



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0025727  
(43) 공개일자 2015년03월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/50 (2006.01) G09F 9/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0103707  
(22) 출원일자 2013년08월30일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)  
(72) 발명자  
송기욱  
경기 고양시 일산서구 킨텍스로 410, 702동 1403호 (일산동, 후곡마을7단지아파트)  
피성훈  
서울 양천구 오목로13길 7, 101동 307호 (신월동, 신월대림아파트)  
(74) 대리인  
특허법인네이트

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 백색 유기발광다이오드 및 이를 이용한 표시장치

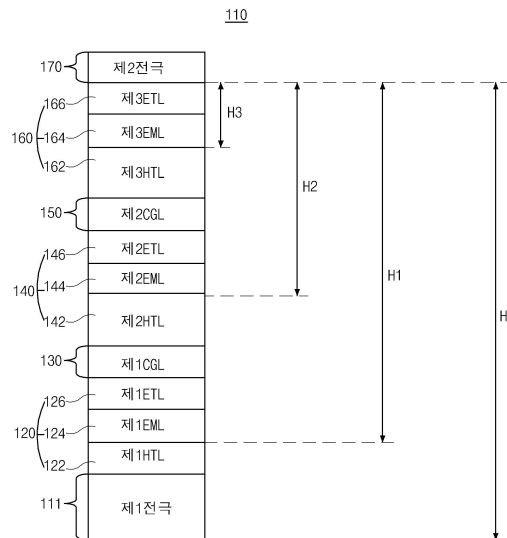
(57) 요약

본 발명은 백색 유기발광다이오드 및 이를 이용한 표시장치에 관한 것이다.

본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드는, 서로 대향하는 제1전극과 제2전극과, 상기 제1전극과 제2전극 사이에 형성된 제1전하생성층과 제2전하생성층과, 상기 제1전극과 상기 제1전하생성층 사이에 인광 도펀트가 도핑되어 제1색을 발광하는 제1발광층을 포함하는 제1발광유닛과, 상기 제1전하생성층과 제2전하생성층 사이에 제2색을 발광하는 제2발광층을 포함하는 제2발광유닛 및 상기 제2전하생성층과 상기 제2전극 사이에 상기 제2색과 동일한 색을 발광하는 제3발광층을 포함하는 제3발광유닛을 포함한다.

본 발명에 따르면, 고효율 저전압의 백색 유기발광다이오드 및 이를 이용한 표시장치를 구현할 수 있게 된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**정승룡**

경기 광명시 소하로 9, 512동 1401호 (소하동, 소하휴먼시아5단지아파트)

**김태일**

경기 파주시 책향기로 183, 1508동 1405호 (동패동, 책향기마을상록데시앙아파트)

**안소연**

서울 서대문구 수색로8나길 19, (북가좌동)

**김태식**

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

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

서로 대향하는 제1전극과 제2전극과;

상기 제1전극과 제2전극 사이에 형성된 제1전하생성층과 제2전하생성층과;

상기 제1전극과 상기 제1전하생성층 사이에 제1색을 발광하는 제1발광층을 포함하는 제1발광유닛과;

상기 제1전하생성층과 제2전하생성층 사이에 제2색을 발광하는 제2발광층을 포함하는 제2발광유닛; 및

상기 제2전하생성층과 상기 제2전극 사이에 상기 제2색과 동일한 색을 발광하는 제3발광층을 포함하는 제3발광유닛

을 포함하는 백색 유기발광다이오드.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1색은 인광 도펀트 물질을 포함하는 옐로이쉬 그린 또는 적색과 녹색이고, 상기 제2색은 형광 발광물질을 포함하는 청색인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광다이오드.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제1발광유닛 내지 제3발광유닛 각각은

정공주입층, 정공수송층, 전자수송층 및 전자주입층 중 하나 이상을 공통으로 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기발광다이오드.

### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제1전극을 포함하여 상기 제2전극의 안쪽 표면까지의 총 두께가 3500Å 내지 4500Å인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광다이오드.

### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제1발광층의 시작부터 상기 제2전극의 내측 표면까지의 두께는 2100Å 내지 2600Å인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광다이오드.

### 청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 제2발광층의 시작부터 상기 제2전극의 내측 표면까지의 두께는 1550Å 내지 1900Å인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광다이오드.

**청구항 7**

제 1항에 있어서,

상기 제3발광층의 시작부터 상기 제2전극의 내측 표면까지의 두께는 250Å 내지 800Å인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광다이오드.

**청구항 8**

제 1항에 있어서,

상기 제2발광층은 제2보조발광층을 포함하고, 상기 제3발광층은 제3보조발광층을 포함하며,

상기 제2보조발광층은 상기 제2발광층과 상이한 색의 광을 방출하고, 상기 제3보조발광층은 상기 제3발광층과 상이한 색의 광을 방출하는 것을 특징으로 하는 백색 유기발광다이오드.

**청구항 9**

화소 구동부가 형성된 기판과;

상기 화소 구동부의 표시영역에 대응하여 적어도 3개의 서로 다른 색상으로 구성된 컬러필터패턴들을 포함하는 컬러필터층과;

상기 화소 구동부의 박막트랜지스터와 연결된 제1전극과;

상기 제1전극과 대향하는 제2전극과;

상기 제1전극과 제2전극 사이에 형성된 제1전하생성층과 제2전하생성층과;

상기 제1전극과 상기 제1전하생성층 사이에 제1색을 발광하는 제1발광층을 포함하는 제1발광유닛과;

상기 제1전하생성층과 제2전하생성층 사이에 제2색을 발광하는 제2발광층을 포함하는 제2발광유닛; 및

상기 제2전하생성층과 상기 제2전극 사이에 상기 제2색과 동일한 색을 발광하는 제3발광층을 포함하는 제3발광유닛

을 포함하는 표시장치.

**청구항 10**

제 9항에 있어서,

상기 컬러필터층은

상기 제1전극의 하부 또는 상기 제2전극의 상부에 형성된 것을 특징으로 하는 표시장치.

**청구항 11**

제 9항에 있어서,

상기 제1색은 인광 도펀트 물질을 포함하는 옐로이쉬 그린 또는 적색과 녹색이고, 상기 제2색은 형광 발광물질을 포함하는 청색인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광다이오드 표시장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 백색 유기발광다이오드 및 이를 이용한 표시장치에 관한 것으로, 특히 발광 효율을 향상시키며 저전력을 소모하는 백색 유기발광다이오드 및 이를 이용한 표시장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 본격적인 정보화시대를 맞이하여 전기적 정보신호를 시각적으로 표현하는 디스플레이(display)분야가 급속도로 발전하며 박형화, 경량화, 저소비전력화의 우수한 성능을 가지는 평판 표시장치가 개발되어 사용되고 있다.

[0003] 여기서 평판 표시장치 중에서도 액정표시장치(liquid crystal display device:LCD), 유기발광다이오드(organic light emitting diode:OLED) 표시장치가 널리 사용되고 있는 추세에 있다.

[0004] 특히, 유기발광다이오드 표시장치는 자발광소자를 이용함으로써 별도의 광원인 백라이트 유닛을 필요로 하는 액정표시장치에 비해 경량 박형의 구현이 가능한 이점을 가진다.

[0005] 또한, 유기발광다이오드 표시장치는 액정표시장치에 비해 시야각 및 명암 대비비가 비교적 우수하며 응답속도가 빠르고, 낮은 소비전력을 소모하며 직류 저전압 구동이 가능하므로 구동회로의 제작 및 설계가 용이한 이점을 가진다. 또한, 내부 구성요소가 고체이기 때문에 외부충격에 강하고, 사용 온도범위도 넓은 장점을 가진다.

[0006] 이러한 장점들을 가지는 유기발광다이오드 표시장치는, 휴대용 컴퓨터는 물론 데스크톱 컴퓨터 모니터 및 벽걸이형 텔레비전 등 보다 넓은 사용영역에서 적용될 수 있도록 연구되고 있으며, 특히 보다 넓은 디스플레이 면적을 가질 수 있도록 대면적화 하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0007] 이러한 유기발광다이오드 표시장치는 자발광을 위한 유기발광층과, 유기발광층을 발광시키기 위한 제1 및 제2전극으로 이루어지는 유기발광다이오드를 포함하는 표시패널을 포함한다.

[0008] 이러한 유기발광다이오드 표시장치는 제1전극과 제2전극에 전압이 인가되면 제1전극과 제2전극으로부터 각각 주입된 전자와 정공이 유기발광층 내부에서 결합하여 엑시톤(exciton)을 생성하며, 생성된 엑시톤이 여기상태로부터 기저상태로 떨어지면서 발광하는 원리를 이용한다.

[0009] 여기서, 유기발광층은 일반적으로 투과부와 차단부를 포함하는 새도우 마스크(shadow mask)를 이용한 증착 방법을 통해 형성된다.

[0010] 이를 예를 들어 설명하면, 우선 기판 상에 적색의 유기발광층을 형성하기 위해 새도우 마스크를 기판 상부로 정렬시키는데, 이때 적색의 유기발광층을 형성하는 영역에는 투과부가 대응되도록 하고, 나머지 청색 및 녹색의 유기발광층이 형성되는 영역에는 차단부가 대응되도록 정렬시킴으로써 투과부를 통과한 유기물은 적색의 유기발광층을 형성하고, 나머지 영역에는 차단부에 의해 유기물이 차단되게 된다. 이러한 방법을 반복하여 녹색의 유기발광층과 청색의 유기발광층 각각을 형성할 수 있다.

[0011] 그러나, 이와 같은 새도우 마스크를 통한 증착 방법은 대면적의 표시장치에 적용하기 힘든 문제점이 있다.

[0012] 이는 새도우 마스크의 크기가 커짐에 따라 그 하중으로 인해 부분적으로 처지는 현상이 발생되는데, 이와 같이 처지는 현상을 대응하는데 한계가 생기면서 서로 다른 색상의 유기발광층을 형성하기 위한 여러 번 적용이 힘들어지며, 유기발광층이 균일하게 형성되지 못하며 불량률이 발생하는 문제점이 있다.

[0013] 또한, 대면적화 되는 표시장치에 대응되어 새도우 마스크의 크기도 커져야 하는데 투과부와 차단부를 포함하는 새도우 마스크를 제작함에 있어서 제작 가능한 면적의 한계가 존재하는 문제점이 있다.

[0014] 다른 한편, 새도우 마스크를 이용하여 각 화소영역 별로 적색, 녹색 및 청색의 유기발광층을 형성한다 하여도 적색, 녹색 및 청색의 유기발광층 각각은 물질 특성에 따라 그 수명이 달라지는데, 다른 색에 비해 짧은 수명을 가지는 청색의 유기발광층에 열화가 발생할 경우 이로 인해 표시장치의 수명이 다하게 되는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0015] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 마스크를 사용하지 않고 발광층이 수직적 구조로 형성되

는 백색 유기발광다이오드 및 이를 이용한 표시장치를 제공하는데 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 다른 목적은 수직적 3구조로 발광유닛을 형성함으로써 발광효율을 증대시킴과 동시에 전체 두께를 최소화하여 저소비전력화를 이루는 백색 유기발광다이오드 및 이를 이용한 표시장치를 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0017] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드는, 서로 대향하는 제1전극과 제2전극과; 상기 제1전극과 제2전극 사이에 형성된 제1전하생성층과 제2전하생성층과; 상기 제1전극과 상기 제1전하생성층 사이에 제1색을 발광하는 제1발광층을 포함하는 제1발광유닛과; 상기 제1전하생성층과 제2전하생성층 사이에 제2색을 발광하는 제2발광층을 포함하는 제2발광유닛; 및 상기 제2전하생성층과 상기 제2전극 사이에 상기 제2색과 동일한 색을 발광하는 제3발광층을 포함하는 제3발광유닛을 포함한다.

[0018] 여기서, 상기 제1색은 인광 도펀트 물질을 포함하는 옐로이쉬 그린 또는 적색과 녹색이고, 상기 제2색은 형광 발광물질을 포함하는 청색인 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 제1발광유닛 내지 제3발광유닛 각각은 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층 및 전자주입층 중 하나 이상을 공통으로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 이때, 상기 제1전극을 포함하여 상기 제2전극의 안쪽 표면까지의 총 두께가 3500Å 내지 4500Å인 것을 특징으로 한다.

[0021] 그리고 상기 제1발광층의 시작부터 상기 제2전극의 내측 표면까지의 두께는 2100Å 내지 2600Å인 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 제2발광층의 시작부터 상기 제2전극의 내측 표면까지의 두께는 1550Å 내지 1900Å인 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 상기 제3발광층의 시작부터 상기 제2전극의 내측 표면까지의 두께는 250Å 내지 800Å인 것을 특징으로 한다.

[0024] 한편, 상기 제2발광층은 제2보조발광층을 포함하고, 상기 제3발광층은 제3보조발광층을 포함하며, 상기 제2보조발광층은 상기 제2발광층과 상이한 색의 광을 방출하고, 상기 제3보조발광층은 상기 제3발광층과 상이한 색의 광을 방출하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드를 이용하는 표시장치는, 화소 구동부가 형성된 기판과; 상기 화소 구동부의 표시영역에 대응하여 적어도 3개의 서로 다른 색상으로 구성된 컬러필터패턴들을 포함하는 컬러필터층과; 상기 화소 구동부의 박막트랜지스터와 연결된 제1전극과; 상기 제1전극과 대향하는 제2전극과; 상기 제1전극과 제2전극 사이에 형성된 제1전하생성층과 제2전하생성층과; 상기 제1전극과 상기 제1전하생성층 사이에 제1색을 발광하는 제1발광층을 포함하는 제1발광유닛과; 상기 제1전하생성층과 제2전하생성층 사이에 제2색을 발광하는 제2발광층을 포함하는 제2발광유닛; 및 상기 제2전하생성층과 상기 제2전극 사이에 상기 제2색과 동일한 색을 발광하는 제3발광층을 포함하는 제3발광유닛을 포함한다.

[0026] 상기 컬러필터층은 상기 제1전극의 하부 또는 상기 제2전극의 상부에 형성된 것을 특징으로 한다.

[0027] 상기 제1색은 인광 도펀트 물질을 포함하는 옐로이쉬 그린이고, 상기 제2색은 형광 발광물질을 포함하는 청색인 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0028] 본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드 및 이를 이용한 표시장치에 따르면, 발광유닛을 3구조로 형성하며 특히 청색을 발광하는 발광유닛을 이중으로 구성함으로써 발광효율을 증대시킬 수 있게 된다.

[0029] 또한, 제1전극을 포함한 전체 유기물층의 두께를 최소화함으로써 유기물 재료비와 생산시간(tack time)을 줄임과 동시에 저소비전력을 소비하는 백색 유기발광다이오드를 구현할 수 있게 된다.

- [0030] 또한 수직적 구조로 발광유닛을 형성함으로써 마스크를 적용할 필요가 없어지며, 대면적의 표시장치를 종래에 비해 보다 용이하게 구현할 수 있는 효과가 있다.
- [0031] 이를 통해, 고효율 저전압의 백색 유기발광다이오드 및 이를 이용한 표시장치를 제공할 수 있는 이점을 가진다.

**도면의 간단한 설명**

- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드를 개략적으로 도시한 단면도.  
 도 2는 도 1을 설명하기 위한 유기발광층의 두께에 따른 파장별 에미턴스 특성을 보여주는 등고선도.  
 도 3은 비교예로서의 백색 유기발광다이오드를 도시한 단면도.  
 도 4는 도 1 및 도 3의 백색 유기발광다이오드에서 방출된 빛의 파장에 따른 광 세기를 설명하기 위한 그래프.  
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드 표시장치의 한 화소에 대한 회로도.  
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드 표시장치의 일부를 도시한 단면도.  
 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0033] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드를 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 2는 도 1을 설명하기 위한 유기발광층의 두께에 따른 파장별 에미턴스 특성을 보여주는 등고선도이다.
- [0035] 도 1에 도시된 바와 같이, 백색 유기발광다이오드(110)는 서로 대향된 제1전극(111)과 제2전극(170), 제1전극(111) 및 제2전극(170) 사이에 발광층을 포함하며 형성된 제1발광유닛 내지 제3발광유닛(120, 140, 160), 그리고 제1 내지 제3발광유닛(120, 140, 160) 사이에서 서로 이격되어 다른 층에 형성되는 제1전하생성층(charge generation layer: CGL) 및 제2전하생성층(130, 150)을 포함한다.
- [0036] 여기서, 제1전극(111)은 일함수 값이 비교적 높은 물질, 일예로 인듐-틴-옥사이드(ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(IZO)와 같은 광투과성을 가지는 투명 도전성 물질로 이루어져 애노드(anode) 전극의 역할을 한다.
- [0037] 제2전극(170)은 일함수 값이 비교적 낮은 금속물질, 일예로 알루미늄(Al), 알루미늄 합금(AlNd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au) 또는 알루미늄마그네슘 합금(AlMg)으로 이루어져 캐소드(cathode) 전극의 역할을 한다.
- [0038] 제1발광유닛 내지 제3발광유닛(120, 140, 160) 각각은 공통층과 발광층(EML)을 포함한다. 이때, 공통층은 정공수송층(hole transporting layer: HTL)과 전자수송층(electron transporting layer: ETL)을 포함한다.
- [0039] 이를 보다 상세히 설명하면, 제1발광유닛(120)은 제1전극(111)과 제1전하생성층(제1CGL, 130) 사이에 구성되며 제1정공수송층(제1HTL, 122)과 제1색을 발광하는 제1발광층(제1EML, 124) 그리고 제1전자수송층(제1ETL, 126)을 포함하고, 제2발광유닛(140)은 제1전하생성층(제1CGL, 130)과 제2전하생성층(제2CGL, 150) 사이에 구성되며 제2정공수송층(제2HTL, 142)과 제2색을 발광하는 제2발광층(제2EML, 144) 그리고 제2전자수송층(제2ETL, 146)을 포함하고, 제3발광유닛(160)은 제2전하생성층(제2CGL, 150)과 제2전극(170) 사이에 구성되며 제3정공수송층(제3HTL, 162)과 제3색을 발광하는 제3발광층(제3EML, 164)과 그리고 제3전자수송층(제3ETL, 166)을 포함한다.
- [0040] 여기서, 제1발광층(124)은 인광 도펀트 물질을 도핑하여 제1색인 옐로이쉬 그린(yellowish green) 또는 적녹색을 발광하는 층으로, 단일의 옐로이쉬 그린 인광 도펀트를 사용하거나, 황색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트의 혼합, 혹은 적색 인광 도펀트와 녹색 인광 도펀트의 혼합을 이용할 수 있다.
- [0041] 또한, 제1발광층(124)에는 인광 도펀트 외에 주재료의 호스트가 포함될 수 있는데, 단일 호스트를 이용할 수도 있고 정공 전달 특성이나 전자 전달 특성을 강화하도록 2 이상의 호스트를 이용할 수도 있다. 이때, 인광 발광을 위해 호스트에 대해 인광 도펀트의 함량을 약 25%이내로 도핑하여 제1발광층(124)을 형성할 수 있다.
- [0042] 제2발광층(144)은 형광 청색 발광물질로 형성되어 제2색인 청색을 발광한다.
- [0043] 제3발광층(164)은 형광 청색 발광물질로 형성되어 제2발광층(144)과 동일한 색인 청색을 발광한다.

- [0044] 한편 도면에 도시하지는 않았지만, 제2발광층(144)은 제2발광층의 하부에 제2발광층(144)에 비해 발광효율이 작은 제2보조발광층을 개재할 수 있으며, 제3발광층(164) 또한, 제3발광층(164)의 하부에 제3발광층에 비해 발광효율이 작은 제3보조발광층을 개재할 수 있다. 이때, 보조발광층(제2보조발광층과 제3보조발광층)은 색순도를 보다 향상시킬 수 있도록 해당 발광층과 동일한 색상의 광을 방출할 수 있으며, 또는 해당 발광층과 다른 색상의 광을 방출할 수도 있다. 다른 색상의 광일 경우, 보조발광층은 적색 또는 녹색의 광을 방출할 수 있다. 이를 위한 보조발광층은 해당 발광층을 이루는 호스트 물질로 이루어질 수 있으며, 발광효율의 저하를 방지하기 위해 해당 발광층 두께의 1/2이하로 형성됨이 바람직하다.
- [0045] 이와 같이 청색을 발광하는 발광층을 각각 분리하여 수직적 구조로 형성함으로써 제2발광층(144)을 포함하는 제2발광유닛(140)과 제3발광층(164)을 포함하는 제3발광유닛(160) 각각은 청색광만을 발광하기 때문에 수명 연장이 가능하며 청색의 효율을 높임과 동시에 청색의 색안정성을 높일 수 있는 이점이 있다.
- [0046] 한편, 제2발광층(144) 및 제3발광층(164)은 발광효율을 위해 형광 청색 발광물질이 아닌 인광 청색 발광물질로 형성할 수도 있지만, 인광 청색 발광물질에 비해 형광 청색 발광물질로 형성된 청색 발광층이 수명에 있어서는 장수명의 유리한 이점을 가진다.
- [0047] 또한, 공통층이 정공수송층과 전자수송층을 포함하는 것으로 도시하고 설명하였지만, 이에 한정되지 않고 정공주입층(HIL) 또는 전자주입층(EIL)을 더 포함할 수도 있다.
- [0048] 제1전하생성층 및 제2전하생성층(130, 150)은 서로 인접한 제1발광유닛 내지 제3발광유닛(120, 140, 160) 간의 전하 균형 조절 역할을 하는 층으로 중간연결층(intermediate connector layer:ICL)이라고도 한다.
- [0049] 이러한 제1전하생성층 및 제2전하생성층(130, 150)은 낮은 광학적 특성과 전기적 손실 특성을 가지는 물질로 금속류, 산화물류, 유기물류 또는 이들의 적층으로 형성될 수 있다.
- [0050] 여기서 도면에 도시하지는 않았지만, 제1전하생성층(130)은 제1발광유닛(120)으로의 전자의 주입을 돕는 중간연결 금속층과 제2발광유닛(140)으로의 정공 주입을 돕는 중간연결 정공주입층을 포함할 수 있으며, 마찬가지로 제2전하생성층(150)은 제2발광유닛(140)으로의 전자의 주입을 돕는 중간연결 금속층과 제3발광유닛(160)으로의 정공 주입을 돕는 중간연결 정공주입층을 포함할 수 있다.
- [0051] 이때, 중간연결 금속층은 전자 주입(electron injection) 특성이 좋은 알칼리 금속 재질이 도핑된 유기물층으로 이루어질 수 있으며, 중간연결 정공주입층은 P형(p-type)유기물을 포함한 유기물 반도체층으로 형성될 수 있다.
- [0052] 이러한 구조를 가지는 백색 유기발광다이오드(110)는 제1발광유닛(120)으로부터 발생하는 인광과 제2발광유닛(140) 및 제3발광유닛(160)으로부터 발생하는 청색광의 혼합 효과에 의해 백색광을 구현한다.
- [0053] 이와 같이, 본 발명의 백색 유기발광다이오드(110)는 옐로이쉬 그린을 발광하는 제1발광유닛(120)과 청색을 발광하는 제2발광유닛(140) 및 제3발광유닛(160)의 3개의 발광유닛을 수직적 계층구조를 가지도록 형성하여 백색을 구현하며, 특히 청색을 발광하는 발광유닛을 이중으로 형성함으로써 발광효율을 증대시키는 것을 특징으로 한다.
- [0054] 또한, 본 발명의 백색 유기발광다이오드(110)는 제1전극(111)을 포함하여 제2전극(170)의 하부(안쪽) 표면까지의 유기물 총 두께(H)가 3500Å 내지 4500Å이 되도록 형성하고, 제1발광유닛(120)의 제1발광층(124) 시작부터 제2전극(170)의 내측 표면까지의 제1두께(H1)가 2100Å 내지 2600Å이 되도록 형성하며, 제2발광유닛(140)의 제2발광층(144) 시작부터 제2전극(170)의 내측 표면까지의 제2두께(H2)가 1550Å 내지 1900Å이 되도록 형성하고, 제3발광유닛(160)의 제3발광층(164) 시작부터 제2전극(170)의 내측 표면까지의 제3두께(H3)가 250Å 내지 800Å이 되도록 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0055] 이와 같은 유기물의 총 두께(H)는 후술할 비교예로서의 백색 유기발광다이오드(도 3의 1)의 유기물 총 두께와 유사한 두께로, 즉 본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드(110)는 제1 내지 제3발광유닛(120, 140, 160)을 포함하여도 전체 유기물의 두께가 증가되지 않도록 하여 발광효율의 증대와 함께 저전력을 소모하도록 하며 고효율 저전압의 백색 유기발광다이오드가 구현될 수 있도록 한다. 이에 대해서는 차후에 상세히 설명한다.
- [0056] 전술한 구조를 가지는 본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드(110)는 제1전극(111)을 광투과성을 가지는 도전성 물질로 형성할 시 제1발광유닛 내지 제3발광유닛(120, 140, 160)에서 발광된 빛은 제1전극(111)을 통해 방출될 수 있다.
- [0057] 또는 제2전극(170)을 투명하게 형성하여 제1발광유닛 내지 제3발광유닛(120, 140, 160)으로부터의 빛이 제2전극

(170)을 통과하여 방출되도록 할 수도 있다.

- [0058] 이하에서는, 본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드의 유기물층(제1전극과 제2전극) 사이의 층에서 두께에 따른 파장별 에미턴스(emittance) 특성을 도 2를 참조하여 살펴본다.
- [0059] 여기서, 가로축은 파장을 의미하고, 세로축은 제1전극(111)과 제2전극(170) 사이의 유기물층에서의 두께를 의미한다. 이에 따라, 세로축에서의 0은 제1전극(111)의 표면을 나타내고, 세로축의 끝은 제2전극(170)의 내측(하부) 표면을 나타낸다. 이때, 제1전극(111)은 1200Å의 두께로 형성한 것을 가정한다.
- [0060] 등고선이 나타내는 색상은 해당 파장에서 광의 세기를 의미하는 것으로 빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 남색, 보라의 순으로 광의 세기가 줄어들음을 의미하며, 등고선 중심인 빨강에서 광의 세기가 가장 크다.
- [0061] 여기서, 등고선 상의 최대 광의 세기를 가지는 공진 조건의 영역(위치)에 각 발광층을 설계할 수 있는데, 전체 유기물층의 두께를 조절할 수 있는 범위 내에서 각 발광층의 위치를 선정하여 최대 효율의 백색 유기발광다이오드를 구현할 수 있게 된다. 이때, 서로 다른 색의 발광층의 경우 최대 세기를 나타내는 영역이 서로 다른 파장 영역에 위치하도록 선정한다.
- [0062] 즉, 유기물층의 전체 두께 범위에 따라 최대 광의 세기를 만족하는 공진 조건은 달라질 수 있으며, 이러한 공진 조건 내에서 발광효율을 최대화할 수 있는 최대 광의 세기를 가지는 영역을 선정하여 해당 영역에 각 발광층을 위치시킬 수 있다.
- [0063] 본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드(110)는 제1전극(111)을 포함한 유기물층의 전체 두께를 3500Å 내지 4500Å의 범위로 정한 것을 특징으로 한다.
- [0064] 이를 적용하여 보면, 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드(110)의 경우, 제1전극(111)의 두께(1200Å)를 제외한 유기물층의 전체 두께 2300Å 내지 3300Å의 범위 내에서 제1전극(111)과 제2전극(170) 사이에 옐로이쉬 그린광은 560nm 부근 파장에서 최대 광의 세기를 만족하는 공진 조건이 2번 있음을 알 수 있고, 청색광은 460nm 부근 파장에서 최대 광의 세기를 만족하는 공진 조건이 2번 있음을 알 수 있다.
- [0065] 이에 따라, 본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드(110)는 560nm 부근 파장의 제1영역(1<sup>st</sup>)에 옐로이쉬 그린의 제1발광층(124)을 형성하고, 460nm 부근 파장의 제2영역(2<sup>nd</sup>)에 청색의 제2발광층(144)을 형성하며, 460nm 부근 파장의 제3영역(3<sup>rd</sup>)에 청색의 제3발광층(164)을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0066] 이와 같이, 정해진 유기물층의 전체 두께, 2300Å 내지 3300Å의 범위 내에서 발광효율을 최대화할 수 있는 최대 광의 세기를 가지는 영역에 각 발광층의 위치를 선정함으로써 발광효율을 향상시키고 동시에 저소비전력을 소모하는 백색 유기발광다이오드를 구현할 수 있게 된다.
- [0067] 도 3은 비교예로서의 백색 유기발광다이오드를 도시한 단면도이고, 도 4는 도 1 및 도 3의 백색 유기발광다이오드에서 방출된 빛의 파장에 따른 광 세기를 설명하기 위한 그래프이다.
- [0068] 도 3에 도시된 바와 같이, 백색 유기발광다이오드(1)는 하부에서 상부로 순차적으로 형성된 제1전극(11), 청색을 발광하는 제1발광유닛(20), 전하생성층(30), 옐로이쉬 그린을 발광하는 제2발광유닛(40) 및 제2전극(50)을 포함한다.
- [0069] 이때, 제1발광유닛(20)은 청색을 발광하는 제1발광층(미도시)을 포함하고, 제2발광유닛(40)은 인광 도펀트를 도핑하여 옐로이쉬 그린을 발광하는 제2발광층(미도시)을 포함한다.
- [0070] 여기서, 수직적 구조에서 보면 비교예로서의 백색 유기발광다이오드(1)는 도 1의 제3발광유닛(도 1의 160)이 생략된 구조로 제3발광유닛(도 1의 160)과 함께 제2전하생성층(도 1의 150)을 제외하고는 도 1과 유사한 구조를 가진다.
- [0071] 이때, 비교예로서의 백색 유기발광다이오드(1)의 유기물의 총 두께는 본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드(100)의 유기물의 총 두께(H)와 유사하다. 이를 도 2를 참조하여 설명하면, 비교예로서의 백색 유기발광다이오드(1)의 경우 제1전극(11)과 제2전극(50) 사이에 옐로이쉬 그린광은 560nm 부근 파장에서 최대 광의 세기를 만족하는 공진조건이 2번 있음을 알 수 있고, 청색광은 460nm 부근 파장에서 최대 광의 세기를 만족하는 공진조건

이 3번 있음을 알 수 있다. 이에 따라, 백색 유기발광다이오드(1)는 460nm 부근 파장의 제2영역(2<sup>nd</sup>)에 청색을 발광하는 제1발광층(미도시)을 형성하고, 560nm 부근 파장의 제2영역(2<sup>nd</sup>)에 옐로우쉬 그린을 발광하는 제2발광층(미도시)을 형성한 것이므로, 본 발명에 따른 백색 유기발광다이오드(100)의 유기물의 총 두께(H)와 유사한 두께를 가지게 된다.

[0072] 이와 같은 비교예로서의 백색 유기발광다이오드(이하, 비교예라 함)와 본 발명의 실시예로서의 백색 유기발광다이오드(이하, 실시예라 함)의 파장에 따른 광세기를 도 4를 참조하여 비교 설명한다.

[0073] 도시된 바와 같이, 비교예와 실시예 모두 청색에서 제1발광피크를 가지고, 옐로우쉬 그린 또는 옐로우에서 제2발광피크를 가짐을 알 수 있다.

[0074] 이때, 실시예는 제1발광피크와 제2발광피크의 광세기 모두 비교예에 비해 높음을 알 수 있다.

[0075] 이러한 결과로부터 청색을 발하는 제3발광유닛이 더 추가된 발광유닛 3구조를 가지는 실시예의 효율이 발광유닛 2구조의 비교예에 비해 우수함을 알 수 있다.

[0076] 또한, 본 발명의 백색 유기발광다이오드(110)는 비교예로서의 백색 유기발광다이오드(1)에 청색을 발하는 발광유닛을 추가 구성했음에도 불구하고, 비교예로서의 백색 유기발광다이오드(도 3의 1)의 유기물 총 두께와 유사한 두께로 설정하여 전체 유기물의 두께를 최소화함으로써 발광효율의 증대와 함께 저전력을 소모하도록 함을 알 수 있다.

[0077] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드 표시장치의 한 화소에 대한 회로도이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드 표시장치의 일부를 도시한 단면도이다.

[0078] 도 5에 도시된 바와 같이, 백색 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소(P)는 스위칭(switching) 박막트랜지스터(STr)와 구동(driving) 박막트랜지스터(DTr), 스토리지 커패시터(StgC), 그리고 백색 유기발광다이오드(WE)를 포함한다.

[0079] 이때, 제1방향으로는 게이트 배선(GL)이 형성되고, 제1방향과 교차되는 제2방향으로는 게이트 배선(GL)과 함께 화소영역(P)을 정의하는 데이터 배선(DL)이 형성되며, 데이터 배선(DL)과 이격하며 전원전압을 인가하기 위한 전원배선(PL)이 형성된다.

[0080] 또한, 데이터 배선(DL)과 게이트 배선(GL)이 교차하는 부분에는 스위칭 박막트랜지스터(STr)가 형성되고, 스위칭 박막트랜지스터(STr)와 전기적으로 연결된 구동 박막트랜지스터(DTr)가 형성된다.

[0081] 여기서, 백색 유기발광다이오드(WE)의 일측 단자인 제1전극은 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인 전극과 연결되고, 타측 단자인 제2전극은 접지된다.

[0082] 이때, 구동 박막트랜지스터(DTr)의 게이트 전극과 소스 전극 사이에는 스토리지 커패시터(StgC)가 형성되고, 전원배선(PL)은 전원전압을 구동 박막트랜지스터(DTr)의 소스 단자로 전달한다.

[0083] 이에 따라, 게이트 배선(GL)을 통해 신호가 인가되면 스위칭 박막트랜지스터(STr)가 온(on) 되고, 데이터 배선(DL)의 신호가 구동 박막트랜지스터(DTr)의 게이트 전극에 전달되어 구동 박막트랜지스터(DTr)가 온(on) 되므로 백색 유기발광다이오드(WE)를 통해 빛이 출력된다. 이때, 구동 박막트랜지스터(DTr)가 온(on) 상태가 되면, 전원배선(PL)으로부터 백색 유기발광다이오드(WE)에 흐르는 전류의 레벨이 정해지며 이로 인해 백색 유기발광다이오드(WE)는 그레이 스케일(gray scale)을 구현할 수 있게 되며, 스토리지 커패시터(StgC)는 스위칭 박막트랜지스터(STr)가 오프(off) 되었을 때, 구동 박막트랜지스터(DTr)의 게이트 전압을 일정하게 유지시키는 역할을 함으로써 스위칭 박막트랜지스터(STr)가 오프(off) 상태가 되더라도 다음 프레임(frame)까지 백색 유기발광다이오드(WE)에 흐르는 전류의 레벨을 일정하게 유지할 수 있게 된다.

[0084] 이하에서는 백색 유기발광다이오드 표시장치를 도 6을 참조하여 보다 상세히 설명한다. 여기서, 구동 박막트랜지스터와 스위칭 박막트랜지스터는 동일한 구조를 가지므로, 구동 박막트랜지스터를 기준으로 도시하였다. 이때, 구동 박막트랜지스터가 형성되는 영역을 구동영역, 스위칭 박막트랜지스터가 형성되는 영역을 스위칭 영역이라 정의한다.

- [0085] 도 6에 도시된 바와 같이, 백색 유기발광다이오드 표시장치(100)는 구동 박막트랜지스터(DTr)와 스위칭 박막트랜지스터(미도시)를 포함하는 화소 구동층과 이의 상부에 컬러필터층(240) 그리고 백색 유기발광다이오드(110)가 형성된 기관(100a)을 포함한다.
- [0086] 여기서, 기관(100a)은 유리기관, 얇은 플렉시블(flexibility) 기관 또는 플라스틱 기관에 해당될 수 있다.
- [0087] 이때, 플렉시블(flexibility) 기관은 폴리 에테르 술폰(Polyethersulfone :PES), 폴리 에틸렌 나프탈레이트(polyethylenenaphthalate : PEN), 폴리 에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate : PET), 폴리 카보네이트(polycarbonate : PC), 폴리 이미드(polyimide : PI) 중 어느 하나로 형성될 수 있다.
- [0088] 기관(100a) 상에는 반도체층(213)이 형성되는데, 반도체층(213)은 구동영역에 대응하여 실리콘으로 이루어지며 그 중앙부는 채널을 이루는 제1영역(213a), 그리고 상기 제1영역(213a) 양측면으로 고농도의 불순물이 도핑된 제2영역(213b)으로 구성된다.
- [0089] 한편, 도면에 도시하지는 않았지만 반도체층(213)과 기관(100a) 사이에는 무기절연물질, 예를들면 산화실리콘(SiO<sub>2</sub>) 또는 질화실리콘(SiN<sub>x</sub>)으로 이루어진 버퍼층이 형성될 수도 있다. 상기 버퍼층(미도시)은 반도체층(213)의 결정화시 기관(100a) 내부로부터 나오는 알칼리 이온의 방출에 의한 반도체층(213)의 특성 저하를 방지하기 위함이다.
- [0090] 이러한 반도체층(213)의 상부로는 게이트 절연막(216)이 형성되고, 게이트 절연막(216) 상부로는 반도체층(213)의 제1영역(213a)에 대응하는 게이트 전극(220)과, 이(220)와 연결되며 일방향으로 연장하는 게이트 배선(미도시)이 형성된다.
- [0091] 그리고 게이트 전극(220)과 게이트 배선(미도시) 위로 전면에 층간절연막(223)이 형성되며, 이때 층간절연막(223)과 그 하부의 게이트 절연막(216)에는 제1영역(213a) 양측면에 위치한 제2영역(213b) 각각을 노출시키는 제1, 제2반도체층 콘택홀(224, 225)이 형성된다.
- [0092] 다음으로 제1, 제2반도체층 콘택홀(224, 225)을 포함하는 층간절연막(223) 상부에는 게이트 배선(미도시)과 교차하여 각 화소영역을 정의하는 데이터 배선(미도시)과, 이와 이격하여 전원배선(미도시)이 형성된다.
- [0093] 또한, 층간절연막(223) 위로 각 구동영역 및 스위칭 영역에는 서로 이격하며 제1, 제2반도체층 콘택홀(224, 225)을 통해 노출된 제2영역(213b)과 각각 접촉하는 소스 및 드레인 전극(233, 236)이 형성된다. 이때, 소스 및 드레인 전극(233, 236)과, 이들 전극(233, 236)과 접촉하는 제2영역(213b)을 포함하는 반도체층(213)과, 반도체층(213) 상부에 형성된 게이트 절연막(216) 및 게이트 전극(220)은 각각 구동 박막트랜지스터(DTr) 및 스위칭 박막트랜지스터(미도시)를 이룬다.
- [0094] 한편, 스위칭 박막트랜지스터(미도시)는 구동 박막트랜지스터(DTr)와 게이트 배선(미도시) 및 데이터 배선(미도시)과 전기적으로 연결되며, 게이트 배선(미도시)은 스위칭 박막트랜지스터(미도시)의 게이트 전극과 연결되고, 데이터 배선(미도시)은 스위칭 박막트랜지스터(미도시)의 소스 전극(미도시)과 연결된다.
- [0095] 그리고, 소스 및 드레인 전극(233,236)과 이들 전극(233, 236) 사이로 노출된 층간절연막(223) 상부로 컬러필터층(240)이 형성된다.
- [0096] 여기서 컬러필터층(240)은 적색, 녹색 및 청색의 컬러필터패턴이 각 화소영역 별로 분리 형성된 것으로, 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인 전극(236)을 노출시키는 드레인 콘택홀(243)을 포함한다. 이러한 컬러필터층(240)은 백색 유기발광다이오드 표시장치(100)가 풀컬러를 구현할 수 있도록 한다.
- [0097] 이와 같은 컬러필터층(240) 상부로는 각 화소영역(P1, P2, P3) 별로 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인 전극(236)과 드레인 콘택홀(243)을 통해 접촉되는 제1전극(111)이 형성된다.
- [0098] 제1전극(111)의 상부로는 제1발광유닛(120), 제1전하생성층(130), 제2발광유닛(140), 제2전하생성층(150), 제3발광유닛(160) 및 제2전극(170)이 순차적으로 형성된다. 이에 대해서는 도 1에서 설명하였으므로 상세한 설명은 생략한다.
- [0099] 전술한 제1, 2전극(111, 170)과 그 사이에 형성된 제1발광유닛(120), 제1전하생성층(130), 제2발광유닛(140), 제2전하생성층(150) 그리고 제3발광유닛(160)은 백색 유기발광다이오드(110)를 이룬다.
- [0100] 이때, 백색 유기발광다이오드(110)는 제1전극(111)을 광투과성을 가지는 도전성 물질로 형성할 시 제1발광유닛 내지 제3발광유닛(120, 140, 160)에서 발광된 빛은 제1전극(111)을 통해 방출되는 하부 발광방식으로 구동된다.

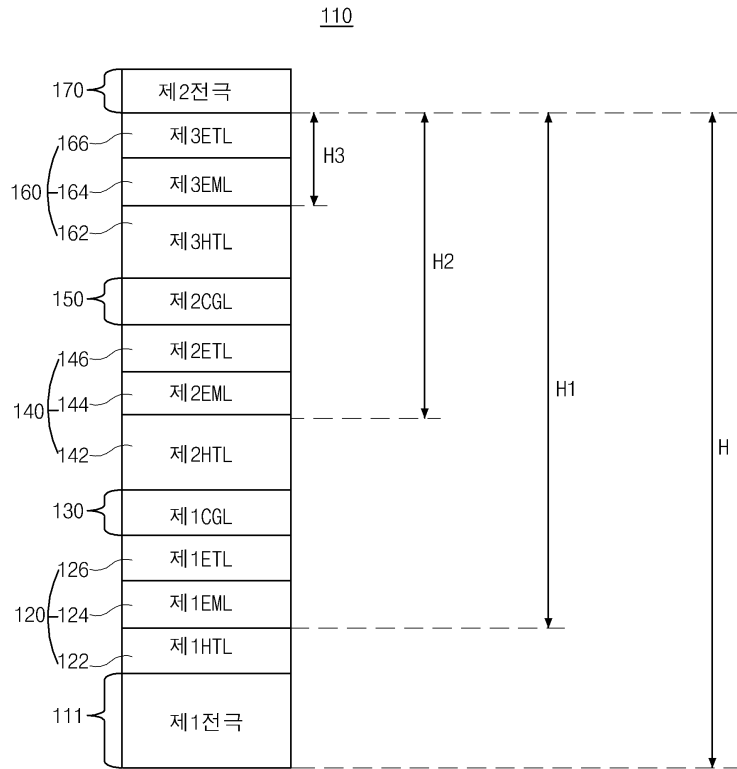
- [0101] 또는 이에 한정되지 않고, 제2전극(170)을 투명하게 하여 제1발광유닛 내지 제3발광유닛(120, 140, 160)으로부터의 빛이 제2전극(170)을 통과하여 나오는 상부 발광방식으로 구동되도록 할 수도 있다. 이 경우, 제1발광유닛 내지 제3발광유닛(120, 140, 160)의 위치는 변경될 수 있다.
- [0102] 한편 도시하지는 않았지만, 제2전극(170) 상부에는 대기중의 수분, 산소 등의 이물질이 백색 유기발광다이오드(110)로 침투하지 않도록 보호하기 위한 보호층이 형성될 수 있다. 이러한 보호층은 무기절연물질 예를들면 산화실리콘(SiO<sub>2</sub>), 질화실리콘(SiNx) 또는 산화알루미늄(AlO<sub>x</sub>)으로 이루어질 수 있으며, 또는 무기물질로 이루어진 무기막과 유기물질로 이루어진 유기막을 포함하는 다층구조로 형성될 수도 있다.
- [0103] 또한 백색 유기발광다이오드 표시장치(100)는, 전술한 구조를 가지는 기관(110a)을 인캡슐레이션 하기 위한 인캡슐레이션 기관을 더 포함할 수 있으며, 이 경우 기관(110a)과 인캡슐레이션 기관은 서로 이격되어 이의 가장자리부에 형성된 실패턴(seal pattern, 미도시)을 통해 봉지되어 합착되거나, 또는 페이스 실(Face seal) 등의 전면 합착 등의 방법으로 합착됨으로써 표시패널을 형성할 수 있다.
- [0104] 이때, 인캡슐레이션 기관 상의 각 화소영역의 주변에 대응하는 위치에는 비표시영역을 가리기 위한 블랙매트릭스가 형성될 수 있다. 또는 블랙매트릭스는 기관(110a)상에 형성될 수도 있다.
- [0105] 한편, 컬러필터층을 화소 구동층의 상부에 형성하지 않고, 백색 유기발광다이오드의 상부에 별도로 형성할 수도 있다. 이를 도 7을 참조하여 설명한다.
- [0106] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도로, 컬러필터층의 구성을 제외한 구조는 도 6과 동일하므로 동일 구성에 동일 부호를 부여하고 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0107] 이를 도 7을 참조하면, 백색 유기발광다이오드 표시장치(200)는 기관(100a) 상에 순차적으로 형성된 화소 구동층(102)과, 백색 유기발광다이오드(110) 및 컬러필터층(190)을 포함한다. 여기서, 컬러필터층(190)의 위치를 제외한 구조는 도 6의 구조와 동일하므로 동일 구성에 동일 부호를 부여하고 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0108] 이와 같이, 컬러필터층(190)을 백색 유기발광다이오드(110)의 상부, 제2전극(170)의 상부에 형성할 수도 있다.
- [0109] 또는 도면에 도시하지는 않았지만, 컬러필터층은 인캡슐레이션 기관(미도시)에 형성할 수도 있다.
- [0110] 이에 따라, 백색 유기발광다이오드(110)에 의해 백색이 구현되고, 각 화소영역에 대응하여 적색, 녹색 및 청색의 컬러필터 패턴을 포함하는 컬러필터층(240, 190)에 의해 적색, 녹색 및 청색의 발광효율 및 휘도가 향상되며, 풀컬러를 구현할 수 있게 된다.
- [0111] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 자유로운 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 첨부된 특허청구범위 및 이와 균등한 범위 내에서의 본 발명의 변형을 포함한다.

**부호의 설명**

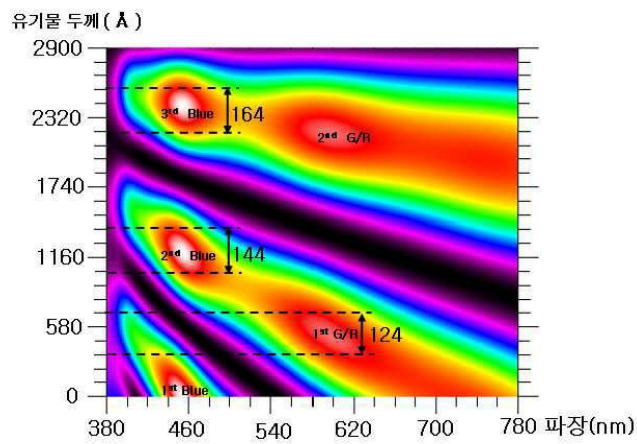
- [0112] 100: 백색 유기발광다이오드 표시장치
- 110: 백색 유기발광다이오드      111: 제1전극
- 120: 제1발광유닛                      130: 제1전하생성층
- 140: 제1발광유닛                      150: 제2전하생성층
- 160: 제3발광유닛                      170: 제2전극

도면

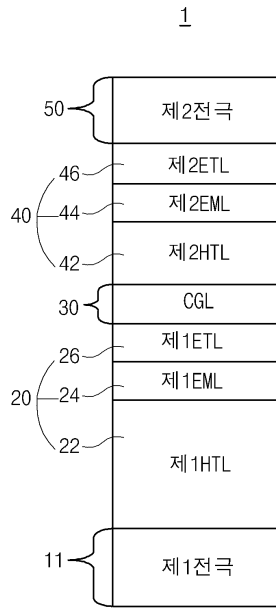
도면1



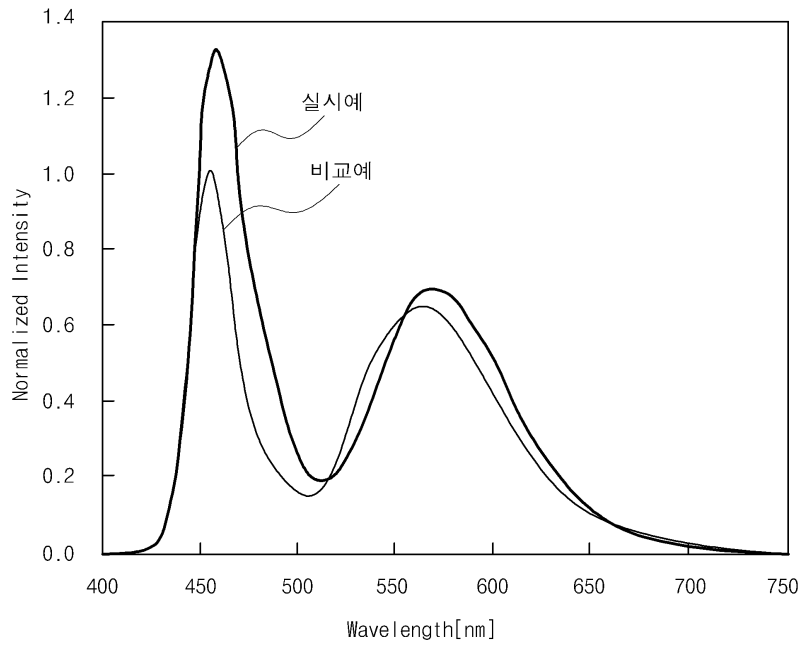
도면2



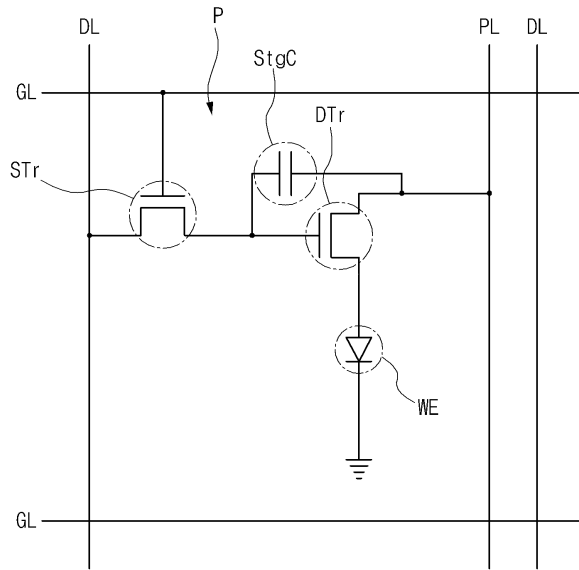
도면3



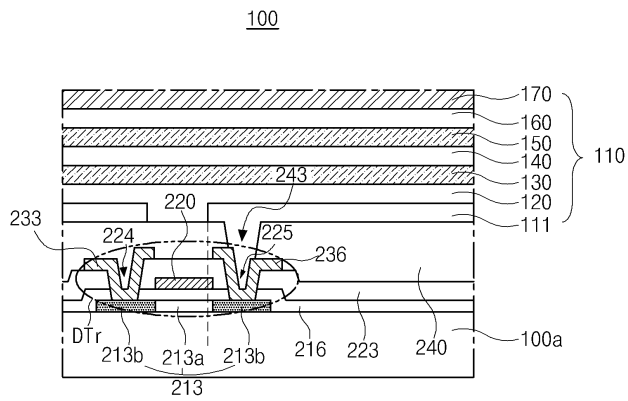
도면4



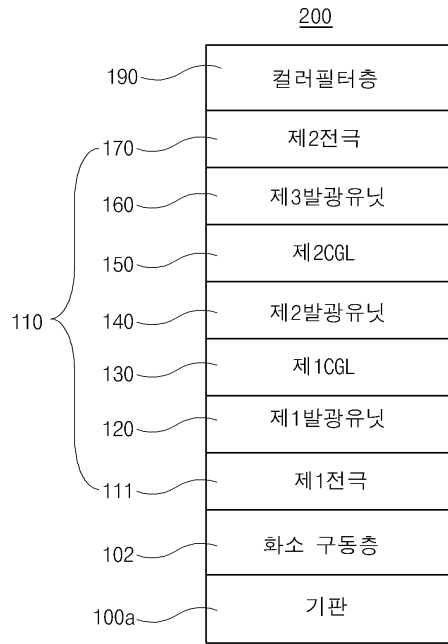
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	白色有机发光二极管及其显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020150025727A</a>	公开(公告)日	2015-03-11
申请号	KR1020130103707	申请日	2013-08-30
[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		
[标]发明人	SONG KI WOOG 송기욱 PIEH SUNG HOON 피성훈 JOUNG SEUNG RYONG 정승룡 KUM TAE IL 금태일 AHN SO YEON 안소연 KIM TAE SHICK 김태식		
发明人	송기욱 피성훈 정승룡 금태일 안소연 김태식		
IPC分类号	H01L51/50 G09F9/00		
CPC分类号	H01L51/5048 G09F9/00 H01L51/5016 H01L51/504 H01L51/5044 H01L51/5265 H01L51/5278		
其他公开文献	KR102047230B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

白色有机发光二极管和使用其的显示装置技术领域本发明涉及白色有机发光二极管和使用其的显示装置。根据本发明的白色有机发光二极管包括彼此面对的第一电极和第二电极，形成在第一电极和第二电极之间的第一电荷产生层和第二电荷产生层以及第一电极。在第一电荷产生层和第二电荷产生层之间形成第一发光单元，该第一发光单元包括在第一电荷产生层之间掺杂有磷光掺杂剂以发出第一颜色的第一发光层和第二颜色的第一发光层。第三发光单元，其包括第二发光单元，该第二发光单元包括在第二电荷产生层和第二电极之间发射与第二颜色相同颜色的第二发光层以发光。根据本发明，可以实现高效率的低压白色有机发光二极管和使用该二极管的显示装置。

