



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월13일

(11) 등록번호 10-1511552

(24) 등록일자 2015년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/50 (2006.01) H01L 51/56 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0107634

(22) 출원일자 2012년09월27일

심사청구일자 2013년04월11일

(65) 공개번호 10-2013-0051875

(43) 공개일자 2013년05월21일

(30) 우선권주장

1020110117243 2011년11월10일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100062169 A

KR1020100011597 A

KR1020110035048 A

JP2011029108 A

(73) 특허권자

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

송재일

경기 파주시 가람로 22, 105동 1802호 (와동동, 가람마을1단지벽산한라아파트)

김화경

경기 김포시 사우중로73번길 11, 208동 1006호 (북변동, 풍년마을청구한라아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박영복

전체 청구항 수 : 총 27 항

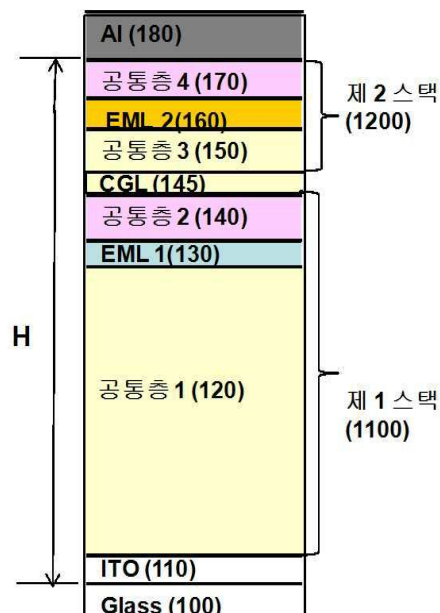
심사관 : 이옥우

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

(57) 요약

본 발명은 양극과 음극 사이의 유기물층의 광경로 설계 조건 혹은 유기물층 내외부의 두께 변화를 통해 시야각 변화에 따라 색변화 특성을 개선시키고 효율을 향상시킬 수 있는 백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 표시 장치에 관한 것으로, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 서로 대향된 제 1 전극과 제 2 전극;과, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에

대 표 도 - 도2



2 전극 사이에 형성된 전하 생성층;과, 상기 제 1 전극과 상기 전하 생성층 사이의, 청색을 발광하는 제 1 발광층을 포함하는 제 1 스택; 및 상기 전하 생성층과 상기 제 2 전극 사이의, 하나 또는 둘 이상의 호스트에, 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 도펀트를 도핑한 제 2 발광층을 포함하는 제 2 스택을 포함하며, 상기 제 1 전극을 포함하여 상기 제 2 전극 안쪽 표면까지의 층들은 제 1, 제 2 스택의 발광에 대해 각각

$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$

(λ 는 제 1 스택 또는 제 2 스택의 발광 피크 파장, n^a 와 d^a 는 제 1 전극, 제 2 전극 중 투명 전극의 굴절률과 두께, n^w 와 d^w 는 각각 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률과 두께)의 광경로 조건을 만족하는 것을 특징으로 한다.

(72) 발명자

피성훈

서울 양천구 오목로13길 7, 101동 307호 (신월동,
신월대림아파트)

고성재

충남 천안시 서북구 번영로 306-15, 104동 502호
(백석동, 브라운스톤)

명세서

청구범위

청구항 1

서로 대향된 제 1 전극과 제 2 전극;

상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 형성된 전하 생성층;

상기 제 1 전극과 상기 전하 생성층 사이의, 청색을 발광하는 제 1 발광층을 포함하는 제 1 스택; 및

상기 전하 생성층과 상기 제 2 전극 사이의, 하나 또는 둘 이상의 호스트에, 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 도펀트를 도핑한 제 2 발광층을 포함하는 제 2 스택을 포함하며,

상기 제 1 전극을 포함하여 상기 제 2 전극 안쪽 표면까지의 층들은 제 1, 제 2 스택의 발광에 대해 각각

$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$

(λ 는 제 1 스택 또는 제 2 스택의 발광 피크 파장, n^a 와 d^a 는 제 1 전극, 제 2

전극 중 투명 전극의 굴절률과 두께, n^w 와 d^w 는 각각 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률과 두께)의 광경로 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1 전극을 포함하여 상기 제 2 전극 안쪽 표면까지의 총 두께가 5000Å 내지 6000Å 인 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

$$\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$$

상기 제 1 발광층 및 제 2 발광층은 각각 (m은 정수, n은 해당 발광층의 굴절률, d는 상기 제 1 전극, 제 2 전극 중 투명 전극과 반대 전극으로부터 해당 발광층의 발광 영역 사이의 거리)의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제 1 스택은, 상기 제 1 전극과 상기 제 1 발광층 사이에 제 1 공통층과, 상기 제 1 발광층과 상기 전하 수송층 사이에 제 2 공통층을 더 포함하며,

상기 제 2 스택은, 상기 전하 생성층과 상기 제 2 발광층 사이에 제 3 공통층과, 상기 제 2 발광층과 상기 제 2 전극 사이에 제 4 공통층을 더 포함한 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 청색 형광 발광 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 제 2 발광층의 인광 도펀트는 옐로이쉬 그린(yellowish green) 인광 도펀트를 포함한 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제 1 전극으로부터 상기 제 2 전극 사이에 청색 발광에 대해 4번의 공진을 갖고, 옐로이쉬 그린 발광에 대해 3번의 공진을 갖는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 8

제 5항에 있어서,

상기 제 2 발광층의 인광 도펀트는 황색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트를 포함한 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 9

제 5항에 있어서,

상기 제 2 발광층의 인광 도펀트는 적색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트를 포함한 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 10

제 5항에 있어서,

상기 제 2 발광층이 둘 이상의 호스트를 가질 때, 전자 전달 특성의 호스트와 정공 전달 특성의 호스트를 함께 갖는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 11

제 4항에 있어서,

상기 제 1 공통층의 두께 조절에 의해, 상기 제 1 스택과 제 2 스택 각각의 발광 피크에 따른 상기 제 1 발광층과 제 2 발광층의 위치를 조절하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 12

제 7항에 있어서,

상기 제 1 전극이 기판 상에 직접 형성되며,

상기 제 1 공통층, 제 1 발광층, 제 2 공통층, 전하 생성층, 제 3 공통층, 제 2 발광층, 제 4 공통층 및 제 2 전극의 순으로 상기 제 1 전극 상에 위치하며,

상기 제 1 공통층은 제 1 정공 수송층이며, 상기 제 2 공통층은 제 1 전자 수송층이고,

상기 제 3 공통층은 제 2 정공 수송층이며, 상기 제 4 공통층은 제 2 전자 수송층인 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 상기 청색 발광의 4개의 공진 중, 상기 기판으로부터 세번째 공진에 해당하여 위치하며, 상기 제 2 발광층은 상기 옐로이쉬 그린 발광의 3개의 공진 중, 상기 기판으로부터 세번째 공진에 해당하여 위치하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 14

제 7항에 있어서,

상기 제 2 전극이 기판 상에 직접 형성되며,

상기 제 4 공통층, 제 2 발광층, 제 3 공통층, 전하 생성층, 제 2 공통층, 제 1 발광층, 제 1 공통층 및 제 1

전극이, 상기 제 2 전극 상부에 차례로 위치하며,

상기 제 1 공통층은 제 1 전자 수송층이며, 상기 제 2 공통층은 제 1 정공 수송층이며,

상기 제 3 공통층은 제 2 전자 수송층이며, 상기 제 4 공통층은 제 2 정공 수송층인 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 제 2 공통층의 두께 조절에 의해, 상기 제 1 스택과 제 2 스택 각각의 발광 피크에 따른 상기 제 1 발광층과 제 2 발광층의 위치를 조절하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 16

제 14항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 상기 청색 발광의 4개의 공진 중, 상기 기관으로부터 네번째 공진에 해당하여 위치하며, 상기 제 2 발광층은 상기 옐로이쉬 그린 발광의 3개의 공진 중 상기 기관으로부터 첫번째 공진에 해당하여 위치하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 17

제 4항에 있어서,

상기 제 1 전극은 기관과의 사이에 광보상층을 더 개재하여 위치하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 제 1 공통층부터 상기 제 4 공통층 사이의 두께는 2000Å 내지 4000Å인 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 광보상층의 두께는 1000Å 내지 3000Å인 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 20

제 17항에 있어서,

상기 광보상층의 두께와 상기 제 1 공통층의 두께는 서로 보상 관계에 있는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 21

제 20항에 있어서,

상기 제 1 내지 제 4 공통층 사이에 총 두께가 고정일 때, 상기 광보상층의 두께가 늘고, 상기 제 1 공통층의 두께가 줄어들수록 효율이 향상되는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 22

제 21항에 있어서,

상기 광보상층의 두께가 aÅ 늘고, 상기 제 1 공통층의 두께는 aÅ만큼 줄어드는 것을 특징으로 하는 백색 유기 발광 소자.

청구항 23

박막 트랜지스터를 포함하는 셀 구동부가 형성된 기관;

상기 박막 트랜지스터와 접속된 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과 대향된 제 2 전극;

상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 형성된 전하 생성층;

상기 제 1 전극과 상기 전하 생성층 사이의, 청색을 발광하는 제 1 발광층을 포함하는 제 1 스택; 및

상기 전하 생성층과 상기 제 2 전극 사이의, 하나 또는 둘 이상의 호스트에, 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 도펀트를 도핑한 제 2 발광층을 포함하는 제 2 스택을 포함하며,

상기 제 1 전극을 포함하여 상기 제 2 전극의 표면까지의 총 두께가 5000Å 내지 6000Å 이며,

상기 제 1 전극을 포함하여 상기 제 2 전극의 표면까지의 층까지 제 1, 제 2 스택의 발광에 대해 각각

$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$

(λ 는 제 1 스택 또는 제 2 스택의 발광 피크 파장, n^a 와 d^a 는 제 1 전극, 제 2

전극 중 투명 전극의 굴절률과 두께, n^w 와 d^w 는 각각 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률과 두께)의 광경로 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 24

제 23항에 있어서,

상기 제 1 발광층 및 제 2 발광층은 각각 $\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$ (m 은 정수, n 은 해당 발광층의 굴절률, d 는 상기 제 2 전극으로부터 해당 발광층의 발광 영역 사이의 거리)의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 25

제 23항에 있어서,

상기 기관 상에 서로 다른 영역에 서로 다른 색상의 컬러 필터층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 26

박막 트랜지스터를 포함하는 셀 구동부가 형성된 기관;

상기 셀 구동부를 포함한 기관 상에 형성된 광보상층;

상기 박막 트랜지스터와 접속되며, 상기 광보상층 상에 위치한 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과 대향된 제 2 전극;

상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 형성된 전하 생성층;

상기 제 1 전극과 상기 전하 생성층 사이의, 청색을 발광하는 제 1 발광층을 포함하는 제 1 스택; 및

상기 전하 생성층과 상기 제 2 전극 사이의, 하나 또는 둘 이상의 호스트에, 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 도펀트를 도핑한 제 2 발광층을 포함하는 제 2 스택을 포함하며,

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 총 두께가 2000Å 내지 4000Å 이며,

상기 광 보상층의 두께가 1000Å 내지 3000Å 이고,

상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 총 두께는 상기 광 보상층의 두께와 서로 보상 관계에 있는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 27

제 26항에 있어서,

상기 기관으로부터 상기 제 2 전극의 외부 표면까지의 두께가 고정일 때,

상기 광보상층의 두께가 a 만큼 늘고, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 유기물의 두께가 a 만큼 줄수록 상기

제 1, 제 2 스택을 통과한 순색 피크 휘도가 증가하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자에 관한 것으로 특히, 양극과 음극 사이의 유기물층의 광경로 설계 조건 혹은 유기물층 내외부의 두께 변화를 달리하여 시야각 변화에 따라 색변화 특성을 개선시키고 효율을 향상시킬 수 있는 백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 본격적인 정보화 시대로 접어들에 따라 전기적 정보신호를 시각적으로 표현하는 디스플레이(display) 분야가 급속도로 발전해 왔고, 이에 부응하여 박형화, 경량화, 저소비전력화의 우수한 성능을 지닌 여러 가지 다양한 평판 표시장치(Flat Display Device)가 개발되어 기존의 브라운관(Cathode Ray Tube : CRT)을 빠르게 대체하고 있다.

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

[0004] 이 중, 별도의 광원을 요구하지 않으며 장치의 컴팩트화 및 선명한 컬러 표시를 위해 유기 발광 표시 장치가 경쟁력 있는 어플리케이션(application)으로 고려되고 있다.

[0005] 이러한 유기 발광 표시 장치는 유기 발광층의 형성이 필수적인데, 종래 그 형성을 위해 섀도우 마스크(shadow mask)를 이용한 증착 방법이 이용되었다.

[0006] 그러나, 섀도우 마스크는 대면적의 경우, 그 하중 때문에 처짐 현상이 발생하고, 이로 인해 여러번 이용이 힘들고 유기 발광층 패턴 형성에 불량 발생하기 때문에, 대안적 방법이 요구되었다.

[0007] 이러한 섀도우 마스크를 대체하여 여러 방법이 제시되었던 그 중 하나로서 탠덤(tandem) 방식의 백색 유기 발광 소자(이하, '백색 유기 발광 소자'라 함)라 하며, 이하, 백색 유기 발광 소자에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0008] 백색 유기 발광 소자는, 발광 다이오드 형성시 양극과 음극 사이의 각 층을 마스크 없이 증착시키는 것으로, 유기 발광층을 포함한 유기막들의 형성을 차례로 그 성분을 달리하여 진공 상태에서 증착하는 것을 특징으로 한다. 그리고, 백색 유기 발광 소자는 양극과 음극 사이에 복수의 색상의 광을 발광하는 서로 다른 발광층을 구비하는 것으로, 각각의 발광층 사이에 전하 생성층이 구비되어, 각 발광층을 기본 구조로 하여 스택을 구분한다.

[0009] 이러한 백색 유기 발광 소자는, 한 물질을 사용하여 빛을 내는 것이 아니라, 과장별로 각각의 PL 피크(Photoluminescence Peak)가 상이한 발광 재료를 포함하는 복수개의 발광층이 소자 내 다른 위치에서 발광하며, 조합되어 빛이 발생된다. 그리고 일 예로, 형광 발광층을 포함하는 스택과 인광 발광층을 포함하는 스택을 적층시켜 백색 유기 발광 소자를 구현하는 예가 있다.

[0010] 그런데, 현재까지 알려진 발광 재료로는 시야각이 커질수록 형광 발광층의 휘도 저감율이 인광 발광층의 휘도 저감율보다 크기 때문에, 시야각이 커질수록 백색 유기 발광 소자에서 색온도가 낮은 웜(warm)한 백색 색좌표가 얻어진다. 이러한 웜한 백색 색좌표를 갖는 경우 시청자는 시야각 변화에 따른 색변화를 시인할 것으로 이를 개선하기 위한 노력이 제기되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 상기와 같은 종래의 백색 유기 발광 소자는 다음과 같은 문제점이 있다.

[0012] 현재까지 알려진 발광 재료를 이용하여 형광 스택과 인광 스택의 적층의 탠덤 구조의 백색 유기 발광 소자를 구현하는 경우, 시야각에 따라서 형광 발광층의 휘도 저감율이 인광 발광층의 휘도 저감율보다 크기 때문에 시야각이 커짐에 따라 색온도가 낮은 웜(warm)하게 보이는 백색의 색좌표를 갖게 된다. 이로 인해 시청자는 시야각이 커짐에 따라 컬러 쉬프트(color shift)를 시인하게 된다.

[0013] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로 양극과 음극 사이의 유기물층의 광경로 설계 조건 혹은 유기물층 내외부의 두께 변화를 통해 시야각 변화에 따라 색변화 특성을 개선시키고 효율을 향상시킬 수 있는 백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 표시 장치를 제공하는 데, 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 서로 대향된 제 1 전극과 제 2 전극;과, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 형성된 전하 생성층;과, 상기 제 1 전극과 상기 전하 생성층 사이의, 청색을 발광하는 제 1 발광층을 포함하는 제 1 스택; 및 상기 전하 생성층과 상기 제 2 전극 사이의, 하나 또는 둘 이상의 호스트에, 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 도펀트를 도핑한 제 2 발광층을 포함하는 제 2 스택을 포함하며, 상기 제 1 전극을 포함하여 상기 제 2 전극 안쪽 표면까지의 층들은 제 1, 제 2 스택의 발광에 대해

각각
$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$
 (λ 는 제 1 스택 또는 제 2 스택의 발광 피크 파장, n^a 와 d^a 는 제 1 전극, 제 2 전극 중 투명 전극의 굴절률과 두께, n^w 와 d^w 는 각각 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률과 두께)의 광경로 조건을 만족하는 것에 그 특징이 있다.

[0015] 여기서, 상기 제 1 전극을 포함하여 상기 제 2 전극 안쪽 표면까지의 총 두께가 5000Å 내지 6000Å 일 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제 1 발광층 및 제 2 발광층은 각각
$$\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$$
 (m 은 정수, n 은 해당 발광층의 굴절률, d 는 상기 제 1 전극, 제 2 전극 중 투명 전극과 반대 전극으로부터 해당 발광층의 발광 영역 사이의 거리)의 조건을 만족하는 것이 바람직하다.

[0017] 상기 제 1 스택은, 상기 제 1 전극과 상기 제 1 발광층 사이에 제 1 공통층과, 상기 제 1 발광층과 상기 전하 수송층 사이에 제 2 공통층을 더 포함하며, 상기 제 2 스택은, 상기 전하 생성층과 상기 제 2 발광층 사이에 제 3 공통층과, 상기 제 2 발광층과 상기 제 2 전극 사이에 제 4 공통층을 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 제 1 발광층은 청색 형광 발광 특성을 갖는 것일 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제 2 발광층의 인광 도펀트는 옐로이쉬 그린(yellowish green) 인광 도펀트를 포함할 수 있다. 이때, 상기 제 1 전극으로부터 상기 제 2 전극 사이에 청색 발광에 대해 4번의 공진 조건을 갖고, 옐로이쉬 그린 발광에 대해 3번의 공진 조건을 갖는 것이 바람직하다.

[0020] 혹은 상기 제 2 발광층의 인광 도펀트는 황색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트를 포함할 수 있다.

[0021] 혹은 상기 제 2 발광층의 인광 도펀트는 적색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트를 포함할 수 있다.

[0022] 한편, 상기 제 2 발광층이 둘 이상의 호스트를 가질 때, 전자 전달 특성의 호스트와 정공 전달 특성의 호스트를 함께 가질 수도 있다.

[0023] 상기 제 1 공통층의 두께 조절에 의해, 상기 제 1 스택과 제 2 스택 각각의 발광 피크에 따른 상기 제 1 발광층과 제 2 발광층의 위치를 조절할 수 있다.

[0024] 그리고, 상기 제 1 전극이 기판 상에 직접 형성되며, 상기 제 1 공통층, 제 1 발광층, 제 2 공통층, 전하 생성층, 제 3 공통층, 제 2 발광층, 제 4 공통층 및 제 2 전극의 순으로 상기 제 1 전극 상에 위치하며, 상기 제 1 공통층은 제 1 정공 수송층이며, 상기 제 2 공통층은 제 1 전자 수송층이고, 상기 제 3 공통층은 제 2 정공 수송층이며, 상기 제 4 공통층은 제 2 전자 수송층일 수 있다.

[0025] 여기서, 상기 제 1 발광층은 상기 청색 발광의 상기 기판으로부터 세번째 공진 조건에 해당하여 위치하며, 상기 제 2 발광층은 상기 기판으로부터 상기 인광 도펀트 발광색의 세번째 공진 조건에 해당하여 위치할 수 있다.

[0026] 한편, 상기 제 2 전극이 기판 상에 직접 형성되며, 상기 제 4 공통층, 제 2 발광층, 제 3 공통층, 전하 생성층, 제 2 공통층, 제 1 발광층, 제 1 공통층 및 제 1 전극이, 상기 제 2 전극 상부에 차례로 위치하며, 상기 제 1 공통층은 제 1 전자 수송층이며, 상기 제 2 공통층은 제 1 정공 수송층이며, 상기 제 3 공통층은 제 2 전자 수송층이며, 상기 제 4 공통층은 제 2 정공 수송층일 수 있다. 여기서, 상기 제 2 공통층의 두께 조절에 의해, 상기 제 1 스택과 제 2 스택 각각의 발광 피크에 따른 상기 제 1 발광층과 제 2 발광층의 위치를 조절할 수 있다.

다.

[0027] 그리고, 상기 제 1 발광층은 상기 기관으로부터 상기 청색 발광의 네번째 공진 조건에 해당하여 위치하며, 상기 제 2 발광층은 상기 기관으로부터 상기 인광 도펀트 발광색의 첫번째 공진 조건에 해당하여 위치할 수 있다.

[0028] 한편, 상기 제 1 전극은 기관과의 사이에 광보상층을 더 개재하여 위치할 수 있다. 이 경우, 상기 제 1 공통층부터 상기 제 4 공통층 사이의 두께는 2000Å 내지 4000Å일 수 있다. 이 때, 상기 광보상층의 두께는 1000Å 내지 3000Å일 수 있다. 이 경우, 상기 광보상층의 두께와 상기 제 1 공통층의 두께는 서로 보상 관계에 있는 것이 바람직하다. 또한, 상기 제 1 내지 제 4 공통층 사이에 총 두께가 고정일 때, 상기 광보상층의 두께가 늘고, 상기 제 1 공통층의 두께가 줄어들수록 효율이 향상된다. 이 때, 상기 광보상층의 두께가 aÅ 늘고, 상기 제 1 공통층의 두께는 aÅ만큼 줄어드는 것이 바람직할 수 있다.

[0029] 또한, 동일한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 표시 장치는, 박막 트랜지스터를 포함하는 셀 구동부가 형성된 기관;과, 상기 박막 트랜지스터와 접속된 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과 대향된 제 2 전극;과, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 형성된 전하 생성층;과, 상기 제 1 전극과 상기 전하 생성층 사이의, 청색을 발광하는 제 1 발광층을 포함하는 제 1 스택; 및 상기 전하 생성층과 상기 제 2 전극 사이의, 하나 또는 둘 이상의 호스트에, 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 도펀트를 도핑한 제 2 발광층을 포함하는 제 2 스택을 포함하며, 상기 제 1 전극을 포함하여 상기 제 2 전극의 표면까지의 총 두께가 5000Å 내지 6000Å 이며, 상기 제 1 전극을 포함하여 상기 제 2 전극의 표면까지의 층까지 제 1, 제 2 스택의 발광에 대해 각각

$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$

(λ는 제 1 스택 또는 제 2 스택의 발광 피크 파장, n^a 과 d^a 는 제 1 전극, 제 2 전극 중 투명 전극의 굴절률과 두께, n^w 와 d^w 는 각각 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률과 두께)의 광경로 조건을 만족하는 것에 또 다른 특징이 있다.

[0030] 여기서, 상기 제 1 발광층 및 제 2 발광층은 각각 $\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$ (m은 정수, n은 해당 발광층의 굴절률, d는 상기 제 2 전극으로부터 해당 발광층의 발광 영역 사이의 거리)의 조건을 만족할 수 있다.

[0031] 또한, 상기 기관 상에 서로 다른 영역에 서로 다른 색상의 컬러 필터층을 더 포함할 수 있다.

[0032] 또 다른 표시 장치의 예로, 박막 트랜지스터를 포함하는 셀 구동부가 형성된 기관;과, 상기 셀 구동부를 포함한 기관 상에 형성된 광보상층;과, 상기 박막 트랜지스터와 접속되며, 상기 광보상층 상에 위치한 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과 대향된 제 2 전극;과, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 형성된 전하 생성층;과, 상기 제 1 전극과 상기 전하 생성층 사이의, 청색을 발광하는 제 1 발광층을 포함하는 제 1 스택; 및 상기 전하 생성층과 상기 제 2 전극 사이의, 하나 또는 둘 이상의 호스트에, 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 도펀트를 도핑한 제 2 발광층을 포함하는 제 2 스택을 포함하며, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 총 두께가 2000Å 내지 4000Å 이며, 상기 광 보상층의 두께가 1000Å 내지 3000Å 이고, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 총 두께는 상기 광 보상층의 두께와 서로 보상 관계에 있는 것에 특징이 있다.

[0033] 여기서, 상기 기관으로부터 상기 제 2 전극의 외부 표면까지의 두께가 고정일 때, 상기 광보상층의 두께가 늘수록 상기 제 1, 제 2 스택을 통과한 순색 피크 휘도가 증가할 수 있다.

[0034] 이 경우, 상기 기관으로부터 상기 제 2 전극의 외부 표면까지의 두께가 고정일 때, 상기 광보상층의 두께가 a만큼 늘고, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 유기물의 두께가 a만큼 줄수록 상기 제 1, 제 2 스택을 통과한 순색 피크 휘도가 증가할 수 있다.

발명의 효과

[0035] 상기와 같은 본 발명의 백색 유기 발광 소자 및 이를 이용한 표시 장치는 다음과 같은 효과가 있다.

[0036] 양극과 음극 사이의 유기물층의 두께를 조정하여, 형광 스택과 인광 스택이 적층된 탠덤형 백색 유기 발광 소자에 있어서, 시야각이 변화하여도 인광 발광층의 효율과 형광 발광층의 효율 감소율을 유사하게 하여 백색의 시야각에 따른 컬러 쉬프트를 방지할 수 있다.

[0037] 특히, 소자의 구동 특성에 영향을 적게 미치는 정공 수송층의 두께 조절에 의해 광경로 조건을 특정 값에 맞추어 청색 형광 발광과 인광 발광층의 공진 조건을 맞추며 최대 발광 피크에 맞추어 발광층을 설계한다. 따라서,

시야각이 늘어도 청색 형광 발광과 인광 발광이 유사한 조건의 광세기 저하를 갖게 하여, 시야각 변화에 따라 백색 색좌표를 균일하게 유지할 수 있다.

[0038] 이를 통해 시청자가 시야각이 상승할 때 웜(warm)하게 인지하는 백색의 색변화를 방지할 수 있다.

[0039] 또한, 광보상층을 양극 하부에 구비하는 경우, 기관에서 음극까지의 두께가 고정일 때, 광보상층의 두께는 늘리고, 양극/음극 사이의 유기물 두께는 줄여 유기 발광 다이오드의 정전용량을 늘릴 수 있을 뿐만 아니라 RGB 순색 피크 휘도 전류를 증가시켜 휘도를 상승시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1a 및 도 1b는 청색 스택의 효율에 맞추어진 탠덤 구조의 백색 유기 발광 소자의 시야각에 따른 EL 스펙트럼과 세기 차를 나타낸 그래프

도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도

도 3은 도 2의 비교예

도 4a 및 도 4b는 도 2 및 도 3의 두께에 따른 일드 등고선도(Yield Contour View)

도 5a 및 도 5b는 도 2 및 도 3의 시야각별 파장에 따른 세기를 나타낸 그래프

도 6은 본 발명의 제 1 실시예와 비교예의 백색 유기 발광 소자로 구현시 정공 수송층의 두께별 시야각에 따른 컬러 쉬프트 특성을 나타낸 그래프

도 7은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도

도 8은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자와 이의 두께별 일드 등고선도를 나타낸 도면

도 9는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자와 이의 두께별 일드 등고선도를 나타낸 도면

도 10은 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 포함한 표시 장치의 일 화소를 나타낸 회로도

도 11은 도 10의 단면도

도 12는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 표시 장치를 나타낸 단면도

도 13은 도 12의 변형예를 나타낸 단면도

도 14는 본 발명의 제 3 실시예의 변형예에 있어서, 유기물층 두께 변화에 따라 캐패시턴스 변화 값을 나타낸 그래프

도 15는 본 발명의 제 3 실시예의 변형예에 있어서, 유기물층 두께 변화에 따라 RGB 피크 휘도 변화 값을 나타낸 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 백색 유기 발광 소자 및 이를 적용한 표시 장치를 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0042] 먼저 시야각의 변화에 따라 백색 색좌표의 컬러 쉬프트가 발생하는 원리에 대해 살펴본다.

[0043] 도 1a 및 도 1b는 청색 스택의 효율에 맞추어진 탠덤 구조의 백색 유기 발광 소자의 시야각에 따른 EL 스펙트럼과 세기 차를 나타낸 그래프이다.

[0044] 도 1a와 같이, 일반적으로 EL 스펙트럼은 빛을 내는 물질의 PL 스펙트럼(Photoluminescence spectrum)과 에미턴스(Emittance)의 곱에 의해 결정된다. 에미턴스는 굴절률과 각 층의 두께에 의해 결정되는데 이는 전자와 홀의 재결합(recombination)에 의해 생성된 광자(photon)가 박막 트랜지스터와 유기 발광층의 두께를 통과하며 밖으로 방출되는 정도를 나타내는 값이다.

[0045] 예를 들어, 청색 형광 스택과 옐로이쉬 그린(yellowish green) 인광 스택을 적층시켜 탠덤 백색 유기 발광 소자를 구현시 도 1a와 같이, 패널 효율을 증가시키기 위해서는 청색 스택의 형광 PL 피크와 에미턴스를 시야각 0도의 조건에서 일치시키게 되는데, 이 경우, 청색 형광의 PL 피크가 옐로이쉬 그린 인광의 PL 피크보다는 단파장에 위치한다.

- [0046] 또한, 청색 광은 상대적으로 PL은 좁은 파장대에 분포하는데 반해 상대적으로 장파장인 옐로이쉬 그린 광의 PL은 보다 넓은 파장대에서 분포한다. 이에 따라, PL 스펙트럼과 에미턴스의 곱으로 결정되는 EL 스펙트럼 역시 시야각 0도에서 청색 광에 대해서는 좁은 파장대에 분포하고, 옐로이쉬 그린 광에 대해서는 보다 넓은 파장대에서 분포한다.
- [0047] 한편, 시야각이 늘어나면 에미턴스는 단파장으로 이동하게 되는데 이로 인해 청색 형광 발광 EL 스펙트럼은 시야각이 0도에서 60도로 변화하는 경우, 초기부터 휘도 저하 특성을 보이거나, 반대로 옐로이쉬 그린 인광 발광 EL 스펙트럼은 0도 근처에서는 증가했다가 15도 이상 시야각이 늘어나면 이후에는 떨어지는 휘도 특성을 보인다. 따라서, 이러한 특성을 갖는 탠덤형 백색 유기 발광 소자는 두 발광색의 합에 의해 실제 구현되는 백색 컬러가 시야각의 변화에 따라 심한 특성 차를 보이게 된다.
- [0048] 이를 도 1b와 같이, 시야각 변화에 따라, 청색 형광 스택과 옐로이쉬 그린 인광 스택별로 EL 세기변화를 살펴보면, 시야각 약 15도까지 청색 형광 발광과 옐로이쉬 그린 인광 발광이 거의 유사한 정도의 저하 특성을 보인다. 그러나, 시야각이 약 15도보다 커지면 청색 형광 발광은 계속 저하 특성을 나타내며, 옐로이쉬 그린 인광 발광은 시야각 약 45도까지 세기가 증가하였다가 그 이후 다시 떨어지는 특성을 보인다. 즉, 청색 형광과 옐로이쉬 그린 인광과의 시야각 변화에 따른 세기차가 관찰된다. 이와 같이, 하나의 탠덤 백색 유기 발광 소자 내에 발광 색간의 휘도 편차가 시야각 변화가 있는 경우 발생하며, 이는 시야각 변화에 따른 컬러 쉬프트(color shift)를 유발하게 되는 원인이 되는 것이다.
- [0049] 이하에서는 상술한 발광색간 휘도 변화 특성을 발광색별로 유사한 정도로 하도록 양극과 음극 사이의 층들의 두께와 굴절률을 조절하여 설계하여 시야각이 변화하여도 컬러 쉬프트를 방지한 본 발명의 백색 유기 발광 소자에 대해 설명한다.
- [0050] 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이다.
- [0051] 도 2와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는, 기판(100) 상에 서로 대향된 제 1 전극(110)과 제 2 전극(180)과, 상기 제 1 전극(110)과 제 2 전극(180) 사이에 형성된 전하 생성층(145)과, 상기 제 1 전극(110)과 상기 전하 생성층(145) 사이의, 청색을 발광하는 제 1 발광층(130)을 포함하는 제 1 스택(1100) 및 상기 전하 생성층(145)과 상기 제 2 전극(180) 사이의, 하나 또는 둘 이상의 호스트에, 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 도펀트를 도핑한 제 2 발광층(160)을 포함하는 제 2 스택(1200)을 포함하여 이루어진다.
- [0052] 그리고, 상기 제 1 스택(1100)은, 상기 제 1 전극(110)과 상기 제 1 발광층(130) 사이에 제 1 공통층(120)과, 상기 제 1 발광층(130)과 상기 전하 수송층(145) 사이에 제 2 공통층(140)을 더 포함하며, 상기 제 2 스택(1200)은, 상기 전하 생성층(145)과 상기 제 2 발광층(160) 사이에 제 3 공통층(150)과, 상기 제 2 발광층(160)과 상기 제 2 전극(180) 사이에 제 4 공통층(170)을 더 포함한다.
- [0053] 상기 제 1 공통층(120)과 제 3 공통층(150)은 정공 수송층이며, 제 2 공통층(150)과 제 4 공통층(170)은 전자 수송층이다. 또한, 각각의 정공 수송층과 전자 수송층은 전극과 인접한 측에 정공 주입층 혹은 전자 주입층을 더 구비할 수 있다. 이 경우, 정공 수송층과 전자 수송층은 기능별로 서로 구분되는 층을 적층하여 형성할 수도 있고, 한 층에 기능별 재료를 혼합하거나 코데포지션(codeposition)하여 형성할 수도 있다. 또한, 경우에 따라, 정공 수송층 혹은 전자 수송층 자체를 발광층으로 전자-정공 주입을 원활히 하는 목적으로 복수층으로 형성할 수도 있다.
- [0054] 상기 전하 생성층(CGL: Charge Generation Layer)(145)은 서로 인접한 제 1 스택(1110)과 제 2 스택(1200)간 전하 균형 조절 역할을 하기 때문에, 중간 연결층(Intermediate Connector Layer; ICL)이라고도 한다. 이 경우, 전하 생성층(145)은 제 1 스택(1100)으로의 전자의 주입을 돕는 중간 연결 금속층과 제 2 스택(1200)으로의 정공 주입을 돕는 중간 연결 정공 주입층으로 나뉘어 형성될 수 있으며, 이 경우에는 제 2 공통층에 전자 주입층과 제 3 공통층에 정공 주입층을 생략할 수 있다. 예를 들어, 중간 연결 금속층은 전자 주입(Electron Injection) 특성이 좋은 알칼리 금속 재질이 도핑된 유기물층으로 이루어지며, 중간 연결 정공 주입층은 P형(P-Type) 유기물을 포함한 유기물 반도체층으로 형성된다.
- [0055] 또한, 상기 전하 생성층(145)은 단일층으로 형성될 수도 있다.
- [0056] 이러한 백색 유기 발광 표시 장치는 제 1 스택(1100)으로부터 발광되는 청색광과 제 2 스택(1200)으로부터 발광되는 인광의 혼합 효과에 의해 백색광이 구현된다. 제 2 스택(1200)의 발광색은 제 2 발광층(160)에 포함되는

인광 도펀트에 의해 결정되며, 예를 들어, 단일의 옐로이쉬 그린 인광 도펀트를 사용하거나, 혹은 황색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트의 혼합 혹은 적색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트의 혼합을 이용할 수 있다. 어느 경우이나, 제 1 스택(110)의 청색 발광과 함께 혼합 효과로 백색을 발광할 수 있다면 다른 색상의 인광 도펀트로의 대체도 가능하다고 할 것이다.

[0057] 여기서, 제 2 발광층(160)에는 인광 도펀트 외에 주재료의 호스트가 포함되는데, 단일 호스트를 이용할 수도 있고, 정공 전달 특성이나 전자 전달 특성을 강화하도록 2 이상의 호스트를 이용할 수도 있다. 인광 발광을 위해 호스트에 대해 상기 인광 도펀트의 함량을 약 10% 이내로 도핑하여 제 2 발광층(160)을 형성한다.

[0058] 한편, 도시된 예는 상기 제 1 전극(110)이 ITO 등의 투명 전극으로 이루어진 양극이며, 제 2 전극(180)이 Al 등의 반사성 금속 전극으로 이루어진 음극으로 이용된 예를 나타낸 것으로, 배면(bottom) 발광형을 나타낸 것이다.

[0059] 그러나, 상술한 예에 한정되지 않고, 제 1 스택(1100)과 제 2 스택(1200)의 위치는 서로 그 상하를 달리할 수 있다. 즉, 청색 형광 스택인 제 1 스택이 상부에, 인광 발광 스택인 제 2 스택이 하부에 위치할 수도 있다. 이러한 예에 대해서는 제 2 실시예에서 설명한다.

[0060] 또한, 경우에 따라, 상기 제 1 전극(110)과 제 2 전극(180)은 서로 위치를 바꾸어 전면(front) 발광형으로도 이용될 수 있을 것이다.

[0061] 한편, 여기 상태의 삼중항 여기자 등이 상기 제 3 공통층(150)이나 제 2 공통층(170)으로 유입됨을 방지하고, 제 2 발광층(160) 내에 유지(confine)시키기 위해, 상기 제 3 공통층(150)과 제 4 공통층(170)은 상기 제 2 발광층(160)에 구비된 호스트의 삼중항 에너지 준위보다 0.01eV 내지 0.4eV 높은 삼중항 에너지 준위를 갖는다.

[0062] 한편, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 제 1 내지 제 4 공통층 중 어느 공통층의 두께를 달리하며, 상기 제 1 발광층(130)과 제 2 발광층(160)의 위치를 변경할 수 있다.

[0063] 이를 위해, 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 상기 제 1 전극(110)을 포함하여 상기 제 2 전극(180) 하부 표면까지의 총 두께(H)가 5000Å 내지 6000Å 이며, 상기 총두께에 해당하는 층들은 제 1, 제 2 스택(1100, 1200)의 발광에 대해 각각 다음식의 광경로 조건을 만족하도록 한다.

[0064] <광경로 조건>

$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$

[0066] 여기서, λ 는 제 1 스택(1100) 또는 제 2 스택(1200)의 발광 피크 파장, n^a 는 제 1 전극(110)의 굴절률, d^a 는 제 1 전극(110)의 두께, n^w 와 d^w 는 각각 제 1 전극(110)과 제 2 전극(180) 사이에 위치하는 해당층의 굴절률과 두께이다.

[0067] 상기 광경로 조건은 최종 백색 구현을 위해 제 1, 제 2 스택(1100, 1200)의 발광 피크 파장에 대해 각각 만족하여야 한다. 예를 들어, 제 1 스택(1100)이 청색 발광, 제 2 스택(1200)이 옐로이쉬 그린 발광을 한다면, 각각의 피크 파장은 456nm, 564nm로 한다고 가정할 때, 이들 파장에 대해 각각 위 조건을 만족하여야 한다.

[0068] 도시된 도 2의 제 1 실시예에 따른 본 발명의 백색 유기 발광 소자는 제 1 공통층(120)의 두께를 늘려 상술한 광경로 조건에 부합하도록 설계한 것이다. 물론 상술한 광경로 조건에 부합하기 위해서는 비단 다른 공통층의 두께 조절에 의해 상기 광경로 조건에 대응되도록 할 수도 있다. 하지만, 후자의 경우에는 구동 전압이 증가하거나 전류 특성이 열화되는 문제가 관찰되어, 본 발명을 적용한 실험에서는 정공 수송 기능을 갖는 제 1 공통층(120)의 두께 조절에 의해 상기 광경로 조건을 만족하였다.

[0069] 또한, 상기 제 1 발광층(130) 및 제 2 발광층(160)은 각각 제 2 전극(180)으로부터 거리에 대해 직접적으로 다음 조건을 만족한다.

[0070] <발광층과 제 2 전극간 거리 조건>

$$\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$$

[0072] 여기서, m 은 정수(양의 정수), n 은 해당 발광층의 굴절률, d 는 상기 제 2 전극(180)으로부터 해당 발광층의 발광 영역 사이의 거리를 나타낸다. 이는 각각의 발광층이 해당 거리에서 최대 발광 세기를 갖는 것을 의미하는 것으로, 이러한 조건으로 설계시, 시야각 0도에서 각 발광층은 최대 세기를 가질 것이며, 시야각이 늘어도, 해당 발광층을 바라보는 광경로에서 동등하거나 유사 수준으로 광 세기가 줄어들어, 발광 효율의 저하도 동등하거나 유사한 수준을 갖게 된다.

[0073] 도 3은 도 2의 비교예이다.

[0074] 도 3에서는 상술한 광경로 조건을 적용하지 않은 것으로, 도 2와 비교하여 제 1 공통층의 두께를 제외하고는 다른 설계조건은 도 2와 동일하다.

[0075] 즉, 도 3의 비교예의 백색 유기 발광 소자는 기관(10) 상에, 제 1 전극(20), 제 1 공통층(30), 제 1 발광층(40), 제 2 공통층(50), 전하수송층(55), 제 3 공통층(60), 제 2 발광층(70), 제 4 공통층(80) 및 제 2 전극(90)으로 적층되어 있다.

[0076] 본 발명의 제 1 실시예와 비교예의 휘도, 양자효율, 색좌표를 표 1을 통해 비교하면 다음과 같다.

표 1

ID	Cd/A	QE(%)	CIE _x	CIE _y	CCT (색온도)
비교예	75.2	33.7	0.307	0.346	6672
제 1 실시예	76.2	34.1	0.295	0.350	7244

[0078] 제 1 실시예가 비교예보다 휘도, 양자효율 모두 향상되었고, 특히 색좌표가 변경되고 색온도가 높게 됨을 확인할 수 있다. 여기서 색온도가 상승되는 것은 보다 쿨(cool)한 백색 색좌표 특성을 나타내는 것을 의미하는 것으로, 본 발명의 제 1 실시예의 광경로 조건 설정에 의의가 있음을 알 수 있다.

[0079] 이하에서는 비교예와 제 1 실시예의 일드 등고선도(yield contour view)를 통해 제 1 전극을 포함하여 유기물층(제 1 전극과 제 2 전극) 사이에 층에서 파장에 따른 두께별 에미턴스 특성을 살펴본다.

[0080] 도 4a 및 도 4b는 도 2 및 도 3의 두께에 따른 일드 등고선도(yield contour view)이다.

[0081] 일드 등고선도는 파장에 따른 각 두께별 에미턴스(emittance)를 도식적으로 나타낸 것이다. 여기서, 가로축은 파장을 의미하며 세로축은 제 1 전극을 포함하여 제 2 전극 사이의 유기물층에서의 두께를 의미하며, 0은 기관의 표면을, 세로축의 끝은 제 2 전극의 하부 표면을 나타낸다. 그리고, 제 1 전극을 포함하여 제 2 전극 사이의 유기물층에서의 총 두께는 본 발명의 제 1 실시예에서는 일례로 제 1 공통층의 두께를 늘려 5000Å으로 하였고, 비교예에서는 총 두께를 3500Å 하여 실험하였다.

[0082] 여기서, 등고선이 나타내는 색상은 해당 파장에서 광의 세기를 의미하는 것으로, 빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 남색, 보라의 순으로 광의 세기가 줄어들음을 의미한다. 등고선 중심인 빨강에서 광의 세기가 가장 크다.

[0083] 도 4a와 같이, 본 발명의 제 1 실시예의 경우, 청색은 456nm 부근 파장에서 4 영역에서 최대값을 나타냄을 알 수 있고, 옐로이쉬 그린은 564nm 부근 파장에서 3 영역에서 최대값을 나타냄을 알 수 있어, 이들 등고선상의 최대 파장을 나타내는 영역(위치)에 각 발광층을 설계하여, 최대 효율의 백색 유기 발광 소자를 얻을 수 있다. 즉, 청색을 발광하는 제 1 발광층(130)은 상기 456nm 파장의 최대 세기를 나타내는 4 영역 중 하나에, 옐로이쉬 그린을 발광하는 제 2 발광층(160)은 상기 564nm 파장의 최대 세기를 나타내는 3 영역 중 하나에 위치시킨다. 제 1 발광층(130)과 제 2 발광층(160)은 서로 다른 스택에 위치하는 것으로, 각 발광층의 최대 세기를 나타내는 영역이 서로 다른 영역에 위치하는 조건에서 설정한다.

[0084] 이 경우, 본 발명의 제 1 실시예의 경우, 상기 제 1 전극(110)으로부터 상기 제 2 전극(180) 사이에 청색 발광에 대해 4번의 공진 조건을 갖고, 옐로이쉬 그린 발광에 대해 3번의 공진 조건을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0085] 도 2와 같이, 제 1 공통층(120)의 두께 조절에 의해 광경로 조절을 피하는 경우, 상기 제 1 발광층(130)은 상기 청색 발광의 세번째 공진 조건(아래에서부터)에 해당하여 위치하며, 상기 제 2 발광층(160)은 상기 인광 도펀트 발광색의 세번째 공진 조건에 해당하여 위치하게 된다. 만일 다른 층의 두께를 조절하는 경우라면, 각 발광층의 위치는 다른 공진 조건에 대응될 것으로, 제 1, 제 2 발광층 선택은 이에 한하지 않는다.

[0086] 도 4b와 같이, 비교예의 경우에는, 청색은 456nm 부근 파장에서 3 영역의 최대값을 나타냄을 알 수 있고, 옐로

이쉬 그린은 564nm 부근 파장에서 2 개의 공진 조건이 나타나기는 하나 광의 세기가 최대값이 아닌 작은 세기를 나타냄을 알 수 있다. 오히려, 도시된 일드 등고선에 따르면 비교예에 있어서는 옐로이쉬 그린보다 600nm 이상의 파장에서, 최대 세기를 갖는 공정조건이 나타남을 알 수 있다.

[0087] 따라서, 비교예에 있어서는 2개 공진 조건에 대응하여 그 중 하나에 옐로이쉬 그린을 발광하는 제 2 발광층을 설계한다고 최적의 발광 효과는 얻을 수 없음을 예상할 수 있다.

[0088] 도 5a 및 도 5b는 도 2 및 도 3의 시야각별 파장에 따른 세기를 나타낸 그래프이다.

[0089] 도 5a 및 도 5b와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자와 비교예의 백색 유기 발광 소자의 시야각에 따른 발광 세기 변화를 살펴보면, 다음과 같다.

[0090] 도 5b와 같이, 비교예의 경우, 시야각이 커질수록 인광 효율 감소에 비해 형광 효율의 감소 폭이 더 커지면서 백색의 색좌표 변화가 더 커진다. 이는 시야각에 따라 이동하는 에미턴스 피크(emittance peak)가 형광과 겹쳐지는 면적이 크게 감소하며 발광 효율이 감소하기 때문이다.

[0091] 도 5a와 같이, 본 발명의 제 1 실시예는 적용하여 일드 등고선을 변화시켜 시야각에 따라 인광 효율 감소율과 형광 효율 감소율을 비슷하게 맞추어 주기 때문에, 시야각이 변화하여도 청색 효율 감소와 인광 효율 감소가 유사한 수준을 나타내어 최종적으로 시청자는 시야각이 변화하여도 백색 색좌표의 변화를 시인하지 못한다. 따라서, 백색 색좌표에서 컬러 쉬프트를 방지할 수 있다.

[0092] 도 6은 본 발명의 제 1 실시예와 비교예의 백색 유기 발광 소자로 구현시 정공 수송층의 두께별 시야각에 따른 컬러 쉬프트 특성을 나타낸 그래프이다.

[0093] 여기서, 세로축이 나타내는 $\Delta u' v'$ 은 컬러 쉬프트를 나타내는 것이다.

[0094] 본 발명의 제 1 실시예의 백색 유기 발광 소자는 비교예 대비 시야각이 늘어나는 컬러 쉬프트가 0.024 이내로 상당한 낮음을 나타냄을 알 수 있으며, 비교예에 있어서는 2배 이상 컬러 쉬프트가 발생함을 알 수 있다.

[0095] 특히, 30도 이후 컬러 쉬프트가 비교예의 경우, 컬러 쉬프트가 현저하게 늘어남을 확인할 수 있다. 또한, 시야각이 60도인 경우, 도 3의 컬러 쉬프트 값은 0.049인데 반해, 도 2의 구조의 컬러 쉬프트는 0.024로 현저하게 줄어듦을 확인할 수 있다.

[0096] 도 7은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이다.

[0097] 도 7의 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자는 청색을 발광하는 제 1 스택(2100)을 상부에, 인광 발광하는 제 2 스택(2200)을 하부에 위치한 것으로, 스택간의 전치 외에는 상술한 제 1 실시예와 동일한 광경로 조건을 따른다.

[0098] 즉, 제 1, 제 2 스택의 적층 구조는, 제 2 전극(210)이 기판(200) 상에 직접 형성되며, 제 4 공통층(220), 제 2 발광층(230), 제 3 공통층(240), 전하 생성층(245), 제 2 공통층(250), 제 1 발광층(260), 제 1 공통층(270) 및 제 1 전극(280)이, 상기 제 2 전극(210) 상부에 차례로 위치한다. 상기 제 1 공통층(270)은 제 1 전자 수송층이며, 상기 제 2 공통층(250)은 제 1 정공 수송층이며, 상기 제 3 공통층(240)은 제 2 전자 수송층이며, 상기 제 4 공통층(220)은 제 2 정공 수송층이다.

[0099] 이 경우, 상기 제 1 발광층(260)은 청색 형광 발광층이며, 제 2 발광층(230)은 상술한 바와 같이, 옐로이쉬 그린 또는 황색과 녹색의 혼합광 혹은 적색과 녹색의 혼합광을 인광 발광하는 층일 수 있다.

[0100] 여기서, 제 1 전극(280)은 반사 전극, 제 2 전극(210)은 투명 전극이다.

[0101] 제 2 실시예에 있어서는, 제 2 공통층(250)의 두께 조절로 하기 광경로 조절을 부합시킨다.

[0102] <광경로 조건>

$$\frac{n^a d^a}{\lambda} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda} = 1.85 \sim 2.15$$

[0104] 여기서, λ 는 제 1 스택(2100) 또는 제 2 스택(2200)의 발광 피크 파장, n^a 는 제 2 전극(210)의 굴절률, d^a 는 제 2 전극(210)의 두께, n^w 와 d^w 는 각각 제 2 전극(210)과 제 1 전극(280) 사이에 위치하는 해당층의 굴절률과

두께이다.

[0105] 또한, 상기 제 1 발광층(260) 및 제 2 발광층(230)은 각각 제 1 전극(280)으로부터 거리에 대해 직접적으로 다음 조건을 만족한다.

[0106] <발광층과 제 2 전극간 거리 조건>

$$\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$$

[0107] 여기서, m은 정수(양의 정수), n은 해당 발광층의 굴절률, d는 상기 제 1 전극(280)으로부터 해당 발광층의 발광 영역 사이의 거리를 나타낸다. 이는 각각의 발광층이 해당 거리에서 최대 발광 세기를 갖는 것을 의미하는 것으로, 이러한 조건으로 설계시, 시야각 0도에서 각 발광층은 최대 세기를 가질 것이며, 시야각이 늘어도, 해당 발광층을 바라보는 광경로에서 동등하거나 유사 수준으로 광 세기가 줄어들어, 발광 효율의 저하도 동등하거나 유사한 수준을 갖게 된다.

[0109] 이 경우, 상기 제 2 공통층(250)의 두께 조절에 의해, 상기 제 1 스택(2100)과 제 2 스택(2200) 각각의 발광 피크에 따른 상기 제 1 발광층(260)과 제 2 발광층(230)의 위치를 조절할 수 있을 것이다.

[0110] 한편, 상기 제 1 발광층(260)은 기관(200)으로부터 상기 청색 발광의 네번째 공진 조건에 해당하여 위치하며, 상기 제 2 발광층(230)은 상기 인광 도펀트 발광색의 첫번째 공진 조건에 해당하여 위치한다.

[0111] 제 2 발광층(160)에 포함되는 인광 도펀트에 의해 결정되며, 예를 들어, 단일의 옐로이쉬 그린 인광 도펀트를 사용하거나, 혹은 황색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트의 혼합 혹은 적색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트의 혼합을 이용할 수 있다. 어느 경우이나, 제 1 스택(110)의 청색 발광과 함께 혼합 효과로 백색을 발광할 수 있다면 다른 색상의 인광 도펀트로의 대체도 가능하다 할 것이다.

[0112] 이하, 도면을 참조하여, 각 실시예의 소자와 두께별 일드 등고선도를 매칭하여 이에 따라 선택되어진 발광층의 위치를 살펴본다.

[0113] 도 8은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자와 이의 두께별 일드 등고선도를 나타낸 도면이다.

[0114] 도 8과 같이, 제 1 공통층의 두께를 조절하여 광경로 조건을 맞춘 제 1 실시예의 백색 유기 발광 소자에 있어서는 청색 발광이 총 4개의 공진 조건으로 발생하며, 옐로이쉬 그린 광이 총 3개의 공진 조건으로 발생한다.

[0115] 이 경우, 상기 제 1 발광층(130)은 기관(100)으로부터 상기 청색 발광의 세번째 공진 조건에 해당하여 위치하며, 상기 제 2 발광층(160)은 상기 인광 도펀트 발광색의 세번째 공진 조건에 해당하여 위치한다.

[0116] 이러한 제 1 실시예를 적용시 시야각이 늘어나 광경로가 늘어나도 청색과 인광 발광 각각에 대해 유사한 정도로 광세기가 떨어진 부위를 시인하게 되어 청색과 인광 발광이 모두 유사한 수준으로 효율 감소가 있어, 백색 색좌표의 컬러 쉬프트가 없게 된다.

[0117] 도 9는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 백색 유기 발광 소자와 이의 두께별 일드 등고선도를 나타낸 도면이다.

[0118] 도 9와 같이, 제 2 공통층의 두께를 조절하여 광경로 조건을 맞춘 제 2 실시예의 백색 유기 발광 소자에 있어서는 청색 발광이 총 4개의 공진 조건으로 발생하며, 옐로이쉬 그린 광이 총 3개의 공진 조건으로 발생한다.

[0119] 한편, 상기 제 1 발광층(260)은 기관(200)으로부터 상기 청색 발광의 네번째 공진 조건에 해당하여 위치하며, 상기 제 2 발광층(230)은 상기 인광 도펀트 발광색의 첫번째 공진 조건에 해당하여 위치한다.

[0120] 제 1 실시예와 마찬가지로, 이러한 제 2 실시예를 적용시 시야각이 늘어나 광경로가 늘어나도 청색과 인광 발광 각각에 대해 유사한 정도로 광세기가 떨어진 부위를 시인하게 되어 청색과 인광 발광이 모두 유사한 수준으로 효율 감소가 있어, 백색 색좌표의 컬러 쉬프트가 없게 된다.

[0121] 한편, 상술한 백색 유기 발광 소자를 포함하여 표시 장치를 구현한 예에 대해 살펴본다.

[0122] 도 10은 본 발명의 백색 유기 발광 소자를 포함한 표시 장치의 일 화소를 나타낸 회로도이며, 도 11은 도 10의 단면도이다.

[0123] 도 10 및 도 11과 같이, 본 발명의 표시 장치의 한 화소는 게이트 라인(GL) 및 데이터 라인(DL) 및 전원 라인(PL)과 접속된 셀 구동부(310)와, 셀 구동부(310)와 그라운드(GND) 사이에 접속되어 등가적으로는 다이오드로

표현되는 백색 유기 발광 소자(WOLED)를 구비한다.

- [0124] 셀 구동부(310)는 게이트 라인(GL) 및 데이터 라인(DL)과 접속된 스위치 박막 트랜지스터(T1)와, 스위치 박막 트랜지스터(T1) 및 전원 라인(PL)과 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 제1 전극에 접속된 구동 박막 트랜지스터(T2)와, 전원 라인(PL)과 스위치 박막 트랜지스터(T1)의 드레인 전극 사이에 접속된 스토리지 캐패시터(C)를 구비한다.
- [0125] 스위치 박막 트랜지스터(T1)의 게이트 전극은 게이트 라인(GL)과 접속되고 소스 전극은 데이터 라인(DL)과 접속되며 드레인 전극은 구동 박막 트랜지스터(T2)의 게이트 전극 및 스토리지 캐패시터(C)와 접속된다. 구동 박막 트랜지스터(T2)의 소스 전극은 전원 라인(PL)과 접속되고 드레인 전극은 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 제1 전극(342)과 접속된다. 스토리지 캐패시터(C)는 전원 라인(PL)과 구동 박막 트랜지스터(T2)의 게이트 전극 사이에 접속된다.
- [0126] 스위치 박막 트랜지스터(T1)는 게이트 라인(GL)에 스캔 펄스가 공급되면 턴-온되어 데이터 라인(DL)에 공급된 데이터 신호를 스토리지 캐패시터(C) 및 구동 박막 트랜지스터(T2)의 게이트 전극으로 공급한다. 구동 박막 트랜지스터(T2)는 게이트 전극으로 공급되는 데이터 신호에 응답하여 전원 라인(PL)으로부터 백색 유기 발광 소자(WOLED)로 공급되는 전류(I)를 제어함으로써 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 발광량을 조절하게 된다. 그리고, 스위치 박막 트랜지스터(T1)가 턴-오프되더라도 스토리지 캐패시터(C)에 충전된 전압에 의해 구동 박막 트랜지스터(T2)는 다음 프레임의 데이터 신호가 공급될 때까지 일정한 전류(I)를 공급하여 백색 유기 발광 소자(WOLED)의 발광을 유지하게 한다.
- [0127] 구동 박막 트랜지스터(T2)는 도 10과 같이 기판(100) 위에 형성된 게이트 전극(322)과, 게이트 전극(322)을 덮는 게이트 절연막(324)과, 게이트 절연막(324) 위에 형성된 반도체층(326)과, 반도체층(326)을 덮는 층간 절연막(328)과, 층간 절연막(328)을 관통하는 제 1 및 제 2 콘택홀(330, 332)을 통해 반도체층(326)의 소스 영역(326S) 및 드레인 영역(326D)과 각각 접속된 소스 전극(334) 및 드레인 전극(336)을 구비한다. 반도체층(326)은 LTPS 박막으로 형성되고 게이트 전극(322)과 중첩된 채널 영역(326C)과, 채널 영역(326C)을 사이에 두고 게이트 전극(322)과 비중첩되며 불순물이 주입된 소스 영역(326S) 및 드레인 영역(326D)으로 구성된다.
- [0128] 한편, 본 발명은 반도체층을 LTPS 박막으로 형성되는 것을 예로 들었지만, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 산화막 반도체 등으로도 변경 형성할 수 있다.
- [0129] 백색 유기 발광 소자(WOLED)는 구동 박막 트랜지스터(T2) 등의 셀 구동부(310)를 평탄하게 덮는 컬러 필터층(350) 상에, 상기 박막 트랜지스터와 콘택홀을 통해 접속하는 제 1 전극(110)을 형성하고, 이후 마스크없이 전면에서 차례로 청색 발광층을 포함한 제 1 스택(1100), 전하 생성층(145), 인광 발광층을 포함하는 제 2 스택(1200) 및 제 2 전극(180)으로 형성된다.
- [0130] 앞서 설명한 바와 같이, 제 1 스택(1100)과 제 2 스택(1200)은 해당 발광층의 위치조건을 상술한 광경로 조건을 만족하는 전제하에 상하를 달리하여도 무방하다.
- [0131] 도 12는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 표시 장치를 나타낸 단면도이며, 도 13은 도 12의 변형예를 나타낸 단면도이다.
- [0132] 도 12는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 표시 장치는, 기판(400) 상에 도 10 및 도 11에서 설명한 박막 트랜지스터를 포함한 셀 구동부(410)와, 상기 셀 구동부(410) 상에 형성된 광보상층(420)과, 상기 셀 구동부(410) 내 박막 트랜지스터와 접속되며, 상기 광보상층(420) 상에 위치한 제 1 전극(430)과, 상기 제 1 전극(430)과 대향된 제 2 전극(460)과, 상기 제 1 전극(430)과 제 2 전극(460) 사이에 형성된 전하 생성층(470)과, 상기 제 1 전극(430)과 상기 전하 생성층(470) 사이의, 청색을 발광하는 제 1 발광층을 포함하는 제 1 스택(440) 및 상기 전하 생성층(470)과 상기 제 2 전극(460) 사이의, 하나 또는 둘 이상의 호스트에, 청색보다 장파장의 광을 발광하는 인광 도펀트를 도핑한 제 2 발광층을 포함하는 제 2 스택(450)을 포함하여 이루어진다.
- [0133] 또한, 도 13과 같은, 본 발명의 제 3 실시예의 변형예는 광보상층(425)의 두께가 도 12 구조 대비 α 만큼 늘고, 제 1 스택(445)의 두께가 α 만큼 줄어든 형태를 나타낸 점을 제외하고는 도 12의 구조와 동일한 구조를 갖는다.
- [0134] 여기서, 도 13의 본 발명의 제 3 실시예의 변형예에서는, 상기 제 1 전극(430)과 상기 제 2 전극(460) 사이의 총 두께가 2000\AA 내지 4000\AA 이며, 상기 광 보상층(425)의 두께가 1000\AA 내지 3000\AA 이다. 이와 같이, 광보상층(425)과 제 1 스택(445)에서, 두께 α 만큼의 조정을 한 이유는, 상기 제 1 전극(430) 제 2 전극(460) 사이의 총 두께는 상기 광 보상층(425)의 두께와 서로 보상 관계에 있기 때문이다.

- [0135] 여기서, 제 1 스택(445)의 두께를 조절하는 점을 제시하였지만, 이에 한하지 않고, 제 2 스택(450)의 두께를 조절하는 경우도 예상할 수 있을 것이다.
- [0136] 그리고, 상기 스택의 두께 조절은 발광층에 인접하여 포함되는 공통층(예를 들어, 정공 수송층 또는 전자 수송층)의 두께 조절을 통해 이루어질 수 있다. 그리고, 이러한 제 3 실시예에 있어서도, 상기 발광층이 위치하는 조건은 상술한 발광층의 광경로 조건과, 공진 조건 및 굴절률을 맞추어 설계할 수 있다.
- [0137] 한편, 상기 기관(400)으로부터 상기 제 2 전극(460)의 외부 표면까지의 두께가 고정일 때, 상기 광보상층(425)의 두께가 늘수록 상기 제 1, 제 2 스택(445, 450)을 통과한 순색 피크 휘도가 증가할 수 있다. 이 점에 대해서는 이하 실험 그래프를 참조하여 설명한다.
- [0138] 예를 들어, 상기 기관(400)으로부터 상기 제 2 전극(460)의 외부 표면까지의 두께가 T로 고정일 때, 상기 광보상층(425)의 두께가 원래의 두께 A에서, a 만큼 늘어, 'A+a'가 되고, 상기 제 1 전극(430)과 제 2 전극(460) 사이의 스택을 이루는 유기물의 두께가, a 만큼 줄었을 때(도시된 예에서는 제 1 스택의 두께가 'B-a'로 조정됨을 나타냄) 상기 제 1, 제 2 스택을 통과한 순색 피크 휘도가 증가하는 것이다.
- [0139] 도 14는 본 발명의 제 3 실시예의 변형예에 있어서, 유기물층 두께 변화에 따라 캐패시턴스 변화 값을 나타낸 그래프이다.
- [0140] 도 14와 같이, 상기 제 1 스택에서 두께가 원래의 B에서, 점차 줄어들었을 때, 캐패시턴스 값이 상승함을 알 수 있다. 이는 전극간의 유전체 두께가 줄어들 때 캐패시턴스 값이 늘어나는 일반적인 정전 용량의 원리를 고려하여도 예상할 수 있는 것이다.
- [0141] 도 15는 본 발명의 제 3 실시예의 변형예에 있어서, 유기물층 두께 변화에 따라 RGB 피크 휘도 변화 값을 나타낸 그래프이다.
- [0142] 도 15와 같이, 본 발명의 제 3 실시예의 변형예에 있어서, 유기물층, 특히 제 1 스택의 두께가 줄어들수록(가로 축에서 왼쪽으로 이동시), RGB 순색 피크 특성이 향상됨을 알 수 있다. 이는 제 1 스택의 유기물층 두께를 감소한 만큼 광보상층 두께가 보상 증가하여, 동일한 IVL 특성을 나타내는 백색 유기 발광 소자에서, 제 1, 제 2 전극 사이의 유기물(유전체로 기능)의 총 두께가 감소하여, 유기 발광 다이오드의 캐패시턴스 값이 증가함을 의미하고, 이에 따라 유기 발광 다이오드의 휘도 전류가 증가하고, 이는 결과적으로 RGB 순색 피크 휘도가 증가하게 됨을 나타낸다.
- [0143] 한편, 상술한 본 발명의 제 3 실시예의 변형예의 실험에서, 두께 변화는 제 1 스택과 광 보상층에서 조정하고, 기관에서 제 2 전극까지의 총 두께는 고정인 상태에서 조정하였다. 또한, 제 1 스택의 두께 변화를 나타내는 팩터는 좀 더 의미있는 값을 나타내도록 제 1 스택의 두께 'B~(B-600Å)'의 범위는 생략하여 나타내었다.
- [0144] 그러나, 이에 개시된 두께 변화에 한정되지 않고, 상기 광보상층과 제 1, 제 2 전극간 유기물층의 두께 변화를 보상 관계로 조정하는 선상에서, 두께 변화는 자유롭게 이루어질 수 있을 것이다.
- [0145] 한편, 이상에서 설명한 본 발명은 상술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

부호의 설명

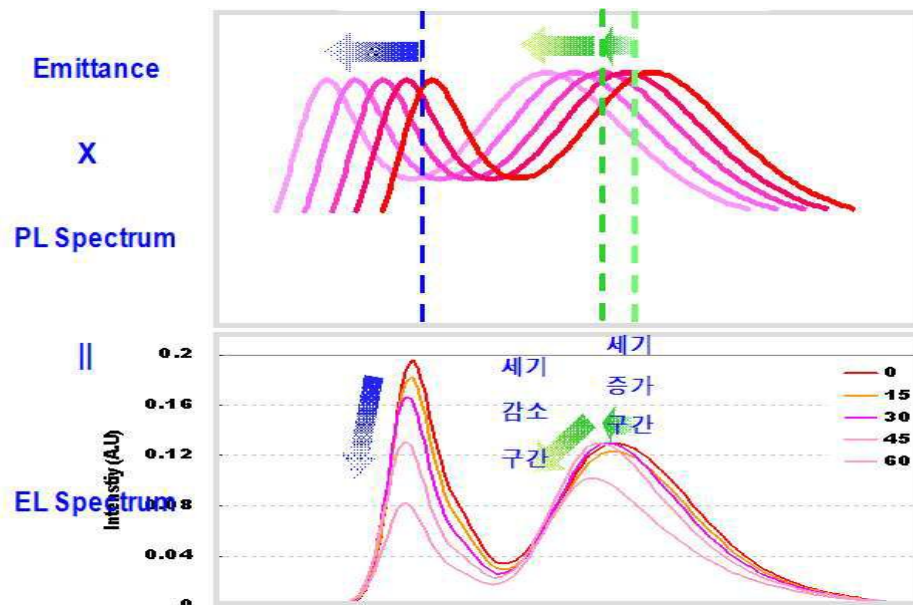
- [0146]
- | | |
|--------------|----------------|
| 100: 기관 | 110: 제 1 전극 |
| 120: 제 1 공통층 | 130: 제 1 발광층 |
| 140: 제 2 공통층 | 145: 전하 생성층 |
| 150: 제 3 공통층 | 160: 제 2 발광층 |
| 170: 제 4 공통층 | 180: 제 2 전극 |
| 1100: 제 1 스택 | 1200: 제 2 스택 |
| 310: 셀 구동부 | 400: 기관 |
| 410: 셀 구동부 | 420, 425: 광보상층 |

430: 제 1 전극
450: 제 2 스택
470: 전하 생성층

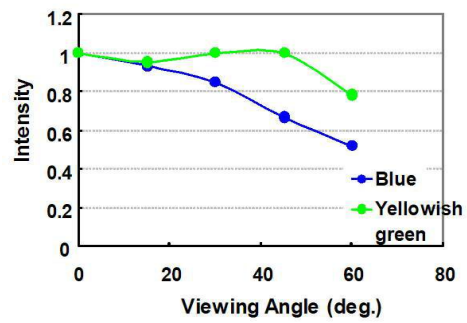
440: 제 1 스택
460: 제 2 전극

도면

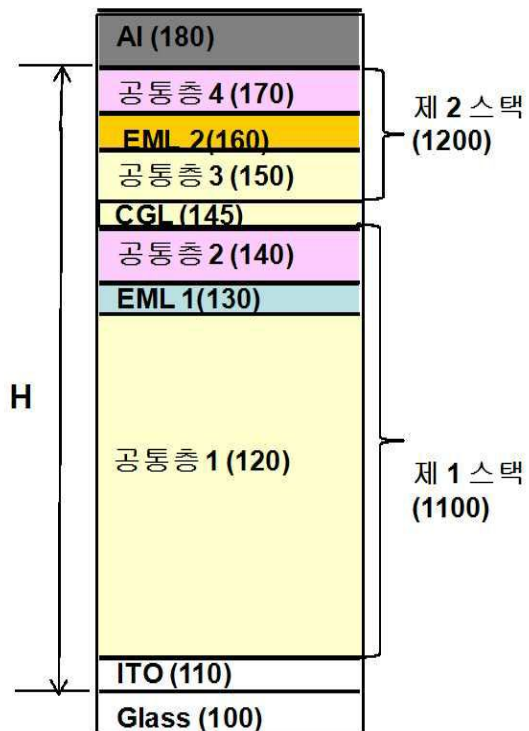
도면1a



도면1b



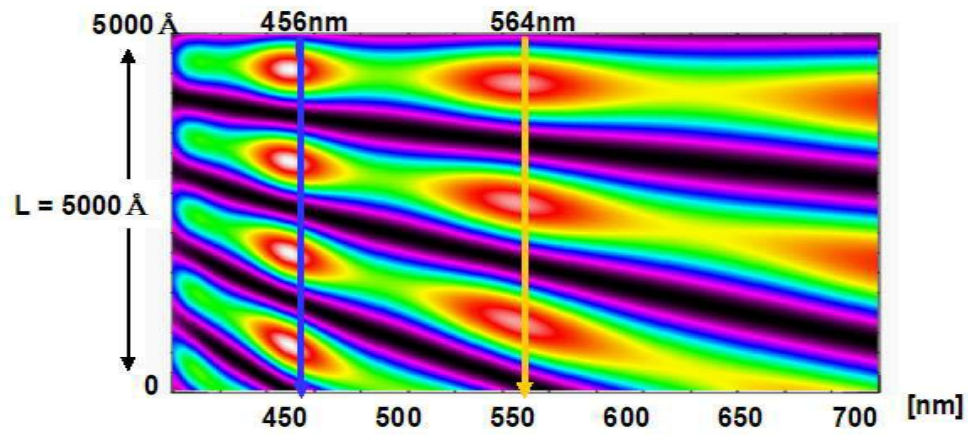
도면2



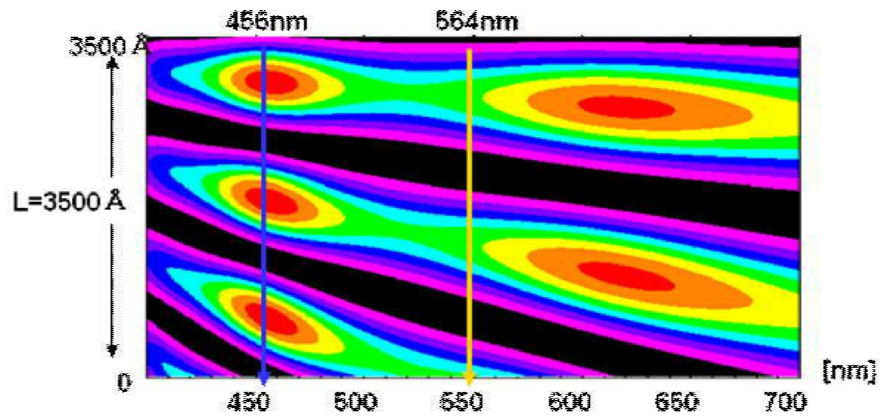
도면3



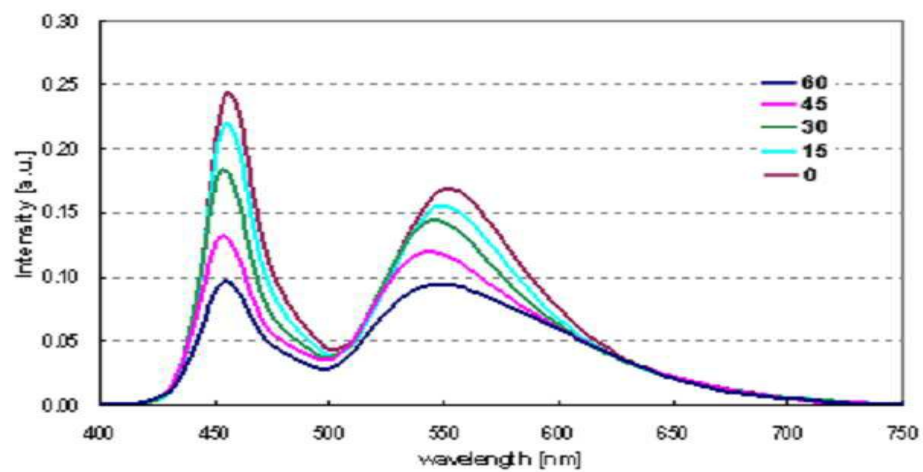
도면4a



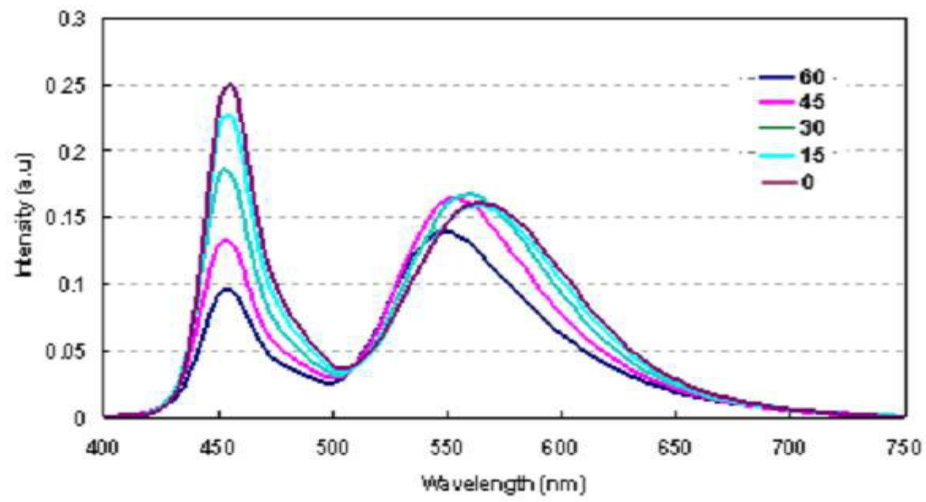
도면4b



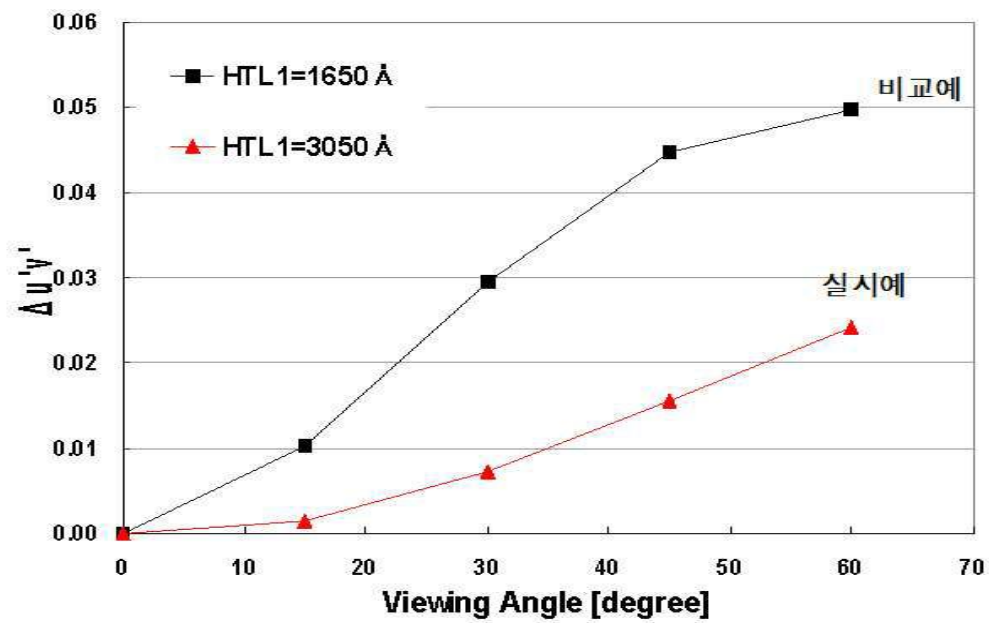
도면5a



도면5b



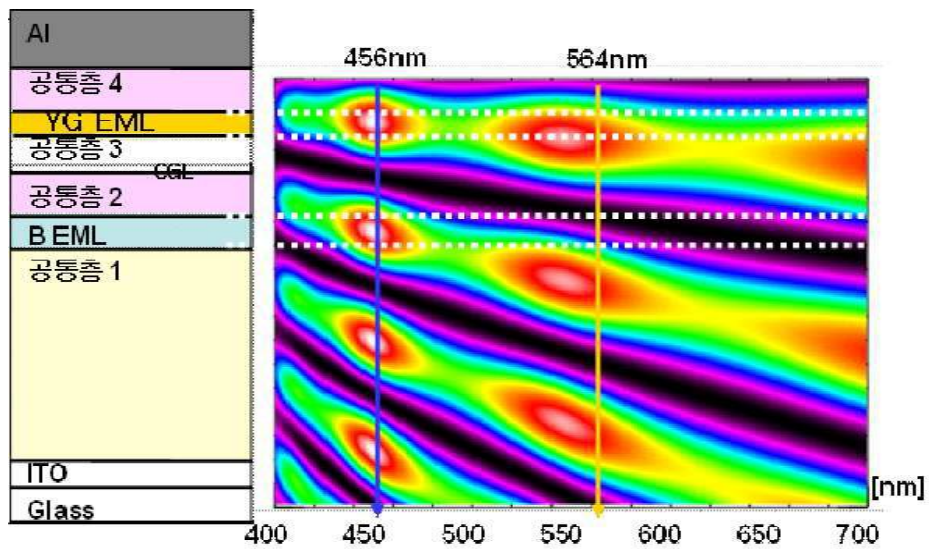
도면6



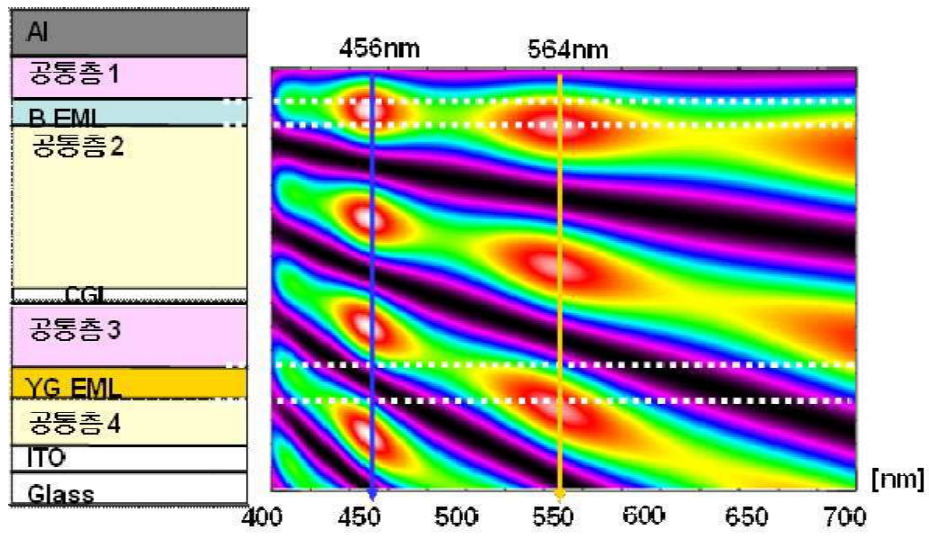
도면7

Al (280)
공통층 1 (270)
EML 1(260)
공통층 2 (250)
CGL (245)
공통층 3 (240)
EML 2(230)
공통층 4 (220)
ITO (210)
Glass (200)

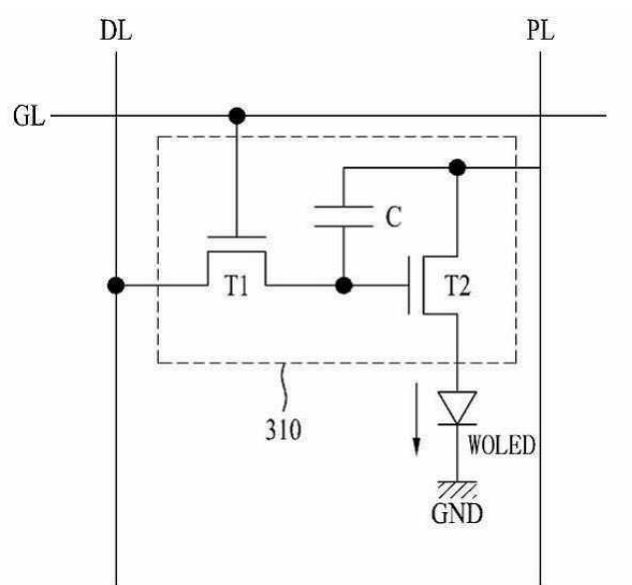
도면8



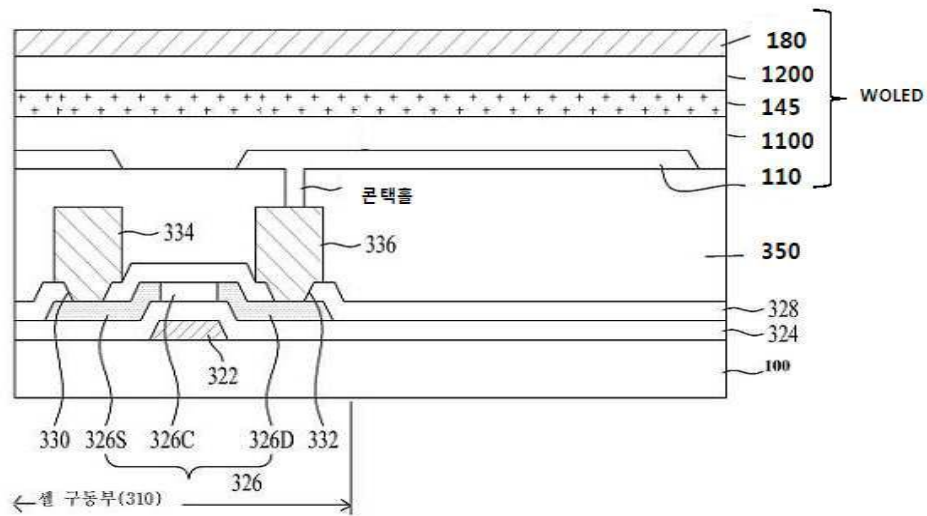
도면9



도면10



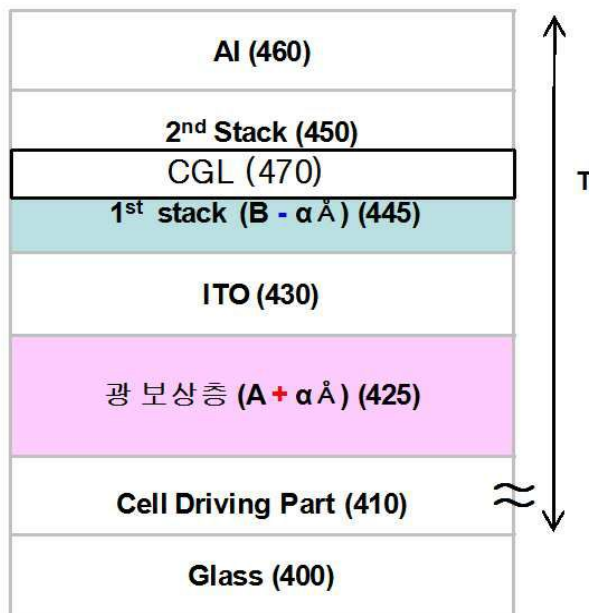
도면11



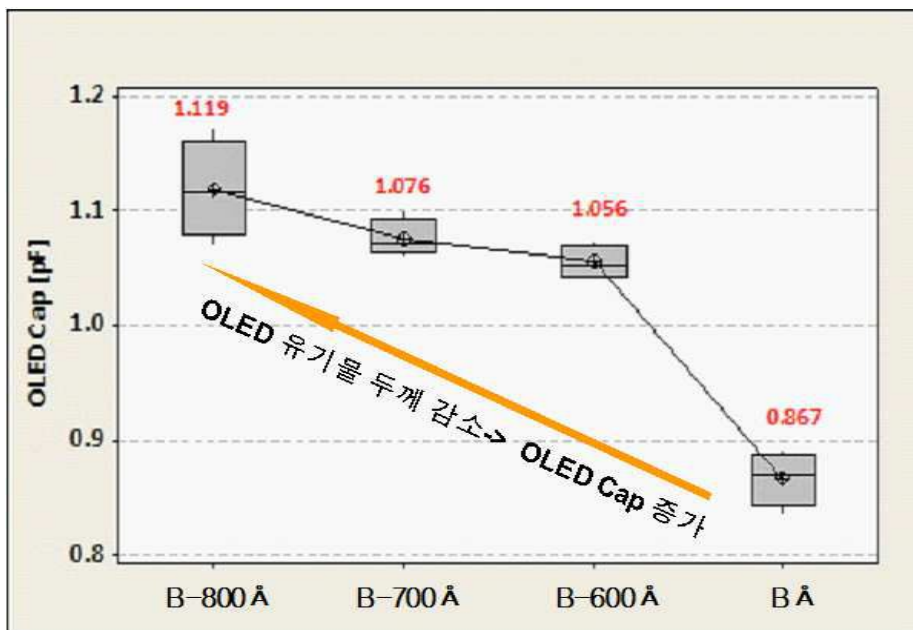
도면12

Al (460)
2 nd Stack (450)
CGL (470)
1 st stack (B Å) (440)
ITO (430)
광 보상층 (A Å) (420)
Cell Driving Part (410)
Glass (400)

도면13



도면14



도면15

