로 하여 제2 두께(T2)를 2nm 더 두껍게 형성한 52nm이다.
- [0109] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 실시예 2 및 비교예 3의 제2 두께에 따른 EL 스펙트럼을 도시한 도면이다.
- [0110] 도 7a 및 도 7b는 유기발광 표시장치의 정면에서 바라보는 0도부터 15도, 30도, 45도, 60도에서 기울여 바라보며 EL 스펙트럼을 측정한 것이다. 그리고, 도 7a 및 도 7b에서 가로축은 빛의 파장영역(Wavelength, nm)을 나타낸 것이며, 세로축은 발광세기(intensity, a.u.(arbitrary unit))를 나타낸 것이다. 발광세기는 0도에서의 청색(Blue)의 발광세기를 1로 하여 다양한 시야각에서 빛의 파장영역에 따른 발광세기를 환산하여 표시한 것이다. 그리고, 여기서 0도, 15도, 30도, 45도 및 60도에서 측정하였으나 유기발광 표시장치를 보는 각도는 사용자에게 따라 달라질 수 있으며, 측정된 각도가 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다.
- [0111] 도 7a는 시야각에 따른 본 발명의 실시예 2의 EL 스펙트럼이고, 도 7b는 시야각에 따른 비교예 3의 EL 스펙트럼이다. 그리고, 도 7a 및 도 7b에서 제1 피크파장(λ_{max})은 도 1에 도시된 제1 발광층 및 제3 발광층인 청색(Blue) 발광층의 청색 영역에 해당하는 피크파장이라고 할 수 있으며, 440nm 내지 480nm 범위일 수 있다. 그리고, 제2 피크파장(λ_{max})은 도 1에 도시된 제2 발광층인 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층의 황색-녹색 영역에 해당하는 피크파장이라고 할 수 있으며, 540nm 내지 580nm 범위일 수 있다.
- [0112] 도 7a에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예 2의 제1 피크파장(λ_{max})은 0도에서 460nm, 60도에서 452nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제1 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제1 피크파장(λ_{max})의 차이는 8nm임을 알 수 있다. 그리고, 본 발명의 실시예 2의 제2 피크파장(λ_{max})은 0도에서 568nm, 60도에서 548nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제2 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제2 피크파장(λ_{max})의 차이는 20nm임을 알 수 있다. 실시예 2의 발광세기 변화율을 살펴보면, 청색(Blue)의 발광세기는 0도에서 1.000(a.u.), 60도에서 0.832(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 83.2%임을 알 수 있다. 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기는 0도에서 0.716(a.u.), 60도에서 0.519(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 72.5%임을 알 수 있다.
- [0113] 도 7b에 도시한 바와 같이, 비교예 3의 제1 피크파장(λ_{max})은 0도에서 464nm, 60도에서 456nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제1 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제1 피크파장(λ_{max})의 차이는 8nm임을 알 수 있다. 그리고, 제2 피크파장(λ_{max})은 0도에서 572nm, 60도에서 552nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제2 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제2 피크파장(λ_{max})의 차이는 20nm임을 알 수 있다. 비교예 3의 발광세기 변화율을 살펴보면, 청색(Blue)의 발광세기는 0도에서 1.000(a.u.), 60도에서 0.969(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 96.9%임을 알 수 있다. 그리고, 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기는 0도에서 0.751(a.u.), 60도에서 0.589(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 78.4%임을 알 수 있다.
- [0114] 도 7a 및 도 7b에서의 제2 두께(T2)에 따른 색좌표 및 색변화율에 대해서 도 8 및 도 9를 참조하여 설명한다.
- [0115] 도 8은 본 발명의 실시예 2 및 비교예 3의 시야각에 따른 색좌표를 나타낸 도면이다. 도 8은 0도, 15도, 30도, 45도, 및 60도에서의 색좌표를 연결하여 연결선으로 표시하고, 0도, 15도, 30도, 45도, 및 60도로 이동하는 것을 화살표로 표시하였다. 이 측정된 각도가 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다. 색좌표는 CIE 1931 색좌표에서 측정된 것이다.
- [0116] 도 8에서 도시한 연결선의 길이가 짧을수록 시야각에 따른 색좌표의 변화가 작음을 나타낸다. 즉, 본 발명의 실시예 2는 비교예 3과 비교하여 시야각에 따른 색좌표의 변화가 작음을 알 수 있다. 그리고, 본 발명의 실시예 2의 색방향은 청색 방향에서 녹색 방향으로 이동함을 알 수 있다.
- [0117] 도 9는 본 발명의 실시예 2 및 비교예 3의 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 나타내는 도면이다. 도 9에서 가로축은 시야각(Viewing Angle, degrees)을 나타내며, 세로축은 색변화율($\Delta u'v'$)을 나타낸다.
- [0118] 도 9는 유기발광 표시장치의 정면에서 바라보는 0도부터 15도, 30도, 45도, 60도에서 기울여 바라보며 색변화율($\Delta u'v'$)을 측정한 것이다. 색변화율($\Delta u'v'$)은 CIE 1976 UCS diagram ($u' v'$ 좌표계)에서 측정된 것이다.
- [0119] 도 9에 도시한 바와 같이, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 살펴보면, 실시예 2는 60도에서 0.027, 비교예 3은 60도에서 0.032임을 알 수 있다. 실시예 2는 비교예 3과 비교하여 60도에서 색변화율($\Delta u'v'$)이 작음을 알

수 있다. 그리고, 실시예 2와 비교예 3은 45도 및 60도에서 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020을 초과함을 알 수 있다.

[0120] 도 7a 내지 도 9에서 설명한 바와 같이, 제2 두께(T2)가 증가할수록 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율에 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 그리고, 제2 두께(T2)는 색좌표의 색방향을 청색 방향에서 녹색 방향으로 이동시키는데 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

[0121] 도 10a 내지 도 12는 도 1에 도시된 제2 두께(T2), 제3 두께(T3), 및 제4 두께(T4)를 변화시키지 않고, 제1 두께(T1)를 조절하여 제1 두께(T1)에 따라 시야각이 0도에서 60도로 변할 때의 EL 스펙트럼, 색좌표 및 색변화율을 측정한 것이다.

[0122] 도 10a 내지 도 12에서 제1 두께(T1)는 기관(101)과 제1 발광층(EML)(114) 사이에 있는 적어도 하나의 층의 두께에 해당한다. 예를 들어, 제1 두께(T1)에 포함되는 적어도 하나의 층은 제1 전극(102), 제1 정공수송층(HTL)(112) 등이 포함된다고 할 수 있다. 상기 제1 두께(T1)에 포함되는 적어도 하나의 층이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니며, 유기발광소자의 구조나 특성에 따라 다른 층들이 더 포함될 수도 있다. 예를 들어, 기관(101)과 제1 발광층(EML)(114) 사이에 있는 정공주입층(HIL) 및 전자저지층(EBL) 중 적어도 하나의 층이 추가로 포함될 수도 있다. 이 경우, 제1 두께(T1)는 추가되는 층의 두께를 더 포함한다.

[0123] 그리고, 도 10a 내지 도 12에서 실시예 3은 제1 두께(T1)는, 예를 들어 220nm일 수 있다. 제3 두께(T3)는 150nm, 제2 두께(T2)는 45nm, 및 제4 두께(T4)는 25nm로 하여 측정하였다. 제1 두께(T1), 제2 두께(T2), 제3 두께(T3), 및 제4 두께(T4)는 실험을 위해 설정한 값이다. 실시예 4는 본 발명의 실시예 3의 두께인 220nm를 기준으로 하여 제1 두께(T1)를 20nm 더 두껍게 형성한 240nm이다.

[0124] 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4의 제1 두께에 따른 EL 스펙트럼을 도시한 도면이다.

[0125] 도 10a 및 도 10b는 유기발광 표시장치의 정면에서 바라보는 0도부터 15도, 30도, 45도, 60도에서 기울여 바라보며 EL 스펙트럼을 측정한 것이다. 그리고, 도 10a 및 도 10b에서 가로축은 빛의 파장영역(Wavelength, nm)을 나타낸 것이며, 세로축은 발광세기(intensity, a.u.(arbitrary unit))를 나타낸 것이다. 발광세기는 0도에서의 청색(Blue)의 발광세기를 1로 하여 다양한 시야각에서 빛의 파장영역에 따른 발광세기를 환산하여 표시한 것이다. 그리고, 여기서 0도, 15도, 30도, 45도 및 60도에서 측정하였으나 유기발광 표시장치를 보는 각도는 사용자에게 따라 달라질 수 있으며, 측정한 각도가 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다.

[0126] 도 10a는 시야각에 따른 본 발명의 실시예 3의 EL 스펙트럼이고, 도 10b는 시야각에 따른 실시예 4의 EL 스펙트럼이다. 그리고, 도 10a 및 도 10b에서 제1 피크파장(λ_{max})은 도 1에 도시된 제1 발광층 및 제3 발광층인 청색(Blue) 발광층의 청색 영역에 해당하는 피크파장이라고 할 수 있으며, 440nm 내지 480nm 범위일 수 있다. 그리고, 제2 피크파장(λ_{max})은 도 1에 도시된 제2 발광층인 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층의 황색-녹색 영역에 해당하는 피크파장이라고 할 수 있으며, 540nm 내지 580nm 범위일 수 있다.

[0127] 도 10a에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예 3의 제1 피크파장(λ_{max})은 0도에서 456nm, 60도에서 456nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제1 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제1 피크파장(λ_{max})의 차이는 0nm임을 알 수 있다. 그리고, 본 발명의 실시예 3의 제2 피크파장(λ_{max})은 0도에서 560nm, 60도에서 548nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제2 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제2 피크파장(λ_{max})의 차이는 12nm임을 알 수 있다. 실시예 3의 발광세기 변화율을 살펴보면, 청색(Blue)의 발광세기는 0도에서 1.000(a.u.), 60도에서 0.485(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 48.5%임을 알 수 있다. 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기는 0도에서 0.586(a.u.), 60도에서 0.313(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 53.4%임을 알 수 있다.

[0128] 도 10b에 도시한 바와 같이, 실시예 4의 제1 피크파장(λ_{max})은 0도에서 460nm, 60도에서 452nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제1 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제1 피크파장(λ_{max})의 차이는 8nm임을 알 수 있다. 그리고, 제2 피크파장(λ_{max})은 0도에서 564nm, 60도에서 552nm로 측정되었으므로, 0도에서의 제2 피크파장(λ_{max})과 60도에서의 제2 피크파장(λ_{max})의 차이는 12nm임을 알 수 있다. 실시예 4의 발광세기 변화율을 살펴보면, 청색(Blue)의 발광세기는 0도에서 1.000(a.u.), 60도에서 0.589(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 58.9%임을 알 수 있다. 그리고, 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기는 0도에서 0.653(a.u.), 60도에서 0.366(a.u.)이므로, 발광세기 변화율은 56.1%임을 알 수 있다.

[0129] 도 10a 및 도 10b에서의 제1 두께(T1)에 따른 색좌표 및 색변화율에 대해서 도 11 및 도 12를 참조하여 설명한다.

[0130] 도 11은 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4의 시야각에 따른 색좌표를 나타낸 도면이다. 도 11은 0도, 15도,

30도, 45도, 및 60도에서의 색좌표를 연결하여 연결선으로 표시하고, 0도, 15도, 30도, 45도, 및 60도로 이동하는 것을 화살표로 표시하였다. 이 측정한 각도가 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다. 색좌표는 CIE 1931 색좌표에서 측정한 것이다.

- [0131] 도 11에서 연결선의 길이가 짧을수록 시야각에 따른 색좌표의 변화가 작음을 나타낸다. 즉, 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4는 시야각에 따른 색좌표의 변화가 작음을 알 수 있다. 그리고, 본 발명의 실시예 3의 색방향은 청색 방향에서 적색 방향으로 이동하고, 실시예 4의 색방향은 청색 방향에서 녹색 방향으로 이동함을 알 수 있다.
- [0132] 도 12는 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4의 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 나타내는 도면이다. 도 12에서 가로축은 시야각(Viewing Angle, degrees)을 나타내며, 세로축은 색변화율($\Delta u'v'$)을 나타낸다.
- [0133] 도 12는 유기발광 표시장치의 정면에서 바라보는 0도부터 15도, 30도, 45도, 60도에서 기울여 바라보며 색변화율($\Delta u'v'$)을 측정한 것이다. 그리고, 색변화율($\Delta u'v'$)은 CIE 1976 UCS diagram ($u' v'$ 좌표계)에서 측정된 것이다.
- [0134] 도 12에 도시한 바와 같이, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 살펴보면, 실시예 3은 60도에서 0.007, 실시예 4는 60도에서 0.018임을 알 수 있다. 실시예 3이 실시예 4와 비교하여 60도에서 색변화율($\Delta u'v'$)이 작음을 알 수 있다. 그리고, 실시예 3과 실시예 4는 시야각이 0도 내지 60도에서 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하임을 알 수 있다.
- [0135] 도 10a 내지 도 12에서 설명한 바와 같이, 제1 두께(T1)가 증가할수록 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장(λ_{max})의 차이, 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장(λ_{max})의 차이, 및 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율에 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 그리고, 제1 두께(T1)는 색좌표의 색방향을 청색 방향에서 적색 또는 녹색 방향으로 이동시키는데 영향을 준다는 것을 알 수 있다.
- [0136] 이상 설명한 바와 같이, 유기층들의 두께에 따라 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장(λ_{max})의 차이와 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장(λ_{max})의 차이, 및 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율에 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 따라서, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장(λ_{max})의 차이와 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장(λ_{max})의 차이, 및 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 고려하여 유기층들의 두께를 설정하여야 함을 알 수 있다.
- [0137] 따라서, 위의 실험 결과에 따라 유기층들의 두께를 조절한 유기발광소자에 대해서 도 13을 참조하여 설명한다.
- [0138] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광소자를 나타내는 도면이다.
- [0139] 도 13에 도시된 유기발광소자(200)는 기판(201) 위에 제1 전극(202) 및 제2 전극(204)과, 제1 전극(202) 및 제2 전극(204) 사이에 제1 발광부(210), 제2 발광부(220), 및 제3 발광부(230)를 구비한다. 제1 두께(T11)는 기판(201)과 제1 발광부(210)의 제1 발광층(214) 사이의 거리, 즉 기판(201)의 상면과 제1 발광층(214)의 하면 사이의 거리를 말한다. 제2 두께(T12)는 제1 발광부(210)의 제1 발광층(214)과 제2 발광부(220)의 제2 발광층(224) 사이의 거리를 말한다. 제3 두께(T13)는 제2 발광부(220)의 제2 발광층(224)과 제3 발광부(230)의 제3 발광층(234) 사이의 거리를 말한다. 제4 두께(T14)는 제3 발광부(230)의 제3 발광층(234)과 제2 전극(204) 사이의 거리를 말한다.
- [0140] 기판(201)은 절연 물질, 또는 유연성(flexibility)을 가지는 재료로 구성될 수 있다. 기판(201)은 유리, 금속, 또는 플라스틱 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 유기발광 표시장치가 플렉서블(flexible) 유기발광 표시장치인 경우, 기판(201)은 플라스틱 등과 같은 유연한 재료로 이루어질 수도 있다. 또한, 플렉서블(flexible) 구현에 용이한 유기발광소자를 차량용 조명장치에 적용할 경우, 차량의 구조나 외관의 형상에 맞춰 차량용 조명장치의 다양한 설계 및 디자인의 자유도가 확보될 수 있다.
- [0141] 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.
- [0142] 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.

- [0143] 상기 제1 전극(202)과 제2 전극(204)은 각각 애노드(anode) 또는 캐소드(cathode)로 지칭될 수 있다. 또한, 상기 제1 전극(202)은 반투과 전극, 상기 제2 전극(204)은 반사 전극으로 지칭될 수 있다. 또는, 상기 제1 전극(202)은 반사 전극, 상기 제2 전극(204)은 반투과 전극으로 지칭될 수도 있다.
- [0144] 여기서는 상기 제1 전극(202)은 반투과 전극이고, 상기 제2 전극(204)은 반사 전극으로 구성된 하부발광(Bottom Emission) 방식에 대해서 설명한다.
- [0145] 상기 제1 발광부(210)는 상기 제1 전극(202) 위에 제1 정공수송층(HTL)(212), 제1 발광층(EML)(214), 및 제1 전자수송층(ETL)(216)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0146] 상기 제1 전극(202) 위에 정공주입층(HIL)이 더 구성될 수 있다. 상기 정공주입층(HIL)은 제1 전극(202)으로부터의 정공(hole) 주입을 원활하게 하는 역할을 한다. 상기 정공주입층(HIL)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다.
- [0147] 상기 제1 정공수송층(HTL)(212)은 정공주입층(HIL)으로부터의 정공을 제1 발광층(EML)(214)에 공급한다. 상기 제1 전자수송층(ETL)(216)은 제2 전극(204)으로부터의 전자를 제1 발광층(EML)(214)에 공급한다. 상기 제1 발광층(EML)(214)에서는 제1 정공수송층(HTL)(212)을 통해 공급된 정공(hole)과 제1 전자수송층(ETL)(216)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되므로 여기자(exciton)가 생성된다. 여기자가 생성되는 영역은 재결합 영역(Recombination Zone, Recombination Area) 또는 발광 영역(Emission Zone, Emission Area)라고 할 수 있다.
- [0148] 상기 제1 정공수송층(HTL)(212)은 하나 이상의 층이나 하나 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다. 상기 제1 정공수송층(HTL)(212)은 NPД(N,N'-bis(naphthalen-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-diphenylamino)-9,9-spirofluorene) 및 MTDATA(4,4',4"-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine) 중 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0149] 상기 정공주입층(HIL)은 MTDATA(4,4',4"-tris(3-methylphenylamino)triphenylamine), CuPc(copper phthalocyanine) 또는 PEDOT/PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene, polystyrene sulfonate) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0150] 상기 제1 전자수송층(ETL)(216)은 하나 이상의 층이나 하나 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다. 상기 제1 전자수송층(ETL)(216)은 Alq3(tris(8-hydroxy-quinolinato)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), spiro-PBD, BAlq(bis(2-methyl-8-quinolinolato)-4-(phenylphenolato)aluminum), Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium), BMB-3T(5,5'-bis(dimethylboryl)-2,2':5',2"-terthiophene), PF-6P(perfluoro-2-naphthyl-substituted), TPBi(2,2',2"-(1,3,5-benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole), 및 COT(cyclooctatetracene) 중 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(216) 위에는 전자주입층(EIL)이 더 구성될 수도 있다. 상기 전자주입층(EIL)은 제2 전극(204)으로부터의 전자(electron)를 제1 전자수송층(ETL)(216)으로 원활하게 주입하는 역할을 한다. 상기 전자주입층(EIL)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다.
- [0151] 제1 발광층(EML)(214) 위에 정공저지층(HBL)이 더 구성될 수 있다. 정공저지층(HBL)은 제1 발광층(EML)(214)에 주입된 정공이 제1 전자수송층(ETL)(216)으로 넘어오는 것을 방지함으로써 제1 발광층(EML)(214)에서 정공과 전자의 결합을 향상시켜 제1 발광층(EML)(214)의 발광효율을 향상시킬 수 있다. 제1 전자수송층(ETL)(216)과 정공저지층(HBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있다.
- [0152] 제1 발광층(EML)(214) 아래에 전자저지층(EBL)이 더 구성될 수 있다. 상기 전자저지층(EBL)은 제1 발광층(EML)(214)에 주입된 전자가 제1 정공수송층(HTL)(212)으로 넘어오는 것을 방지함으로써 제1 발광층(EML)(214)에서 정공과 전자의 결합을 향상시켜 제1 발광층(EML)(214)의 발광효율을 향상시킬 수 있다. 제1 정공수송층(HTL)(212)과 전자저지층(EBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있다.
- [0153] 상기 제1 발광층(EML)(214)은 청색(Blue) 발광층, 진청색(Deep Blue) 발광층 및 스카이 블루(Sky Blue) 발광층 중 하나로 구성할 수 있다. 상기 제1 발광부(210)로부터 발광된 광의 피크파장(peak wavelength, λ_{max})은 440nm 이상 480nm 이하일 수 있다.
- [0154] 상기 제1 발광층(EML)(214)의 호스트(host)는 단일 물질로 구성하거나, 혼합 물질로 이루어진 혼합 호스트

(mixed host)로 구성할 수 있다. 상기 혼합 호스트는 정공타입 호스트(Hole-type Host)와 전자타입 호스트(Electron-type Host)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 발광층(EML)(214)을 구성하는 호스트는 CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl), MCP(1,3-bis(carbazol-9-yl)benzene), NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), spiro-DPVBi(2,2',7,7'-tetrakis(2,2-diphenylvinyl)-spiro-9,9'-bifluorene) spiro-6P(spirobifluorene), 디스틸벤젠(DSB), 디스트릴아릴렌(DSA), PFO (polyfluorene)계 고분자 또는 PPV(polyphenylenevinylene) 물질 중 하나를 선택하거나 두 가지 이상을 혼합하여 선택할 수 있으며, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0155] 그리고, 상기 제1 발광층(EML)(214)을 구성하는 도펀트(dopant)는 파이렌(pyrene)계열로 이루어질 수 있다. 보다 구체적으로는 아릴 아민계 화합물이 치환된 파이렌(pyrene)계열 화합물로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0156] 상기 제1 정공수송층(HTL)(212), 제1 발광층(EML)(214), 제1 전자수송층(ETL)(216), 정공주입층(HIL), 전자주입층(EIL), 정공저지층(HBL), 및 전자저지층(EBL) 등은 유기층이라고 할 수 있다. 따라서, 상기 기판(201)과 제1 발광층(EML)(214) 사이에 적어도 하나의 유기층을 포함한다고 할 수 있다. 즉, 상기 기판(201)과 제1 발광층(EML)(214) 사이에 적어도 하나의 유기층인 제1 유기층이 포함된다고 할 수 있다. 상기 제1 유기층은 상기 제1 정공수송층(HTL)(212), 정공주입층(HIL), 및 전자저지층(EBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0157] 제2 발광부(220)는 상기 제1 발광부(210) 위에 있으며, 제2 정공수송층(HTL)(222), 제2 발광층(EML)(224), 및 제2 전자수송층(ETL)(226)을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0158] 상기 제2 정공수송층(HTL)(222)은 상기 제1 정공수송층(HTL)(212)과 동일한 물질로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제2 정공수송층(HTL)(222)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다. 그리고, 제2 정공수송층(HTL)(222) 아래에 정공주입층(HIL)이 더 구성될 수 있다. 상기 정공주입층(HIL)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다.

[0159] 상기 제2 전자수송층(ETL)(226)은 상기 제1 전자수송층(ETL)(116)과 동일한 물질로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제2 전자수송층(ETL)(226)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다. 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(226) 위에 전자주입층(EIL)이 더 구성될 수 있다. 상기 전자주입층(EIL)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다.

[0160] 제2 발광층(EML)(224) 아래에 전자저지층(EBL)이 더 구성될 수 있다. 그리

[0161] 고, 제2 정공수송층(HTL)(222)과 전자저지층(EBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있다.

[0162] 제2 발광층(EML)(224) 위에 정공저지층(HBL)이 더 구성될 수 있다. 그리고,

[0163] 제2 전자수송층(ETL)(226)과 정공저지층(HBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있다.

[0164] 제2 발광층(EML)(224)에서는 제2 정공수송층(HTL)(222)을 통해 공급된 정공(hole)과 제2 전자수송층(ETL)(226)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되므로 여기자(exciton)가 생성된다. 여기자가 생성되는 영역은 재결합 영역(Recombination Zone, Recombination Area) 또는 발광 영역(Emission Zone, Emission Area)이라고 할 수 있다.

[0165] 상기 제2 발광부(220)의 상기 제2 발광층(EML)(224)은 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층 또는 녹색(Green) 발광층으로 구성할 수 있다. 상기 제2 발광부(220)로부터 발광된 광의 피크파장(λ_{max})은 510nm 이상 590nm 이하일 수 있다.

[0166] 상기 제2 발광층(EML)(224)의 호스트(host)는 단일 물질로 구성하거나, 혼합 물질로 이루어진 혼합 호스트(mixed host)로 구성할 수 있다. 상기 혼합 호스트는 정공타입 호스트(Hole-type Host)와 전자타입 호스트(Electron-type Host)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 발광층(EML)(224)을 구성하는 호스트는 TCTA (4,4'-tris(carbazol-9-yl)triphenylamine), CBP (4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl), BALq (bis(2-methyl-8-quinolinolate)-(4-phenylphenolato)aluminum) 및 PPV (polyphenylenevinylene) 중 하나로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제2 발광층(EML)(224)을 구성하는 도펀트(dopant)는 이리듐(Iridium)계열 화합물로 이루어질 수 있다. 상기 제2 발광층(EML)(224)을 구성하는 호스트나 도펀트의 물질이 본 발명의 내용을 제한하는 것은 아니다.

[0167] 또는, 상기 제2 발광부(220)의 상기 제2 발광층(EML)(224)은 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층 및 적색(Red) 발

광층의 두 개의 층으로 구성할 수도 있다. 이 경우, 상기 제2 발광부(220)로부터 발광된 광의 피크파장($\lambda_{\max}$)은 510nm 이상 650nm 이하일 수 있다. 또는, 황색-녹색(Yellow-Green) 발광층 및 녹색(Green) 발광층의 두 개의 층으로 구성할 수도 있다. 이 경우, 상기 제2 발광부(220)로부터 발광된 광의 피크파장($\lambda_{\max}$)은 510nm 이상 590nm 이하일 수 있다.

- [0168] 상기 제1 발광부(210)와 상기 제2 발광부(220) 사이에는 제1 전하생성층(CGL)(240)이 더 구성될 수 있다. 상기 제1 전하생성층(CGL)(240)은 상기 제1 발광부(210) 및 제2 발광부(220) 간의 전하 균형을 조절한다. 상기 제1 전하생성층(CGL)(240)은 제1 N형 전하생성층(N-CGL)과 제1 P형 전하생성층(P-CGL)을 포함할 수 있다. 상기 제1 N형 전하생성층은 상기 제1 발광부(210)로 전자(electron)를 주입해주고, 상기 제1 P형 전하생성층은 상기 제2 발광부(220)로 정공(hole)을 주입해준다.
- [0169] 상기 제1 N형 전하생성층(N-CGL)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, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0170] 상기 제1 P형 전하생성층(P-CGL)은 P형 도펀트가 포함된 유기층으로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0171] 그리고, 상기 제1 전하생성층(CGL)(240)은 단일층으로 구성할 수 있다.
- [0172] 상기 제2 정공수송층(HTL)(222), 제2 발광층(EML)(224), 제2 전자수송층(ETL)(226), 제1 전하생성층(CGL)(240), 정공주입층(HIL), 전자주입층(EIL), 정공저지층(HBL), 및 전자저지층(EBL) 등은 유기층이라고 할 수 있다. 따라서, 상기 제1 발광층(EML)(214)과 상기 제2 발광층(EML)(224) 사이에 적어도 하나의 유기층을 포함한다고 할 수 있다. 즉, 제1 발광층(EML)(214)과 상기 제2 발광층(EML)(224) 사이에 적어도 하나의 유기층인 제2 유기층이 포함된다고 할 수 있다. 상기 제2 유기층은 상기 제1 전자수송층(ETL)(216), 제1 전하생성층(CGL)(240), 제2 정공수송층(HTL)(222), 정공주입층(HIL), 전자주입층(EIL), 정공저지층(HBL), 및 전자저지층(EBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0173] 상기 제3 발광부(230)는 상기 제2 발광부(220) 위에 있으며, 제3 정공수송층(HTL)(232), 제3 발광층(EML)(234), 및 제3 전자수송층(ETL)(236)을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0174] 제3 정공수송층(HTL)(232) 아래에 정공주입층(HIL)이 더 구성될 수 있다. 상기 정공주입층(HIL)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다.
- [0175] 상기 제3 정공수송층(HTL)(232)은 TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine) 또는 NPB(N,N'-bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)benzidine) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, 상기 제3 정공수송층(HTL)(232)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다.
- [0176] 제3 전자수송층(ETL)(236) 위에 전자주입층(EIL)이 더 구성될 수 있다. 상기 전자주입층(EIL)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다.
- [0177] 상기 제3 전자수송층(ETL)(236)은 상기 제1 전자수송층(ETL)(216)과 동일한 물질로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제3 전자수송층(ETL)(236)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성될 수 있다.
- [0178] 제3 발광층(EML)(234) 아래에 전자저지층(EBL)이 더 구성될 수 있다. 그리
- [0179] 고, 제3 정공수송층(HTL)(332)과 전자저지층(EBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있다.
- [0180] 제3 발광층(EML)(234) 위에 정공저지층(HBL)이 더 구성될 수 있다. 그리고,
- [0181] 제3 전자수송층(ETL)(236)과 정공저지층(HBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있다.
- [0182] 제3 발광층(EML)(234)에서는 제3 정공수송층(HTL)(232)을 통해 공급된 정공(hole)과 제3 전자수송층(ETL)(236)을 통해 공급된 전자(electron)들이 재결합되므로 여기자(exciton)가 생성된다. 여기자가 생성되는 영역은 재결합 영역(Recombination Zone, Recombination Area) 또는 발광 영역(Emission Zone, Emission Area)이라고 할 수 있다.
- [0183] 상기 제3 발광부(230)의 상기 제3 발광층(EML)(234)은 청색(Blue) 발광층, 진청색(Deep Blue) 발광층, 및 스카

이 블루(Sky Blue) 발광층 중 하나로 구성할 수 있다. 상기 제3 발광부(230)로부터 발광된 광의 피크파장($\lambda_{\max}$)은 440nm 이상 480nm 이하일 수 있다.

- [0184] 상기 제3 발광층(EML)(234)의 호스트(host)는 단일 물질로 구성하거나, 혼합 물질로 이루어진 혼합 호스트(mixed host)로 구성할 수 있다. 상기 혼합 호스트는 정공타입 호스트(Hole-type Host)와 전자타입 호스트(Electron-type Host)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제3 발광층(EML)(234)을 구성하는 호스트는 CBP(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl), MCP(1,3-bis(carbazol-9-yl)benzene), NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), spiro-DPVB(2,2',7,7'-tetrakis(2,2-diphenylvinyl)-spiro-9,9'-bifluorene) spiro-6P(spirobifluorene), 디스틸벤젠(DSB), 디스틸아릴렌(DSA), PFO (polyfluorene)계 고분자 또는 PPV(polyphenylenevinylene) 물질 중 하나를 선택하거나 두 가지 이상을 혼합하여 선택할 수 있으며, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0185] 그리고, 상기 제3 발광층(EML)(234)을 구성하는 도펀트(dopant)는 파이렌(pyrene)계열로 이루어질 수 있다. 보다 구체적으로는 아릴 아민계 화합물이 치환된 파이렌(pyrene)계열 화합물로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0186] 상기 제2 발광부(220)와 상기 제3 발광부(230) 사이에는 제2 전하생성층(CGL)(250)이 더 구성될 수 있다. 상기 제2 전하생성층(250)은 상기 제2 발광부(220) 및 제3 발광부(230) 간의 전하 균형을 조절한다. 상기 제2 전하생성층(CGL)(250)은 제2 N형 전하생성층(N-CGL) 및 제2 P형 전하생성층(P-CGL)을 포함할 수 있다.
- [0187] 제2 N형 전하생성층(N-CGL)은 상기 제2 발광부(220)로 전자(electron)를 주입해주는 역할을 하며, 제2 P형 전하생성층(P-CGL)은 제3 발광부(230)로 정공(hole)을 주입해주는 역할을 한다.
- [0188] 상기 제2 N형 전하생성층(N-CGL)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, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0189] 상기 제2 P형 전하생성층(P-CGL)은 P형 도펀트가 포함된 유기층으로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제1 전하생성층(CGL)(240)은 상기 제2 전하생성층(CGL)(250)의 제2 N형 전하생성층(N-CGL)과 제2 P형 전하생성층(P-CGL)의 동일한 물질로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, 상기 제2 전하생성층(CGL)(250)은 단일층으로 구성할 수 있다.
- [0190] 상기 제3 정공수송층(HTL)(232), 제3 발광층(EML)(234), 제3 전자수송층(ETL)(236), 제2 전하생성층(CGL)(250), 정공주입층(HIL), 전자주입층(EIL), 정공저지층(HBL), 및 전자저지층(EBL) 등은 유기층이라고 할 수 있다. 따라서, 상기 제2 발광층(EML)(224)과 상기 제3 발광층(EML)(234) 사이에 적어도 하나의 유기층을 포함한다고 할 수 있다. 즉, 제2 발광층(EML)(234)과 상기 제3 발광층(EML)(234) 사이에 적어도 하나의 유기층인 제3 유기층이 포함된다고 할 수 있다. 상기 제3 유기층은 상기 제2 전자수송층(ETL)(226), 제2 전하생성층(CGL)(250), 제3 정공수송층(HTL)(232), 정공주입층(HIL), 전자주입층(EIL), 정공저지층(HBL), 및 전자저지층(EBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0191] 그리고, 상기 제3 발광층(EML)(234)과 상기 제2 전극(204) 사이에 적어도 하나의 유기층을 포함한다고 할 수 있다. 즉, 상기 제3 발광층(EML)(234)과 상기 제2 전극(204) 사이에 적어도 하나의 유기층인 제4 유기층이 포함된다고 할 수 있다. 상기 제4 유기층은 상기 제3 전자수송층(ETL)(236), 전자주입층(EIL), 및 정공저지층(HBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0192] 도 13에서 T11 내지 T14는 제1 전극 및 적어도 하나의 유기층들의 두께를 나타낸 것이며, T10은 기판(201)과 제2 전극(204) 사이의 두께, 즉 기판(201)과 제2 전극(204) 사이에 있는 제1 전극(202)과 복수의 유기층들의 전체 두께를 나타낸 것이다. 제1 두께(T11)는 상기 기판(201)과 상기 제1 발광층(EML)(214) 사이의 두께, 제2 두께(T12)는 상기 제1 발광층(EML)(214)과 상기 제2 발광층(EML)(224) 사이의 두께, 및 제3 두께(T13)는 상기 제2 발광층(EML)(224)과 상기 제3 발광층(EML)(234) 사이의 두께라고 할 수 있다. 그리고, 제1 두께(T11)는 상기 기판(201)과 상기 제1 발광층(EML)(214) 사이의 제1 거리, 즉 기판(201)의 상면과 제1 발광층(EML)(214)의 하면 사이의 제1 거리라고 할 수 있다. 제2 두께(T12)는 상기 제1 발광층(EML)(214)과 상기 제2 발광층(EML)(224) 사이의 제2 거리, 및 제3 두께(T13)는 상기 제2 발광층(EML)(224)과 상기 제3 발광층(EML)(234) 사이의 제3 거리라고 할 수 있다. 제4 두께(T14)는 제3 발광층(EML)(234)과 제2 전극(204) 사이의 제4 거리라고 할 수 있다. 전체 두께(T10)는 기판(201)과 제2 전극(204) 사이의 전체 거리, 즉 기판(201)의 상면과 제2 전극(204)의 하면 사이의 전체 거리라고 할 수 있다.

[0193] 제3 두께(T13)에 영향을 주는 요소 중에서, 제3 두께(T13)가 증가함에 따라 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율에 영향을 주므로, 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색변화율을 줄이기 위해서는 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 조절하여야 한다. 즉, 제3 두께(T13)를 조절하여 청색(Blue)의 발광세기 변화율이 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율과 유사하게 변화도록 조절하여야 한다. 여기서, 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사하다는 것은 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 a%일 경우 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 $(a \pm 15)\%$ 이내인 것을 말한다. 예를 들어, 도 4a에서 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율은 58.7%이며, 유사하다는 범위에 해당하기 위해서는 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 43.7% 내지 73.7%이어야 한다. 도 4a에서 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 70.4%이므로, 청색(Blue)의 발광세기와 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사함을 알 수 있다. 따라서, 제3 두께(T13)가 조절되어 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 유사하게 맞출 수 있으므로, 시야각에 따른 색변화율을 줄일 수 있다. 이에 비해, 도 4b에서 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율은 78.4%이며, 유사하다는 범위에 해당하기 위해서는 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 63.4% 내지 93.4%이어야 한다. 도 4b에서 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 96.9%이므로, 청색(Blue)의 발광세기와 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사하지 않음을 알 수 있다. 그리고, 도 4c에서 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율은 88.8%이며, 유사하다는 범위에 해당하기 위해서는 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 73.8% 내지 103.8%이어야 한다. 도 4c에서 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 123.0%이므로, 청색(Blue)의 발광세기와 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사하지 않음을 알 수 있다. 그리고, 시야각에 따른 색변화율을 줄이기 위해서는 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장의 차이 및 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이가 작아야 한다. 따라서, 제3 두께(T13)가 증가할수록 시야각에 따른 색변화율과 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이가 증가하므로, 제3 두께(T13)는 작을수록, 구체적으로 150nm 이하로 설정할 수 있다. 제3 두께(T13)가 너무 작으면, 발광효율이 저하될 수 있다.

[0194] 따라서, 제3 두께(T13)는 시야각에 따른 색변화율, 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율, 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율, 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장의 차이, 및 발광효율을 고려하여 114nm 내지 150nm 범위로 설정하는 것이 바람직하다. 이 범위로 설정함으로써, 제3 두께(T13)에 영향을 받는 제2 발광층(EML)(224) 및 제3 발광층(EML)(234)의 발광 위치를 설정할 수 있고, 효율이 향상되고 시야각에 따른 색변화율이 줄어든 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0195] 그리고, 제2 두께(T12)에 영향을 주는 요소 중에서 제2 두께(T12)가 증가함에 따라 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율에 영향을 주므로, 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색변화율을 줄이기 위해서는 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 조절하여야 한다. 즉, 청색(Blue)의 발광세기 변화율이 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율과 유사하게 변화하도록 조절하여야 한다. 여기서, 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사하다는 것은 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 a%일 경우 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 $(a \pm 15)\%$ 이내인 것을 말한다. 예를 들어, 도 7a에서 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율은 72.5%이며, 유사하다는 범위에 해당하기 위해서는 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 57.5% 내지 87.5%이어야 한다. 도 7a에서 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 83.2%이므로, 청색(Blue)의 발광세기와 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사함을 알 수 있다. 따라서, 제2 두께(T12)가 조절되어 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 유사하게 맞출 수 있으므로, 시야각에 따른 색변화율을 줄일 수 있다. 이에 비해, 도 7b에서 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율은 78.4%이며, 유사하다는 범위에 해당하기 위해서는 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 63.4% 내지 93.4%이어야 한다. 도 7b에서 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 96.9%이므로, 청색(Blue)의 발광세기와 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사하지 않음을 알 수 있다. 그리고, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장의 차이와 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이도 시야각에 따른 색변화율에 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 즉, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장의 차이와 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이가 감소하여야 시야각에 따른 색변화율을 줄일 수 있음을 알 수 있다. 그리고, 제2 두께(T12)가 증가할수록 시야각에 따른 색변화율과 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율이 증가하므로, 제2 두께(T12)는 작을수록, 구체적으로 50nm 이하로 설정할 수 있다. 제2 두께(T12)가 너무 작으면, 발광효율이 저하될 수 있다. 따라서, 제2 두께(T12)는 시야각에 따른 색변화율, 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장의 차이, 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이, 및 발광효율을 고려하여 25nm 내

지 50nm 범위로 설정하는 것이 바람직하다. 이 범위로 설정함으로써, 제2 두께(T12)에 영향을 받는 제1 발광층(EML)(214)의 발광 위치를 설정할 수 있고, 효율이 향상되고 시야각에 따른 색변화율이 줄어든 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 그리고, 이 범위로 설정함으로써 색좌표의 색방향을 청색방향에서 색변화에 둔감한 방향으로 이동시킬 수 있으므로 푸르스름하게(Bluish) 변하는 색불량이 개선된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0196] 그리고, 제1 두께(T11)에 영향을 주는 요소 중에서 제1 두께(T11)가 증가함에 따라 청색(Blue)의 피크파장의 차이 및 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이에 영향을 주므로, 유기발광 표시장치의 색변화율을 줄이기 위해서는 청색(Blue)의 피크파장의 차이 및 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이를 줄여야 함을 알 수 있다. 그리고, 제1 두께(T11)는 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 유사하게 맞출 수 있는데 영향을 준다. 여기서, 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사하다는 것은 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 a%일 경우 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 $(a \pm 15)\%$ 이내인 것을 말한다. 예를 들어, 도 10a에서 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율은 53.4%이며, 유사하다는 범위에 해당하기 위해서는 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 38.4% 내지 68.4%이어야 한다. 도 10a에서 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 48.5%이므로, 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사함을 알 수 있다. 도 10b에서 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율은 56.1%이며, 유사하다는 범위에 해당하는 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 41.1% 내지 71.1%이어야 한다. 도 10b에서 청색(Blue)의 발광세기 변화율은 58.9%이므로, 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율이 유사함을 알 수 있다. 따라서, 제1 두께(T11)가 조절됨으로써 청색(Blue)의 발광세기 변화율과 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 유사하게 맞출 수 있으므로, 시야각에 따른 색변화율을 줄일 수 있다. 그리고, 제1 두께(T11)가 조절됨으로써 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이가 실시예 1 및 실시예 2에 비하여 작아짐을 알 수 있다. 따라서, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장의 차이와 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이가 감소하여야 시야각에 따른 색변화율을 줄일 수 있음을 알 수 있다. 이로부터 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이는 12nm 이하로 설정하여야 함을 알 수 있다. 그리고, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장의 차이는 8nm 미만으로 설정하여야 함을 알 수 있다. 따라서, 제1 두께(T11)에 따라 시야각에 따른 색변화율, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장의 차이, 및 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이가 감소하므로, 제1 두께(T11)는 240nm 이하로 설정할 수 있다. 제1 두께(T11)가 너무 크면, 발광효율이 저하될 수 있다. 따라서, 제1 두께(T11)는 시야각에 따른 색변화율, 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장의 차이, 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이, 및 발광효율을 고려하여 165nm 내지 240nm 범위로 설정하는 것이 바람직하다. 그리고, 이 범위로 설정함으로써 색좌표의 색방향을 청색 방향에서 적색 방향으로 이동시킬 수 있으므로 청색에서 색변화가 둔감한 적색 방향으로 이동시켜 푸르스름하게(Bluish) 변하는 색불량이 개선된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 그리고, 제4 두께(T14)는 35nm 이하로 설정할 수 있다.

[0197] 이상 설명한 바와 같이, 시야각에 따른 청색(Blue) 및 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장의 차이와 시야각에 따른 청색(Blue) 및 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 고려하여 제1 두께(T11), 제2 두께(T12), 제3 두께(T13), 및 제4 두께(T14)를 설정함으로써, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어든 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 즉, 유기발광 표시장치의 0도 내지 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하인 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 따라서, 푸르스름하게(Bluish) 변하는 색불량이 개선된 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다.

[0198] 그리고, 시야각에 따른 청색(Blue) 및 황색-녹색(Yellow-Green)의 피크파장(λ_{max})의 차이 및 시야각에 따른 청색(Blue) 및 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율을 고려하여 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들도록 상기 제1 두께(T11), 상기 제2 두께(T12), 상기 제3 두께(T13), 및 상기 제4 두께(T14)가 각각 조절되어 구성된다. 따라서, 상기 제1 두께(T11), 상기 제2 두께(T12), 상기 제3 두께(T13), 및 상기 제4 두께(T14)는 각각 다르도록 구성될 수 있다. 즉, 제1 두께(T11)는 상기 제2 두께(T12) 또는 상기 제3 두께(T13)보다 크게 구성함으로써, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장(λ_{max})의 차이를 줄이고, 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율을 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율과 유사하게 맞출 수 있으므로 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 줄일 수 있다. 그리고, 제2 두께(T12)는 제3 두께(T13)보다 작게 구성함으로써, 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율을 줄여 시야각에 따른 청색(Blue)의 발광세기 변화율을 시야각에 따른 황색-녹색(Yellow-Green)의 발광세기 변화율과 유사하게 맞출 수 있으므로 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 줄일 수 있다. 그리고, 제4 두께(T14)는 제3 두께(T13)보다 작게 구성함으로써, 시야각에 따른 청색(Blue)의 피

크파장($\lambda_{\max}$)의 차이를 줄여 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 줄일 수 있다.

- [0199] 그리고, 제3 두께(T13)는 상기 제2 발광층(EML)(224)과 상기 제3 발광층(EML)(234) 사이에 있는 적어도 하나의 제3 유기층의 두께를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 제3 유기층은 제2 전자수송층(ETL)(226), 제2 전하생성층(CGL)(250), 제3 정공수송층(HTL)(232), 정공주입층(HIL), 전자주입층(EIL), 정공저지층(HBL), 및 전자저지층(EBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그리고, 제2 전자수송층(ETL)(226), 제3 정공수송층(HTL)(232), 정공주입층(HIL), 및 전자주입층(EIL) 중 적어도 하나는 두 개 이상의 층으로 구성될 수도 있다.
- [0200] 그리고, 제2 두께(T12)는 상기 제1 발광층(EML)(214)과 상기 제2 발광층(EML)(224) 사이에 있는 적어도 하나의 제2 유기층의 두께를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 제2 유기층은 제1 전자수송층(ETL)(216), 제1 전하생성층(CGL)(240), 제2 정공수송층(HTL)(222), 정공주입층(HIL), 전자주입층(EIL), 정공저지층(HBL), 및 전자저지층(EBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그리고, 제1 전자수송층(ETL)(216), 제2 정공수송층(HTL)(222), 정공주입층(HIL), 및 전자주입층(EIL) 중 적어도 하나는 두 개 이상의 층으로 구성될 수도 있다.
- [0201] 그리고, 제1 두께(T11)는 상기 기판(201)과 상기 제1 발광층(EML)(214) 사이에 있는 적어도 하나의 제1 유기층의 두께와 제1 전극(202)의 두께를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 제1 유기층은 제1 정공수송층(HTL)(212), 정공주입층(HIL), 및 전자저지층(EBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 제1 정공수송층(HTL)(212), 및 정공주입층(HIL) 중 적어도 하나는 적어도 두 개 이상의 층으로 구성될 수도 있다.
- [0202] 그리고, 제4 두께(T14)는 상기 제3 발광층(EML)(234)과 상기 제2 전극(204) 사이의 두께라고 할 수 있다. 제4 두께(T14)는 상기 제3 발광층(EML)(234)과 상기 제2 전극(204) 사이에 있는 적어도 하나의 제4 유기층의 두께를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 제4 유기층은 상기 제3 전자수송층(ETL)(236), 전자주입층(EIL), 및 정공저지층(HBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그리고, 제3 전자수송층(ETL)(236), 및 전자주입층(EIL) 중 적어도 하나는 두 개 이상의 층으로 구성될 수도 있다. 그리고, 제4 두께(T14)는 시야각에 따른 청색(Blue)의 피크파장($\lambda_{\max}$)의 차이를 줄여 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들도록 하는데 영향을 줄 수 있다. 따라서, 상기 제4 두께(T14)는 유기발광소자의 구조나 특성에 따라 구성하지 않는 것도 가능하지만, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 줄이기 위해서 제4 두께(T14)를 구성하는 것이 더 유리할 수 있다.
- [0203] 그리고, 전체 두께(T10)는 상기 제2 전극(204)의 하면에서 상기 기판(201)의 상면까지의 두께이다. 즉, 전체 두께(T10)는 제1 발광부(210), 제2 발광부(220), 제3 발광부(230), 제1 전하생성층(CGL)(240), 제2 전하생성층(CGL)(250), 및 제1 전극(202)을 포함한다. 그리고, 전체 두께(T10)는 334nm 내지 580nm 범위로 설정할 수 있다. 전체 두께(T10)는 제1 발광층(EML)(214), 제2 발광층(EML)(224) 및 제3 발광층(EML)(234)의 두께를 포함한 두께이다. 제1 발광층(EML)(214) 및 제3 발광층(EML)(234)의 두께는 10nm 내지 40nm 범위일 수 있다. 그리고, 제2 발광층(EML)(224)의 두께는 10nm 내지 60nm 범위일 수 있다. 따라서, 제1 발광층(EML)(214), 제2 발광층(EML)(224) 및 제3 발광층(EML)(234)의 두께의 합은 30nm 내지 140nm 범위일 수 있다.
- [0204] 그리고, 본 발명은 시야각에 따른 피크파장의 차이와 발광세기 변화율을 고려하여 시야각에 따른 색좌표의 변화를 줄여 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들도록 제1 발광부(210), 제2 발광부(220), 및 제3 발광부(230)들은 상기 적어도 하나의 유기층들의 두께가 조절된 ATOL(Adjusted Thickness of Organic Layers) 구조를 가질 수 있다.
- [0205] 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층은 청색 발광층, 스카이 블루 발광층, 및 진청색 발광층 중 하나를 포함하고, 상기 제2 발광층은 황색-녹색 발광층 및 녹색 발광층 중 하나일 수 있다.
- [0206] 상기 ATOL 구조는 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 8nm 미만이고, 상기 제2 발광층의 시야각에 따른 피크파장의 차이는 12nm 이하일 수 있다. 그리고, 상기 ATOL 구조는 상기 제2 발광층의 시야각에 따른 발광세기 변화율이 a%일 경우, 상기 제1 발광층 및 상기 제3 발광층의 시야각에 따른 발광세기 변화율은 ($a \pm 15$)% 이내일 수 있다.
- [0207] 따라서, 상기 ATOL 구조는 유기발광 표시장치의 0도 내지 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하가 되므로, 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색변화에 의한 색불량을 개선할 수 있다. 즉, 0도 내지 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하가 되므로, 보다 선명한 화질을 제공할 수 있으며, TV 등의 대면적에서 사실적이고 선명한 화질을 갖는 유기발광 표시장치를 제공할 수 있다. 그리고, 0도 내지 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)은 0도, 15도, 30도, 45도, 및 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)을 말한다.
- [0208] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광소자는 하부발광(Bottom Emission) 표시장치에 적용하는 것으로 설명하

였으나, 상부발광(Top Emission) 표시장치, 또는 양부발광(Dual Emission) 표시장치에 적용하는 것도 가능하다.

- [0209] 위에서 설명한 유기발광소자는 조명장치에 적용될 수도 있고, 액정표시장치의 광원으로 이용될 수도 있고 표시 장치에 적용될 수도 있다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광소자를 포함하는 유기발광 표시장치는 제1 발광층을 포함하는 제1 발광부, 제2 발광층을 포함하는 제2 발광부, 및 제3 발광층을 포함하는 제3 발광부에 의해 백색광을 발광하는 백색 유기발광 표시장치일 수 있다. 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광소자를 유기발광 표시장치에 적용할 경우, WRGB의 네 개의 화소를 가지는 백색 유기발광 표시장치로 구현할 수 있다. 그리고, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광소자를 포함하는 유기발광 표시장치는 하부발광(bottom emission) 표시장치, 상부발광(top emission) 표시장치, 양면발광(dual emission) 표시장치, 및 차량용 조명장치 등에 적용할 수 있다. 차량용 조명장치는 전조등(headlights), 상향등(high beam), 후미등(taillights), 제동등(brake light), 후진등(back-up light), 정지등(brake light), 안개등(fog lamp), 방향지시등(turn signal light), 보조등(auxiliary lamp) 중 적어도 하나일 수 있으며, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 또는, 운전자의 시야를 확보하고, 차량의 신호를 주고 받는 데 사용되는 모든 지시등에 다양하게 적용될 수 있다. 그리고, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광소자를 포함하는 유기발광표시장치는 모바일, 모니터, TV 등에 적용할 수도 있다. 그리고, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광소자를 포함하는 유기발광 표시장치는, 기관(201) 상에 게이트 배선 또는 데이터 배선에 의해 화소 영역이 정의될 수 있다. 게이트 배선 또는 데이터 배선 중 어느 하나와 평행하게 연장되는 전원 배선이 위치하며, 각 화소 영역에는 게이트 배선 또는 데이터 배선에 연결된 스위칭 박막트랜지스터와 스위칭 박막 트랜지스터에 연결된 구동 박막 트랜지스터가 위치한다. 구동 박막 트랜지스터는 상기 제1 전극(202)에 연결된다.
- [0210] 이하에서는, 본 발명에 다른 실시예에 따른 유기발광소자가 표시장치에 적용되는 실시예에 대해서 설명하기로 한다.
- [0211] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광소자를 포함하는 유기발광 표시장치의 단면도로서, 이는 전술한 도 13에 따른 유기발광소자를 적용한 것이다.
- [0212] 도 14에 도시한 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광 표시장치(1000)는 기관(201), 박막트랜지스터(TFT), 오버코팅층(1150), 제1 전극(202), 발광부(1180) 및 제2 전극(204)을 포함한다. 박막트랜지스터(TFT)는 게이트 전극(1115), 게이트 절연층(1120), 반도체층(1131), 소스 전극(1133) 및 드레인 전극(1135)을 포함한다.
- [0213] 도 14에서는 박막트랜지스터(TFT)가 인버티드 스테거드(inverted staggered) 구조로 도시되었으나, 코플라나(coplanar) 구조로 형성할 수도 있다.
- [0214] 기관(201)은 절연 물질, 또는 유연성(flexibility)을 가지는 재료로 구성될 수 있다. 기관(201)은 유리, 금속, 또는 플라스틱 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 유기발광 표시장치가 플렉서블(flexible) 유기발광 표시장치인 경우, 기관(101)은 플라스틱 등과 같은 유연한 재질로 이루어질 수도 있다. 또한, 플렉서블(flexible) 구현에 용이한 유기발광소자를 차량용 조명장치에 적용할 경우, 차량의 구조나 외관의 형상에 맞춰 차량용 조명장치의 다양한 설계 및 디자인의 자유도가 확보될 수 있다.
- [0215] 게이트 전극(1115)은 기관(201) 위에 형성되며, 게이트 라인에 연결되어 있다. 상기 게이트 전극(1115)은 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 및 구리(Cu) 중 어느 하나 또는 이들의 합금으로 이루어진 다중층일 수 있다.
- [0216] 게이트 절연층(1120)은 게이트 전극(1115) 위에 형성되며, 실리콘 산화막(SiO_x), 실리콘 질화막(SiN_x) 또는 이들의 다중층일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0217] 반도체층(1131)은 게이트 절연층(1120) 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. 반도체층(1131)을 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 스톱퍼는 상기 반도체층(1131) 위에 형성되어 반도체층(1131)을 보호하는 기능을 할 수 있으나 소자의 구성에 따라서 생략할 수도 있다.
- [0218] 소스 전극(1133) 및 드레인 전극(1135)은 반도체층(1131) 상에 형성될 수 있다. 소스 전극(1133) 및 드레인 전극(1135)은 단일층 또는 다중층으로 이루어질 수 있으며, 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄

(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 및 구리(Cu) 중 어느 하나 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다.

- [0219] 보호층(1140)은 상기 소스 전극(1133) 및 드레인 전극(1135) 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.
- [0220] 컬러필터(1145)는 상기 제1 보호층(1140) 상에 형성되며, 도면에서는 하나의 서브화소만을 도시하였으나, 상기 컬러필터(1145)는 적색 서브화소, 청색 서브화소 및 녹색 서브화소의 영역에 형성된다. 상기 컬러필터(1145)는 서브화소 별로 패턴 형성된 적색(R) 컬러필터, 녹색(G) 컬러필터, 및 청색(B) 컬러필터를 포함하여 이루어진다. 상기 컬러필터(1145)는 상기 발광부(1180)에서 방출되는 백색광 중에서 특정 파장의 광만을 투과시킨다.
- [0221] 오버코팅층(1150)은 상기 컬러필터(1145) 상에 형성되며, 아크릴계(acryl) 수지 또는 폴리이미드(polyimide) 수지, 산화막(SiO_x), 실리콘 질화막(SiN_x) 또는 이들의 다중층일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0222] 제1 전극(202)은 상기 오버코팅층(1150) 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(1140)과 오버코팅층(1150)의 소정 영역의 콘택홀(CH)을 통해 상기 드레인 전극(1135)과 전기적으로 연결된다. 도 14에서는 드레인 전극(1135)과 제1 전극(202)이 전기적으로 연결되는 것으로 도시되었으나, 상기 보호층(1140)과 오버코팅층(1150)의 소정 영역의 콘택홀(CH)을 통해 소스 전극(1133)과 제1 전극(202)이 전기적으로 연결되는 것도 가능하다.
- [0223] बैं크층(1170)은 상기 제1 전극(202) 상에 형성되며, 화소 영역을 정의한다. 즉, 상기 बैं크층(1170)은 복수의 화소들 사이의 경계 영역에 매트릭스 구조로 형성됨으로써, 상기 बैं크층(1170)에 의해서 화소 영역이 정의된다. बैं크층(1170)은 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene; BCB)계 수지, 아크릴계(acryl) 수지 또는 폴리이미드(polyimide) 수지 등의 유기물로 형성할 수 있다. 또는, बैं크층(1170)은 검정색 안료를 포함하는 감광제로 형성할 수 있으며, 이 경우에는 बैं크층(1170)은 차광부재의 역할을 하게 된다.
- [0224] 발광부(1180)는 상기 बैं크층(1170) 상에 형성된다. 상기 발광부(1180)는 도 13에 도시한 바와 같이, 제1 전극(202) 상에 형성된 제1 발광부(210), 제2 발광부(220), 및 제3 발광부(230)로 이루어진다.
- [0225] 제2 전극(204)은 상기 발광부(1180) 상에 형성되며, 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 마그네슘(Mg) 등으로 형성되거나, 이들의 합금으로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0226] 상기 제2 전극(204) 상에 봉지부가 구성될 수 있다. 봉지부는 상기 발광부(1180) 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 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, 봉지 기판이 봉지부 상에 추가로 구성될 수 있다. 봉지 기판은 유리, 플라스틱, 또는 금속으로 이루어질 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 봉지 기판은 접착제에 의해서 봉지부에 접착될 수 있다.
- [0227] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명은 시야각에 따른 피크파장의 차이나 시야각에 따른 발광세기 변화율을 고려하여 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 각각 다르게 설정함으로써, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [0228] 또한, 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 최적화함으로써, 0도 내지 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하의 범위로 설정할 수 있으므로, 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색변화에 의한 색불량을 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [0229] 또한, 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께를 최적화함으로써, 0도 내지 60도에서의 색변화율($\Delta u'v'$)이 0.020 이하의 범위로 설정할 수 있고 색방향을 청색방향에서 색변화에 둔감한 방향으로 이동시킬 수 있으므로, 유기발광 표시장치의 푸르스름하게 변하는 색불량을 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [0230] 또한, 적어도 세 개의 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께가 서로 다른 ATOL(Adjusted Thickness of Organic Layers) 구조를 적용함으로써, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)을 개선할 수 있는 효과가 있다.
- [0231] 또한, 적어도 세 개의 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께가 서로 다른 ATOL(Adjusted 다른 Thickness of Organic Layers) 구조를 적용함으로써, 시야각에 따른 피크파장의 차이를 최소화할 수 있으므로, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들어 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색변화에 의한 색불량을 개선할 수 있는 효과가 있다.

[0232] 또한, 적어도 세 개의 발광부들을 구성하는 유기층들의 두께가 서로 다른 ATOL(Adjusted 다른 Thickness of Organic Layers) 구조를 적용함으로써, 시야각에 따른 발광세기 변화율을 최소화할 수 있으므로, 시야각에 따른 색변화율($\Delta u'v'$)이 줄어들어 유기발광 표시장치의 시야각에 따른 색변화에 의한 색불량을 개선할 수 있는 효과가 있다.

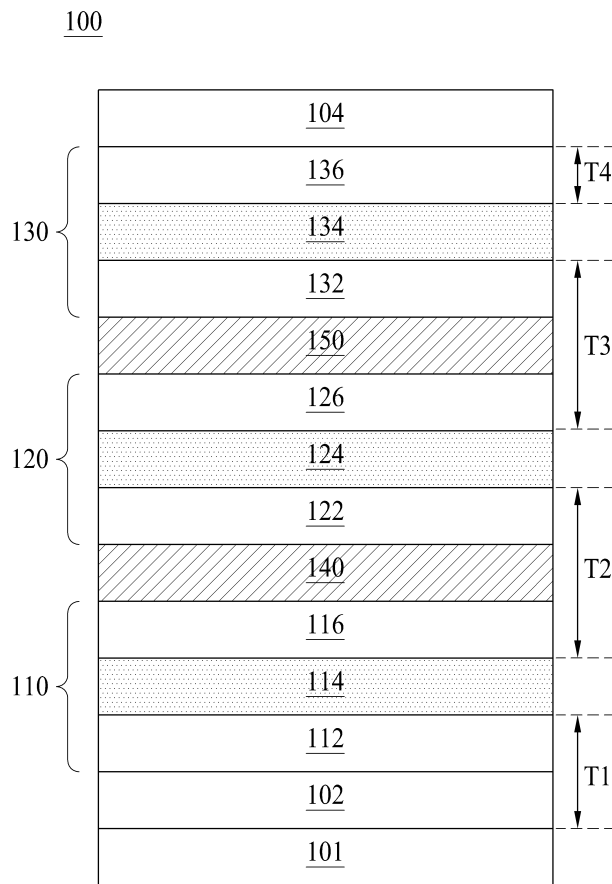
[0233] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 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

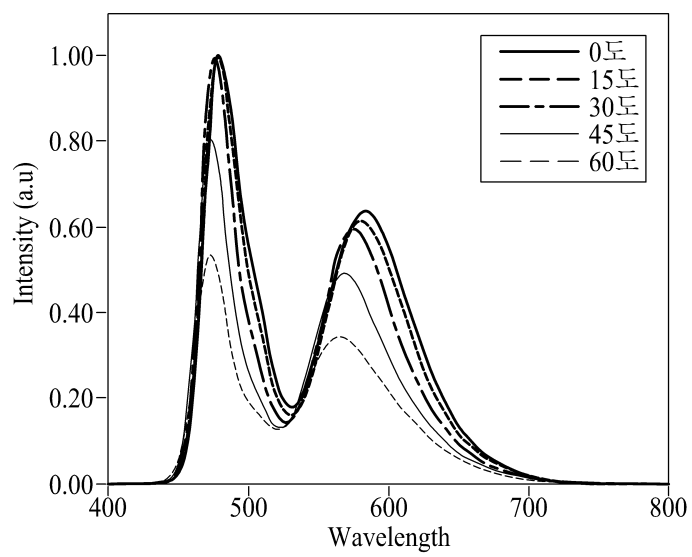
[0234]	100, 200: 유기발광소자	101, 201: 기관
	102, 202: 제1 전극	104, 204: 제2 전극
	110, 210: 제1 발광부	120, 220: 제2 발광부
	130, 230: 제3 발광부	140, 240: 제1 전하생성층
	150, 250: 제2 전하생성층	112, 212: 제1 정공수송층
	122, 222: 제2 정공수송층	132, 232: 제3 정공수송층
	116, 216: 제1 전자수송층	126, 226: 제2 전자수송층
	136, 236: 제3 전자수송층	114, 214: 제1 발광층
	124, 224: 제2 발광층	134, 234: 제3 발광층
	1000: 유기발광 표시장치	
	1115: 게이트 전극	1120: 게이트 절연층
	1131: 반도체층	1133: 소스 전극
	135: 드레인 전극	1145: 컬러필터
	1150: 오버코팅층	1170: बैं크층
	1180: 발광부	

도면

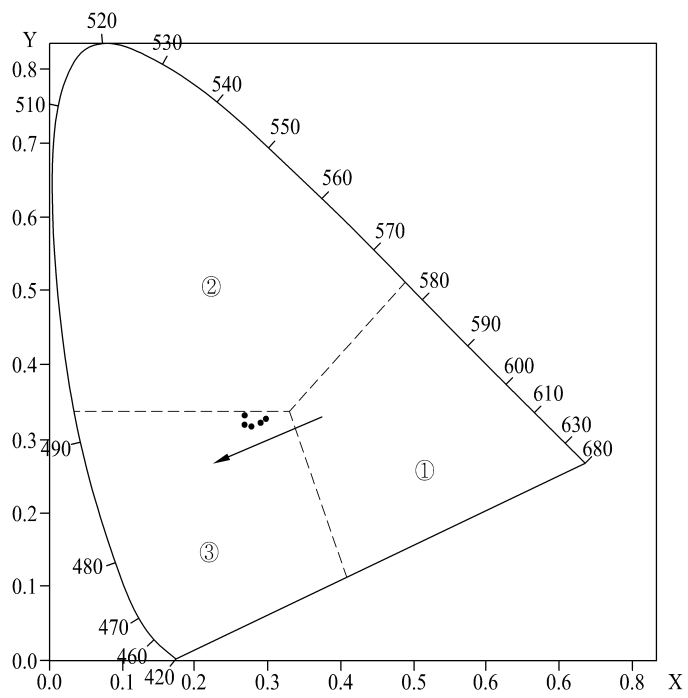
도면1



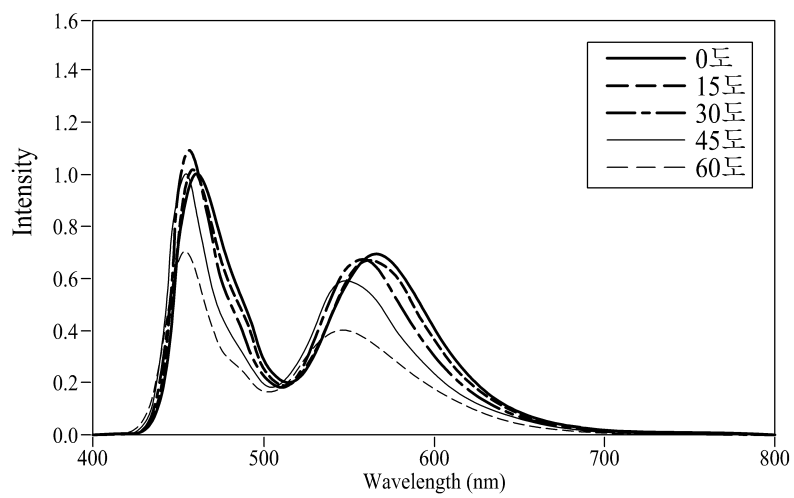
도면2



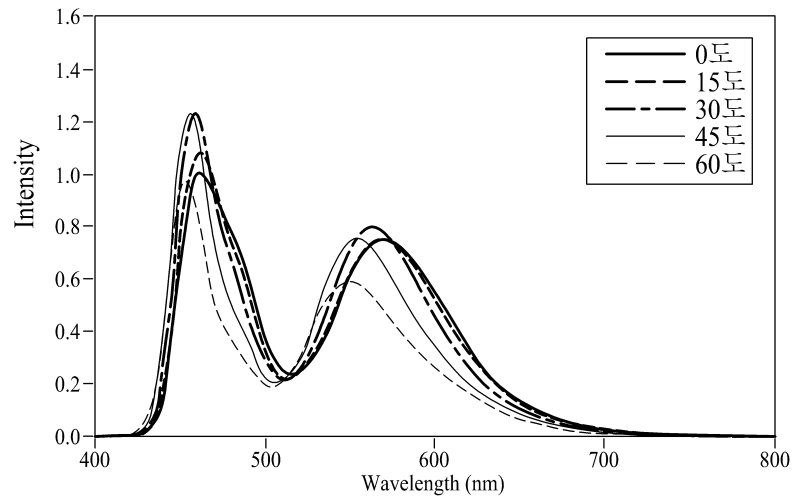
도면3



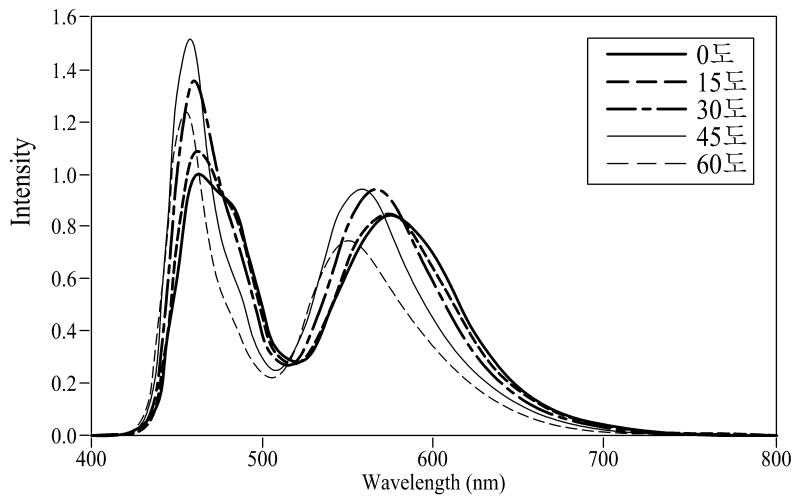
도면4a



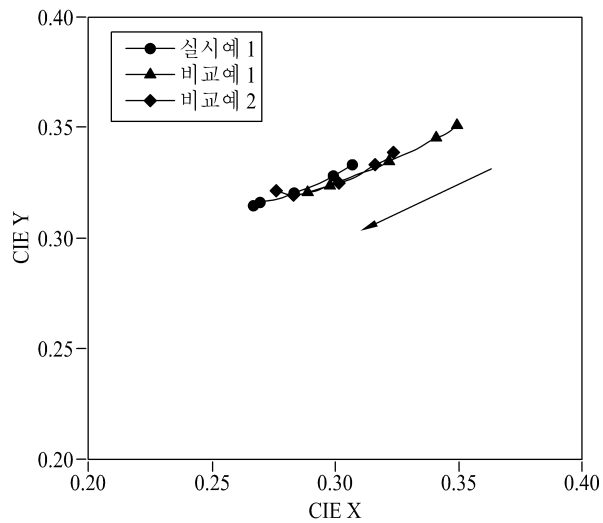
도면4b



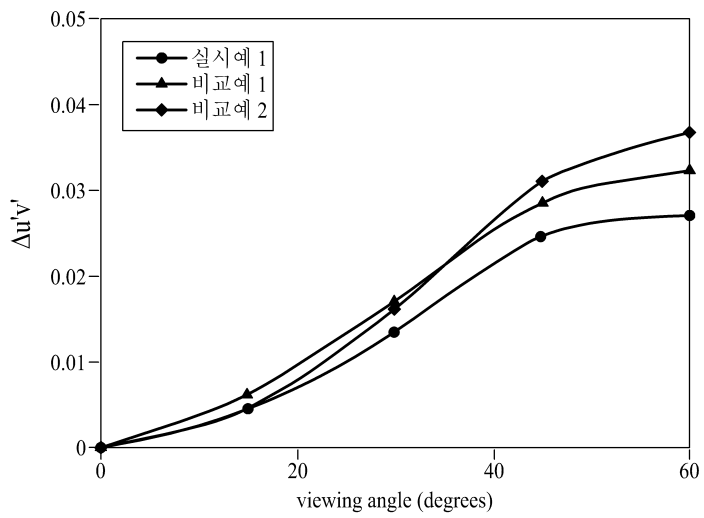
도면4c



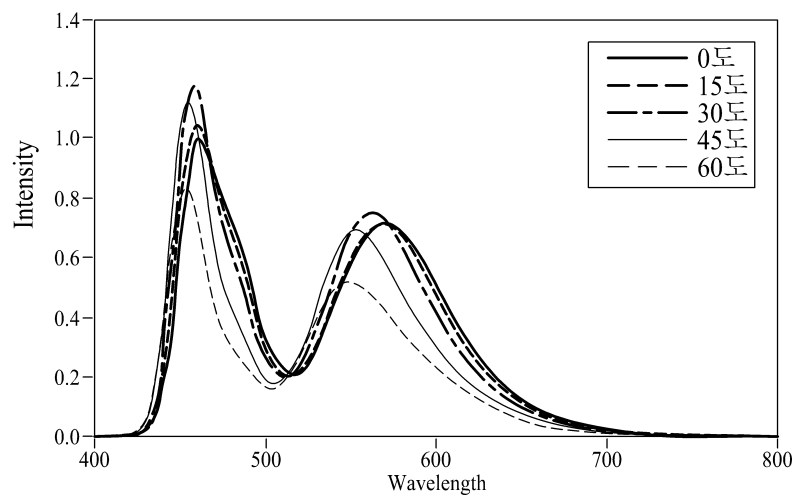
도면5



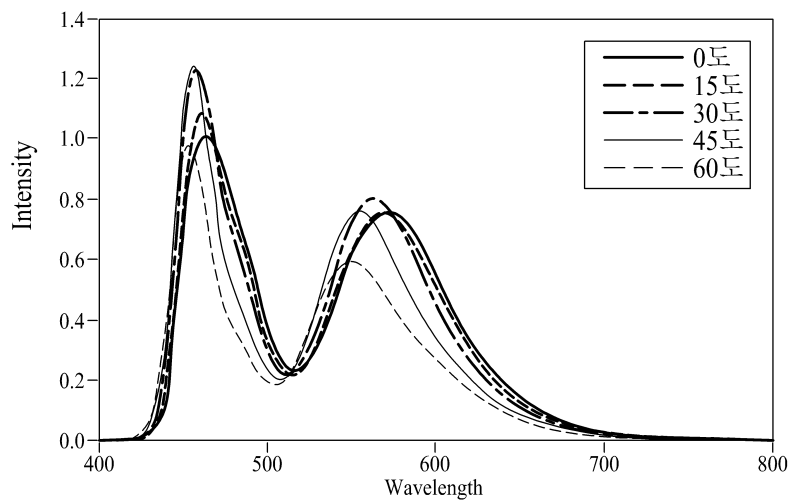
도면6



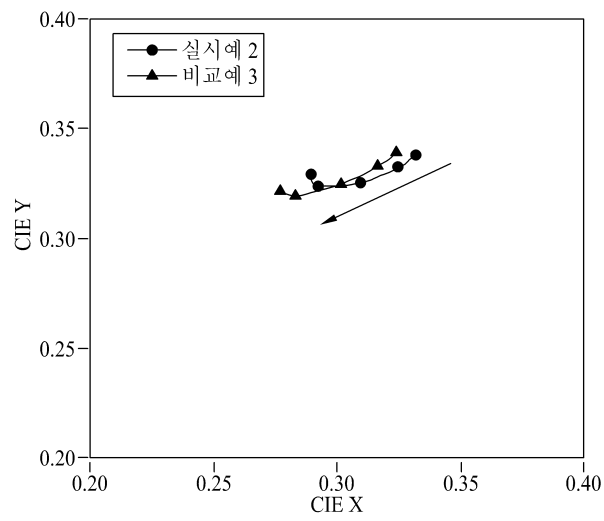
도면7a



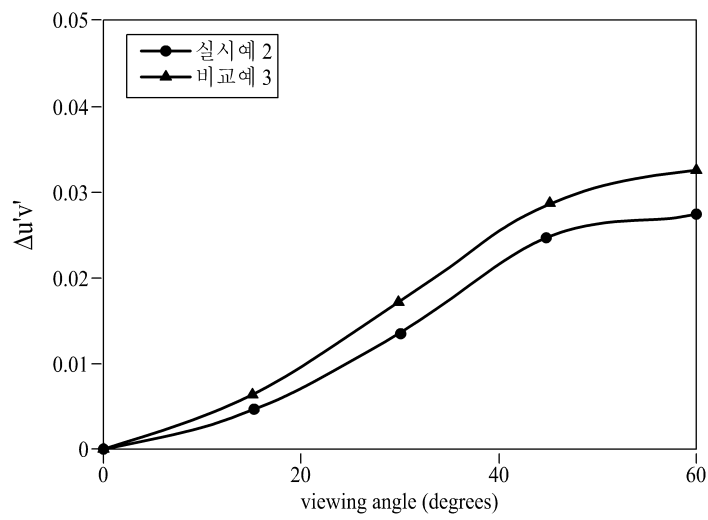
도면7b



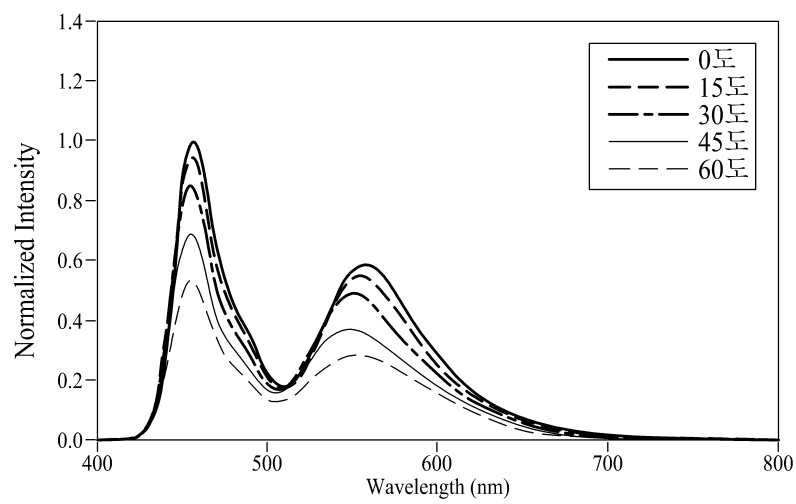
도면8



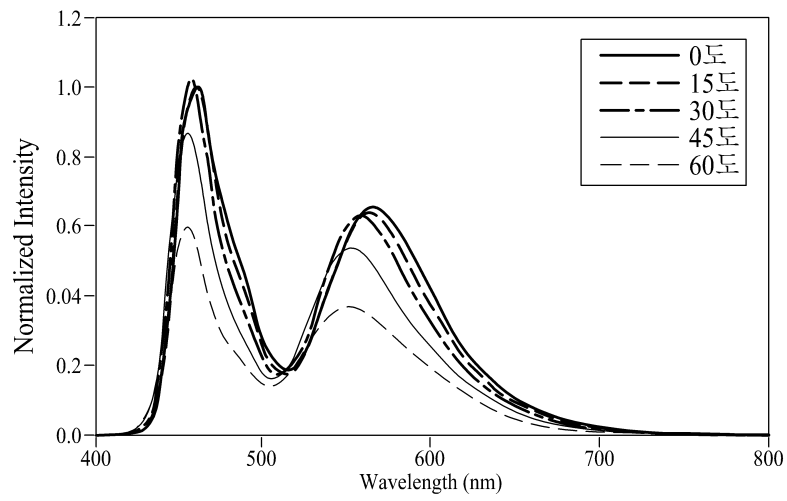
도면9



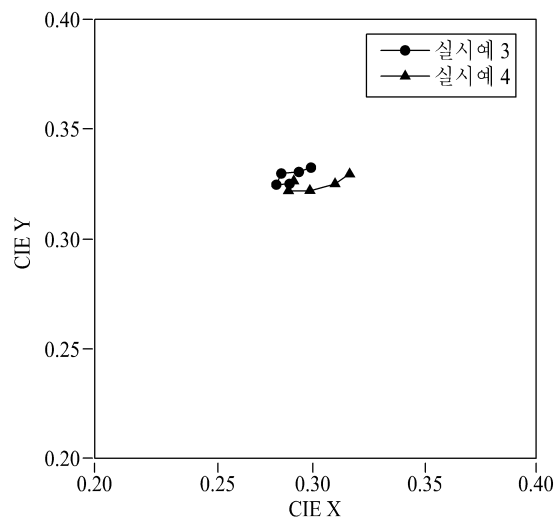
도면10a



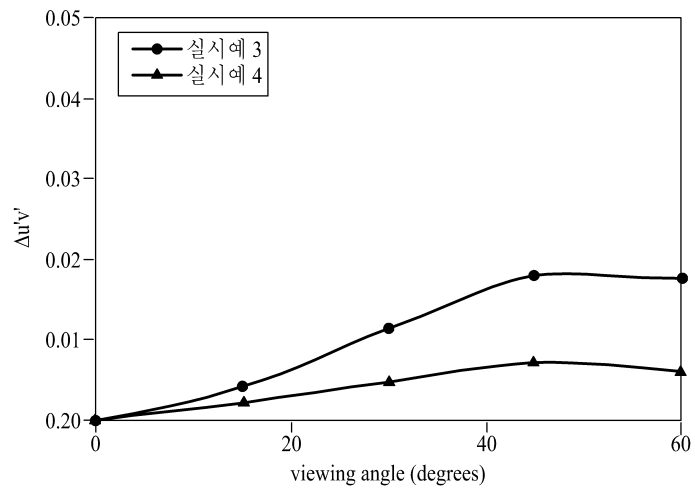
도면10b



도면11

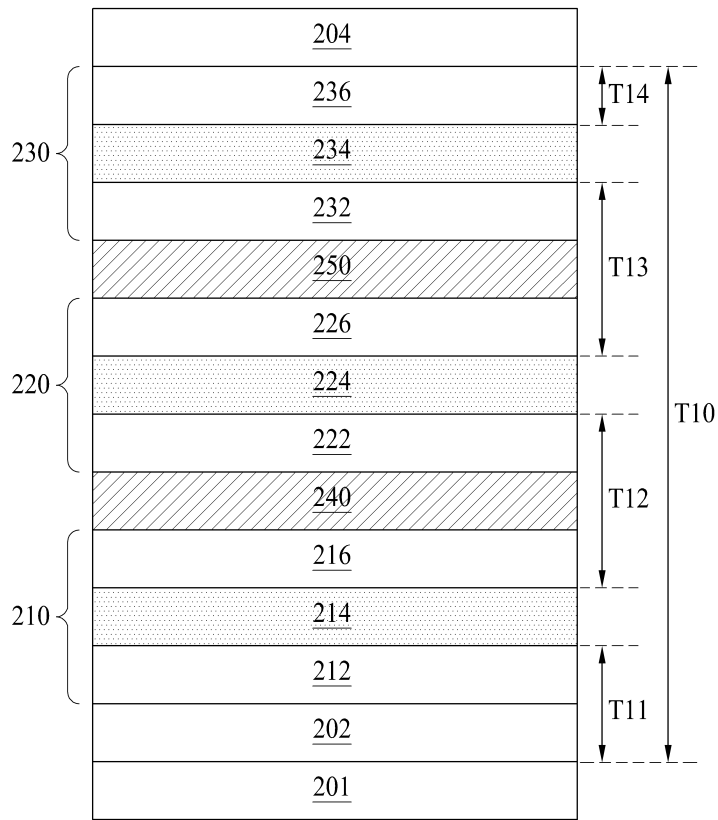


도면12



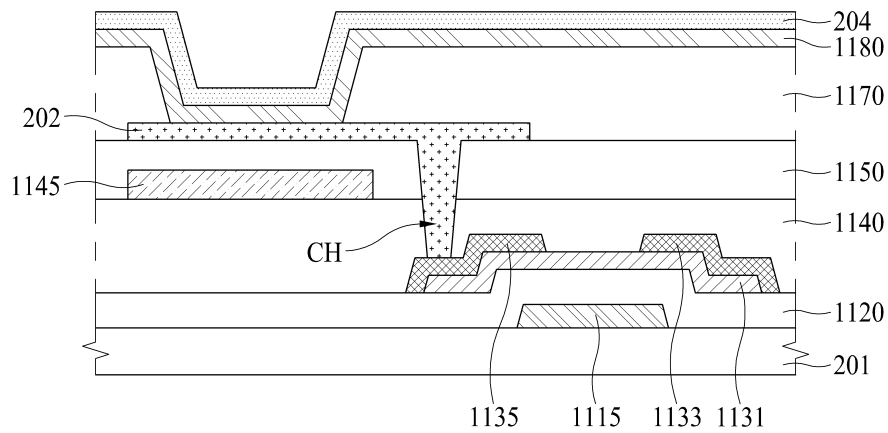
도면13

200



도면14

1000



专利名称(译)	相关技术的描述		
公开(公告)号	KR1020160069468A	公开(公告)日	2016-06-16
申请号	KR1020150170128	申请日	2015-12-01
[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		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	GWIJEONG CHO 조귀정 CHANGWOOK HAN 한창욱 TAEIL KUM 금태일 TAESHICK KIM 김태식 HEEDONG CHOI 최희동 JIYOUNG KIM 김지영 MINGYU LEE 이민규 TAESEOK LIM 임태석		
发明人	조귀정 한창욱 금태일 김태식 최희동 김지영 이민규 임태석		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/504 H01L51/5278 H01L51/5036 H01L2227/32		
优先权	1020140175027 2014-12-08 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的有机发光显示装置包括彼此相对的基板，与第一电极和第二电极相对的，以及具有在第一电极和第二电极之间的三个或更多个发光单元，并且它构造使得第一电极与第一电极之间的第一距离发光层和基板，第二发光层和第一发光层之间的第二距离，以及第二发光层和第三发光层之间的第三距离与第二发光层和第三发光层之间的第四距离第三发光层和第二电极彼此不同。

200

