



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년08월26일  
 (11) 등록번호 10-1434362  
 (24) 등록일자 2014년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H05B 33/28 (2006.01) H05B 33/22 (2006.01)  
 H05B 33/14 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2007-0104477  
 (22) 출원일자 2007년10월17일  
 심사청구일자 2012년10월08일  
 (65) 공개번호 10-2009-0039065  
 (43) 공개일자 2009년04월22일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2004127588 A\*  
 KR1020060055374 A\*  
 KR1020070012492 A\*  
 KR1020070015085 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 삼성디스플레이 주식회사  
 경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)  
 (72) 발명자  
 이성훈  
 서울특별시 동작구 동작대로19길 21, 201호 (사당동)  
 김상열  
 경기도 과천시 별양로 163, 305동 408호 (별양동, 주공아파트)  
 (74) 대리인  
 리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 24 항

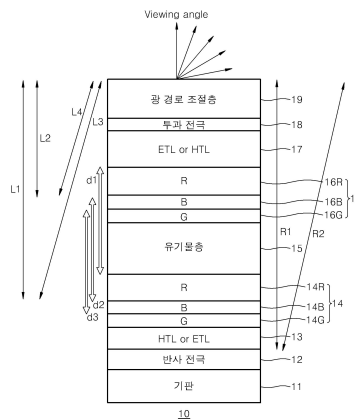
심사관 : 서순규

(54) 발명의 명칭 **유기 전계 발광소자 및 이를 이용한 컬러 디스플레이 장치**

**(57) 요약**

넓은 색영역(wide color gamut)을 가지며 시야각(viewing angle)에 따른 색변화가 작은 전면 또는 배면 발광 방식의 유기 전계 발광소자 및 이를 이용한 컬러 디스플레이 장치를 개시한다. 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자는, 서로 대향하도록 배치된 반사 전극 및 투과 또는 반투과 전극; 상기 반사 전극과 상기 투과 또는 반투과 전극 사이에 개재된 적어도 두 개의 유기 발광층; 및 상기 투과 또는 반투과 전극의 외부면에 마련된 광경로 조절층;을 포함하고, 상기 반사 전극과 상기 광경로 조절층 사이에 공진기가 형성되어, 상기 광경로 조절층 외부로 추출되는 광학 모드가 가시광선 영역 내에서 적어도 두 개 모드의 다중 공진이며, 상기 유기 발광층들 사이의 거리는 각각의 유기 발광층에서 발생한 광들에 대한 보강 간섭 조건을 만족한다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**김무겸**

경기도 화성시 동탄지성로 334, 행림마을 래미안  
204동 1203호 (반월동)

**송정배**

경기도 성남시 중원구 마지로155번길 30, 성진빌라  
302호 (하대원동)

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

서로 대향하도록 배치된 반사 전극 및 투과 또는 반투과 전극;  
 상기 반사 전극과 상기 투과 또는 반투과 전극 사이에 개재된 적어도 두 개의 유기 발광층; 및  
 상기 투과 또는 반투과 전극의 외부면에 마련된 광경로 조절층;을 포함하고,  
 상기 반사 전극과 상기 광경로 조절층 사이에 공진기가 형성되어, 상기 광경로 조절층 외부로 추출되는 광학 모드 가시광선 영역 내에서 적어도 두 개 모드의 다중 공진이며,  
 상기 유기 발광층들 내의 동일한 색을 내는 유기 발광층들 사이의 거리들은 각각 보강 간섭 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,  
 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들은 각각 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층을 포함하는 백색 발광층인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,  
 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들은 각각 서로 보색 관계에 있는 광을 방출하는 두 종류의 단색 또는 다색 발광층을 포함하는 백색 발광층인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제 1항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 내의 동일한 색을 내는 발광층들 사이의 거리는 청색의 중심 파장이 보강 간섭 조건을 만족하는 거리보다 큰 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 6**

제 1항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 내의 동일한 색을 내는 발광층들 사이의 거리는 청색의 중심 파장이 보강 간섭 조건을 만족하는 거리의  $\pm 10\%$  내에 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,  
 상기 적어도 두 개의 유기 발광층은 동일한 색의 광을 방출하는 단색 발광층인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,  
 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 사이에 개재된 pn 접합층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,

상기 pn 접합층은 n 타입으로 도핑된 전자 수송층 및 p-타입으로 도핑된 정공 수송층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,

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

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 광경로 조절층의 굴절률이 1.6 내지 2.6 사이에 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 12**

제 10 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 유기 전계 발광소자.

**청구항 13**

제 10 항에 있어서,

상기 광경로 조절층의 두께는 300~900nm 인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,

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

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 투과 또는 반투과 전극은 박막 금속 또는 투명 전도성 산화물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 16**

제 1 항에 있어서,

상기 광경로 조절층의 표면에 마련된 것으로, 고굴절률의 유전체층과 저굴절률의 유전체층이 반복된 다층 유전체 미러층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 17**

제 1 항에 있어서,

상기 광경로 조절층의 표면 마련된 것으로, 박막 금속층의 미러를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광소자.

**청구항 18**

서로 대향하도록 배치된 반사 전극 및 투과 또는 반투과 전극;

상기 반사 전극과 상기 투과 또는 반투과 전극 사이에 개재된 적어도 두 개의 유기 발광층;

상기 투과 또는 반투과 전극의 외부면에 마련된 광경로 조절층;

상기 광경로 조절층과 대향하도록 배치된 투명 기관; 및

상기 투명 기관의 표면에 마련된 다수의 컬러 필터;를 포함하고,

상기 반사 전극과 상기 광경로 조절층 사이에 공진기가 형성되어, 상기 광경로 조절층 외부로 추출되는 광학 모드가 가시광선 영역 내에서 적어도 두 개 모드의 다중 공진이며,

상기 유기 발광층들내의 동일한 색을 내는 유기 발광층들 사이의 거리들은 각각 보강 간섭 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 유기 발광층들은 각각 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층을 포함하는 백색 발광층인 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 내의 동일한 색을 내는 발광층들 사이의 거리는 청색의 중심 파장이 보강 간섭 조건을 만족하는 거리보다 큰 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

**청구항 21**

제 19 항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 내의 동일한 색을 내는 발광층들 사이의 거리는 청색의 중심 파장이 보강 간섭 조건을 만족하는 거리의  $\pm 10\%$  내에 있는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

**청구항 22**

제 18 항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 유기 발광층은 동일한 색의 광을 방출하는 단색 발광층인 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

**청구항 23**

제 18 항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 사이에 개재된 pn 접합층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

**청구항 24**

제 18 항에 있어서,

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

**청구항 25**

제 18 항에 있어서,

상기 컬러 필터는 상기 광경로 조절층과 대향하는 것을 특징으로 하는 컬러 디스플레이 장치.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 유기 전계 발광소자 및 이를 이용한 컬러 디스플레이 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 넓은 색 영역(wide color gamut)을 가지며 시야각(viewing angle)에 따른 색변화가 작은 전면 또는 배면 발광 방식의 유기 전계 발광소자 및 이를 이용한 컬러 디스플레이 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 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.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] 이에 따라 백색 유기 전계 발광소자가 제안되었다. 백색 유기 전계 발광소자는 유기 발광층 내에 적색, 녹색 및 청색을 각각 방출하는 복수의 유기 발광층을 모두 형성하거나, 또는 서로 보색 관계에 있는 두 종류 이상의 유기 발광층재료들의 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.

[0006] 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.

[0007] 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. 또한 이러한 방식의 백색 유기 전계 발광소자의 경우, 컬러 필터를 사용할 때 색영역이 좁아지고 시야각에 따른 색변화가 커진다는 약점이 존재한다.

[0008] 이에 따라, 단일 공진 모드를 사용하여 특정 대역의 파장만을 추출하는 유기 전계 발광소자가 제안되었다. 그러나 이 경우에는 파장에 따라 공진 캐비티의 광학적 두께가 달라져야 한다. 따라서 이러한 유기 전계 발광소자를 이용하여 컬러 디스플레이 장치를 제조하기 위해서는, 각 색의 서브화소마다 공진 캐비티의 광학적 두께를 달리 해야 하기 때문에 매우 복잡한 공정이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

[0009] 본 발명은 컬러 필터를 사용하는 경우에도 넓은 색영역을 갖는 동시에 시야각에 따른 색변화가 감소된 전면 또

는 배면 발광 방식의 유기 전계 발광소자를 제공한다.

[0010] 또한, 본 발명은 상술한 유기 전계 발광소자를 이용한 컬러 디스플레이 장치를 제공한다.

**과제 해결수단**

[0011] 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자는, 서로 대향하도록 배치된 반사 전극 및 투과 또는 반투과 전극; 상기 반사 전극과 상기 투과 또는 반투과 전극 사이에 개재된 적어도 두 개의 유기 발광층; 및 상기 투과 또는 반투과 전극의 외부면에 마련된 광경로 조절층;을 포함하고, 상기 반사 전극과 상기 광경로 조절층 사이에 공진기가 형성되어, 상기 광경로 조절층 외부로 추출되는 광학 모드가 가시광선 영역 내에서 적어도 두 개 모드의 다중 공진이며, 상기 유기 발광층들 사이의 거리는 각각의 유기 발광층에서 발생한 광들에 대한 보강 간섭 조건을 만족한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들은 각각 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층을 포함하는 백색 발광층일 수 있다.

[0013] 또한, 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들은 각각 서로 보색 관계에 있는 광을 방출하는 두 종류의 단색 또는 다색 발광층을 포함하는 백색 발광층일 수 있다.

[0014] 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 내의 동일한 색을 내는 발광층들 사이의 거리들은 각각 보강 간섭 조건을 만족할 수 있다.

[0015] 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 내의 동일한 색을 내는 발광층들 사이의 거리는 청색의 중심 파장이 보강 간섭 조건을 만족하는 거리보다 클 수 있다.

[0016] 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 내의 동일한 색을 내는 발광층들 사이의 거리는 청색의 중심 파장이 보강 간섭 조건을 만족하는 거리의  $\pm 10\%$  내에 있을 수 있다.

[0017] 상기 적어도 두 개의 유기 발광층은 동일한 색의 광을 방출하는 단색 발광층일 수도 있다.

[0018] 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자는, 상기 적어도 두 개의 유기 발광층들 사이에 개재된 pn 접합층을 더 포함할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 pn 접합층은 n 타입으로 도핑된 전자 수송층 및 p-타입으로 도핑된 정공 수송층을 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명에 따르면, 상기 광경로 조절층은 가시광선 영역에서의 광투과도가 90% 이상인 재질로 이루어질 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따르면, 상기 광경로 조절층의 굴절률이 1.6 내지 2.6 사이에 있을 수 있다.

[0022] 예컨대, 상기 광경로 조절층은  $Al_2O_3$ , BaO, MgO,  $HfO_2$ , ZrO<sub>2</sub>, CaO<sub>2</sub>, SrO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, AlN, GaN, ZnS, CdS로 이루어진 군에서 선택된 한 개 이상의 조합으로 이루어질 수 있다.

[0023] 예컨대, 상기 광경로 조절층의 두께는 300~900nm 일 수 있다.

[0024] 예컨대, 상기 투과 또는 반투과 전극의 반사도는 0.1% 내지 50% 사이의 범위에 있을 수 있다.

[0025] 본 발명에 따르면, 상기 투과 또는 반투과 전극은 박막 금속 또는 투명 전도성 산화물로 이루어질 수 있다.

[0026] 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자는, 상기 광경로 조절층의 표면에 마련된 것으로, 고굴절률의 유전체층과 저굴절률의 유전체층이 반복된 다층 유전체 미러층을 더 포함할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자는, 상기 광경로 조절층의 표면 마련된 박막 금속층의 미러를 더 포함할 수 있다.

[0028] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른 컬러 디스플레이 장치는, 서로 대향하도록 배치된 반사 전극 및 투과 또는 반투과 전극; 상기 반사 전극과 상기 투과 또는 반투과 전극 사이에 개재된 적어도 두 개의 유기 발광층; 상기 투과 또는 반투과 전극의 외부면에 마련된 광경로 조절층; 상기 광경로 조절층과 대향하도록 배치된 투명 기판; 및 상기 투명 기판의 표면에 마련된 다수의 컬러 필터;를 포함하고, 상기 반사 전극과 상기 광경로 조절층 사이에 공진기가 형성되어, 상기 광경로 조절층 외부로 추출되는 광학 모드가 가시광선 영역 내에서 적어도 두 개 모드의 다중 공진이며, 상기 유기 발광층들 사이의 거리는 각각의 유기 발광층에서 발생한 광들에 대한 보강 간

섭 조건을 만족하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0029] 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. 또한, 도면들에는 전면 발광 방식의 유기 전계 발광소자를 예시적으로 도시하고 있으나, 전면 발광 방식에만 한정되지는 않으며 배면 발광 방식의 유기 전계 발광소자도 역시 가능하다.
- [0030] 도 1은 본 발명에 따른 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자(10)의 개략적인 구조를 도시하고 있다. 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 전면 발광 백색 유기 전계 발광소자(10)는 기관(11), 반사 전극(12), 투과 전극(18), 상기 반사 전극(12)과 투과 전극(18) 사이에 형성된 적어도 두 개의 유기 발광층(14, 16), 상기 적어도 두 개의 발광층(14, 16)에 전자와 정공을 제공하기 위한 층들(13, 15, 17) 및 투과 전극(18)의 외부면에 형성된 광경로 조절층(19)을 포함한다. 기관(11)은 예컨대 유리 등으로 이루어질 수 있으며, 유기 전계 발광소자(10)의 동작을 제어하기 위하여 박막 트랜지스터(thin film transistor; TFT)가 상기 기관(11)에 마련될 수 있다. 투과 전극(18)은 예컨대 ITO(Indium Tin Oxide)나 IZO(Indium Zinc Oxide)와 같은 투명 전도성 산화물(transparent conductive oxide; TCO)을 사용할 수 있다. 그러나 투과 전극(18) 대신에 금속을 얇게 코팅하여 형성된 반투과 전극을 사용하는 것도 가능하다.
- [0031] 여기서 반사 전극(12)을 양극으로 하고 투과 전극(18)을 음극으로 형성할 수도 있으며, 반대로 반사 전극(12)을 음극으로 하고 투과 전극(18)을 양극으로 형성할 수도 있다. 반사 전극(12)이 양극이고 투과 전극(18)이 음극인 경우, 반사 전극(12)과 제 1 발광층(14) 사이의 층(13)에는 정공 수송층(HTL)이 배치되고, 투과 전극(18)과 제 2 발광층(16) 사이의 층(17)에는 전자 수송층(ETL)이 배치될 수 있다. 반대로, 반사 전극(12)이 음극이고 투과 전극(18)이 양극인 경우에는, 반사 전극(12)과 제 1 발광층(14) 사이의 층(13)에는 전자 수송층(ETL)이 배치되고, 투과 전극(18)과 제 2 발광층(16) 사이의 층(17)에는 정공 수송층(HTL)이 배치될 수 있다. 또한, 제 1 발광층(14)과 제 2 발광층(16) 사이에는 상기 제 1 발광층(14)과 제 2 발광층(16) 사이의 거리를 조절하기 위한 유기물층(15)이 추가로 배치될 수 있다.
- [0032] 또한, 제 1 및 제 2 발광층(14, 16)은 백색광을 형성하기 위하여 여러 가지 다양한 구조로 형성될 수 있다. 예컨대, 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 제 1 및 제 2 발광층(14, 16)은 각각 적색 발광층(14R, 16R), 청색 발광층(14B, 16B) 및 녹색 발광층(14G, 16G)으로 이루어질 수 있다. 그러나, 서로 보색 관계에 있는 광을 방출하는 두 종류 이상의 발광재료로 상기 제 1 및 제 2 발광층(14, 16)을 형성할 수도 있다.
- [0033] 일반적으로, 우수한 품질의 백색을 제공하며 넓은 색영역을 표현할 수 있는 백색 유기 전계 발광소자를 구성하기 위해서는, 유기 전계 발광소자 내에 다중 공진을 발생시킴으로써, 유기 전계 발광소자의 외부로 추출되는 광의 광학 모드를 확연히 분리된 다중 모드로 만들어야 한다. 또한, 넓은 색영역을 표현하고 광시야각에서 색변화가 적은 백색 유기 전계 발광소자를 구성하기 위해서는, 시야각이 변하면서 발생하는 광경로 차이에 의한 광학 모드의 변화를 최대한 줄일 수 있어야 한다.
- [0034] 먼저, 본 발명에 따르면, 도 1에 도시된 유기 전계 발광소자(10) 내에서 다중 공진을 발생시키기 위하여, 투과 전극(18)과 반사 전극(12) 사이의 두께를 임의의 두께로 유지하고, 상기 투과 전극(18)의 상부에 광경로 조절층(19)을 도입하여 공진기의 광학적 두께를 최적으로 설계한다. 본 발명의 발명자는 이러한 구조의 백색 유기 전계 발광소자(10)에서 광경로 조절층(19)을 도입하여 공진 조건을 적절히 선택함으로써 백색광의 품질을 향상시키는 것이 가능하다는 것을 발견하였다. 일반적으로 공진기의 공진 모드의 파장(즉, 공진 파장)은 공진기의 광학적 두께에 의해 결정된다. 그리고, 공진기의 광학적 두께를 두껍게 할 경우에는 약 400~700nm 파장의 가시광선 영역에서 다수의 공진 모드가 존재하게 된다. 따라서, 상기 백색 유기 전계 발광소자(10)에서 광경로 조절층(19)의 광학적 두께를 적절히 조절하면, 다중 모드 공진을 설계할 수 있다.
- [0035] 페브리-페로(Fabry-Perot) 간섭 조건에 따르면, 상기 백색 유기 전계 발광소자(10)의 광경로 조절층(19)과 반사 전극(12) 사이에 다수의 층들이 형성된 구조에서 공진 모드(resonator mode)가 존재할 조건은 일반적으로 다음의 수학적(1)과 같다.

수학식 1

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

[0036]

[0037]

상기 수학식(1)에서,  $n_{j\lambda}$ 는 파장  $\lambda$ 에 대한 백색 유기 전계 발광소자(10)의  $j$ 번째 층의 굴절률이고,  $d_j$ 는  $j$ 번째 층의 두께이며,  $\delta_j$ 는 빛이  $j$ 번째 층을 통과할 때와 광경로 조절층(19), 투과 전극(18)과 반사 전극(12)에서 반사될 때 나타나는 위상변화의 크기이다. 또한,  $q$ 는 임의의 정수를 나타낸다. 여기서, 광학적 두께가 아주 두꺼워지면, 서로 다른 파장에서 서로 다른  $q$  값을 만족하는 다중 해가 존재함을 알 수 있다.

[0038]

이러한 조건을 만족하기 위해서, 도 1에는 편의를 위해 광경로 조절층(19)이 얇게 도시되어 있으나, 유효한 다중 공진을 얻기 위해서는 광경로 조절층(19)의 두께를 충분히 두껍게 형성하는 것이 바람직하다. 실제로 상기 광경로 조절층(19)의 두께는 투과 전극(18)과 반사 전극(12) 사이의 두께보다 더 클 수도 있다. 예컨대, 상기 광경로 조절층(19)의 두께는 최소 300~400nm 정도이고 최대 700~900nm 정도일 수 있다.

[0039]

또한, 상기 투과 전극(18)과 광경로 조절층(19) 사이의 계면에서 반사를 줄이기 위하여, 상기 광경로 조절층(19)의 굴절률은 투과 전극(18) 및 상기 투과 전극(18)과 반사 전극(12) 사이의 유기물층들의 굴절률과 비슷할 수 있다. 예컨대, 상기 광경로 조절층(19)의 굴절률은 가시광선 영역에서 약 1.6~2.6 사이에 있을 수 있다. 그리고 광경로 조절층(19) 내부에서의 광손실을 최소화하기 위하여, 상기 광경로 조절층(19)의 광투과도가 우수한 것이 좋다. 예컨대, 광경로 조절층(19)의 광투과도는 가시광선 영역에서 대략 90% 이상일 수 있다. 이러한 광경로 조절층(19)의 재료로서, 예컨대,  $Al_2O_3$ ,  $BaO$ ,  $MgO$ ,  $HfO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $CaO_2$ ,  $SrO_2$ ,  $Y_2O_3$ ,  $Si_3N_4$ ,  $AlN$ ,  $GaN$ ,  $ZnS$ ,  $CdS$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 조합을 사용할 수 있다.

[0040]

비록 도면에는 도시되지 않았지만, 상기 광경로 조절층(19)의 상면에는 가스 또는 저굴절률 충전물로 이루어진 저굴절률층이 배치될 수 있다. 저굴절률층은 광경로 조절층(19)의 상면에서 쉽게 반사를 일으키기 위한 것으로, 굴절률이 1.4보다 작은 것이 적당하다. 이러한 저굴절률층은 광경로 조절층(19) 위에 별도로 적층된 물리적인 층만을 의미하는 것은 아니며, 광경로 조절층(19) 외부에 단순한 공기 또는 다른 가스 상태로 존재할 수도 있다. 특히, 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자(10)가 디스플레이 장치의 화소 내에 봉지된 경우, 저굴절률층은 화소 내부의 공간에 충전된 재료를 의미할 수도 있다. 결과적으로, 저굴절률층은 상기 광경로 조절층(19)의 상면에서 반사가 용이하게 이루어질 수 있도록, 광경로 조절층(19)의 상면에 굴절률이 높은 다른 물질이 존재하지 않는다는 것으로 이해할 수도 있다. 예컨대, 유기 전계 발광소자(10)가 봉지될 때, 유리와 같은 봉지 재료가 광경로 조절층(19)과 직접 접촉하지 않고, 저굴절률층이 그 사이에 개재된다.

[0041]

또한, 도면에는 도시되어 있지 않지만, 상기 광경로 조절층(19)과 굴절률이 1.4 이상인 다른 층(예컨대, 컬러 필터)과의 직접적인 접촉을 형성하는 경우에 반사도를 높이기 위하여, 상기 광경로 조절층(19)의 상면에 고굴절률의 유전체층과 저굴절률의 유전체층이 반복된 다층 유전체 미러 또는 박막 금속층의 미러를 더 형성할 수도 있다.

[0042]

이러한 구조에서 공진기는 주로 반사 전극(12)과 광경로 조절층(19) 사이에 형성될 수 있다. 또한 투과 전극(18)이 소정의 반사도를 갖는 경우에는, 반사 전극(12)과 투과 전극(18) 사이 및 광경로 조절층(19)과 투과 전극(18) 사이에도 공진기가 형성될 수 있다. 만약 투과 전극(18)의 반사도가 커지면, 공진은 주로 반사 전극(12)과 투과 전극(18) 사이에서만 일어나게 된다. 그 결과, 투과 전극(18)의 반사도가 지나치게 큰 경우, 다중 공진의 효과가 감소하게 된다. 이러한 점을 고려할 때, 본 발명에 따르면 상기 투과 전극(18)의 반사도는 약 0.1~50%가 적당하며, 최적으로는 약 0.1~30%가 적당하다. 가능한 한 상기 투과 전극(18)의 반사도를 작게 함으로써, 반사 전극(12)과 광경로 조절층(19) 사이에 주된 공진이 일어날 수 있도록 한다.

[0043]

한편, 넓은 색영역을 표현하고 광시야각에서 색변화가 적은 백색 유기 전계 발광소자를 구성하기 위해서는, 앞서 설명한 바와 같이, 시야각이 변하면서 발생하는 광경로 차이에 의한 광학 모드의 변화를 최대한 줄일 수 있어야 한다. 본 발명에 따르면, 광경로 차이에 의한 광학 모드의 변화를 줄이기 위하여, 상기 제 1 발광층(14)과 제 2 발광층(16) 사이의 거리차( $L1-L2$ )를 보강 간섭 조건을 만족하는 거리로 정한다. 특히, 제 1 발광층(14)과 제 2 발광층(16)의 동일한 색을 발광하는 단색 발광층 쌍들 사이의 거리차도 역시 보강 간섭 조건을 만족하는 거리로 정할 수 있다. 예컨대, 제 1 적색 발광층(14R)과 제 2 적색 발광층(16R) 사이의 거리( $d1$ ), 제 1 청색 발

광층(14B)과 제 2 청색 발광층(16B) 사이의 거리(d2), 및 제 1 녹색 발광층(14G)과 제 2 녹색 발광층(16G) 사이의 거리(d3)가 각각 보강 간섭을 허용하도록 정해진다. 아래의 표 1에는 각각의 발광색별로 보강 간섭이 허용되는 거리를 나타내고 있다.

표 1

발광색	Blue	Green	Red
중심 파장 (nm)	460 nm	520 nm	610 nm
보강 간섭 조건 (주기 (T))	121 nm	141 nm	169 nm

[0044]

[0045]

표 1을 통해 알 수 있듯이, 발광색별로 보강 간섭을 만족하는 거리가 조금씩 다르다. 예컨대, 제 1 적색 발광층(14R)과 제 2 적색 발광층(16R) 사이의 거리(d1)는 약 169nm인 것이 적당하고, 제 1 청색 발광층(14B)과 제 2 청색 발광층(16B) 사이의 거리(d2)는 약 121nm인 것이 적당하며, 및 제 1 녹색 발광층(14G)과 제 2 녹색 발광층(16G) 사이의 거리(d3)는 약 141nm인 것이 적당하다. 이러한 거리는 제 1 발광층(14)과 제 2 발광층(16) 사이의 유기물층(15)의 두께 및 각각의 단색 발광층들(14R, 14G, 14B, 16R, 16G, 16B)의 두께를 조절함으로써 조절이 가능하다. 그러나, 실제 제조 공정에서는 편의상 세 개의 거리(d1, d2, d3)를 모두 동일하게 형성하더라도 무방하다. 이때, 제 1 발광층(14)과 제 2 발광층(16)에서 동일한 색을 내는 단색 발광층들 사이의 거리는 적어도 청색의 중심 파장이 보강 간섭 조건을 만족하는 거리보다 큰 것이 좋다. 이 경우에도, 제 1 발광층(14)과 제 2 발광층(16)에서 동일한 색을 내는 단색 발광층들 사이의 거리에 대한 공차를 약 ±10%까지 허용할 수 있다. 따라서, 제 1 발광층(14)과 제 2 발광층(16)에서 동일한 색을 내는 단색 발광층들 사이의 거리는 적어도 청색의 중심 파장이 보강 간섭 조건을 만족하는 거리의 ±10% 내에 들 수도 있다.

[0046]

도 1을 참조하면, 이러한 본 발명에서 상기 백색 유기 전계 발광소자(10)에 대해 수직으로 방출되는 광은 제 1 공진기(R1)에 의해 형성되는 것으로 볼 수 있으며, 소정의 각도로 경사지게 방출되는 광은 기울어진 제 2 공진기(R2)에 의해 형성되는 것으로 볼 수 있다. 종래의 경우에 이렇게 시야각에 따라 광경로 길이가 변하면서 서로 다른 공진 모드가 형성되어 색변화가 발생하였다. 그러나 본 발명의 경우에, 제 1 발광층(14)에서 발생한 광과 제 2 발광층(16)에서 발생한 광이 보강 간섭을 하면서, 제 1 발광층(14)에 의해 발생하는 색변화가 제 2 발광층(16)에 의해 발생하는 색변화에 의해 상쇄될 수 있다. 여기서, 경사지게 방출되는 광에 대해 제 1 발광층(14)과 제 2 발광층(16) 사이의 거리차가 L3-L4로 변하지만, 이 정도의 거리 변화는 여전히 보강 간섭 조건 내에 있는 것으로 볼 수 있다. 이렇게 두 개의 이상의 발광층에서 발생하는 광들 사이의 보강 간섭이 발생하도록 발광층들 사이의 거리를 선택하면, 시야각의 변화에 따른 색변화를 크게 감소시킬 수 있다.

[0047]

이러한 본 발명의 특징을 확인하기 위하여, 서로 다른 구성을 갖는 두 유기 전계 발광소자의 예에 대해 전산모사(computer simulation)를 실시하였다. 한 예는 본 발명과 같이 보강 간섭 조건을 만족하는 거리에 있는 두 개의 백색 발광층을 구비하는 유기 전계 발광소자의 예시적인 실시예이고, 비교예는 단지 하나의 백색 발광층만을 갖는 유기 전계 발광소자이다.

[0048]

**제 1 전산모사: 비교예 - 하나의 백색 발광층을 사용하는 경우**

[0049]

제 1 전산모사는 도 2에 도시된 비교예에 대해 실시하였다. 도 2를 참조하면, 비교예에 따른 백색 유기 전계 발광소자(20)는 기관(21), 상기 기관(21)에 각각 차례로 형성된 반사 전극(22), p 타입으로 도핑된 정공 수송층(23), 전자 차단층(24), 백색 발광층(25), 정공 차단층(26), n 타입으로 도핑된 전자 수송층(27), 투과 전극(28), 및 광경로 조절층(29)을 포함한다. 여기서, 반사 전극(22)은 양극으로서, 정공을 제공하기 위하여 비교적 높은 일함수를 갖는 ITO로 이루어진 투명 전극(22a)과 반사를 위한 금속 전극(22b)으로 이루어질 수 있다. 그리고 투과 전극(28)은 음극으로서, ITO를 사용하거나 얇은 금속막을 사용할 수 있다. 백색 발광층(25)은 적색 발광층(25R), 청색 발광층(25B) 및 녹색 발광층(25G)으로 이루어질 수 있다.

[0050]

이러한 도 2에 도시된 비교예에서, 제 1 전산모사는, 금속 전극(22b)과 투과 전극(28) 사이의 광학적 두께를 200nm 로 하고, 위상 변화를 고려한 공진 모드의 파장(또는, 공진 파장)을 314nm 로 하고, 광경로 조절층(29)의 두께를 490nm 로 하여 수행하였다. 이때, 광경로 조절층(29)의 굴절률은 2이고, 흡수계수가 0이라고

가정하였다. 그리고, 도 2에 도시된 백색 발광층(25) 내의 적색 발광층(25R), 청색 발광층(25B) 및 녹색 발광층(25G)의 위치에서 세기가 1로 동일한 백색광이 각각 방출되는 것으로 가정하였다.

[0051] 이렇게 해서 얻은 유기 전계 발광소자(20)의 투과 스펙트럼에 도 4에 도시된 적색(R), 청색(B) 및 녹색(G) 광에 대한 내부 발광 스펙트럼을 2.3:0.6:2의 비율로 곱하여, 유기 전계 발광소자(20)의 외부 발광 스펙트럼을 얻을 수 있다. 여기서, 상기 비율은 도 4가 정규화(normalization)된 값이므로 도 4의 내부 발광 스펙트럼이 실제로 제작된 백색 발광층의 특성에 부합하도록 곱해진 것이다. 그러면 정면에서 보았을 때, 색좌표 상에서 (0.298, 0.341)의 백색 스펙트럼을 얻을 수 있다.

[0052] 또한, 상술한 방식으로 얻은 외부 발광 스펙트럼을 도 5에 나타난 컬러 필터의 투과도 스펙트럼과 곱하면, 백색광이 각각 적색, 녹색 및 청색 컬러 필터를 통과하였을 때의 각 색의 색좌표와 이 색들의 합인 백색의 색좌표를 얻을 수 있다. 그 결과를 아래의 표 2에 정리하였다. 표 2를 통해 알 수 있듯이, 컬러 필터를 통과한 후에는 정면에서 보았을 때 (0.295, 0.355)의 백색 스펙트럼을 얻을 수 있다. 또한, 이렇게 계산된 색좌표를 NTSC(National Television System Committee) 색좌표와 비교하기 위하여, 도 6에 제 1 전산모사 결과의 색좌표와 NTSC 색좌표를 함께 나타내었다. 도 6에서 '-●-'로 표시한 것은 NTSC 색좌표이며, '-▼-'로 표시한 것은 제 1 전산모사 결과의 색좌표이다. 제 1 전산모사 결과에 따르면 정면에서 보았을 때, 약 89%의 색 재현율을 얻을 수 있다.

표 2

[0053]

		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

[0054] 따라서, 정면에서 보았을 때 도 2에 도시된 비교예는 전체적으로 우수한 성능을 나타낸다. 그러나 도 7에 도시된 시야각에 따른 외부 발광 스펙트럼의 변화를 보면, 시야각에 따라 외부 발광 스펙트럼이 크게 변한다는 것을 알 수 있다. 도 2에 도시된 비교예의 시야각에 따른 색좌표의 변화를 나타내는 그래프인 도 8a와, 시야각에 따른 색좌표의 변화를 u' 및 v' 값으로 나타내는 그래프인 도 8b, 및 정면을 기준으로 할 때 시야각에 따른 u'v' 값의 편차(Del(u'v'))를 나타내는 그래프인 도 8c를 보면, 시야각이 커질수록 색변화가 크게 나타난다는 것을 알 수 있다.

[0055] **제 2 전산모사: 실시예 - 보장 간섭 조건을 만족하는 두 개의 백색 발광층을 사용하는 경우**

[0056] 제 2 전산모사는 도 3에 도시된 본 발명의 예시적인 실시예에 대해 실시하였다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 백색 유기 전계 발광소자(30)는 기관(31)과, 상기 기관(21)에 각각 차례로 형성된 반사전극(32), n 타입으로 도핑된 제 1 전자 수송층(33), 제 1 정공 차단층(34), 제 1 발광층(35), 제 1 전자 차단층(36), pn 접합층(37), 제 2 정공 차단층(38), 제 2 발광층(39), 제 2 전자 차단층(40), p 타입으로 도핑된 제 1 정공 수송층(41), 투과 전극(42) 및 광경로 조절층(43)을 포함할 수 있다. 여기서 반사전극(32)은 음극으로서 작용을 하며, 투과 전극(42)은 양극으로서 작용을 한다. 상기 제 1 발광층(35)은 적색 발광층(35R), 청색 발광층(35B) 및 녹색 발광층(35G)을 포함하는 백색 발광층이며, 제 2 발광층(39)도 역시 적색 발광층(39R), 청색 발광층(39B) 및 녹색 발광층(39G)을 포함하는 백색 발광층이다. 한편, pn 접합층(37)은 전자와 정공을 생성하여 상기 제 1 발광층(35)과 제 2 발광층(39)에 제공하는 역할을 하는 것으로, n 타입으로 도핑된 제 2 전자 수송층(37a)과 p-타입으로 도핑된 제 2 정공 수송층(37b)을 포함할 수 있다. 상기 제 1 전자 차단층(36), pn 접합층(37) 및 제 2 정공 차단층(38)은 도 1에 도시된 유기물층(15)에 대응하며, 제 1 발광층(35)과 제 2 발광층(39) 사이의 거리를 조절하는 역할도 할 수 있다.

[0057] 도 3에는 상기 반사전극(32)이 음극이고 투과 전극(42)이 양극인 경우를 도시하고 있으나, 반사전극(32)을 양극으로 형성하고 투과 전극(42)을 음극으로 형성할 수도 있다. 이 경우, 제 1 전자 수송층(33)부터 제 1 정공 수송층(41)까지의 순서는 완전히 반대가 되어야 한다. 또한, 반사전극(32)은 도 2의 경우와 같이 투명 전도성 산화물로 이루어진 투명 전극과 반사를 위한 금속 전극으로 구성될 수도 있다.

[0058] 이러한 도 3에 도시된 본 발명의 예시적인 실시예에서, 제 2 전산모사는, 반사 전극(32)과 투과 전극(42) 사이의 광학적 두께를 450nm 로 하고, 위상 변화를 고려한 공진 모드의 파장(또는, 공진 파장)을 555nm 로 하고, 광경로 조절층(29)의 두께를 490nm 로 하여 수행하였다. 이때, 광경로 조절층(29)의 굴절률은 2이고, 흡수계수가 0이라고 가정하였다. 또한, 제 1 발광층(35)과 제 2 발광층(39) 사이의 pn 접합층(37)의 두께를 청색의 보강 간섭 주기인 121nm보다 약간 두꺼운 125nm로 하였다. 그리고, 제 1 및 제 2 발광층(35, 39) 내의 적색 발광층(35R, 39R), 청색 발광층(35B, 39B) 및 녹색 발광층(35G, 39G)의 위치에서 세기가 1로 동일한 백색광이 각각 방출되는 것으로 가정하였다.

[0059] 이렇게 해서 얻은 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자(30)의 투과 스펙트럼에 도 4에 도시된 적색(R), 청색(B) 및 녹색(G) 광에 대한 내부 발광 스펙트럼을 2.3:0.6:2의 비율로 곱하여, 도 3에 도시된 유기 전계 발광소자(30)의 외부 발광 스펙트럼을 얻을 수 있다. 여기서, 상기 비율은 도 4가 정규화(normalization)된 값이므로 도 4의 내부 발광 스펙트럼이 실제로 제작된 백색 발광층의 특성에 부합하도록 곱해진 것이다. 그러면 정면에서 보았을 때, 색좌표 상에서 (0.280, 0.300)의 백색 스펙트럼을 얻을 수 있다.

[0060] 또한, 상술한 방식으로 얻은 유기 전계 발광소자(30)의 외부 발광 스펙트럼을 도 5에 나타난 컬러 필터의 투과도 스펙트럼과 곱하면, 백색광이 각각 적색, 녹색 및 청색 컬러 필터를 통과하였을 때의 각 색의 색좌표와 이 색들의 합인 백색의 색좌표를 얻을 수 있다. 그 결과를 아래의 표 3에 정리하였다. 표 3를 통해 알 수 있듯이, 컬러 필터를 통과한 후에는 정면에서 보았을 때 (0.284, 0.315)의 백색 스펙트럼을 얻을 수 있다. 또한, 이렇게 계산된 색좌표를 NTSC(National Television System Committee) 색좌표와 비교하기 위하여, 도 6에 제 1 및 2 전산모사 결과의 색좌표와 NTSC 색좌표를 함께 나타내었다. 도 6에서 '-●-'로 표시한 것은 NTSC 색좌표이며, '-▼-'로 표시한 것은 제 1 전산모사 결과의 색좌표이고, '-▲-'로 표시한 것은 제 2 전산모사 결과의 색좌표이다. 제 2 전산모사 결과에 따르면 정면에서 보았을 때, 약 94%의 매우 우수한 색 재현율을 얻을 수 있다.

**표 3**

[0061]

		x	y
original	W	0.280	0.300
color filter	W	0.284	0.315
	R	0.663	0.325
	G	0.198	0.665
	B	0.135	0.074

[0062] 따라서, 본 발명에 따르면 도 2에 도시된 비교예와 비교하여 색 재현율이 약 5% 정도 향상된다는 것을 알 수 있다. 또한, 도 9에 도시된 본 발명의 예시적인 실시예의 시야각에 따른 외부 발광 스펙트럼의 변화를 보면, 도 7에 도시된 비교예의 경우에 비하여 시야각의 변화에 의한 외부 발광 스펙트럼의 변화가 비교적 작다는 것을 알 수 있다. 도 3에 도시된 본 발명의 예시적인 실시예에 대한 시야각에 따른 색좌표의 변화를 나타내는 그래프인 도 10a와, 시야각에 따른 색좌표의 변화를 u' 및 v' 값으로 나타내는 그래프인 도 10b, 및 정면을 기준으로 할 때 시야각에 따른 u'v'값의 편차(Del(u'v'))를 나타내는 그래프인 도 10c를 보면, 시야각이 커지더라도 색변화가 크게 나타나지 않는다는 것을 알 수 있다. 비교예에 관한 도 8c의 그래프와 비교할 때, 시야각에 따른 u'v'값의 최대 편차가 약 0.116에서 약 0.017로 약 10배 정도 감소된다는 것을 확인할 수 있다.

[0063]

또한, 도 11a는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 적색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 색좌표 변화를 나타내는 그래프이고, 도 11b는 녹색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 색좌표 변화를 나타내는 그래프이며, 도 11c는 청색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 색좌표 변화를 나타내는 그래프이고, 도 11d는 모든 컬러 필터를 투과했을 경우의 전체적인 백색광에 대한 시야각에 따른 색좌표 변화를 나타내는 그래프이다. 그리고, 도 12a는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 적색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이고, 도 12b는 녹색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이며, 도 12c는 청색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이고, 도 12d는 모든 컬러 필터를 투과했을 경우의 전체적인 백색광에 대한 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이다. 도 11a 내지 도 11d를 보면, 컬러 필터를 투과한 후에도 시야각에 따른 색변화가 매우 작다는 것을 확인할 수 있다. 또한, 도 12a 내지 도 12d를 보면, 컬러 필터를 투과한 후에 적색, 녹색, 청색과 이들의 합인 백색에 대한 Del(u'v')의 최대값이 각각 약 0.029, 약 0.04, 약 0.033, 및 약 0.027 정도로 매우 작게 유지됨을 확인할 수 있다.

- [0064] 한편, 상술한 본 발명에 따른 유기 전계 발광소자를 컬러 디스플레이 장치에 사용할 경우, 매우 높은 색 재현율을 가지며 시야각에 따른 색변화가 매우 작은 컬러 디스플레이 장치를 얻을 수 있다. 도 13은 이러한 본 발명에 따른 백색 유기 전계 발광소자(10)를 이용한 컬러 디스플레이 장치(100)의 단면도를 도시하고 있다. 도 13을 참조하면, 하나의 공통 기관(11) 위에 서브화소 별로 각각 반사 전극(12)이 형성되며, 그 위에 공통적으로 정공 수송층(13), 제 1 발광층(14), 유기물층(15), 제 2 발광층(16), 전자 수송층(17), 투과 전극(18) 및 광경로 조절층(19)이 형성될 수 있다. 그리고, 상기 광경로 조절층(19)과 대향하여 투명한 전면 기관(50)이 배치되며, 전면 기관(50)의 저면에는 각각의 서브화소 별로 적색, 녹색 및 청색의 컬러 필터(51R, 51G, 51B)가 형성되어 있다. 도 13에는 도시하지 않았지만, 각 컬러 필터 사이에는 시인성을 높이기 위해 외부광을 완전히 흡수하는 블랙 매트릭스(black matrix; BM)가 더 형성될 수 있으며, 상기 전면 기관(50)과 광경로 조절층(19) 사이의 공간에 저굴절률층으로서 가스 또는 저굴절률 충전물을 채워 넣을 수 있다. 또한, 반사도를 더욱 높이기 위하여, 광경로 조절층(19)의 상면에 유전체 미러 또는 얇은 금속 미러를 더 형성할 수도 있다.
- [0065] 본 발명에 따르면, 도 13에 도시된 바와 같이, 전극과 발광층을 포함한 유기 전계 발광소자를 모든 서브화소에 대해 서브화소의 색과 관계 없이 동일한 구조의 층으로 구성할 수 있다. 또한, 색깔 별로 서브화소 내의 광학적 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(51R, 51G, 51B)를 이용하여 순수한 색을 구현할 수 있다. 또한, 시야각에 따른 색변화가 크게 감소될 수 있다.
- [0066] 이상과 같이, 백색 유기 전계 발광소자의 특성을 향상시키는 방안에 대하여 논의하였다. 그러나 이러한 본 발명의 원리는 백색 유기 전계 발광소자뿐만 아니라, 독립 증착으로 제작되어 각 화소별로 서로 다른 색을 발광하는 단색 유기 전계 발광소자에도 적용할 수 있다. 예컨대, 도 1 및 도 3에는 적색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층으로 이루어진 적어도 두 개의 백색 발광층이 도시되어 있으나, 백색 발광층 대신에 적색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층 중에서 어느 한 색의 발광층만을 두 개 이상 갖는 단색 유기 전계 발광소자를 제공하는 것도 가능하다. 이 경우에, 동일한 색의 광을 방출하는 두 개 이상의 단색 발광층들 사이의 거리는 표 1에 기재된 보강 간섭 조건을 만족한다. 또한, 적/녹/청의 세 개의 서브화소에 증착된 서로 다른 색을 내는 단색 유기 전계 발광소자의 두께를 모두 동일하게 하고, 투과 전극의 상부에 형성된 광경로 조절층을 충분히 두껍게 하여 다중 공진을 형성시키면, 높은 색 재현율을 가지며 시야각에 따른 색변화가 감소된 단색 유기 전계 발광소자를 구현할 수 있다. 이러한 단색 유기 전계 발광소자를 적/녹/청색의 서브화소로서 사용하는 컬러 디스플레이 장치의 경우, 도 13에 도시된 컬러 필터(51R, 51G, 51B)는 사용하지 않을 수도 있다.
- [0067] 또한, 본 발명의 상세한 설명에서는 전면 발광 방식의 유기 전계 발광소자를 위주로 설명하였지만, 배면 발광 방식의 유기 전계 발광소자도 역시 동일한 원리가 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 전면 발광 방식의 유기 전계 발광소자에만 한정되는 것이 아니라, 배면 발광 방식의 유기 전계 발광소자도 본 발명의 범위에 포함될 수 있다.
- [0068] 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**

- [0069] 도 1은 본 발명에 따른 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자의 기본적인 구조를 개략적으로 도시한다.
- [0070] 도 2는 비교예에 따른 백색 유기 전계 발광소자의 구조를 개략적으로 도시한다.
- [0071] 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 전면 발광 방식의 백색 유기 전계 발광소자의 보다 상세한 구조를 예시적으로 도시한다.
- [0072] 도 4는 본 발명의 전산모사에서 사용되는 적/청/녹색의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [0073] 도 5는 본 발명의 전산모사에서 사용되는 컬러 필터의 투과도 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [0074] 도 6은 도 4의 스펙트럼과 도 5의 컬러 필터 투과도를 사용하여 계산한 색좌표와 NTSC 색좌표를 비교하여 색재현성을 보이는 색도도의 그래프이다.
- [0075] 도 7은 도 2에 도시된 비교예의 시야각에 따른 발광 스펙트럼에 대한 전산모사 그래프이다.

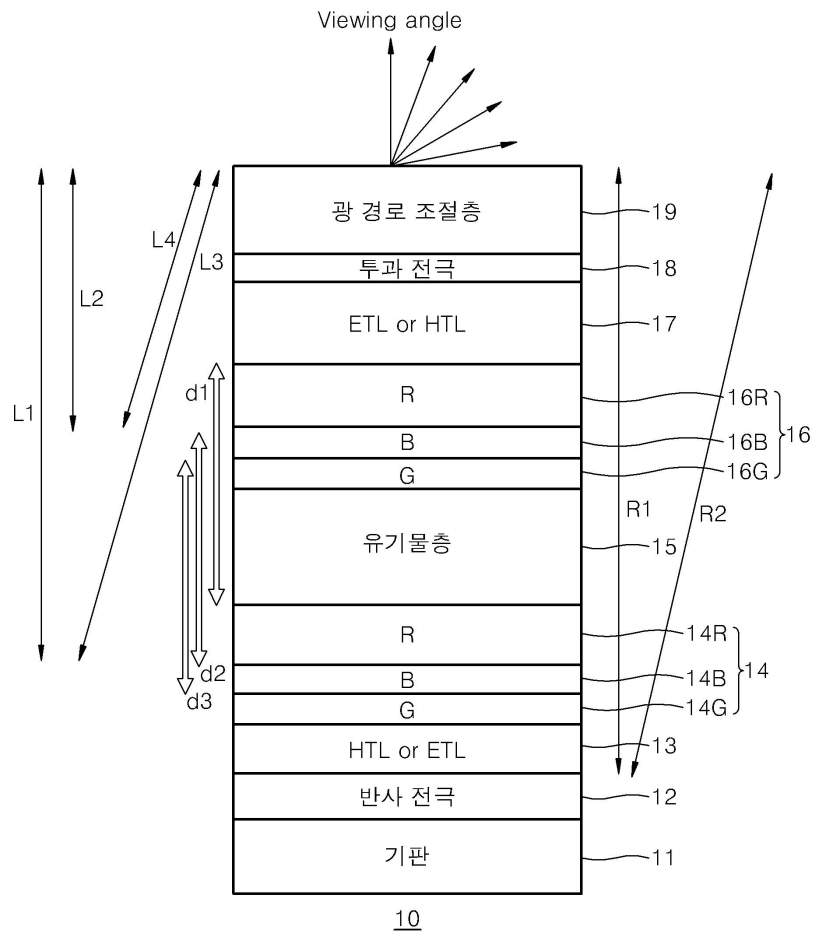
- [0076] 도 8a는 도 2에 도시된 비교예의 시야각에 따른 색좌표의 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0077] 도 8b는 도 2에 도시된 비교예의 시야각에 따른 색좌표의 변화를 u' 및 v' 값으로 나타내는 그래프이다.
- [0078] 도 8c는 도 2에 도시된 비교예에서 정면을 기준으로 할 때 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이다.
- [0079] 도 9는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예의 시야각에 따른 발광 스펙트럼에 대한 전산모사 그래프이다.
- [0080] 도 10a는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예의 시야각에 따른 색좌표의 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0081] 도 10b는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예의 시야각에 따른 색좌표의 변화를 u' 및 v' 값으로 나타내는 그래프이다.
- [0082] 도 10c는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 정면을 기준으로 할 때 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이다.
- [0083] 도 11a는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 적색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 색좌표 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0084] 도 11b는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 녹색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 색좌표 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0085] 도 11c는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 청색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 색좌표 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0086] 도 11d는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 모든 컬러 필터를 투과했을 경우의 전체적인 백색광에 대한 시야각에 따른 색좌표 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0087] 도 12a는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 적색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이다.
- [0088] 도 12b는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 녹색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이다.
- [0089] 도 12c는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 청색 컬러 필터를 투과했을 경우의 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이다.
- [0090] 도 12d는 도 3에 도시된 본 발명의 실시예에서 백색광이 도 5의 모든 컬러 필터를 투과했을 경우의 전체적인 백색광에 대한 시야각에 따른 u'v'값의 편차를 나타내는 그래프이다.
- [0091] 도 13은 본 발명에 따른 백색 유기 전계 발광소자를 이용한 컬러 디스플레이 장치의 단면도이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

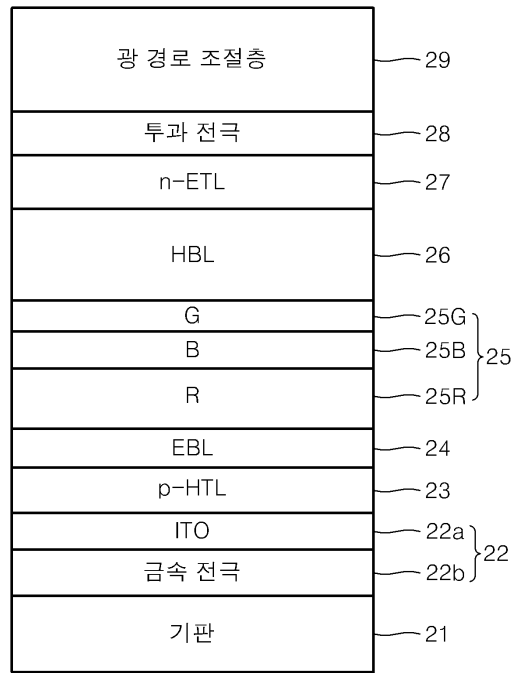
- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>[0093] 10,30.....유기 전계 발광소자</li> <li>[0094] 12,32.....반사 전극</li> <li>[0095] 15.....유기물층</li> <li>[0096] 18,42.....투과 전극</li> <li>[0097] 51R.....적색 컬러 필터</li> <li>[0098] 51B.....청색 컬러 필터</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11,31.....기판</li> <li>14,35.....제 1 발광층</li> <li>16,39.....제 2 발광층</li> <li>19,43.....광경로 조절층</li> <li>51G.....녹색 컬러 필터</li> <li>100.....컬러 디스플레이 장치</li> </ul> |
|---|--|

도면

도면1

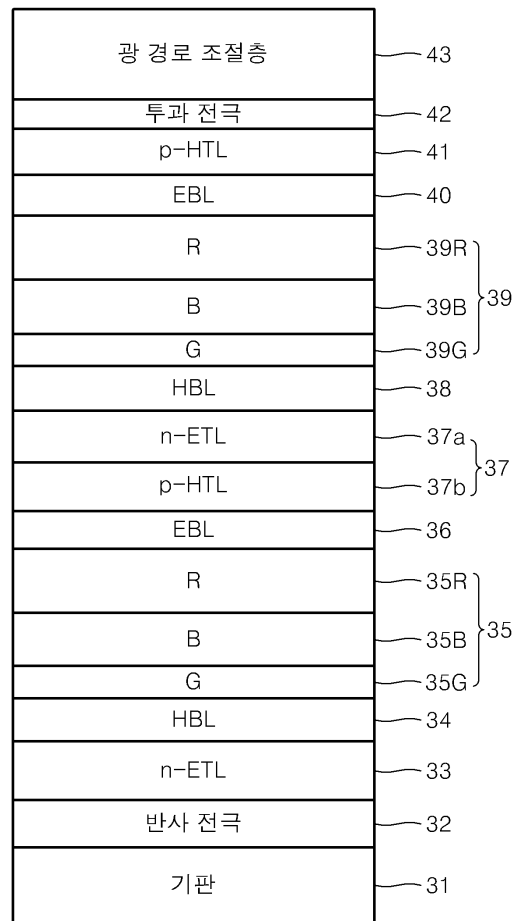


도면2



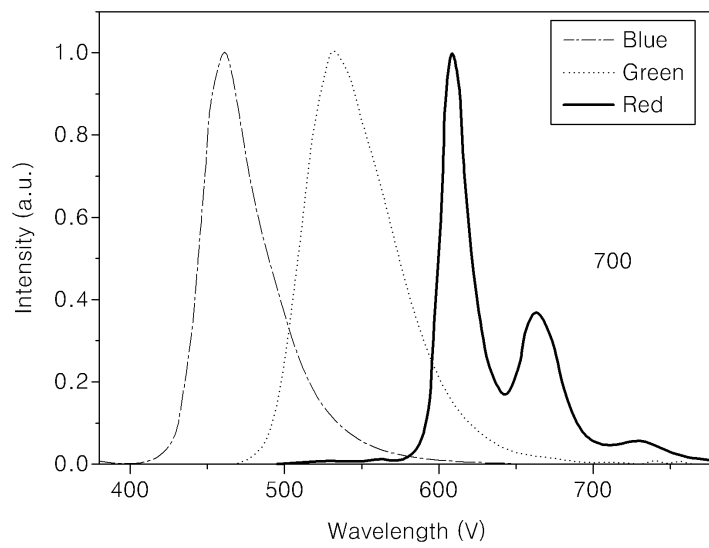
20

도면3

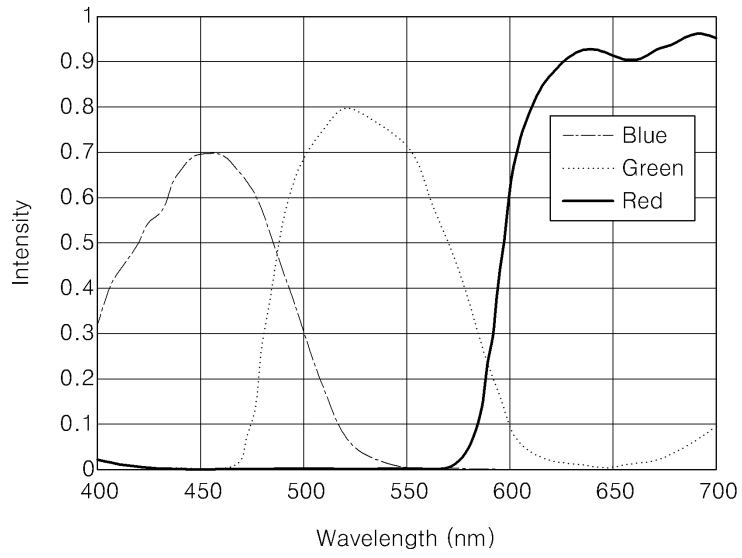


30

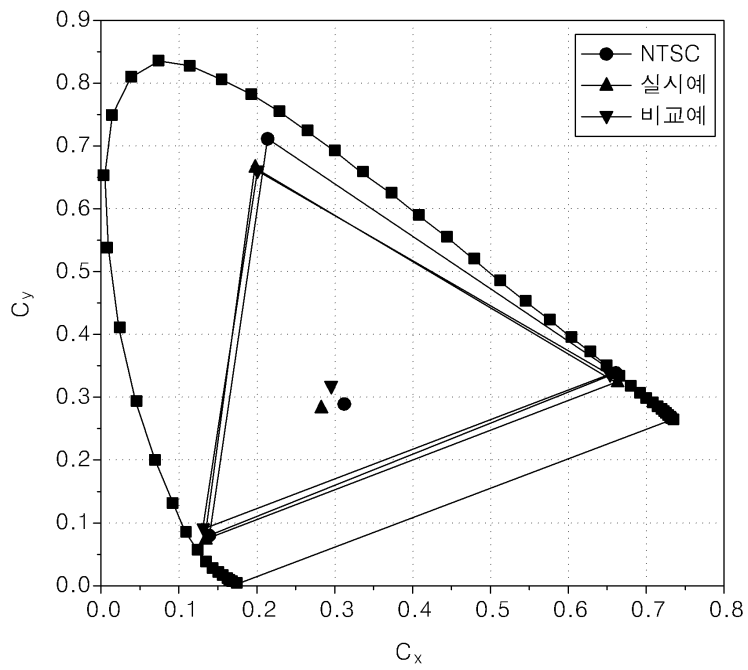
도면4



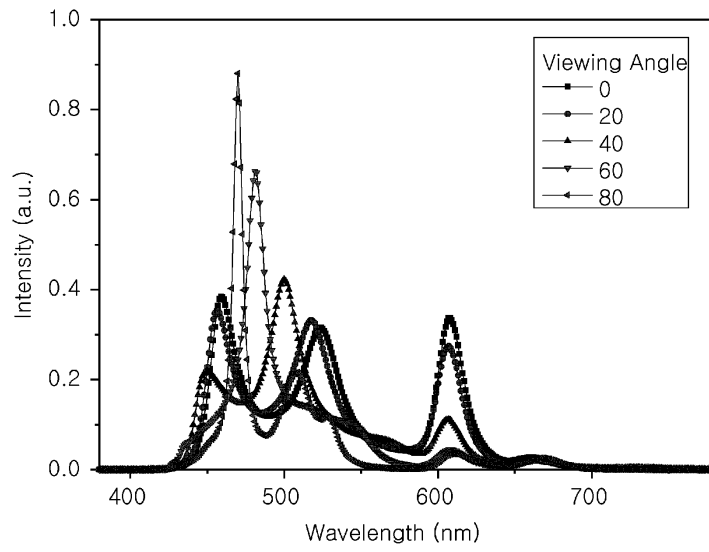
도면5



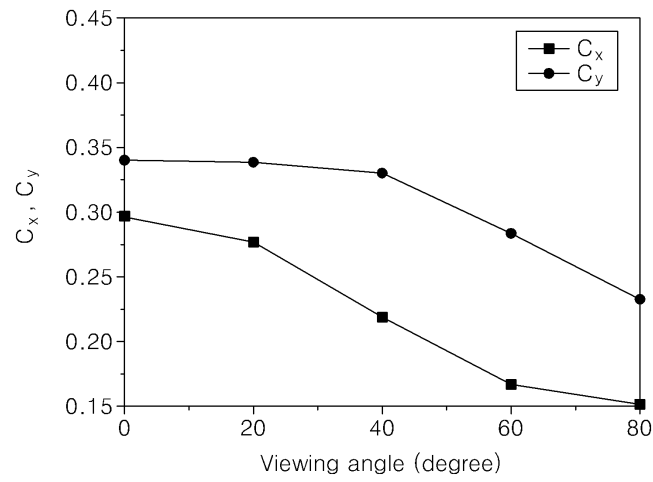
도면6



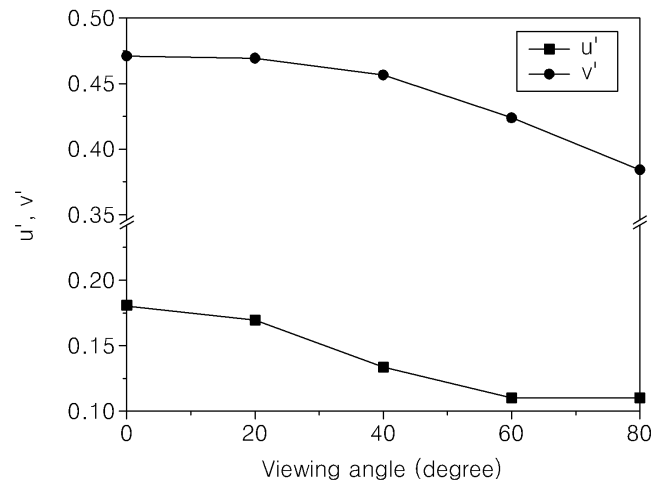
도면7



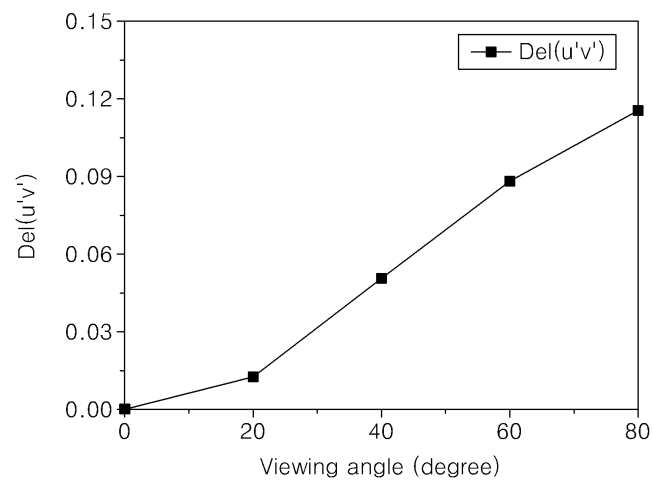
도면8a



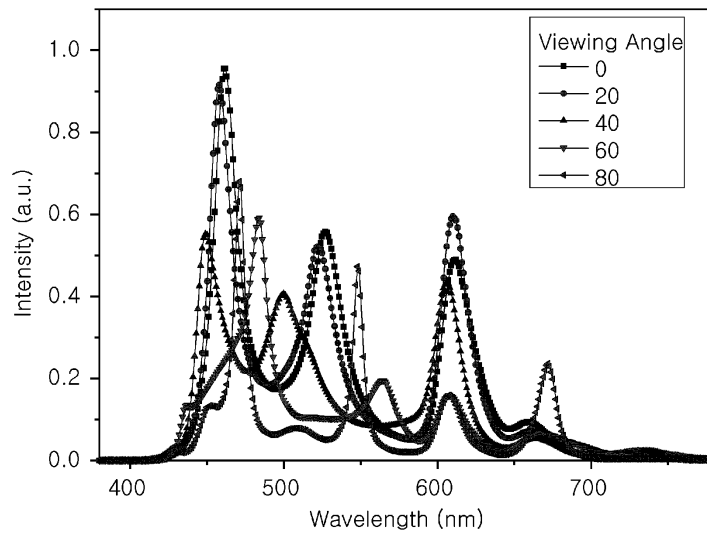
도면8b



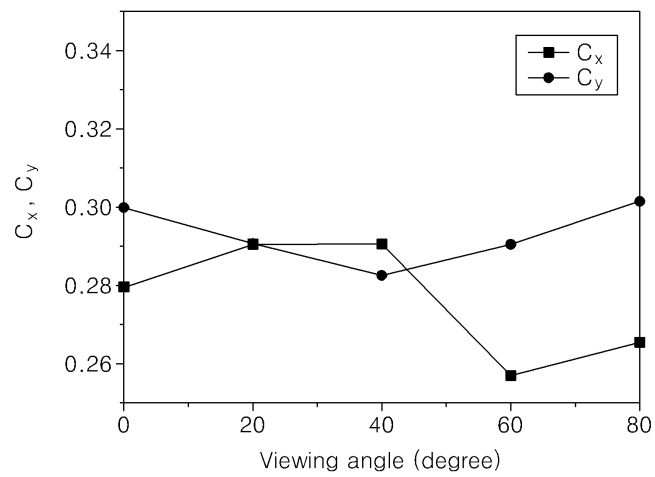
도면8c



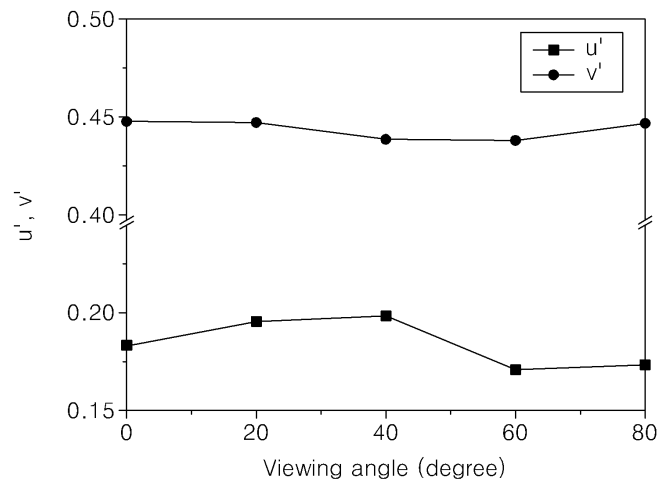
도면9



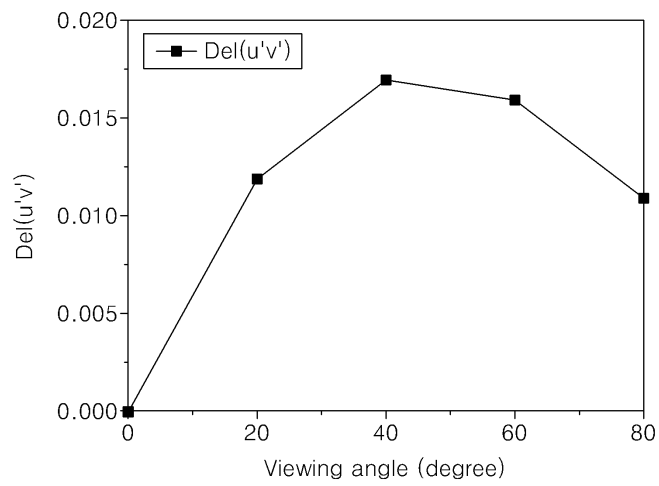
도면10a



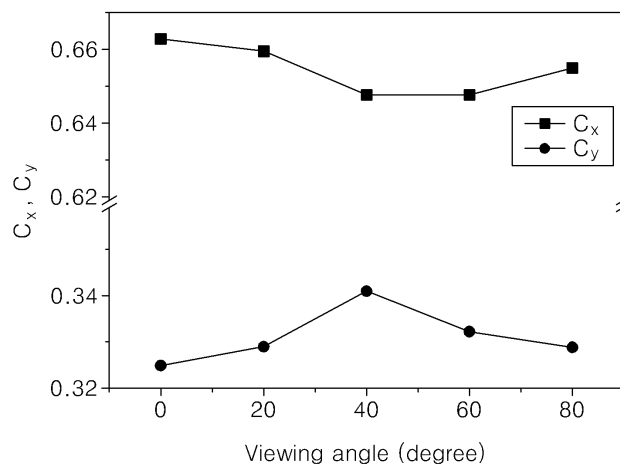
도면10b



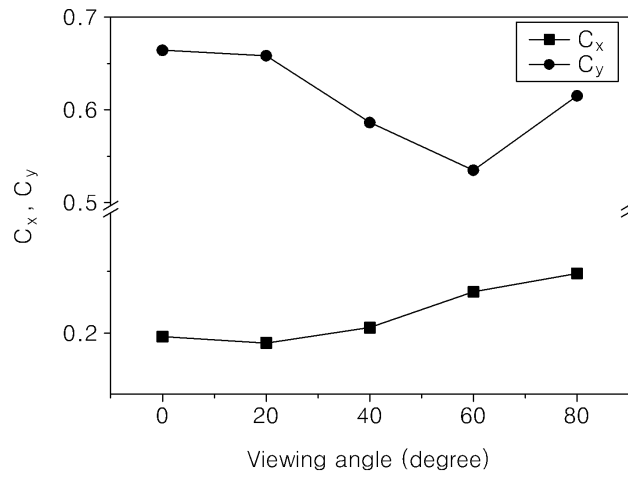
도면10c



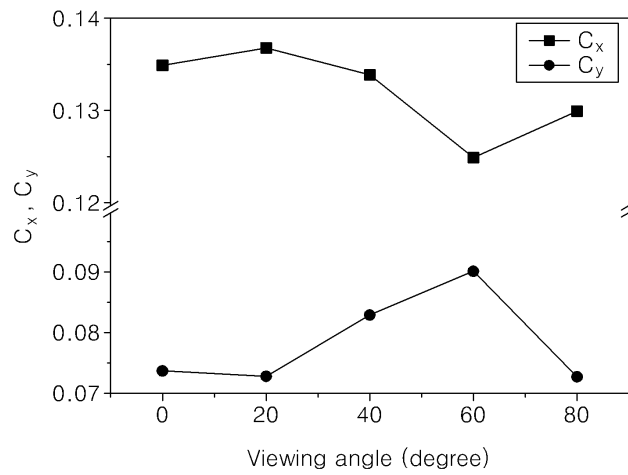
도면11a



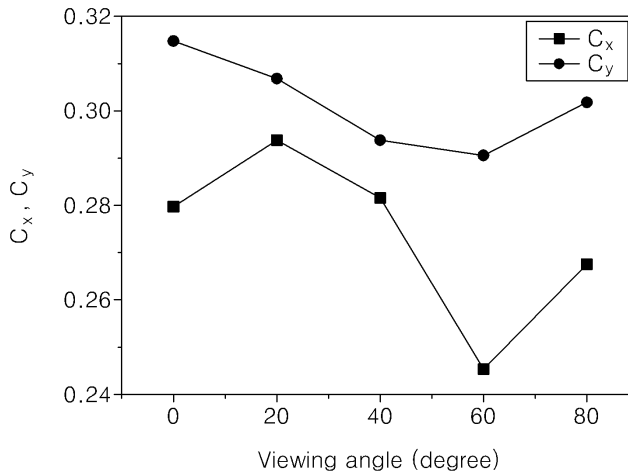
도면11b



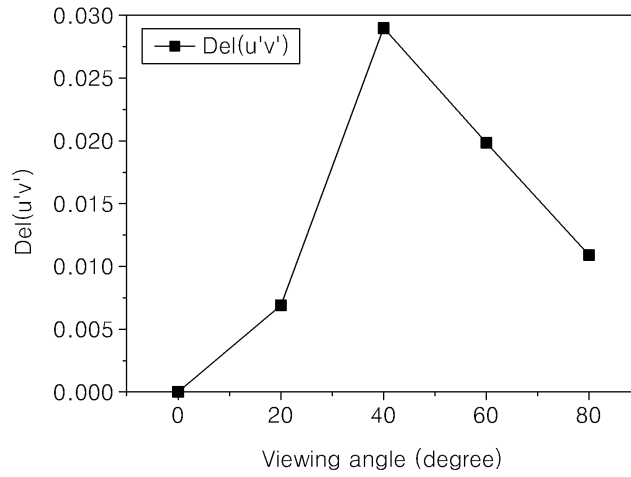
도면11c



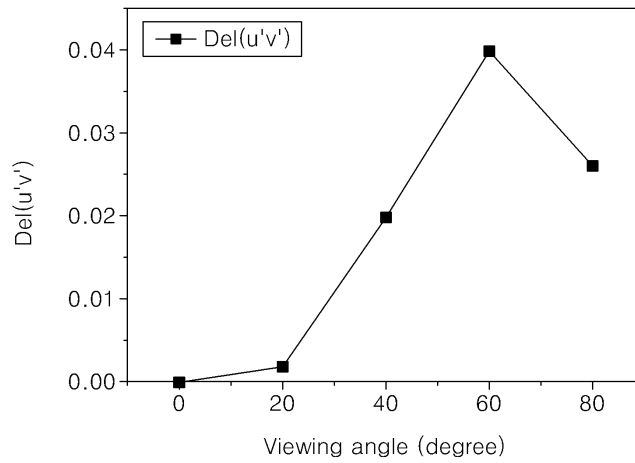
도면11d



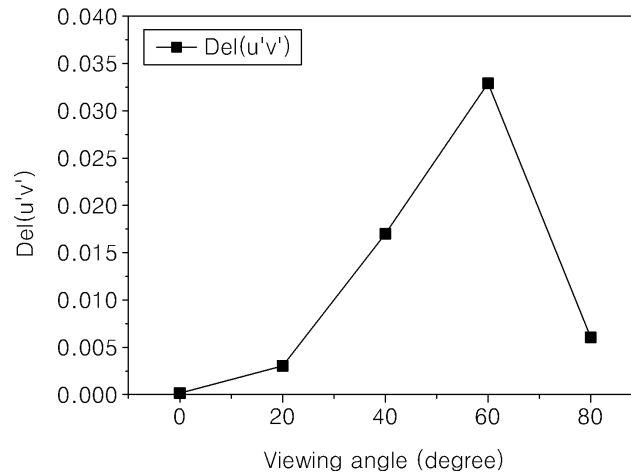
도면12a



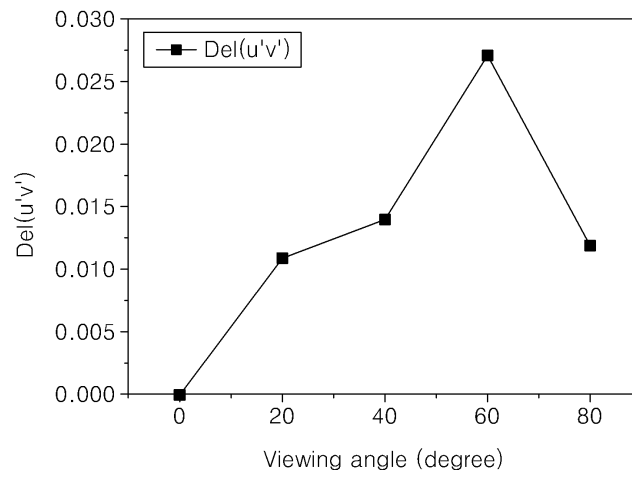
도면12b



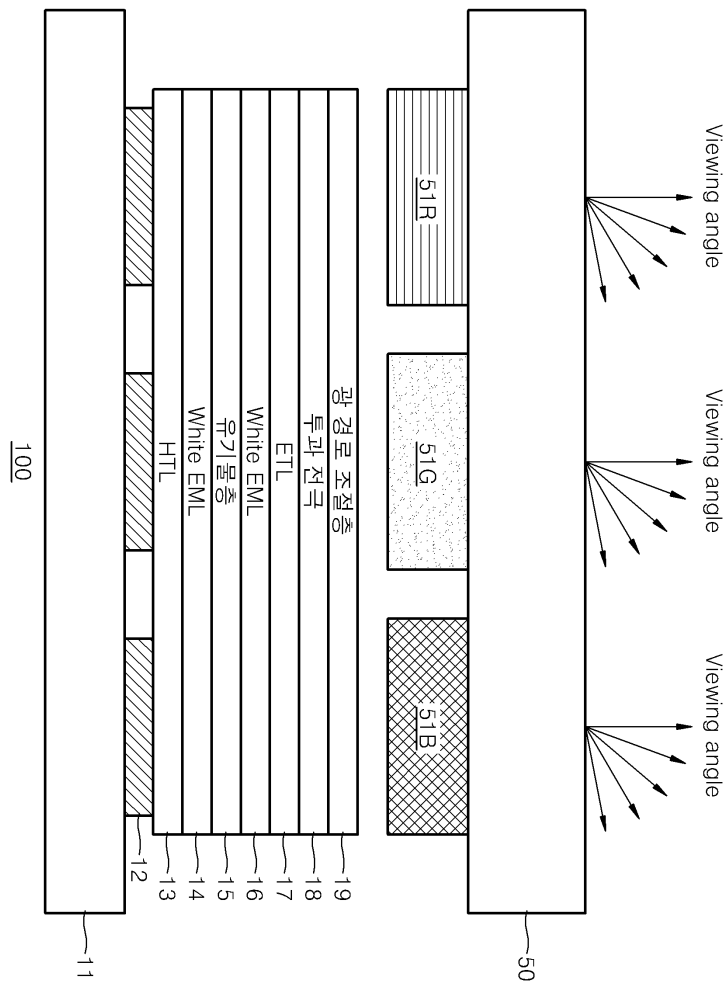
도면12c



도면12d



도면13



专利名称(译)	标题：有机电致发光器件和使用其的彩色显示器件		
公开(公告)号	<a href="#">KR101434362B1</a>	公开(公告)日	2014-08-26
申请号	KR1020070104477	申请日	2007-10-17
[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 KIM SANG YEOL 김상열 KIM MU GYEOM 김무겸 SONG JUNG BAE 송정배		
发明人	이성훈 김상열 김무겸 송정배		
IPC分类号	H05B33/28 H05B33/22 H05B33/14		
CPC分类号	H01L51/5036 H01L51/5265 H01L51/5278		
其他公开文献	KR1020090039065A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

公开了一种具有宽色域和根据视角的小颜色变化的有机电致发光器件，以及使用该装置的彩色显示装置。根据本发明的有机电致发光器件包括：反射电极和透明或半透明电极，设置成彼此面对；至少两个有机发光层插入在反射电极和透射或半透半反电极之间；并且，光路调整层设置在透明或半透明电极的外表面上，其中谐振器形成在反射电极和光路调整层之间，并且有机发光层之间的距离满足在每个有机发光层中产生的光的相长干涉条件。

