



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0037274
(43) 공개일자 2009년04월15일

(51) Int. Cl.

H05B 33/26 (2006.01) H05B 33/28 (2006.01)
H05B 33/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0003932

(22) 출원일자 2008년01월14일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

1020070102143 2007년10월10일 대한민국(KR)

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

삼성모바일디스플레이주식회사

경기 수원시 영통구 신동 575

(72) 발명자

이성훈

서울 동작구 사당1동 1005-16번지 201호

강성기

경기 성남시 분당구 금곡동 코오롱 하늘채 B-1305

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔특허법인

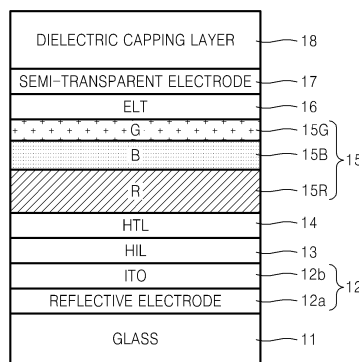
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 백색 유기 전계 발광소자 및 이를 이용한 컬러 디스플레이장치

(57) 요약

고해상도를 표현할 수 있으며 넓은 색영역(wide color gamut)을 갖는 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자 및 이를 이용한 컬러 디스플레이 장치를 개시한다. 본 발명의 한 유형에 따른 백색 유기 전계 발광소자는, 기판; 상기 기판 위에 마련된 반사 전극; 상기 반사 전극 위에 마련된 유기 발광층; 및 상기 유기 발광층 위에 마련된 반투과 전극;을 포함하며, 상기 반사 전극과 반투과 전극 사이의 광학적 두께에 의해 결정되는 공진 모드의 파장이 상기 유기 발광층에서 발생하는 백색광 스펙트럼의 가시광선 영역에서 가장 짧은 파장보다 더 짧은 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김상열

경기 과천시 별양동 주공아파트 305-408

김무겸

경기 화성시 반월동 행림마을 래미안 204-1203

송정배

경기 성남시 중원구 하대원동 159-3 성진빌라 302
호

특허청구의 범위

청구항 1

기관;

상기 기관 위에 마련된 반사 전극;

상기 반사 전극 위에 마련된 유기 발광층; 및

상기 유기 발광층 위에 마련된 반투과 전극;을 포함하며,

상기 반사 전극과 반투과 전극 사이의 광학적 두께에 의해 결정되는 공진 모드의 파장이 상기 유기 발광층에서 발생하는 백색광 스펙트럼의 가시광선 영역에서 가장 짧은 파장보다 더 짧은 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 반투과 전극의 반사도는 0.1% 내지 50% 사이의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 반투과 전극의 반사도는 10% 내지 50% 사이의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 반사 전극은 투명 전도성 산화물/금속/투명 전도성 산화물 또는 금속/투명 전도성 산화물 구조인 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 투명 전도성 산화물은 ITO 또는 IZO인 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 반투과 전극 위에 마련된 것으로, 1.4 내지 2.4 범위의 굴절률을 갖는 투명한 유전체 재료로 이루어진 캡층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 반투과 전극 위에 마련된 것으로, 상기 반사 전극 및 반투과 전극과 함께 추가적인 공진기를 형성하기 위한 광경로 조절층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 광경로 조절층은 가시광선 영역에서의 광투과도가 90% 이상인 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 광경로 조절층은 Al_2O_3 , BaO, MgO, HfO_2 , ZrO_2 , CaO_2 , SrO_2 , Y_2O_3 , Si_3N_4 , AlN, GaN, ZnS, CdS로 이루어진 군에서 선택된 한 개 이상의 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 광경로 조절층의 상면에 유전체 미러층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 광경로 조절층의 상면에 박막 금속 미러층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유기 발광층은 상기 반사 전극 위에 차례로 적층된 정공 주입층, 정공 수송층, 백색 발광층, 전자 수송층, 및 전자 주입층을 포함하며, 상기 반사 전극은 양극이고 반투과 전극은 음극인 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 13

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유기 발광층은 상기 반사 전극 위에 차례로 적층된 전자 주입층, 전자 수송층, 백색 발광층, 정공 수송층 및 정공 주입층을 포함하며, 상기 반사 전극은 음극이고 반투과 전극은 양극인 것을 특징으로 하는 백색 유기 전계 발광소자.

청구항 14

배면 기관;

상기 배면 기관 위에 마련된 다수의 반사 전극;

상기 다수의 반사 전극들 위에 마련된 유기 발광층;

상기 유기 발광층 위에 마련된 반투과 전극;

상기 반투과 전극과 대향하도록 배치된 전면 기관; 및

상기 전면 기관의 저면에서 상기 다수의 반사 전극과 각각 대응하는 위치에 마련된 다수의 컬러 필터;를 포함하며,

상기 반사 전극과 반투과 전극 사이의 광학적 두께에 의해 결정되는 공진 모드의 파장이 상기 유기 발광층에서 발생하는 백색광 스펙트럼의 가시광선 영역에서 가장 짧은 파장보다 더 짧은 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 반투과 전극의 반사도는 0.1% 내지 50% 사이의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 반투과 전극의 반사도는 10% 내지 50% 사이의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 반사 전극은 투명 전도성 산화물/금속/투명 전도성 산화물 또는 금속/투명 전도성 산화물 구조인 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 반투과 전극 위에 마련된 것으로, 1.4 내지 2.4 범위의 굴절률을 갖는 투명한 유전체 재료로 이루어진 캡층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 반투과 전극 위에 마련된 것으로, 상기 반사 전극 및 반투과 전극과 함께 추가적인 공진기를 형성하기 위한 광경로 조절층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 광경로 조절층은 가시광선 영역에서의 광투과도가 90% 이상인 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 광경로 조절층의 상면에 유전체 미러층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 광경로 조절층의 상면에 박막 금속 미러층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 백색 유기 전계 발광소자 및 이를 이용한 컬러 디스플레이 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고 해상도를 표현할 수 있으며 넓은 색영역(wide color gamut)을 갖는 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자 및 이를 이용한 컬러 디스플레이 장치에 관한 것이다.

배경기술

<2> 유기 전계 발광소자(organic light emitting device; OLED)는, 양극(anode)으로부터 공급되는 홀(hole)과 음극(cathode)으로부터 공급되는 전자(electron)가 상기 양극과 음극 사이에 형성된 유기 발광층 내에서 결합하여 빛을 방출함으로써 화상을 형성하는 디스플레이 소자이다. 이러한 유기 전계 발광소자는 넓은 시야각, 빠른 응답속도, 얇은 두께, 낮은 제조 비용 및 높은 콘트라스트(contrast) 등과 같은 우수한 디스플레이 특성을 나타내기 때문에, 차세대 평판 디스플레이 소자(flat panel display device)로서 최근 각광을 받고 있다.

<3> 일반적으로, 상기 유기 전계 발광소자는, 보다 나은 발광 특성을 얻기 위하여, 애노드 전극과 유기 발광층 사이에 예컨대 정공 주입층(hole injection layer)과 정공 수송층(hole transporting layer)이 더 형성되고, 캐소드 전극과 유기 발광층 사이에 예컨대 전자 주입층(electron injection layer)과 전자 수송층(electron

transporting layer)이 더 형성되는 다층막 구조를 가질 수 있다. 또한, 상술한 층들 이외에도 추가적인 층들이 더 형성될 수도 있다.

- <4> 이러한 유기 전계 발광소자에서 유기 발광층의 재료로서 적절한 물질을 선택함으로써 원하는 색을 방출하게 할 수 있다. 이 원리에 따라, 유기 전계 발광소자를 이용하여 컬러 디스플레이 소자를 구현하는 것이 가능하다. 예컨대, 유기 전계 발광소자를 이용한 컬러 디스플레이 소자에서, 각각의 화소들은 적색을 방출하는 유기 발광층을 갖는 서브화소, 녹색을 방출하는 유기 발광층을 갖는 서브화소, 및 청색을 방출하는 유기 발광층을 갖는 서브화소로 구성될 수 있다. 그러나 이렇게 각 서브화소마다 상이한 유기 발광층을 독립적으로 형성하는 방식은, 제조 공정에 있어서의 어려움으로 대면적 및 고해상도 디스플레이를 구현하기가 곤란하다.
- <5> 이에 따라 백색 유기 전계 발광소자가 제안되었다. 백색 유기 전계 발광소자는 유기 발광층 내에 적색, 녹색 및 청색을 각각 방출하는 복수의 유기 발광재료를 모두 형성하거나, 또는 서로 보색 관계에 있는 두 유기 발광재료들의 쌍들을 형성함으로써 구현될 수 있다. 백색 유기 전계 발광소자를 사용할 경우, 색의 구현은 컬러 필터를 이용하여 이루어진다. 이 경우, 모든 서브화소의 유기 발광층 구조를 동일하게 형성할 수 있기 때문에, 대면적 및 고해상도의 디스플레이 소자를 제조하는 것이 비교적 용이하다.
- <6> 한편, 유기 전계 발광소자는 유기 발광층으로부터 발생된 빛이 방출되는 방향에 따라, 배면 발광형(bottom emission type) 유기 전계 발광소자와 전면 발광형(top emission type) 유기 전계 발광소자로 나뉠 수 있다. 배면 발광 방식은 유기 전계 발광소자를 구동하기 위한 박막 트랜지스터(thin film transistor; TFT)가 있는 배면으로 빛이 추출되는 방식이다. 반면, 전면 발광 방식은 유기 발광층의 하부에 반사 전극을 두어 박막 트랜지스터의 상부로 빛이 추출되는 방식이다. 통상적으로, 전면 발광 방식의 유기 전계 발광소자는 배면 발광 방식에 비해 발광 면적(개구율)을 크게 할 수 있어서 고해상도를 달성하는 데 유리하다.
- <7> 그런데, 전면 발광 방식의 경우 유기 발광층 하부의 반사 전극과 상부의 반투과 전극 사이에서 필연적으로 공진 캐비티(cavity)가 형성된다. 이러한 공진 캐비티 내에서 발생하는 공진은 외부로 방출되는 광의 스펙트럼을 좁게 만들기 때문에, 특정 파장의 광만을 추출하는 데는 유리하지만, 백색광을 추출한 데는 불리하게 작용한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <8> 본 발명은 고해상도를 표현할 수 있으며 넓은 색영역을 갖는 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- <9> 본 발명의 한 유형에 따른 백색 유기 전계 발광소자는, 기관; 상기 기관 위에 마련된 반사 전극; 상기 반사 전극 위에 마련된 유기 발광층; 및 상기 유기 발광층 위에 마련된 반투과 전극;을 포함하며, 상기 반사 전극과 반투과 전극 사이의 광학적 두께에 의해 결정되는 공진 모드의 파장이 상기 유기 발광층에서 발생하는 백색광 스펙트럼의 가시광선 영역에서 가장 짧은 파장보다 더 짧은 것을 특징으로 한다.
- <10> 여기서, 상기 반투과 전극의 반사도는 0.1% 내지 50% 사이의 범위에 있을 수 있다.
- <11> 더욱 바람직하게는, 상기 반투과 전극의 반사도는 10% 내지 50% 사이의 범위에 있을 수 있다.
- <12> 또한, 상기 반사 전극은 투명 전도성 산화물/금속/투명 전도성 산화물 또는 금속/투명 전도성 산화물 구조일 수 있다.
- <13> 예컨대, 상기 투명 전도성 산화물은 ITO 또는 IZO일 수 있다.
- <14> 본 발명에 따른 상기 백색 유기 전계 발광소자는, 상기 반투과 전극 위에 마련된 것으로, 1.4 내지 2.4 범위의 굴절률을 갖는 투명한 유전체 재료로 이루어진 캡층을 더 포함할 수 있다.
- <15> 또한, 본 발명에 따른 상기 백색 유기 전계 발광소자는, 상기 반투과 전극 위에 마련된 것으로, 상기 반사 전극 및 반투과 전극과 함께 추가적인 공진기를 형성하기 위한 광경로 조절층을 더 포함할 수 있다.
- <16> 상기 광경로 조절층은 가시광선 영역에서의 광투과도가 90% 이상인 재질로 이루어질 수 있다.
- <17> 예컨대, 상기 광경로 조절층은 Al₂O₃, BaO, MgO, HfO₂, ZrO₂, CaO₂, SrO₂, Y₂O₃, Si₃N₄, AlN, GaN, ZnS, CdS로 이

루어진 균에서 선택된 한 개 이상의 조합으로 이루어질 수 있다.

- <18> 본 발명에 따르면, 상기 유기 발광층은 상기 반사 전극 위에 차례로 적층된 정공 주입층, 정공 수송층, 백색 발광층, 전자 수송층, 및 전자 주입층을 포함하며, 이 경우 상기 반사 전극은 양극이고 반투과 전극은 음극일 수 있다.
- <19> 또한, 본 발명에 따르면, 상기 유기 발광층은 상기 반사 전극 위에 차례로 적층된 전자 주입층, 전자 수송층, 백색 발광층, 정공 수송층 및 정공 주입층을 포함하며, 이 경우 상기 반사 전극은 음극이고 반투과 전극은 양극일 수 있다.
- <20> 한편, 본 발명의 다른 유형에 따른 컬러 디스플레이 장치는, 배면 기관; 상기 배면 기관 위에 마련된 다수의 반사 전극; 상기 다수의 반사 전극들 위에 마련된 유기 발광층; 상기 유기 발광층 위에 마련된 반투과 전극; 상기 반투과 전극과 대향하도록 배치된 전면 기관; 및 상기 전면 기관의 저면에서 상기 다수의 반사 전극과 각각 대응하는 위치에 마련된 다수의 컬러 필터;를 포함하며, 상기 반사 전극과 반투과 전극 사이의 광학적 두께에 의해 결정되는 공진 모드의 파장이 상기 유기 발광층에서 발생하는 백색광 스펙트럼의 가시광선 영역에서 가장 짧은 파장보다 더 짧은 것을 특징으로 한다.

효 과

- <21> 본 발명에 따르면, 보다 향상된 백색광을 발생시키는 백색 유기 전계 발광소자를 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <22> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유기 전계 발광소자의 구조 및 동작에 대해 상세히 설명한다. 이하의 도면에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의를 위해 과장될 수 있다.
- <23> 도 1은 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자(10)의 통상적인 구조를 개략적으로 도시하고 있다. 도 1을 참조하면, 유기 전계 발광소자(10)는, 예컨대, 기관(11) 위에 순차적으로 적층된 양극(anode)(12), 정공 주입층(HIL)(13), 정공 수송층(HTL)(14), 백색 발광층(15), 전자 수송층(ETL)(16), 음극(cathode)(17) 및 캡층(capping layer)(18)을 포함할 수 있다. 여기서, 양극(12)은 백색 발광층(15)에서 발생한 백색광을 반사하는 반사 전극의 역할을 하며, 음극(17)은 백색 발광층(15)에서 발생한 백색광의 일부를 투과하고, 일부를 반사하는 반투과 전극의 역할을 한다.
- <24> 그러나, 도 1과 반대의 순서로 각 층들을 적층하는 것도 가능하다. 예컨대, 기관(11) 위에 음극(17)을 먼저 형성하고, 상기 음극(17) 위에 차례로 전자 수송층(16), 백색 발광층(15), 정공 수송층(14), 정공 주입층(13), 양극(12) 및 캡층(18)을 형성하는 것도 가능하다. 이 경우에는, 음극(17)이 반사 전극의 역할을 하며, 양극(12)은 반투과 전극의 역할을 하게 된다. 이하에서는 편의상 양극(12)이 반사 전극이고 음극(17)이 반투과 전극인 경우에 대해서만 설명을 한다. 그러나 실시예에 따라 그 역할이 바뀔 수도 있음을 유의하여야 한다.
- <25> 상기 백색 발광층(15)은 백색광을 형성하기 위하여 여러 가지 다양한 구조로 형성될 수 있다. 도 1에는 상기 백색 발광층(15)이 적색 발광층(15R), 청색 발광층(15B) 및 녹색 발광층(15G)으로 이루어지는 것으로 도시되어 있다. 그러나, 서로 보색 관계에 있는 광을 방출하는 두 종류의 발광재료로 상기 백색 발광층(15)을 형성하는 것도 가능하다.
- <26> 또한, 도 1에는 생략되었으나, 음극(17)과 전자 수송층(16) 사이에 전자 주입층이 더 개재될 수도 있다. 여기서, 기관(11)은 유리와 같은 재료로 이루어질 수 있으며, 캡층(18)은 굴절률이 1.4~2.4 정도이고 백색광을 흡수하지 않는 투명한 유전체 재료로 이루어질 수 있다. 양극(12)은 백색 발광층(15)에서 발생한 광을 반사하는 금속성 반사 전극(12a)과 정공을 제공하기 위하여 비교적 높은 일함수를 갖는 투명 전도성 산화물(transparent conductive oxide; TCO)로 이루어진 투명전극(12b)으로 구성될 수 있다. 예컨대, 반사 전극(12a)으로서 반사도가 높은 Ag를 사용하고, 투명전극(12b)으로서 ITO(Indium Tin Oxide)나 IZO(Indium Zinc Oxide)를 사용할 수 있다. 도 1에는 금속/TCO층 구조가 도시되어 있으나, TCO/금속/TCO 구조로 양극(12)을 형성할 수도 있다. 한편, 음극(17)은 비교적 일함수가 낮은 금속을 얇게 코팅하여 반투과 특성을 갖도록 형성한다.
- <27> 이러한 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자(10)는 대면적화 및 고해상도를 달성하는 데 매우 유리하다. 그러나 반투과 특성을 갖는 음극(17)과 반사 전극(12a) 사이에서 공진이 발생하기 때문에, 백색을 정확하게 구현하는 데 어려움이 있었다. 이는 음극(17)과 반사 전극(12a) 사이에서 발생하는 공진으로 인해 출사광의 스펙

트럼이 좁아지기 때문이다.

<28> 본 발명의 발명자는 이러한 구조의 백색 유기 전계 발광소자(10)에서 공진 조건을 적절히 선택함으로써 정확한 백색을 얻는 것이 가능하다는 것을 발견하였다. 일반적으로 공진기의 공진 모드의 파장(즉, 공진 파장)은 공진기의 광학적 두께에 의해 결정된다. 그리고, 특정 공진 파장을 갖는 공진기의 내부에서는 상기 공진 파장보다 짧은 파장의 범위에서도 공진 조건을 만족하는 다수의 공진 모드가 존재하게 된다. 따라서, 상기 백색 유기 전계 발광소자(10)에서 발생하는 백색광의 스펙트럼 영역이 공진 파장보다 큰 범위에 있다면, 공진으로 인한 영향을 최소화하여 정확한 백색을 구현하는 것이 가능하다. 특히, 백색 유기 전계 발광소자(10)에서 발생하는 백색광 스펙트럼의 가시광선 영역에서 가장 짧은 파장보다 더 짧은 파장 영역에서 매우 강한 공진이 발생할 경우, 상기 백색광 스펙트럼의 가시광선 영역에서는 파장에 따른 광량 변화가 매우 적어질 수 있다.

<29> 상술한 구성을 갖는 백색 유기 전계 발광소자(10)의 반투과 음극(17)과 반사 전극(12a) 사이에 백색 발광층(15)을 포함한 다수의 유기층을 갖는 공진기 구조에서 공진 모드(resonator mode)가 존재할 조건은 일반적으로 다음의 수학적식(1)과 같다.

수학적식 1

$$2\pi \cdot q = \sum_j \left(\frac{2\pi 2n_{j\lambda} d_j}{\lambda} + \delta_j \right)$$

<30>

<31> 상기 수학적식(1)에서, $n_{j\lambda}$ 는 파장 λ 에 대한 j 번째 유기층의 굴절률이고, d_j 는 j 번째 유기층의 두께이며, δ_j 는 빛이 j 번째 유기층을 통과할 때와 양쪽의 미러에서 반사될 때 나타나는 위상변화의 크기이다. 또한, q 는 임의의 정수를 나타낸다. 여기서, q 의 값이 1 이상이 되면 공진기 내에서 매우 강한 공진이 일어나며, q 의 값이 커질수록 공진의 세기가 커진다. 그리고, q 의 값이 0이면 약한 공진이 일어나게 된다. 본 발명에 따르면, 백색 유기 전계 발광소자(10)에서 발생하는 백색광 스펙트럼의 가시광선 영역에서 가장 짧은 파장보다 더 짧은 파장 영역에서 강한 공진이 일어나야 한다. 따라서, 정확한 백색을 구현하기 위해서는 다음의 수학적식(2)와 같은 부등식이 성립하여야 한다.

수학적식 2

$$\lambda > \sum_j 2n_{j\lambda} d_j + \frac{\delta_j}{2\pi} \lambda$$

<32>

<33> 여기서, 파장 λ 는 백색 유기 전계 발광소자(10)의 백색 발광층(15) 내에서 발광하는 백색 스펙트럼의 가시광선 영역에서 가장 짧은 파장으로 정할 수 있다. 예컨대, λ 는 약 400nm 또는 그 이하일 수 있다. 만약 음극(17)과 반사 전극(12a) 사이의 광학적 두께가 지나치게 두꺼워서 상기 수학적식(2)에서 우변의 값(즉, 공진 모드의 파장)이 λ 보다 클 경우에는 완전한 백색을 얻을 수 없다. 수학적식(2)를 통해 알 수 있듯이, 완전한 백색을 얻기 위해서는 음극(17)과 반사 전극(12a) 사이의 광학적 두께와 위상 변화를 고려한 공진 모드의 파장(즉, 수학적식(2)에서 우변의 값)이, λ 보다 작아야 한다.

<34> 이하에서는, 도 1에 도시된 구조를 갖는 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자(10)에서 정확한 백색을 구현하는 조건을 전산모사(computer simulation)을 통해 더욱 자세하게 설명한다.

<35> 제 1 전산모사: 수학적식(2)를 만족하는 경우

<36> 제 1 전산모사는, 도 1에 도시된 구조를 갖는 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자(10)가 수학적식(2)를 만족할 수 있도록, 음극(17)과 반사 전극(12a) 사이의 광학적 두께를 200nm 로 하고, 위상 변화를 고려한 공진 모드의 파장(또는, 공진 파장)을 314nm 로 하고, 캡층(18)의 두께를 40nm 로 하여 수행하였다. 이때 반투과 전극의 기능을 하는 음극(17)의 반사도는 25%로 설정하였다. 그리고, 도 1에 도시된 백색 발광층(15) 내의 적색 발광층(15R), 청색 발광층(15B) 및 녹색 발광층(15G)의 위치에 동일한 세기를 갖는 동일한 백색 점광원이 각각 있는 것으로 가정하였다. 도 2는 이러한 조건에서 각각의 점광원들로부터 외부로 방출되는 광량에 대해 전산모사를 실시한 결과를 나타내는 그래프이다. 도 2의 그래프를 보면 가시광선 영역에서는 전반적으로 비교적 넓고 균

일하게 공진 특성이 형성되어 있음을 알 수 있다.

- <37> 한편, 도 2의 결과를 이용하여, 상기 적색 발광층(15R), 청색 발광층(15B) 및 녹색 발광층(15G)에서 각각 적색, 청색 및 녹색의 광이 외부로 방출되는 경우에 대한 스펙트럼을 예측하기 위하여, 도 3에 도시된 것과 같은 적/청/녹색의 스펙트럼을 상정하였다. 즉, 도 3은 적색 발광층(15R), 청색 발광층(15B) 및 녹색 발광층(15G)에서 각각 생성되는 적색(R), 청색(B) 및 녹색(G) 광에 대한 내부 발광 스펙트럼을 보이는 그래프이다.
- <38> 도 4는 도 2의 그래프에 도 3의 적색, 녹색, 청색 광에 대한 내부 발광 스펙트럼을 2.3:0.6:2의 비율로 곱하여 외부 발광 스펙트럼을 전산모사한 그래프이다. 여기서, 상기 비율은 도 3이 정규화(normalization)된 값이므로 도 3의 내부 발광 스펙트럼이 실제로 제작된 백색 발광층(15)의 특성에 부합하도록 곱해지는 것이다. 따라서, 도 4의 그래프는 도 1에 도시된 백색 유기 전계 발광소자(10) 내의 적색 발광층(15R), 청색 발광층(15B) 및 녹색 발광층(15G)에서 각각 외부로 방출되는 적/청/녹색 광의 광량에 대한 전산모사를 나타낸다. 도 4의 그래프를 통해, 색좌표 상에서 (0.31, 0.32)의 거의 순수한 백색 스펙트럼을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.
- <39> **제 2 전산모사: 수학식(2)를 만족하지 않는 경우**
- <40> 제 2 전산모사는, 도 1에 도시된 구조를 갖는 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자(10)가 수학식(2)를 만족하지 않도록, 음극(17)과 반사 전극(12a) 사이의 광학적 두께를 360nm 로 하고, 위상 변화를 고려한 공진 파장의 값을 470nm 로 하고, 캡층(18)의 두께를 40nm 로 하여 수행하였다. 이때 반투과 전극의 기능을 하는 음극(17)의 반사도는 여전히 25%로 설정하였다. 그리고, 도 1에 도시된 백색 발광층(15) 내의 적색 발광층(15R), 청색 발광층(15B) 및 녹색 발광층(15G)의 위치에 동일한 세기를 갖는 동일한 백색 점광원이 각각 있는 것으로 가정하였다. 도 5는 이러한 조건에서 각각의 점광원들로부터 외부로 방출되는 광량에 대해 전산모사를 실시한 결과를 나타내는 그래프이다. 도 5의 그래프를 보면, 470nm를 중심으로 매우 좁은 영역에 걸쳐 발광 스펙트럼이 형성되어 있음을 알 수 있다.
- <41> 도 6은 도 5의 그래프에 도 3의 적색, 녹색, 청색 광에 대한 내부 발광 스펙트럼을 2.3:0.6:2의 비율로 곱하여 외부 발광 스펙트럼을 전산모사한 그래프이다. 즉, 도 6의 그래프는 도 1에 도시된 백색 유기 전계 발광소자(10) 내의 적색 발광층(15R), 청색 발광층(15B) 및 녹색 발광층(15G)에서 각각 외부로 방출되는 적/청/녹색 광의 광량에 대한 전산모사를 나타낸다. 도 6의 그래프를 통해, 색좌표 상에서 (0.135, 0.88)의 거의 순수한 청색 스펙트럼을 확인할 수 있다. 따라서, 본 발명과 같은 공진 조건을 고려하지 않은 채 백색 유기 전계 발광소자(10)를 설계할 경우, 극단적으로 백색이 아닌 원색광이 방출될 수도 있다.
- <42> 상술한 제 1 및 제 2 전산모사를 통해, 본 발명의 원리에 따를 경우 거의 순수한 백색광을 얻을 수 있음을 확인하였다. 제 1 전산모사에서는 반투과 전극인 음극(17)의 반사도를 25%로 설정하였으나, 반사도는 실제에 따라 적절하게 설계될 수 있다. 일반적으로, 반투과 전극과 반사 전극으로 이루어지는 공진 캐비티 내에서 반투과 전극의 반사도가 작아지면, 공진기가 약화되어 추출된 스펙트럼의 반치폭(FWHM)이 커지고, 휘도 및 색 시야각의 존성이 최소화 된다. 이러한 특성을 얻기 위한 반투과 전극인 음극(17)의 반사도는 약 0.1~50% 가 적당하며, 최적으로는 약 10~50% 가 적당하다.
- <43> 한편, 상술한 반사도를 갖는 반투과 전극에서, 더욱 넓은 영역의 스펙트럼이 추출될 수 있도록 반투과 전극의 상부에 투과도가 우수한 유전체 막을 형성할 수도 있다. 도 7은 이를 위한 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자(10')의 구조를 개략적으로 도시하고 있다. 도 7에 도시된 백색 유기 전계 발광소자(10')는 도 1에 도시된 백색 유기 전계 발광소자(10)와 비교할 때, 캡층(18)이 광경로 조절층(18')으로 대체된 것이다. 상기 광경로 조절층(18')은 다중 공진을 통해 유기 전계 발광소자(10')의 외부로 방출되는 광량을 더욱 증가시키고, 더욱 순수한 백색을 얻기 위해 마련되는 것으로서, 우수한 광투과성 재료로 이루어진다. 예컨대, 광경로 조절층(18')의 광투과도는 가시광선 영역에서 약 90% 이상인 것이 좋다. 이러한 광경로 조절층(18')은 유기물, 산화물, 질화물, 황화물로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 조합으로 구성될 수 있으며, 예컨대 Al₂O₃, BaO, MgO, HfO₂, ZrO₂, CaO₂, SrO₂, Y₂O₃, Si₃N₄, AlN, GaN, ZnS, CdS로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 조합으로 구성된다.
- <44> 도 7에는 상기 광경로 조절층(18')이 얇은 두께로 도시되어 있으나, 유효한 공진을 얻기 위해서는 페브리-페로(Febry-Perot) 간섭 조건에 따라 광경로 조절층(18')의 두께를 두께가 훨씬 더 두꺼워진 것으로 볼 수도 있다. 예컨대, 상기 광경로 조절층(18')의 두께는 최소 300~400nm 내지 최대 700~900nm 정도인 것이 적당하다. 그러면, 공진기는 반투과 전극인 음극(17)과 반사 전극(12a) 사이, 광경로 조절층(18')의 상면과 반사 전극

(12a) 사이 및 광경로 조절층(18')의 상하면 사이에서 형성된다. 또한 반사도를 더욱 높이기 위해서는 광경로 조절층(18')의 상면에 고굴절률의 유전체층과 저굴절률의 유전체층이 반복해서 형성된 유전체 미러나, 박막 금속 미러를 추가할 수도 있다. 이러한 다중 공진을 통해 더욱 넓은 영역의 스펙트럼 등을 얻는 것이 가능하다. 이를 확인하기 위하여 제 3 전산모사를 실시하였다.

<45> **제 3 전산모사: 수확식(2)를 만족하고 광경로 조절층(18')을 포함하는 경우**

<46> 제 3 전산모사는, 도 7에 도시된 구조를 갖는 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자(10')가 수확식(2)를 만족할 수 있도록, 음극(17)과 반사 전극(12a) 사이의 광학적 두께를 396nm 로 하고, 위상 변화를 고려한 공진 파장의 값을 314nm 로 하고, 광경로 조절층(18')의 두께를 490nm 로 하여 수행하였다. 이때 반투과 전극의 기능을 하는 음극(17)의 반사도는 25%로 설정하였다. 그리고, 도 7에 도시된 백색 발광층(15) 내의 적색 발광층(15R), 청색 발광층(15B) 및 녹색 발광층(15G)의 위치에 동일한 세기를 갖는 동일한 백색 점광원이 각각 있는 것으로 가정하였다. 도 8은 이러한 조건에서 각각의 점광원들로부터 외부로 방출되는 광량에 대해 전산모사를 실시한 결과를 나타내는 그래프이다. 도 8의 그래프를 보면, 적색, 녹색 및 청색 영역에 각각 피크(peak)가 분리되어 형성되면서, 가시광선 영역 전반에 걸쳐 넓게 공진 특성이 형성되어 있음을 알 수 있다.

<47> 또한, 도 9는 도 8의 그래프에 도 3의 적색, 녹색, 청색 광에 대한 내부 발광 스펙트럼을 2.3:0.6:2의 비율로 곱하여 외부 발광 스펙트럼을 전산모사한 그래프이다. 즉, 도 9의 그래프는 도 7에 도시된 백색 유기 전계 발광소자(10') 내의 적색 발광층(15R), 청색 발광층(15B) 및 녹색 발광층(15G)에서 각각 외부로 방출되는 적/청/녹색 광의 광량에 대한 전산모사를 나타낸다. 도 9의 그래프를 통해, 색좌표 상에서 (0.298, 0.341)의 더욱 순수한 백색 스펙트럼을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

<48> 한편, 도 10은 전산모사에서 사용될 컬러 필터의 투과도 스펙트럼을 예시적으로 나타내는 그래프이다. 도 9에 나타낸 외부 방출 스펙트럼을 도 10에 나타낸 컬러 필터의 투과도 스펙트럼과 곱하면, 백색 유기 전계 발광소자(10')에서 방출된 백색광이 각각 적색, 녹색 및 청색 컬러 필터를 통과하였을 때의 색과 이 색들의 합인 백색의 색좌표를 얻을 수 있다. 그 결과를 아래의 표 1에 정리하였다. 또한, 이렇게 계산된 색좌표를 NTSC(National Television System Committee) 색좌표와 비교하기 위하여, 도 11에 제 3 전산모사 결과의 색좌표와 NTSC 색좌표를 함께 나타내었다. 도 11에서 바깥쪽 삼각형(I)은 NTSC 색좌표이며, 안쪽 삼각형(II)은 제 3 전산모사 결과의 색좌표이다. 제 3 전산모사에 따르면 NTSC 대비 거의 89%의 색재현율을 얻을 수 있음을 도 11로부터 확인할 수 있다.

표 1

<49>

		x	y
original	W	0.298	0.341
color filter	W	0.295	0.355
	R	0.653	0.338
	G	0.201	0.661
	B	0.132	0.091

<50> 이와 같은 전산모사 결과를 바탕으로, 도 1에 도시된 구조의 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자를 실제로 제작하여 보았다. 본 실시예에서, 유리 기판 위에 ITO/Ag/ITO 구조의 양극점 반사 전극을 형성하였으며, 그 위에 정공 주입층과 정공 수송층을 형성하였다. 그리고, 정공 수송층 위에 청색, 녹색, 적색의 삼파장 발광을 하는 발광층을 형성하였으며, 발광층 위에 전자 수송층과 전자 주입층을 형성하였다. 그리고 음극점 반투과 전극으로서 9nm 두께의 Ag을 전자 주입층 위에 형성하였다. 상기 반투과 전극의 반사율은 550nm 의 파장을 갖는 광에 대해 약 25%를 나타냈다. 반투과 전극 위에는 캡층을 40nm 의 두께로 형성하였다. 상기 캡층은 550nm 의 파장에 대해 약 2의 굴절률을 나타내었다. 이렇게 만들어진 소자를 불활성 분위기에서 봉지(encapsulation)하였다.

<51> 여기서, 정공 주입층의 재료와 두께는 각각 MTDATA와 200 Å이고, 정공 수송층의 재료와 두께는 NPB와 110 Å이며, 청색 발광층의 두께는 120 Å, 녹색 발광층의 두께는 120 Å, 적색 발광층의 두께는 80 Å, 전자 수송층의 재료와 두께는 Alq₃와 180 Å, 전자 주입층의 재료와 두께는 LiF와 7 Å, 캡층의 재료는 SiN_x이다. 그리고, 불활성 분위기로써 N₂ 가스를 사용하였다.

- <52> 도 12는 이렇게 제작된 유기 전계 발광소자로부터 측정된 백색 외부 발광 스펙트럼을 나타내고 있다. 도 12를 보면, 청색, 녹색, 적색 전 영역의 삼파장에서 고른 발광을 확인할 수 있다. 이는 도 4에 나타난 제 1 전산모사의 결과와 매우 유사한 것이다. 도 12의 결과로부터 색좌표를 계산하면 (0.28, 0.29)의 백색 스펙트럼을 확인할 수 있다.
- <53> 상술한 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자를 컬러 디스플레이 장치에 사용할 경우, 매우 높은 색재현율을 갖는 컬러 디스플레이 장치를 얻을 수 있다. 도 13은 본 발명에 따른 백색 유기 전계 발광소자(10, 10')를 이용한 컬러 디스플레이 장치(100)의 단면도이다. 도 13을 참조하면, 하나의 공통 기관(11) 위에 서브화소 별로 각각 반사 전극(12)이 형성되며, 그 위에 공통적으로 정공 수송층(14), 백색 발광층(15), 전자 수송층(16), 반투과 전극(17) 및 캡층(18)(또는 광경로 조절층(18'))이 형성될 수 있다. 그리고, 상기 캡층(18)(또는 광경로 조절층(18'))과 대향하여 투명한 전면 기관(20)이 배치되며, 전면 기관(20)의 저면에는 각각의 서브화소 별로 적색, 녹색 및 청색의 컬러 필터(21R, 21G, 21B)가 형성되어 있다. 도 13에는 도시하지 않았지만, 각 컬러 필터 사이에는 시인성을 높이기 위해 외부광을 완전히 흡수하는 블랙 매트릭스(BM)를 형성할 수도 있으며, 상기 전면 기관(20)과 캡층(18)(또는 광경로 조절층(18')) 사이의 공간에 저굴절률층으로서 가스 또는 저굴절률 충전물을 채워 넣을 수도 있다.
- <54> 본 발명에 따르면, 도 13에 도시된 바와 같이, 전극과 발광층을 포함한 유기 전계 발광소자를 모든 서브화소에 대해 서브화소의 색과 관계 없이 동일한 층으로 구성할 수 있다. 이 경우에도 서브화소 사이의 광학 거리를 조절할 필요가 없어서, 하부의 반사 전극(12) 구조를 모두 동일하게 할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 상기 유기 전계 발광소자가 거의 순수한 백색광을 방출할 수 있기 때문에, 상기 컬러 필터(21R, 21G, 21B)를 이용하여 순수한 색을 구현할 수 있다. 또한, 유기 전계 발광소자 내부에서 공진이 발생하더라도, 컬러 필터를 통해서 화상을 관찰하기 때문에 시야각 의존성이 상당히 경감될 수 있다.
- <55> 지금까지, 본원 발명의 이해를 돕기 위하여 모범적인 실시예가 설명되고 첨부된 도면에 도시되었다. 그러나, 이러한 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이고 이를 제한하지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 그리고 본 발명은 도시되고 설명된 설명에 국한되지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 이는 다양한 다른 변형이 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일어날 수 있기 때문이다.

도면의 간단한 설명

- <56> 도 1은 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자의 구조를 개략적으로 도시한다.
- <57> 도 2는 본 발명에 따른 공진 조건을 만족하는 경우에 도 1에 도시된 백색 유기 전계 발광소자 내의 특정 발광 위치에서 백색 점광원의 광이 외부로 방출되는 광량에 대한 전산모사 그래프이다.
- <58> 도 3은 본 발명의 전산모사에서 사용되는 적/청/녹색의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- <59> 도 4는 본 발명에 따른 공진 조건을 만족하는 경우에 도 1에 도시된 백색 유기 전계 발광소자 내의 특정 발광 위치에서 적/청/녹색 점광원의 광이 외부로 방출되는 광량에 대한 전산모사 그래프이다.
- <60> 도 5는 본 발명에 따른 공진 조건을 만족하지 않는 경우에 도 1에 도시된 백색 유기 전계 발광소자 내의 특정 발광 위치에서 백색 점광원의 광이 외부로 방출되는 광량에 대한 전산모사 그래프이다.
- <61> 도 6은 본 발명에 따른 공진 조건을 만족하지 않는 경우에 도 1에 도시된 백색 유기 전계 발광소자 내의 특정 발광 위치에서 적/청/녹색 점광원의 광이 외부로 방출되는 광량에 대한 전산모사 그래프이다.
- <62> 도 7은 광경로 조절층을 포함하는 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자의 구조를 개략적으로 도시한다.
- <63> 도 8은 본 발명에 따른 공진 조건을 만족하는 경우에 도 7에 도시된 백색 유기 전계 발광소자 내의 특정 발광 위치에서 백색 점광원의 광이 외부로 방출되는 광량에 대한 전산모사 그래프이다.
- <64> 도 9는 본 발명에 따른 공진 조건을 만족하는 경우에 도 7에 도시된 백색 유기 전계 발광소자 내의 특정 발광 위치에서 적/청/녹색 점광원의 광이 외부로 방출되는 광량에 대한 전산모사 그래프이다.
- <65> 도 10은 본 발명의 전산모사에서 사용되는 컬러 필터의 투과도 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- <66> 도 11은 도 9의 스펙트럼과 도 10의 컬러 필터 투과도를 사용하여 계산한 색좌표와 NTSC 색좌표를 비교하여 색재현성을 보이는 그래프이다.
- <67> 도 12는 본 발명에 따른 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자의 외부 발광 스펙트럼을 측정된 결과를 보

이는 그래프이다.

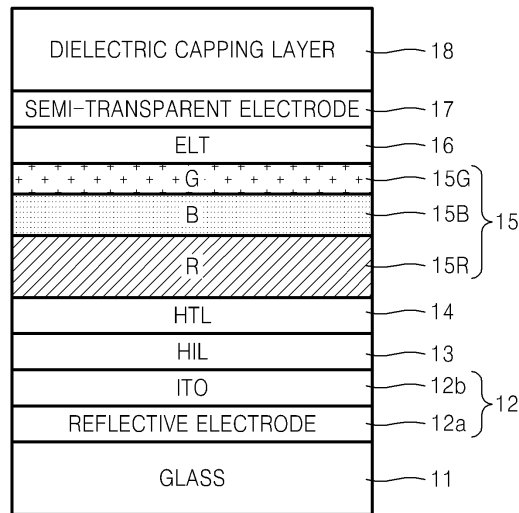
<68> 도 13은 본 발명에 따른 백색 유기 전계 발광소자를 이용한 컬러 디스플레이 장치의 단면도이다.

<69> < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

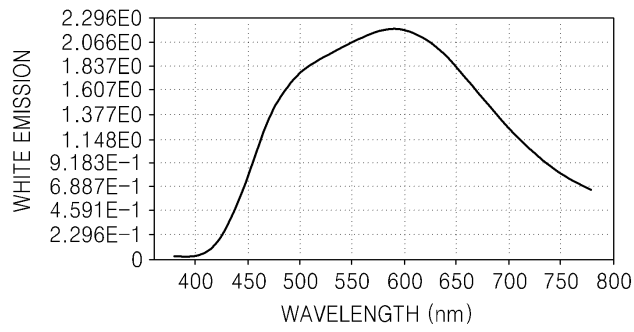
- | | | |
|------|--------------------|-----------------|
| <70> | 10.....유기 전계 발광소자 | 12.....양극 |
| <71> | 12a....반사 전극 | 12b....투명전극 |
| <72> | 13.....정공 주입층 | 14.....정공 수송층 |
| <73> | 15.....백색 발광층 | 15R... 적색 발광층 |
| <74> | 15G... 녹색 발광층 | 15B... 청색 발광층 |
| <75> | 16.....전자 수송층 | 17.....음극 |
| <76> | 18.....캡층 | 18'....광경로 조절층 |
| <77> | 20.....전면 기관 | 21R... 적색 컬러 필터 |
| <78> | 21G... 녹색 컬러 필터 | 21B... 청색 컬러 필터 |
| <79> | 100....컬러 디스플레이 장치 | |

도면

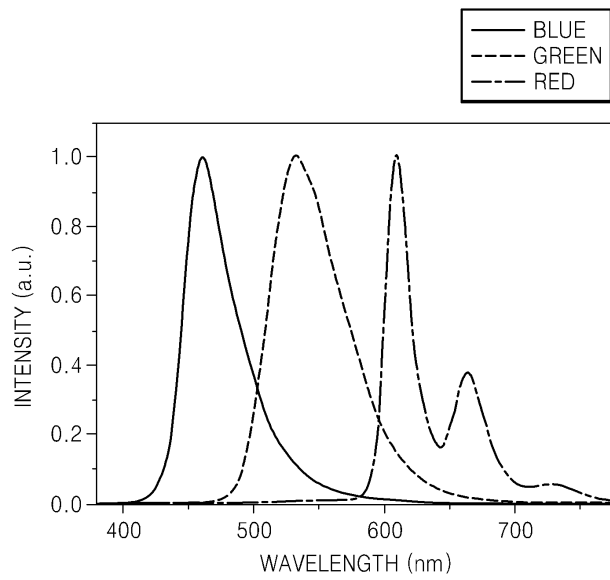
도면1



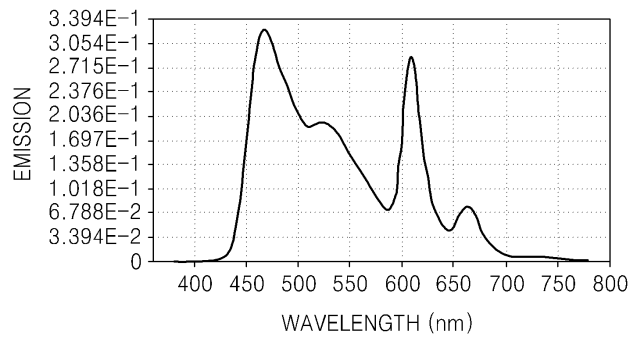
도면2



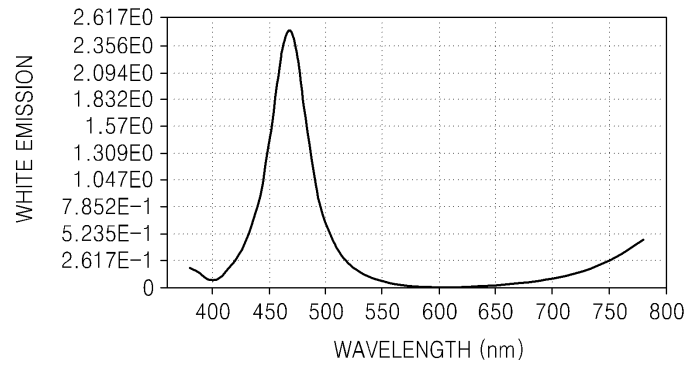
도면3



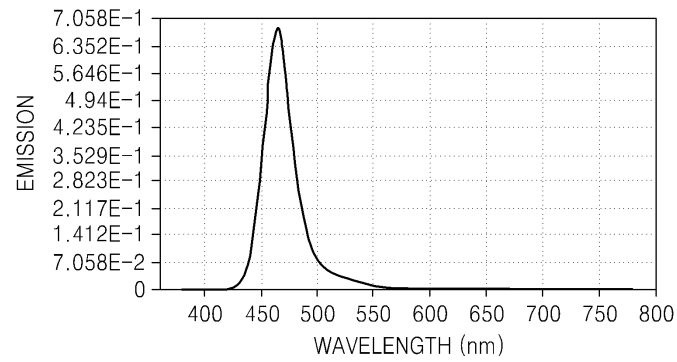
도면4



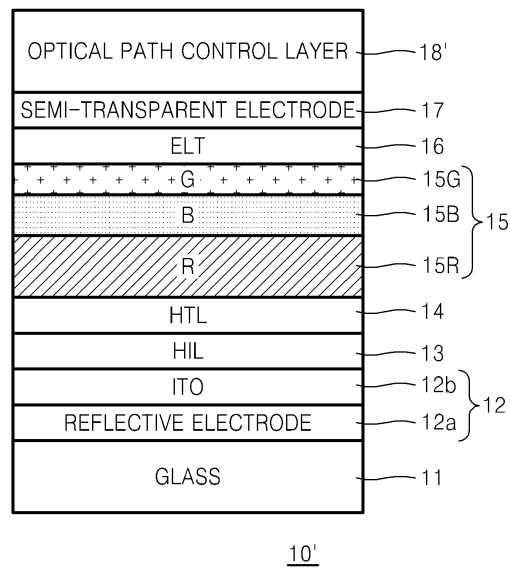
도면5



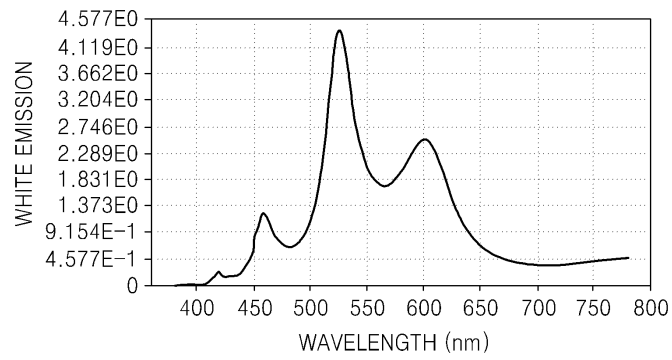
도면6



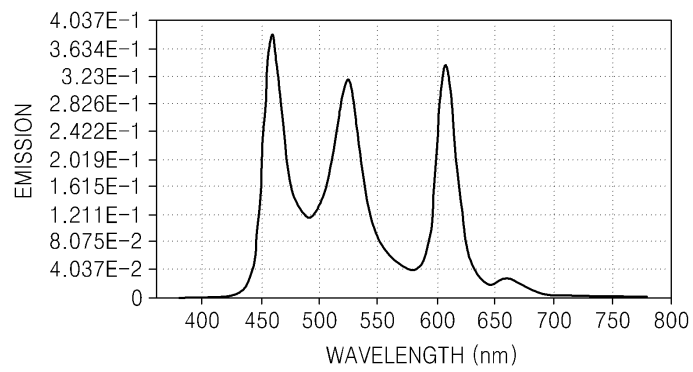
도면7



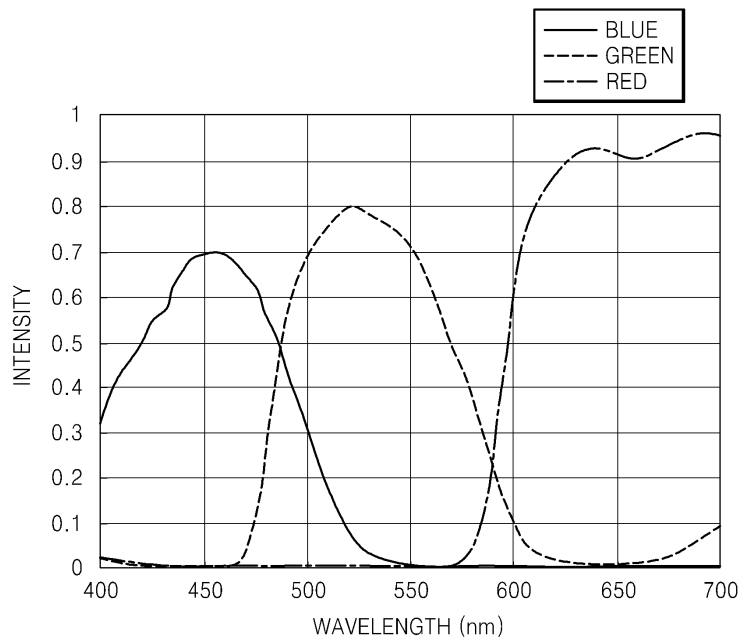
도면8



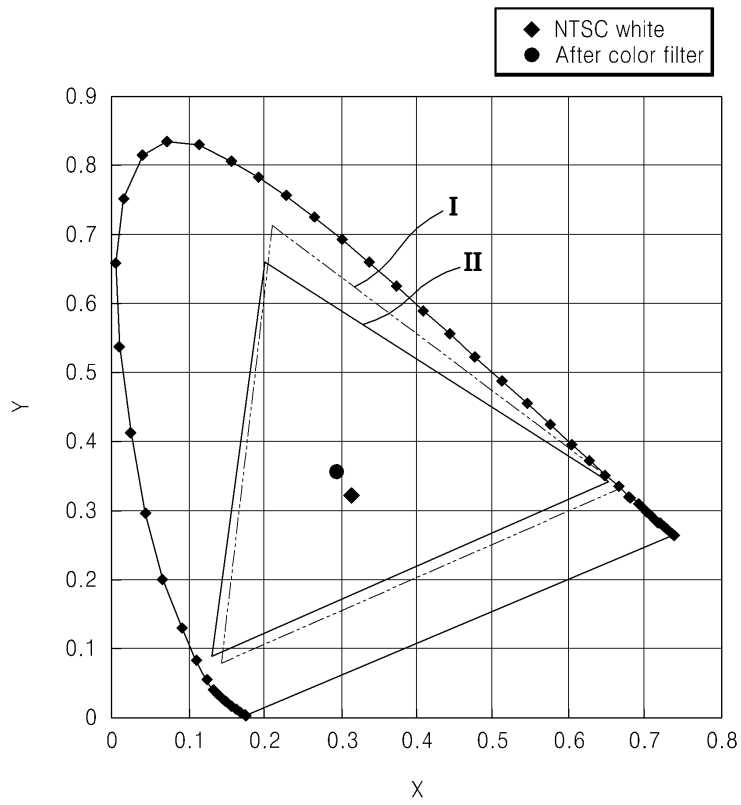
도면9



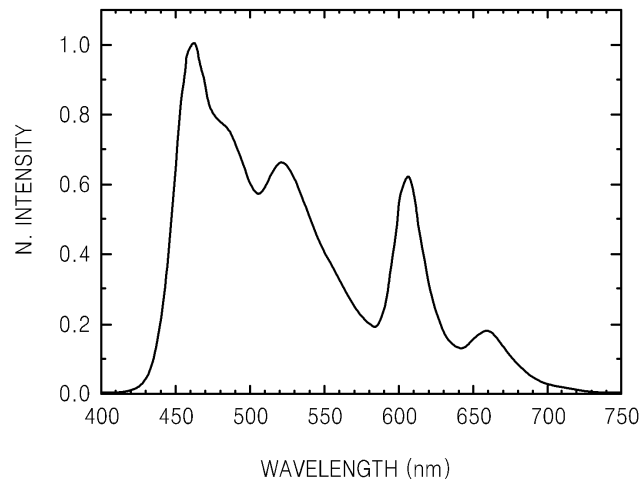
도면10



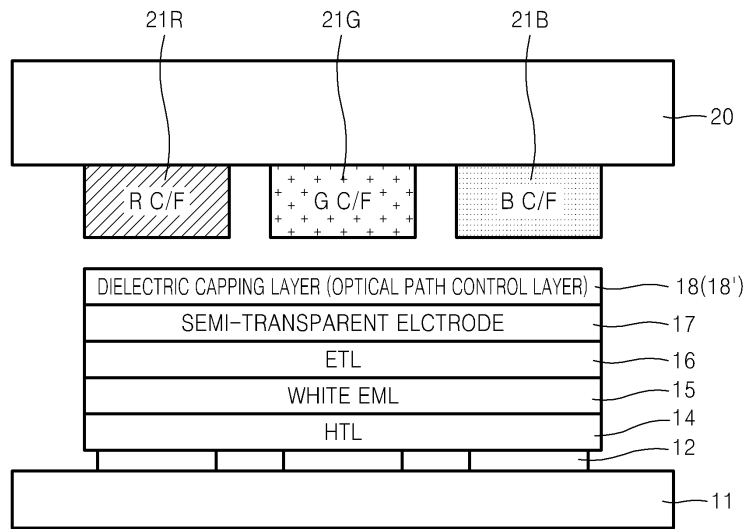
도면11



도면12



도면13



100

专利名称(译)	白色有机电致发光器件和使用其的彩色显示器件		
公开(公告)号	KR1020090037274A	公开(公告)日	2009-04-15
申请号	KR1020080003932	申请日	2008-01-14
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	LEE SUNG HUN 이성훈 KANG SUNG KEE 강성기 KIM SANG YEOL 김상열 KIM MU GYEOM 김무겸 SONG JUNG BAE 송정배		
发明人	이성훈 강성기 김상열 김무겸 송정배		
IPC分类号	H05B33/26 H05B33/28 H05B33/02		
CPC分类号	H01L51/5271 H01L51/5218 H01L51/5012 H01L51/5234 H01L51/5275 H01L2251/5315 H01L2924/12044		
优先权	1020070102143 2007-10-10 KR		
其他公开文献	KR101528242B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种能够显示高分辨率并具有宽色域的顶部发光型白色有机电致发光器件和使用该白色有机电致发光器件的彩色显示器件。根据本发明的一个方面,白色有机电致发光器件包括基板,设置在基板上的反射电极,设置在反射电极上的有机发光层;和设置在有机发光层上的半透半反电极,其中由反射电极和透反电极之间的光学厚度确定的谐振模式的波长是在有机发光层中产生的白光光谱的可见光区域中的最短波长。其特征在于,比短更多。

