



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2013-0079333  
 (43) 공개일자 2013년07월10일

- |  |  |
|--|--|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>H01L 51/54 (2006.01)<br>(21) 출원번호 10-2012-7026581<br>(22) 출원일자(국제) 2010년04월02일<br>심사청구일자 없음<br>(85) 번역문제출일자 2012년10월11일<br>(86) 국제출원번호 PCT/US2010/029796<br>(87) 국제공개번호 WO 2011/123134<br>국제공개일자 2011년10월06일<br>(30) 우선권주장<br>12/752,792 2010년04월01일 미국(US) | (71) 출원인<br>유니버설 디스플레이 코퍼레이션<br>미국, 뉴저지 08618, 유잉, 필립스 불바르 375<br>(72) 발명자<br>위버 마이클 에스<br>미국 08540 뉴저지주 프린스턴 조나탄 코트 1606<br>브라운 줄리 제이<br>미국 19067 펜실베이니아주 야들리 웨스트오버 로드 1405<br>(뒷면에 계속)<br>(74) 대리인<br>김진희, 김성기 |
|--|--|

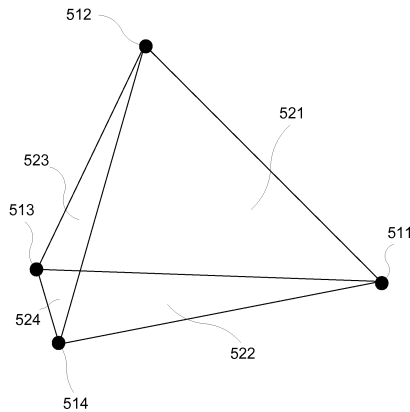
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **신규한 OLED 디스플레이 아키텍처**

**(57) 요약**

다색 픽셀로서 사용될 수 있는 장치가 제공된다. 상기 장치는 제1 유기발광 소자, 제2 유기 발광 소자, 제3 유기 발광 소자, 및 제4 유기발광 소자를 포함한다. 상기 장치는 4개의 서브-픽셀을 갖는 디스플레이의 픽셀일 수 있다. 제1 소자는 적색광을 방출할 수 있고, 제2 소자는 녹색광을 방출할 수 있고, 제3 소자는 옅은 청색광을 방출할 수 있고, 그리고 제4 소자는 짙은 청색광을 방출할 수 있다.

**대표도** - 도5



(72) 발명자

**레버모어 피터**

미국 08530 뉴저지주 램버트빌 아파트먼트 4 노쓰  
유니온 스트리트 151

**소 우영**

미국 08534 뉴저지주 페닝톤 블레이크 드라이브 23

**핵 마이클**

미국 08540 뉴저지주 프린스턴 베이커 코트 32

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

600 - 700 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제1 발광 물질을 갖는 제1 발광층을 더욱 포함하는 제1 유기발광 소자;

500 - 600 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제2 발광 물질을 갖는 제2 발광층을 더욱 포함하는 제2 유기발광 소자;

400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제3 발광 물질을 갖는 제3 발광층을 더욱 포함하는 제3 유기발광 소자;

400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제4 발광 물질을 갖는 제4 발광층을 더욱 포함하는 제4 유기발광 소자;

를 포함하며,

상기 제1 유기발광 소자는 인광 발광 물질을 갖는 발광층을 포함하며,

상기 제2 유기 발광 소자는 인광 발광 물질을 갖는 발광층을 포함하며,

상기 제3 유기 발광 소자는 형광 발광 물질을 갖는 발광층을 포함하며,

그리고 상기 제4 유기발광 소자에 의해 방출되는 빛의 가시광선 스펙트럼 내 상기 피크 파장은 상기 제3 유기발광 소자에 의해 방출되는 빛의 가시광선 스펙트럼 내 상기 피크 파장보다 적어도 4 nm 더 작은, 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제3 유기 발광 소자는 465 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며; 그리고

상기 제4 유기 발광 소자는 400 - 465 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하는, 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제3 유기 발광 소자는 0.2 미만의 CIE x-좌표 및 0.5 미만의 CIE y-좌표를 갖는 빛을 방출하고, 그리고

상기 제4 유기 발광 소자는 0.15 미만의 CIE y-좌표를 갖는 빛을 방출하는, 장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 제3 유기 발광 소자에 의해 방출되는 빛의 CIE 좌표 및 상기 제4 유기발광 소자에 의해 방출되는 빛의 CIE 좌표가 충분히 달라서 CIE x-좌표의 차이와 CIE y-좌표의 차이의 합이 적어도 > 0.01이 되는, 장치.

### 청구항 5

제 2 항에 있어서, 상기 제4 발광 물질은 형광임을 특징으로 하는, 장치.

### 청구항 6

제 2 항에 있어서, 상기 제4 발광 물질은 인광임을 특징으로 하는, 장치.

### 청구항 7

제 2 항에 있어서, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자 각각은 동일한 표면적을 갖는, 장치.

### 청구항 8

제 2 항에 있어서, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자 중 적어도 하나는 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자 중 나머지와 서로 다른 표면적을 갖는, 장치.

**청구항 9**

제 2 항에 있어서, 상기 장치는 풀 컬러 디스플레이(full color display)의 부품임을 특징으로 하는, 장치.

**청구항 10**

제 2 항에 있어서, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자는 쿼드 패턴(quad pattern)으로 배열되는, 장치.

**청구항 11**

제 2 항에 있어서, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자는 열(row)로 배열되는, 장치.

**청구항 12**

제 2 항에 있어서, 상기 제3 및 제4 유기발광 소자의 발광 물질은 동일한 물질이며, 상기 제4 유기발광 소자는 마이크로캐비티를 포함하는, 장치.

**청구항 13**

제 1 항에 있어서, 상기 제3 유기 발광 소자는 적어도 12 cd / A의 발광 효율을 갖는, 장치

**청구항 14**

제 1 항에 있어서, 상기 제3 유기 발광 소자는 적어도 15 cd / A의 발광 효율을 갖는, 장치.

**청구항 15**

제 1 항에 있어서, 상기 장치는 소비자 제품임을 특징으로 하는, 장치.

**청구항 16**

600 - 700 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제1 발광 물질을 갖는 제1 발광층을 더욱 포함하는 제1 유기발광 소자;

500 - 600 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제2 발광 물질을 갖는 제2 발광층을 더욱 포함하는 제2 유기발광 소자;

0.25 미만의 CIE y 좌표를 갖는 빛을 방출하며, 제3 발광 물질을 갖는 제3 발광층을 더욱 포함하는 제3 유기발광 소자;

상기 제3 유기 발광 소자에 의해 방출되는 빛의 CIE y 좌표보다 적어도 0.02 더 작은 CIE y 좌표를 갖는 빛을 방출하며, 제4 발광 물질을 갖는 제4 발광층을 더욱 포함하는 제4 유기발광 소자;

를 포함하며, 여기서 상기 제1, 제2 및 제3 발광 소자 중 적어도 하나는 형광 발광 물질을 갖는 발광층을 포함하는, 장치.

**청구항 17**

장치가 원하는 CIE 좌표를 갖는 빛을 방출하도록, 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자를 갖는 상기 장치 작동 방법에 있어서,

상기 제1 유기발광 소자는 600 - 700 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제1 발광 물질을 갖는 제1 발광층을 더욱 포함하며;

상기 제2 유기 발광 소자는 500 - 600 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제2 발광 물질을 갖는 제2 발광층을 더욱 포함하며;

상기 제3 유기 발광 소자는 400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제3 발광 물질을 갖는 제3 발광층을 더욱 포함하며;

상기 제4 유기발광 소자는 400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며, 제4 발광 물질을 갖는 제4 발광층을 더욱 포함하며;

여기서 상기 제1, 제2 및 제3 발광 소자 중 적어도 하나는 형광 발광 물질을 갖는 발광층을 포함하고, 그리고 상기 제4 유기발광 소자에 의해 방출되는 빛의 가시광선 스펙트럼 내 상기 피크 파장은 상기 제3 유기발광 소자에 의해 방출되는 빛의 가시광선 스펙트럼 내 상기 피크 파장보다 적어도 4 nm 더 작으며;

상기 제1, 제2 및 제3 소자에 의해 방출되는 빛의 CIE 좌표는 CIE 공간에서 제1 삼각형을 정의하며;

상기 제1, 제2 및 제4 소자에 의해 방출되는 빛의 CIE 좌표는 CIE 공간에서 제2 삼각형을 정의하며;

상기 제2, 제3 및 제4 소자에 의해 방출되는 빛의 CIE 좌표는 CIE 공간에서 제3 삼각형을 정의하며;

상기 방법은

원하는 CIE 좌표가 제1 삼각형 내에 존재하는 경우, 제4 소자를 제외한 제1, 제2 및 제3 소자로부터 빛을 방출하여 원하는 CIE 좌표를 갖는 빛의 방출을 달성하는 단계;

원하는 CIE 좌표가 제2 삼각형 내에 존재하며, 제1 삼각형 내에 존재하지 않는 경우, 제3 소자를 제외한 제1, 제2 및 제4 소자로부터 빛을 방출하여 원하는 CIE 좌표를 갖는 빛의 방출을 달성하는 단계;

원하는 CIE 좌표가 제3 삼각형 내에 존재하며, 제1 삼각형 또는 제2 삼각형 내에 존재하지 않는 경우, 제1 소자를 제외한 제2, 제3 및 제4 소자로부터 빛을 방출하여 원하는 CIE 좌표를 갖는 빛의 방출을 달성하는 단계; 또는 원하는 CIE 좌표가 제3 삼각형 내에 존재하며, 제1 또는 제2 삼각형 내에 존재하지 않는 경우, 제2 소자를 제외한 제1, 제3 및 제4 소자로부터 빛을 방출하여 원하는 CIE 좌표를 갖는 빛의 방출을 달성하는 단계;

를 포함하는, 장치 작동 방법.

### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제3 유기 발광 소자는 465 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하며; 그리고

상기 제4 유기 발광 소자는 400 - 465 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 빛을 방출하는, 장치 작동 방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 출원은 2010.4.1. 출원된 미국 특허 출원 제12/752,792호에 대한 우선권을 주장하며, 상기 문헌은 그 전체가 본 명세서에 참고문헌으로 명백하게 수록된다.

[0002] 청구된 발명은 합동 대학 협력 연구 협약에 대한 다음 당사자 중 하나 이상에 의해, 이들을 대신하여, 및/또는 이들과 결합하여 완성되었다: 미시건 대학(University of Michigan) 위원회, 프린스턴 대학(Princeton University), 남부 캘리포니아 대학(The University of Southern California), 및 유니버설 디스플레이 코퍼레이션(Universal Display Corporation).

### [0003] 발명의 분야

[0004] 본 발명은 유기 발광 소자(organic light emitting device)에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 색을 제공하기 위한 열은 및 질은 청색 유기 발광 소자의 용도에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0005] 배경

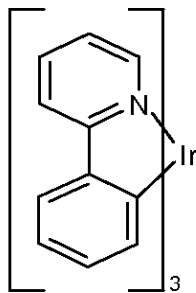
[0006] 유기 물질을 사용하는 광-전자 소자는 많은 이유로 인하여 더욱 각광받고 있다. 이러한 소자를 제조하기 위해 사용되는 많은 물질들은 비교적 저가이며, 따라서 유기 광-전자 소자는 무기 소자에 비하여 비용 장점에 대한 잠재력을 가진다. 또한, 유연성과 같은 유기 물질의 본질적인 특성이 연성 기관 상에서의 제조와 같은 특정 응용분야에 대하여 이들을 적합하게 만든다. 유기 광-전자 소자의 예에는 유기 발광 소자(OLED), 유기 광트랜지스

터, 유기 태양 전지, 및 유기 광검출기가 포함된다. OLED에 대하여, 유기 물질은 종래 물질에 비하여 성능상의 장점을 가질 수 있다. 예를 들어, 유기 발광층(organic emissive layer)이 빛을 방출하는 과정은 점진적으로 적절한 도판트에 의해 용이하게 조절된다.

[0007] OLED는 소자 양단에 전압이 인가될 때 빛을 방출하는 유기 박막을 이용한다. OLED는 평판 디스플레이, 조명, 및 백라이트(backlighting)과 같은 응용분야에서의 사용에 대하여 각광받는 관심 기술이 되고 있다. 몇몇 OLED 물질 및 구성이 미국 특허 5,844,363, 6,303,238, 및 5,707,745에 개시되며, 이들은 그 전체가 참고문헌으로 본 명세서에 수록된다.

[0008] 유기 발광 분자(organic emissive molecule)에 대한 한 응용분야는 풀 컬러 디스플레이(full color display)이다. 이러한 디스플레이에 대한 산업 표준은 "포화된(saturated)" 색으로 불리는, 특정 색을 방출하도록 구성된 픽셀을 요구한다. 특히, 이러한 표준은 포화된 적색, 녹색, 및 청색 픽셀을 요구한다. 색은 해당 분야에 공지된 CIE 좌표를 사용하여 측정될 수 있다.

[0009] 녹색 방출 분자의 한 예는 Ir(ppy)<sub>3</sub>로 표시되는 트리스(2-페닐피리딘) 이리듐이며, 이는 화학식 I의 구조식을 가진다:



[0010]

[0011] 본 명세서의 지금 그리고 후속하는 그림에서, 질소와 금속(여기서는 Ir)의 배위 결합을 직선으로 표시한다.

[0012] 본 명세서에서 사용되듯이, 용어 "유기"는 폴리머 물질뿐만 아니라 유기 광-전자 소자를 제조하기 위해 사용될 수 있는 소규모 분자 유기 물질을 포함한다. "소규모 분자(Small molecule)"는 폴리머가 아닌 모든 유기 물질을 의미하며, "소규모 분자"는 실제 매우 클 수도 있다. 소규모 분자는 일부 경우에서 반복 단위를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 치환체로서 긴 사슬 알킬 그룹을 사용하는 것은 "소규모 분자" 부류로부터 분자를 제거하지 않는다. 소규모 분자는 또한 예를 들면 폴리머 골격 상의 펜던트 그룹으로서 또는 골격의 일부분으로서, 폴리머에 포함될 수도 있다. 소규모 분자는 또한 덴드리머(dendrimer)의 코어 부분(core moiety)으로서 작용할 수 있으며, 상기 덴드리머는 코어 부분 상에 형성된 일련의 화학적 셸(chemical shell)로 구성된다. 덴드리머의 코어 부분은 형광 또는 인광 소규모 분자 에미터(Emitter)일 수 있다. 덴드리머는 "소규모 분자"일 수 있으며, OLED 분야에서 현재 사용되는 모든 덴드리머는 소규모 분자인 것으로 여겨진다.

[0013] 본 명세서에서 사용되듯이, "상단(top)"은 기판으로부터 가장 먼 것을 의미하며, 반면에 "바닥(bottom)"은 기판에 가장 가까운 것을 의미한다. 제1 층이 제2 층 "상부에 배치"되는 것으로 기술될 때, 제1 층은 기판으로부터 가장 멀리 배치된다. 제1 층이 제2 층과 "접촉한다"라는 것이 특정되지 않는 한, 제1 층과 제2 층 사이에는 또 다른 층들이 있을 수 있다. 예컨대, 캐소드가 애노드 "상부에 배치"되는 것으로 설명될 때, 이들 사이에 여러 유기층들이 존재할 수 있다.

[0014] 본 명세서에서 사용되듯이, "용액 가공성(solution processable)"은 용액 또는 현탁액 형태의 액체 매질에 용해, 분산, 또는 이동되거나 및/또는 상기 액체 매질로부터 증착될 수 있음을 의미한다.

[0015] 리간드가 발광 물질의 광활성 특성에 직접적으로 기여한다고 여겨질 때 리간드는 "광활성"이라고 불릴 수 있다. 리간드가 발광 물질의 광활성 특성에 기여하지 않는다고 여겨질 때 리간드는 "보조적(ancillary)"이라고 불릴 수 있으나, 그럼에도 보조적 리간드는 광활성 리간드의 특성을 변화시킬 수도 있다.

[0016] 본 명세서에서 사용되듯이, 그리고 해당 분야의 통상의 기술자에 의해 일반적으로 이해될 수 있듯이, 제1 "HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital)" 또는 "LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital)" 에너지 레벨은, 제1 에너지 레벨이 진공 에너지 레벨에 더욱 근접하는 경우, 제2 HOMO 또는 LUMO 에너지 레벨보다 "더 크거나" 또는 "더 높다". 이온화 퍼텐셜(ionization potential, IP)이 진공 레벨에 대한 음성 에너지(negative

energy)로서 측정되기 때문에, 더 높은 HOMO 에너지 레벨은 더 작은 절대값을 갖는 IP(및 덜 음성인 IP)에 대응한다. 유사하게, 더 높은 LUMO 에너지 레벨은 더 작은 절대값을 갖는 전자 친화도(EA)(덜 음성인 EA)에 대응한다. 상단에서 진공 레벨을 갖는 종래 에너지 레벨 도표에서, 물질의 LUMO 에너지 레벨은 동일 물질의 HOMO 에너지 레벨보다 더 높다. "더 높은" HOMO 또는 LUMO 에너지 레벨은 "더 낮은" HOMO 또는 LUMO 에너지 레벨보다 이러한 도표에서 상단에 더 근접하여 나타난다.

[0017] 본 명세서에서 사용되듯이, 그리고 해당 분야의 통상의 기술자에 의해 일반적으로 이해될 수 있듯이, 제1 일함수가 더 큰 절대값을 갖는 경우, 제1 일함수는 제2 일함수보다 "더 크거나" 또는 "더 높다". 일함수는 일반적으로 진공 레벨에 대하여 음의 숫자로서 측정되기 때문에, 이는 "더 높은" 일함수가 더욱 음(negative)임을 의미한다. 상단에서 진공 레벨을 갖는 종래 에너지 레벨 도표에서, "더 높은" 일함수는 아래 방향으로 진공 레벨로부터 더욱 멀리 도시된다. 따라서, HOMO 및 LUMO 에너지 레벨의 정의는 일함수로 다른 규약을 따른다.

[0018] 전술한 OLED, 및 정의에 대한 더욱 상세한 사항은 미국 특허 7,279,704에서 찾을 수 있으며, 본 문헌을 그 전체가 참고문헌으로 본 명세서에 수록된다.

### 발명의 내용

[0019] **발명의 개요**

[0020] 다색 픽셀로서 사용될 수 있는 장치가 제공된다. 상기 장치는 제1 유기발광 소자, 제2 유기 발광 소자, 제3 유기 발광 소자, 및 제4 유기발광 소자를 가진다. 상기 장치는 4개의 서브-픽셀을 갖는 디스플레이의 픽셀일 수 있다.

[0021] 제1 유기발광 소자는 적색광을 방출하며, 제2 유기 발광 소자는 녹색광을 방출하며, 제3 유기 발광 소자는 옅은(light) 청색광을 방출하며, 그리고 제4 유기발광 소자는 짙은(deep) 청색광을 방출한다. 제4 소자의 피크 발광 파장(peak emissive wavelength)은 제3 소자의 그것보다 적어도 4 nm 작다. 본 명세서에서 사용되듯이, "적색(red)"은 600 - 700 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미하며, "녹색(green)"은 500 - 600 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미하며, "옅은 청색(light blue)"은 400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미하며, 그리고 "짙은 청색(deep blue)"은 400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미하며, 여기서 "옅은(light)" 및 "짙은(deep)" 청색은 피크 파장에서의 4 nm 차이에 의해 구별된다. 바람직하게는, 옅은 청색 소자는 465 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 가지며, "짙은 청색"은 400 - 465 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 가진다.

[0022] 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자는 각각 소자 양단에 적절한 전압이 인가될 때 빛을 방출하는 유기 물질을 포함하는 발광층을 가진다. 제1 및 제2 유기 발광 소자 각각의 발광 물질은 인광 물질이다. 제3 유기 발광 소자의 발광 물질은 형광 물질이다. 제4 유기발광 소자의 발광 물질은 형광 물질 또는 인광 물질 중 어느 하나일 수 있다. 바람직하게는, 제4 유기발광 소자의 발광 물질은 인광 물질이다.

[0023] 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자는 동일한 표면적을 가질 수 있거나, 또는 서로 다른 표면적을 가질 수 있다. 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자는 쿼드 패턴(quad pattern)으로, 열(row)로, 또는 또 다른 패턴으로 배열될 수 있다.

[0024] 소자는 모든 특정 CIE 좌표에 대한 4개 소자 중에서 최대 3개를 사용하여 원하는 CIE 좌표를 갖는 빛을 방출하도록 작동될 수 있다. 짙은 청색 소자의 사용은 단지 적색, 녹색 및 짙은 청색 소자를 갖는 디스플레이와 비교하여 상당히 감소될 수 있다. 대부분의 영상에 대하여, 청색을 효과적으로 제공하기 위해 옅은 청색 소자가 사용될 수 있는 한편, 픽셀이 고도로 포화된 청색을 요구하는 때에만 짙은 청색 소자가 조명될 필요가 있을 수 있다. 짙은 청색 소자의 사용이 감소된다면, 전력 소모 감소 및 디스플레이 수명 연장에 부가하여, 더욱 포화된 짙은 청색 소자가 수명 또는 효율성의 최소 손실을 수반하면서 사용될 수 있으며, 따라서 디스플레이의 색 재현성(color gamut)이 개선될 수 있다.

[0025] 소자는 소비자 제품일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0026] **도면의 간단한 설명**

도 1은 유기 발광 소자를 나타낸다.

도 2는 별도의 전자 수송층을 갖지 않는 인버티드(inverted) 유기 발광 소자를 나타낸다.

도 3은 1931 CIE 색도표의 렌디션(rendition)을 나타낸다.

도 4는 또한 색 재현성을 나타내는 1931 CIE 색도표의 렌디션을 나타낸다.

도 5는 여러 소자에 대한 CIE 좌표를 나타낸다.

도 6은 4개의 서브-픽셀을 갖는 픽셀에 대한 여러 구성을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

#### [0027] 상세한 설명

[0028] 일반적으로, OLED는 애노드와 캐소드 사이에 배치되고 전기적으로 연결된 적어도 하나의 유기층을 포함한다. 전류가 인가될 때, 유기층으로 애노드는 정공을 주입하고 캐소드는 전자를 주입한다. 주입된 정공 및 전자는 각각 반대로 하전된 전극을 향하여 이동한다. 전자 및 정공이 동일 분자에서 편재될 때, 여기된(excited) 에너지를 갖는 편재된 전자-정공 쌍인 "엑시톤(exciton)"이 형성된다. 엑시톤이 광방출 메커니즘을 통하여 안정화될 때 빛이 방출된다. 일부 경우에, 엑시톤은 엑시머(excimer) 또는 엑시플렉스(exciplex) 상에서 편재될 수 있다. 열 안정화와 같은 비-복사성 메커니즘(Non-radiative mechanisms)이 또한 일어날 수 있으나, 일반적으로 바람직하지 않은 것으로 간주된다.

[0029] 초기 OLED는 자신의 단일항 상태(singlet state)("형광")로부터 빛을 방출하는 발광 분자를 사용하였으며, 이는 예컨대 미국 특허 4,769,292에 개시되며, 본 문헌은 그 전체가 참고문헌으로 본 명세서에 수록된다. 형광 방출은 일반적으로 10 나노초 미만의 시간 프레임에서 일어난다.

[0030] 더욱 최근에, 삼중항 상태(triplet state)("인광")로부터 빛을 방출하는 발광 물질을 갖는 OLED가 입증되었다. Baldo et al., "Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices," Nature, vol. 395, 151-154, 1998; ("Baldo-I") 및 Baldo et al., "Very high-efficiency 녹색 organic light-emitting devices based on electrophosphorescence," Appl. Phys. Lett., vol. 75, No. 3, 4-6 (1999) ("Baldo-II"), 이들 문헌은 그 전체가 참고문헌으로 본 명세서에 수록된다. 인광은 미국 특허 7,279,704, 칼럼 5-6에 더욱 상세하게 개시되며, 본 문헌은 그 전체가 참고문헌으로 수록된다.

[0031] 도 1은 유기 발광 소자(100)를 나타낸다. 도면은 반드시 크기에 맞게 도시되는 것은 아니다. 소자(100)는 기관(110), 애노드(115), 정공 주입층(120), 정공 수송층(125), 전자 차단층(130), 발광층(135), 정공 차단층(140), 전자 수송층(145), 전자 주입층(150), 보호층(155), 및 캐소드(160)를 포함할 수 있다. 캐소드(160)는 제1 전도성 층(162) 및 제2 전도성 층(164)을 갖는 화합물 캐소드이다. 소자(100)는 전술한 층들을 순서대로 증착시켜 제조될 수 있다. 이러한 여러 층, 뿐만 아니라 예시적인 물질의 특성 및 기능은 미국 7,279,704의 칼럼 6-10에 더욱 상세하게 개시되며, 이는 참고문헌으로 수록된다.

[0032] 이러한 층들 각각에 대한 더 많은 예가 가능하다. 예를 들면, 연성이며 투명한 기관-애노드 결합이 미국 특허 5,844,363에 개시되며, 이는 그 전체가 참고문헌으로 수록된다. p-도핑된 정공 수송층의 예는 50:1의 몰 비율로 F<sub>4</sub>-TCNQ로 도핑된 m-MTDATA이며, 이는 미국 특허 출원 공개공보 2003/0230980에 개시되며, 이는 그 전체가 참고문헌으로 수록된다. 방출 및 호스트 물질의 예는 톰슨(Thompson) 등의 미국 특허 6,303,238에 개시되며, 이는 그 전체가 참고문헌으로 수록된다. n-도핑된 전자 수송층의 예는 1:1의 몰 비율로 Li로 도핑된 BPhen이며, 이는 미국 특허 출원 공개공보 2003/0230980에 개시되며, 이는 그 전체가 참고문헌으로 수록된다. 그 전체가 참고문헌으로 수록되는 미국 특허 5,703,436 및 5,707,745는 상부의 투명한, 전기-전도성, 스퍼터-증착된 ITO 층을 갖는 Mg:Ag와 같은 금속의 박막을 갖는 화합물 캐소드를 포함하는 캐소드의 예를 개시한다. 차단층의 이론 및 용도가 미국 특허 6,097,147 및 미국 특허 출원 공개공보 2003/0230980에 더욱 상세하게 개시되며, 이들은 그 전체가 참고문헌으로 수록된다. 주입층의 예가 미국 특허 출원 공개공보 2004/0174116에서 제공되며, 이는 그 전체가 참고문헌으로 수록된다. 보호층의 설명은 미국 특허 출원 공개공보 2004/0174116에서 찾을 수 있으며, 이는 그 전체가 참고문헌으로 수록된다.

[0033] 도 2는 인버티드 OLED(200)를 나타낸다. 소자는 기관(210), 캐소드(215), 발광층(220), 정공 수송층(225), 및 애노드(230)를 포함한다. 소자(200)는 전술한 층들을 순서대로 증착시켜 제조될 수 있다. 가장 흔한 OLED 구성은 애노드 상부에 배치된 캐소드를 가지며, 소자(200)는 애노드(230) 하부에 배치된 캐소드(215)를 갖기 때문에, 소자(200)는 "인버티드(inverted)" OLED라 불린다. 소자(100)에 관하여 설명한 것과 유사한 물질들이

소자(200)의 대응하는 층에서 사용될 수 있다. 도 2는 일부 층들이 소자(100)의 구조로부터 어떻게 생략될 수 있는가에 대한 한 가지 예를 제공한다.

[0034] 도 1 및 2에 도시된 단순한 계층 구조가 비-제한적인 예로서 제공되며, 본 발명의 실시예들이 광범위하게 다양한 또 다른 구조와 연결되어 사용될 수 있음이 이해된다. 기재된 특정 물질 및 구조는 본질적으로 예시적인 것이며, 또 다른 물질 및 구조가 사용될 수 있다. 기능성 OLED는 기재된 여러 층을 서로 다른 방식으로 결합시켜 달성될 수 있거나, 또는 층이 설계, 성능, 및 비용 요인에 기초하여 전체적으로 생략될 수도 있다. 구체적으로 기재되지 않은 또 다른 층이 또한 포함될 수 있다. 구체적으로 기재된 것과 다른 물질이 사용될 수 있다. 본 명세서에 제공된 많은 실시예가 단일 물질을 포함하는 것으로 여러 층을 설명하지만, 예컨대 호스트와 도판트의 혼합물과 같이, 물질들의 결합, 또는 더욱 일반적으로 혼합물이 사용될 수 있음이 이해된다. 또한, 층은 여러 하부층을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 여러 층에 부여된 명칭은 엄격한 제한으로 의도되지 않는다. 예를 들어, 소자(200)에서, 정공 수송층(225)은 정공을 수송하고 정공을 발광층(220) 내로 주입하며, 정공 수송층 또는 정공 주입층으로 기재될 수 있다. 한 실시예에서, OLED는 캐소드와 애노드 사이에 배치된 "유기층"을 갖는 것으로 기재될 수 있다. 이러한 유기층은 단일 층을 포함할 수 있거나, 또는 예컨대 도 1 및 2와 관련하여 기재한 바와 같이 서로 다른 유기 물질의 다중 층을 더욱 포함할 수 있다.

[0035] 구체적으로 기재되지 않은 구조 및 물질이 또한 사용될 수 있는데, 예컨대 OLED는 그 전체가 참고문헌으로 수록된 프리엔드(Friend) 등의 미국 특허 5,247,190에 기재된 것과 같은 폴리머 물질(PLED)로 구성된다. 추가 실시예로서, 단일 유기층을 갖는 OLED가 사용될 수 있다. OLED는 예컨대 그 전체가 참고문헌으로 수록되는 포레스트(Forrest) 등의 미국 특허 5,707,745에 기재된 바와 같이 적층될 수 있다. OLED 구조는 도 1 및 2에 도시된 단순한 계층 구조로부터 벗어날 수 있다. 예를 들어, 기관은, 포레스트(Forrest) 등의 미국 특허 6,091,195에 기재된 바와 같은 예컨대 메사 구조(mesa structure)와 같이, 아웃-커플링(out-coupling)을 개선하기 위하여 각진 반사 표면을 포함할 수 있거나, 및/또는 볼보빅(Bulovic) 등의 미국 특허 5,834,893에 기재된 바와 같은 피트 구조(pit structure)를 포함할 수 있으며, 이들 문헌은 그 전체가 참고문헌으로 수록된다.

[0036] 다른 특징이 없는 한, 여러 실시예의 임의 층은 임의 적절한 방법에 의해 증착될 수 있다. 유기층에 대하여, 바람직한 방법은 그 전체가 참고문헌으로 수록되는 미국 특허 6,013,982 및 6,087,196에 기재된 것과 같은 열 증발, 잉크-젯, 그 전체가 참고문헌으로 수록되는 포레스트(Forrest) 등의 미국 특허 6,337,102에 기재된 것과 같은 유기 기상 증착(organic vapor phase deposition, OVPD), 및 그 전체가 참고문헌으로 수록되는 미국 특허 출원 일련번호 10/233,470에 기재된 것과 같은 유기 증기 제트 인쇄(organic vapor jet printing, OVJP)에 의한 증착을 포함한다. 또 다른 적절한 증착 방법은 스핀 코팅 및 또 다른 용액 기반 공정을 포함한다. 용액 기반 공정은 바람직하게는 질소 또는 불활성 분위기에서 수행된다. 또 다른 층에 대하여, 바람직한 방법은 열 증발을 포함한다. 바람직한 패터닝 방법은 마스크를 통한 증착, 그 전체가 참고문헌으로 수록된 미국 특허 6,294,398 및 6,468,819에 기재된 것과 같은 냉간 용접(cold welding), 그리고 잉크-젯 및 OVJD와 같은 증착 방법의 일부와 결합된 패터닝을 포함한다. 또 다른 방법이 또한 사용될 수 있다. 증착될 물질은 특정 증착 방법에 호환되도록 하기 위해 개질될 수 있다. 예를 들어, 가지형 또는 비가지형, 그리고 바람직하게는 최소 3개의 탄소를 함유하는 알킬 및 아릴 그룹과 같은 치환체가 소규모 분자 내에 사용되어 용액 공정을 수행하는 이들의 능력을 강화시킬 수 있다. 20개 탄소 또는 그 이상을 갖는 치환체가 사용될 수 있으며, 3-20개 탄소가 바람직한 범위이다. 비대칭 구조를 갖는 물질이 대칭 구조를 갖는 것들보다 더 우수한 용액 가공성을 가질 수 있는데, 왜냐하면 비대칭 물질이 재결정에 대한 더 낮은 경향성을 가질 수 있기 때문이다. 텐드리머 치환체가 사용되어 용액 공정을 수행하는 소규모 분자의 능력을 강화시킬 수 있다.

[0037] 본 발명의 실시예에 따라 제조된 장치는 평판 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 게시판, 내부 또는 외부 조명을 위한 조명 및/또는 신호기(signaling), 헤드 업 디스플레이, 완전 투명 디스플레이(fully transparent display), 연성 디스플레이(flexible display), 레이저 프린터, 전화기, 휴대 전화기, 개인 디지털 단말기(personal digital assistant, PDA), 랩탑 컴퓨터, 디지털 카메라, 캠코더, 뷰파인더, 마이크로-디스플레이, 자동차, 대면적 벽, 영화관 또는 스타디움 스크린, 또는 신호를 비롯한 광범위한 소비자 제품에 포함될 수 있다. 다양한 제어 메커니즘이 사용되어 본 발명에 따라 제조된 장치를 제어할 수 있는데, 수동 매트릭스 및 능동 매트릭스가 포함된다. 많은 장치는 인간에게 안락한 온도 범위, 예컨대 18°C 내지 30°C, 더욱 바람직하게는 실온(20-25 °C)에서의 사용을 위하여 의도된다.

[0038] 본 명세서에 기재된 물질 및 구조는 OLED 이외의 소자에서의 응용을 포함할 수 있다. 예를 들면, 유기 태양 전지(organic solar cell) 및 유기 광검출기와 같은 또 다른 광전자 소자가 이러한 물질 및 구조를 사용할 수도

있다. 더욱 일반적으로, 유기 트랜지스터와 같은 유기 소자가 이러한 물질 및 구조를 사용할 수도 있다.

- [0039] 용어 할로, 할로젠, 알킬, 사이클로알킬, 알케닐, 알키닐, 아릴킬, 헤테로사이클 그룹, 아릴, 방향족 그룹, 및 헤테로아릴은 해당 업계에 공지되어 있으며, 그 전체가 참고문헌으로 수록되는 미국 7,279,704의 칼럼 31-32에 정의되어 있다.
- [0040] 유기 발광 분자에 대한 하나의 응용은 풀 컬러 디스플레이, 바람직하게는 능동 매트릭스 OLED (AMOLED) 디스플레이이다. 현재 AMOLED 디스플레이 수명 및 전력 소모를 제한하는 한 가지 요인은 충분한 소자 수명을 갖는 포화 CIE 좌표가 있는 상업용 청색 OLED의 부족이다.
- [0041] 도 3은 1931 CIE 색도표를 나타내는데, 이는 흔히 불어 명칭 "Commission Internationale de l'Eclairage"에 대한 CIE로 알려진 국제 조명 위원회(International Commission on Illumination)에 의해 1931년에 개발되었다. 모든 색을 상기 도표상의 x 및 y 좌표에 의해 기술할 수 있다. "포화된" 색은, 가장 엄격한 의미에서, 청색에서 녹색을 지나 적색으로 가는 U-형 곡선을 따라 CIE 도표상에 도시되는, 포인트 스펙트럼을 갖는 색이다. 이러한 곡선을 따르는 숫자는 포인트 스펙트럼의 파장을 의미한다. 레이저가 포인트 스펙트럼을 갖는 빛을 방출한다.
- [0042] 도 4는 1931 색도표의 또 다른 렌디션을 나타내는데, 이는 또한 몇 개의 색 "재현성(gamut)"을 나타낸다. 색 재현성은 특정 디스플레이 또는 또 다른 색 제공 수단에 의해 제공될 수 있는 한 세트의 색이다. 일반적으로, 임의 소정의 발광 소자는 특정 CIE 좌표를 갖는 방출 스펙트럼을 가진다. 두 개 소자로부터의 방출은 여러 세기에서 결합되어 두 개 소자의 CIE 좌표 사이의 라인 상의 임의 지점에서 CIE 좌표를 갖는 색을 제공할 수 있다. 세 개 소자로부터의 방출은 여러 세기에서 결합되어 CIE 도표상의 세 개 소자 각각의 좌표에 의해 정의되는 삼각형 내 임의 지점에서 CIE 좌표를 갖는 색을 제공할 수 있다. 도 4의 삼각형 각각의 세 개의 포인트는 디스플레이에 대한 산업 표준 CIE 좌표를 나타낸다. 예를 들어, "NTSC / PAL / SECAM / HDTV 재현성"으로 표시된 삼각형의 세 개 포인트는 나열된 표준과 결합하는 디스플레이의 서브-픽셀에서 요구되는 적색, 녹색, 및 청색(RGB)의 색을 나타낸다. 요구되는 RGB 색을 방출하는 서브-픽셀을 갖는 픽셀은 각각의 서브-픽셀로부터의 방출 세기를 조절함으로써 삼각형 내 임의 색을 제공할 수 있다.
- [0043] NTSC 표준에 의해 요구되는 CIE 좌표는 다음과 같다: 적색(0.67, 0.33); 녹색(0.21, 0.72); 청색(0.14, 0.08). 산업 표준에 의해 요구되는 청색에 근접하는 적절한 수명 및 효율성 특성을 갖는 소자가 존재하지만, 표준 청색 대신에 이러한 소자로 제조된 디스플레이가 청색을 제공하는데 있어서 상당한 단점을 가질 수 있다는 점에서 표준 청색과는 상당히 떨어져 있다. 산업 표준에 의해 요구되는 청색은 이하에서 정의하는 "깊은" 청색이며, 효율적이며 긴-수명의 청색 소자에 의해 방출되는 색은 일반적으로 이하에서 정의되는 "열은" 청색이다.
- [0044] 더욱 안정하고 긴 수명의 열은 청색 소자의 사용을 가능하게 하는 한편, 깊은 청색 성분을 포함하는 색의 렌디션을 여전히 허용하는 디스플레이가 제공된다. 이는 쿼드 픽셀, 즉 4개 소자를 갖는 픽셀을 사용하여 달성된다. 이들 소자 중 3개가 고도로 효율적이며 긴-수명의 소자인데, 각각 적색광, 녹색광 및 열은 청색광을 방출한다. 제4 소자는 깊은 청색광을 방출하며, 다른 소자들보다 덜 효율적이며 덜 긴 수명일 수 있다. 그렇지만, 많은 색이 제4 소자의 사용 없이 제공될 수 있기 때문에, 제4 소자의 사용은 제한되며 이에 따라 디스플레이의 전반적인 수명 및 효율성은 제4 소자의 포함에 의한 많은 문제점이 발생하지 않는다.
- [0045] 장치가 제공된다. 상기 장치는 제1 유기발광 소자, 제2 유기 발광 소자, 제3 유기 발광 소자, 및 제4 유기발광 소자를 가진다. 상기 장치는 4개의 서브-픽셀을 갖는 디스플레이의 픽셀일 수 있다. 상기 장치의 바람직한 용도는 능동 매트릭스 유기 발광 디스플레이에서의 사용이며, 이는 깊은 청색 OLED의 단점이 현재 한정 요인인 소자 유형이다.
- [0046] 제1 유기발광 소자는 적색광을 방출하고, 제2 유기 발광 소자는 녹색광을 방출하고, 제3 유기 발광 소자는 열은 청색광을 방출하고, 그리고 제4 유기발광 소자는 깊은 청색광을 방출한다. 제4 소자의 피크 발광 파장은 제3 소자의 그것보다 적어도 4 nm 작다. 본 명세서에서 사용되듯이, "적색(red)"은 600 - 700 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미하며, "녹색(green)"은 500 - 600 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미하며, "열은 청색(light blue)"은 400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미하며, 그리고 "깊은 청색(deep blue)"은 400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미하며, 여기서 "열은(light)" 및 "깊은(deep)" 청색은 피크 파장에서의 4 nm 차이에 의해 구별된다. 바람직하게는, 열은 청색 소자는 465 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 가지며, "깊은 청색"은 400 - 465 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 가진다. 바람직한 범위는 적색에 대하여 610 - 640 nm 및 녹색에 대하여

여 510 - 550 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 가진다.

[0047] 파장에 기초한 정의에 대하여 더욱 구체적인 것을 부가하기 위하여, "열은 청색"은, 동일 소자 내에서 짙은 청색 OLED의 피크 파장보다 적어도 4 nm 더 큰 465 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것에 추가하여, 바람직하게는 0.2 미만의 CIE x-좌표 및 0.5 미만의 CIE y-좌표를 갖는 것으로 더욱 정의될 수 있으며, 그리고 "짙은 청색"은, 400 - 465 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것에 추가하여, 바람직하게는 0.15 미만 그리고 바람직하게는 0.1 미만의 CIE y-좌표를 갖는 것으로 더욱 정의될 수 있으며, 이들 두 개 사이의 차이는 제3 유기 발광 소자에 의해 방출되는 빛의 CIE 좌표 및 제4 유기발광 소자에 의해 방출되는 빛의 CIE 좌표가 충분히 달라서 CIE x-좌표의 차이와 CIE y-좌표의 차이의 합이 적어도 0.01이 되도록 더욱 정의될 수 있다. 본 명세서에 정의되었듯이, 피크 파장은 열은 청색 및 짙은 청색을 정의하는 주된 특성이며, CIE 좌표가 선호된다.

[0048] 더욱 일반적으로, "열은 청색"은 400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미할 수 있으며, "짙은 청색"은 400 - 500 nm의 가시광선 스펙트럼 내 피크 파장을 갖는 것을 의미할 수 있으며, 열은 청색의 피크 파장보다 적어도 4 nm 더 작다.

[0049] 또 다른 실시예에서, "열은 청색"은 0.25 미만의 CIE y 좌표를 갖는 것을 의미할 수 있으며, "짙은 청색"은 "열은 청색"의 CIE y 좌표보다 적어도 0.02 더 작은 CIE y 좌표를 갖는 것을 의미할 수 있다.

[0050] 또 다른 실시예에서, 본 명세서에 제공된 열은 청색 및 짙은 청색에 대한 정의는 더 좁은 정의에 도달하기 위해 결합될 수 있다. 예를 들어, CIE 정의 중 임의의 것은 파장 정의 중 임의의 것과 결합될 수 있다. 다양한 정의에 대한 이유는 파장 및 CIE 좌표가 색을 측정하게 될 때 서로 다른 장점 및 약점을 갖기 때문이다. 예를 들어, 더 작은 파장은 일반적으로 더 짙은 청색에 대응한다. 그러나 472에서 피크를 갖는 매우 좁은 스펙트럼은, 471 nm에서 피크를 갖지만 더 큰 파장의 스펙트럼에서 상당한 테일(tail)을 갖는 또 다른 스펙트럼과 비교할 때, "짙은 청색"으로 간주될 수 있다. 이러한 시나리오는 CIE 좌표를 사용하여 가장 잘 설명된다. OLED용으로 활용가능한 물질의 관점에서, 파장-기초 정의는 대부분의 상황에 대하여 적절하다고 예상된다. 모든 상황에서, 본 발명의 실시예는 두 개의 서로 다른 청색 픽셀을 포함하지만, 청색에 있어서의 차이가 측정된다.

[0051] 제1, 제2, 제3 및 제4 유기발광 소자 각각은 소자 양단에 적절한 전압이 인가될 때 빛을 방출하는 유기 물질을 포함하는 발광층을 가진다. 제1 및 제2 유기 발광 소자 각각의 발광 물질은 인광 물질이다. 제3 유기 발광 소자의 발광 물질은 형광 물질이다. 제4 유기발광 소자의 발광 물질은 형광 물질 또는 인광 물질이다. 바람직하게는, 제4 유기발광 소자의 발광 물질은 인광 물질이다.

[0052] 상업용 디스플레이에서의 사용에 적합한 수명 및 효율성을 갖는 "적색" 및 "녹색" 인광 소자는 잘 알려져 있으며 용이하게 달성가능하며, 디스플레이에서의 사용을 위한 다양한 산업 표준 적색 및 녹색에 충분히 근접한 빛을 방출하는 소자를 포함한다. 이러한 소자의 예는 다음 문헌에서 제공된다: M. S. Weaver, V. Adamovich, B. D'Andrade, B. Ma, R. Kwong, 및 J. J. Brown, Proceedings of the International Display Manufacturing Conference, pp. 328-331 (2007); 또한 B. D'Andrade, M. S. Weaver, P. B. MacKenzie, H. Yamamoto, J. J. Brown, N. C. Giebink, S. R. Forrest and M. E. Thompson, Society for Information Display Digest of Technical Papers 34, 2, pp.712-715 (2008).

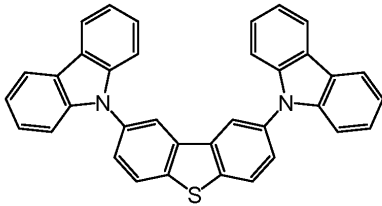
[0053] 열은 청색 형광 소자의 예는 다음 문헌에서 제공된다: Jiun-Haw Lee, Yu-Hsuan Ho, Tien-Chin Lin 및 Chia-Fang Wu, Journal of the Electrochemical Society, 154 (7) J226-J228 (2007). 발광층은 9,10-비스(2'-나프탈)안트라센 (ADN) 호스트 및 4,4'-비스[2-(4-(N,N-디페닐아미노)페닐) 비닐]바이페닐 (DPAVBi) 도판트를 포함한다. 1,000 cd/m<sup>2</sup>에서, 이러한 발광층을 갖는 소자는 18.0 cd/A 발광 효율로 작동하며 CIE 1931 (x, y) = (0.155, 0.238)이다. 청색 형광 도판트의 추가적인 예는 다음 문헌에서 제공된다: "Organic Electronics: Materials, Processing, Devices and Applications", Franky So, CRC Press, p448-p449 (2009). 한 가지 특정 예는 도판트 EK9이며, 이는 11 cd/A 발광 효율을 가지며 CIE 1931 (x, y) = (0.14, 0.19)이다. 또 다른 예는 특허 출원 WO 2009/107596 A1 및 US 2008/0203905에서 제공된다. WO 2009/107596 A1에서 제공된 효율적인 형광 열은 청색 시스템의 특정 예는 호스트 EM2'가 구비된 도판트 DM1-1'이며, 이는 1,000 cd/m<sup>2</sup>에서 작동하는 소자에서 19 cd/A 효율을 제공한다.

[0054] 열은 청색 인광 소자의 예는 다음 구조를 가진다:

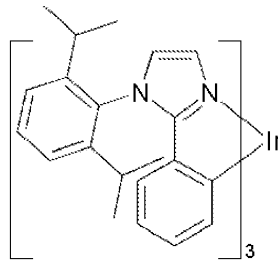
[0055] ITO (80nm)/ LG101 (10nm)/NPD (30nm)/화합물 A: 에미터 A (30nm:15%) / 화합물 A (5nm)/Alq<sub>3</sub>

(40nm)/LiF(1nm)/Al (100nm).

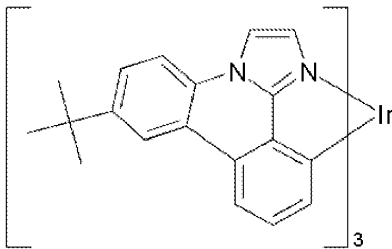
[0056] LG101은 대한민국의 LG Chem Ltd.사가 시판중이다.



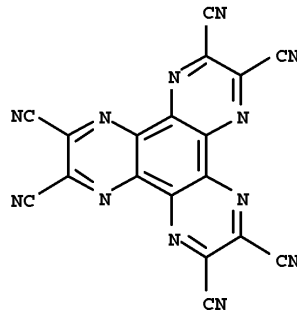
화합물 A



에미터 A(Emitter A)



에미터 B



화합물 C

[0059]

[0060]

[0061] 이러한 소자는 일정한 dc 전류에서 초기 휘도(luminance) 1000nits에서부터 50%의 초기 휘도까지 3,000시간의 수명, CIE(0.175, 0.375)의 1931 CIE 좌표, 및 가시광선 스펙트럼에서 474 nm의 피크 발광 파장을 갖는 것으로 측정되었다.

[0062] "짙은 청색" 소자는 또한 용이하게 달성가능하지만, 소비자 용도에 적절한 디스플레이에 대하여 요구되는 수명 및 효율성 특성을 반드시 갖는 것은 아니다. 짙은 청색 소자를 달성하는 한 가지 방법은 짙은 청색을 방출하는 형광 발광 물질을 사용하는 것에 의한 것이나, 인광 소자의 고효율성을 갖지 않는다. 짙은 청색 형광 소자의 예는 다음 문헌에서 제공된다: Masakazu Funahashi et al., Society for Information Display Digest of Technical Papers 47. 3, pp.709-711 (2008). 후나하시(Funahashi)는 (0.140, 0.133)의 CIE 좌표 및 460 nm의 피크 파장을 갖는 짙은 청색 형광 소자를 개시한다. 또 다른 방법은 옅은 청색을 방출하는 인광 발광 물질을 갖는 인광 소자를 사용하고, 필터 또는 마이크로캐비티의 사용을 통하여 소자에 의해 방출되는 빛의 스펙트럼을 조절하는 것이다. 필터 또는 마이크로캐비티는, Baek-Woon Lee, Young In Hwang, Hae-Yeon Lee 및 Chi Woo Kim 및 Young-Gu Ju Society for Information Display Digest of Technical Papers 68.4, pp.1050-1053 (2008)에 기재된 바와 같이, 짙은 청색 소자를 달성하기 위하여 사용될 수 있으나, 이와 관련된 소자 효율성의 감소과 있을 수 있다. 실제로, 동일한 에미터가, 마이크로캐비티 차이로 인하여, 옅은 청색 및 짙은 청색 소자를 제조하기 위해 사용될 수 있다. 또 다른 방법은 그 전체가 참고문헌으로 수록되는 미국 특허 공개공보 2005-0258433에 개시되는 바와 같이, 7-14쪽에 제시된 화합물에 대한 활용가능한 짙은 청색 인광 발광 물질을 사용하는 것이다. 그렇지만, 이러한 소자는 수명 문제를 가질 수 있다. 인광 에미터를 사용하는 적절한 짙은 청색 소자의 예는 다음 구조를 가진다:

[0063] ITO (80nm)/화합물 C(30nm)/NPD (10nm)/화합물 A : 에미터 B (30nm:9%)/화합물 A (5nm) / Alq3 (30nm)/LiF(1nm)/Al (100nm)

[0064] 이러한 소자는 일정한 dc 전류에서 초기 휘도 1000nits에서부터 50%의 초기 휘도까지 600시간의 수명, CIE:(0.148, 0.191)의 1931 CIE 좌표, 및 462 nm의 피크 발광 파장을 갖는 것으로 측정되었다.

[0065] 짙은 청색과 옅은 청색 소자의 발광 효율 및 수명의 차이는 상당할 수 있다. 예를 들어, 짙은 청색 형광 소자의

발광 효율은 옅은 청색 형광 소자의 발광 효율의 25% 미만 또는 50% 미만일 수 있다. 유사하게, 짙은 청색 형광 소자의 수명은 옅은 청색 형광 소자의 수명의 25% 미만 또는 50% 미만일 수 있다. 수명을 측정하는 표준 방법은 1000 nits의 초기 휘도에서의 LT<sub>50</sub>인데, 즉 1000 nits의 초기 휘도를 유발하는 일정한 전류에서 작동될 때 50% 만큼 감소되기 위해 빛 출력에 대하여 요구되는 시간이다. 옅은 청색 형광 소자의 발광 효율은 옅은 청색 인광 소자의 발광 효율보다 낮을 것으로 예상되지만, 그렇지만 형광 옅은 청색 소자의 작동 수명은 활용가능한 인광 옅은 청색 소자와 비교하여 연장될 수 있다.

- [0066] 4개 유기 발광 소자, 즉 적색 하나, 녹색 하나, 옅은 청색 하나 및 짙은 청색 하나를 갖는 소자 또는 픽셀이, CIE 색도표 상에서 소자에 의해 방출되는 빛의 CIE 좌표에 의해 정의되는 색상 안쪽의 임의 색을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 도 5는 이러한 포인트를 나타낸다. 도 5는 도 3 및 4의 CIE 도표를 참고하여 고려되어야 하지만, 도면을 선명하게 하기 위해 실제 CIE 도표는 도 5에 제시하지 않는다. 도 5에서, 포인트(511)는 적색 소자의 CIE 좌표를 나타내며, 포인트(512)는 녹색 소자의 CIE 좌표를 나타내며, 포인트(513)는 옅은 청색 소자의 CIE 좌표를 나타내며, 그리고 포인트(514)는 짙은 청색 소자의 CIE 좌표를 나타낸다. 픽셀은 포인트(511, 512, 513 및 514)에 의해 정의되는 사변형 안쪽의 임의 색을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 포인트(511, 512, 513 및 514)의 CIE 좌표가, 도 4의 삼각형의 모서리와 같이, 표준 재형성에 의해 요구되는 소자의 CIE 좌표에 대응하거나, 또는 상기 CIE 좌표를 적어도 둘러싸는 경우, 해당 재형성 내 임의 색을 제공하기 위해 상기 소자가 사용될 수 있다.
- [0067] 포인트(511, 512, 513 및 514)에 의해 정의되는 사변형 안쪽의 많은 색은 짙은 청색 소자를 사용하지 않고 제공될 수 있다. 구체적으로, 포인트(511, 512 및 513)에 의해 정의되는 삼각형 안쪽의 임의 색은 짙은 청색 소자를 사용하지 않고 제공될 수 있다. 짙은 청색 소자는 단지 이러한 삼각형의 외부에 존재하는 색을 위하여 요구될 것이다. 해당 영상의 색 내용에 의존하여, 단지 짙은 청색 소자의 최소한의 사용이 요구될 수 있다.
- [0068] 도 5는 각각 적색, 녹색 및 짙은 청색 소자의 CIE 좌표(511, 512 및 514)에 의해 정의되는 삼각형의 외부에 있는 CIE 좌표(513)를 갖는 "옅은 청색" 소자를 나타낸다. 그 대신에, 옅은 청색 소자는 상기 삼각형의 안쪽에 있는 CIE 좌표를 가질 수도 있다.
- [0069] 적색, 녹색, 옅은 청색 및 짙은 청색 소자, 즉 각각 제1, 제2, 제3 및 제4 소자를 갖는 소자를 작동시키는 바람직한 방법은 본 명세서에 기재된 바와 같이, 한 번에 4개 소자 중 단지 3개를 사용하여 색을 제공하고, 단지 요구되는 때에 짙은 청색 소자를 사용하는 것이다. 도 5를 참조하면, 포인트(511, 512 및 513)는 영역(521 및 523)을 포함하는 제1 삼각형을 정의한다. 포인트(511, 512 및 514)는 영역(521 및 522)을 포함하는 제2 삼각형을 정의한다. 포인트(512, 513 및 514)는 영역(523 및 524)을 포함하는 제3 삼각형을 정의한다. 원하는 색이 상기 제1 삼각형(영역(521 및 523)) 내에 존재하는 CIE 좌표를 갖는 경우, 단지 제1, 제2 및 제3 소자가 사용되어 색을 제공한다. 원하는 색이 제2 삼각형 내에 존재하고, 또한 제1 삼각형(영역(522)) 내에 존재하지 않는 CIE 좌표를 갖는 경우, 단지 제1, 제2 및 제4 소자가 사용되어 색을 제공한다. 원하는 색이 제3 삼각형 내에 존재하고, 또한 제1 삼각형(영역(524)) 내에 존재하지 않는 CIE 좌표를 갖는 경우, 단지 제1, 제3 및 제4, 또는 단지 제2, 제3 및 제4 소자가 사용되어 색을 제공한다.
- [0070] 이러한 소자는 물론 다른 방식으로 작동될 수 있다. 예를 들어, 모든 4개 소자가 색을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 그렇지만, 이러한 사용은 짙은 청색 소자의 사용을 최소화하는 목적을 달성하지 않을 수 있다.
- [0071] 적색, 녹색, 옅은 청색 및 청색 배면-발광(bottom-emission) 인광 마이크로캐비티 소자가 제조되었다. 1,000 cd/m<sup>2</sup>에서의 발광 효율(cd/A) 및 CIE 1931(x, y) 좌표가 표 1의 1-4행에서 이들 소자에 대하여 요약된다. 마이크로캐비티에서 형광 짙은 청색 소자에 대한 데이터가 5행에 제시된다. 이러한 데이터는 Woo-Young So et al., paper 44.3, SID Digest (2010) (공개를 위해 접수됨)로부터 획득하였으며, 마이크로캐비티에서 형광 짙은 청색 소자에 대한 전형적인 예이다. 마이크로캐비티에서 형광 옅은 청색 소자에 대한 수치가 9행에서 제시된다. 여기서 제시된 발광 효율(16.0 cd/A)은, 특허 출원 WO 2009/107596에 제시된 형광 옅은 청색 물질이 마이크로캐비티 소자 내에 형성되는 경우 입증될 수 있는 발광 효율의 적당한 평가이다. 형광 옅은 청색 소자의 CIE 1931(x, y) 좌표는 옅은 청색 인광 소자의 좌표와 일치한다.
- [0072] 표 1의 소자 데이터를 사용하여, 50% 편광관 효율, 9.5V 구동 전압, 및 300 cd/m<sup>2</sup>에서 화이트 포인트(x, y) = (0.31, 0.31)를 갖는 2.5-인치 대각선, 80 dpi, AMOLED 디스플레이의 전력 소모를 비교하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 모델에서, 모든 서브-픽셀은 동일한 능동 소자 영역을 가진다. 전력 소모는 10개의 전형적인 디스플레이 영상에 기초하여 모델링 되었다. 다음의 픽셀 레이아웃이 고려되었다: (1) RGB, 여기서 적색 및 녹색은

인광이며 청색 소자는 형광 질은 청색이고; (2) RGB1B2, 여기서 적색, 녹색 및 옅은 청색 (B1)은 인광이며 질은 청색 (B2) 소자는 형광 질은 청색이고; 그리고 (3) RGB1B2, 여기서 적색 및 녹색은 인광이며 옅은 청색 (B1) 및 질은 청색 (B2)은 형광이다. 상기 (1)에 의해 소모되는 평균 전력은 196 mW인 한편, 상기 (2)에 의해 소모된 평균 전력은 132 mW이었다. 이는 상기 (1)에 비하여 33%의 전력 절약이다. 픽셀 레이아웃 (3)에 의해 소모된 전력은 157 mW이었다. 이는 상기 (1)에 비하여 20%의 전력 절약이다. 이러한 전력 절약은 B1 에미터로서 형광 청색 에미터를 사용하는 소자에 대하여 예상될 수 있는 것보다 훨씬 더 크다. 더욱이, 이러한 소자의 소자 수명이, 단지 더 질은 청색 형광 에미터를 사용하는 RGB 소자보다 실질적으로 더 길 것으로 예상되기 때문에, 긴 수명과 결합된 20%의 전력 절약은 매우 바람직하다. 사용될 수 있는 형광 옅은 청색 물질의 예는 4,4'-비스[2-(4-(N,N-디페닐아미노)페닐)비닐]바이페닐 (DPAVBi) 도판트 또는 "Organic Electronics: Materials, Processing, Devices and Applications", Franky So, CRC Press, p448-p449 (2009)에 기재된 바와 같은 도판트 EK9가 수반된 9,10-비스(2'-나프틸)안트라센 (ADN) 호스트, 또는 특허 출원 WO 2009/107596 A1에 기재된 바와 같은 도판트 DM1-1'가 수반된 호스트 EM2'를 포함한다. 사용될 수 있는 형광 물질의 또 다른 예는 특허 출원 미국 2008/0203905에 기재되어 있다.

[0073] 본 명세서의 개시사항에 기초하여, 옅은 청색 (B1) 소자가 적어도 12 cd/A의 발광 효율을 갖는 픽셀 레이아웃 (1)과 비교하여, 픽셀 레이아웃 (3)이 상당한 그리고 이전에 예상치 못한 전력 절약을 야기하는 것으로 예상된다. 옅은 청색 (B1) 소자가 더욱 상당한 전력 절약을 달성하기 위해 적어도 15 cd/A의 발광 효율을 갖는 것이 바람직하다. 어느 경우든, 픽셀 레이아웃 (3)은 또한 픽셀 레이아웃 (1)에 비하여 우수한 수명을 제공할 수 있다.

표 1

			발광 효율	CIE 1931 (x, y)
적색	R	인광	48.1	(0.674, 0.324)
녹색	G	인광	94.8	(0.195, 0.755)
옅은 청색	B1	인광	22.5	(0.144, 0.148)
질은 청색	B2	인광	6.3	(0.144, 0.061)
질은 청색	B2	형광	4.0	(0.145, 0.055)
옅은 청색	B1	형광	16.0	(0.144, 0.148)

[0075] 표 1: 배면-발광(bottom-emission) 마이크로캐비티 적색, 녹색, 옅은 청색 및 질은 청색 테스트 소자에 대한 소자 데이터. 1-4행은 인광 소자이다. 5-6행은 형광 소자이다.

[0076] 알고리즘이 RGB 색을 RGBW 색에 대해 맵핑(map)하기 위해 사용될 수 있는 RGBW (적색, 녹색, 청색, 백색) 소자와 연계되어 개발되었다. 유사한 알고리즘이 RGB색을 RG B1 B2에 맵핑하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 알고리즘, 및 RGBW 소자는 일반적으로, 다음 문헌에 개시된다: A. Arnold, T. K. Hatwar, M. Hettel, P. Kane, M. Miller, M. Murdoch, J. Spindler, S. V. Slyke, Proc. Asia Display (2004); J. P. Spindler, T. K. Hatwar, M. E. Miller, A. D. Arnold, M. J. Murdoch, P. J. Lane, J. E. Ludwicki 및 S. V. Slyke, SID 2005 International Symposium Technical Digest 36, 1, pp. 36-39 (2005) ("Spindler"); Du-Zen Peng, Hsiang-Lun, Hsu 및 Ryuji Nishikawa, Information Display 23, 2, pp 12-18 (2007) ("Peng"); B-W. Lee, Y. I. Hwang, H-Y, Lee 및 C. H. Kim, SID 2008 International Symposium Technical Digest 39, 2, pp. 1050-1053 (2008). RGBW 디스플레이는 본 명세서에 기재된 것과 상당히 다른데 왜냐하면 이들은 여전히 우수한 질은 청색 소자를 필요로 하기 때문이다. 더욱이, RGBW 디스플레이의 "제4" 즉 백색 소자가 특정한 "백색" CIE 좌표를 가져야만 하는 것에 대한 시사점이 존재하며, 스피들러(Spindler) 37쪽 및 펜(Peng) 13쪽을 참고하라.

[0077] 각각 서로 다른 색을 방출하는 4개의 서로 다른 유기 발광 소자를 갖는 장치는 많은 서로 다른 구성을 가질 수 있다. 도 6은 몇몇 이러한 구성을 도시한다. 도 6에서, R은 적색-방출 소자이며, G는 녹색-방출 소자이며, B1은 옅은 청색 방출 소자이며, 그리고 B2는 질은 청색 방출 소자이다.

[0078] 구성(610)은 쿼드 구성(quad configuration)을 나타내는데, 여기서 전체 소자 또는 다색 픽셀을 구성하는 4개 유기 발광 소자가 2x2 어레이로 배열된다. 구성(610)에서 개별 유기 발광 소자 각각은 동일한 표면적을 가진다. 쿼드 패턴(quad pattern)에서, 각각의 픽셀은 2개의 게이트 라인 및 2개의 데이터 라인을 사용할 수 있다.

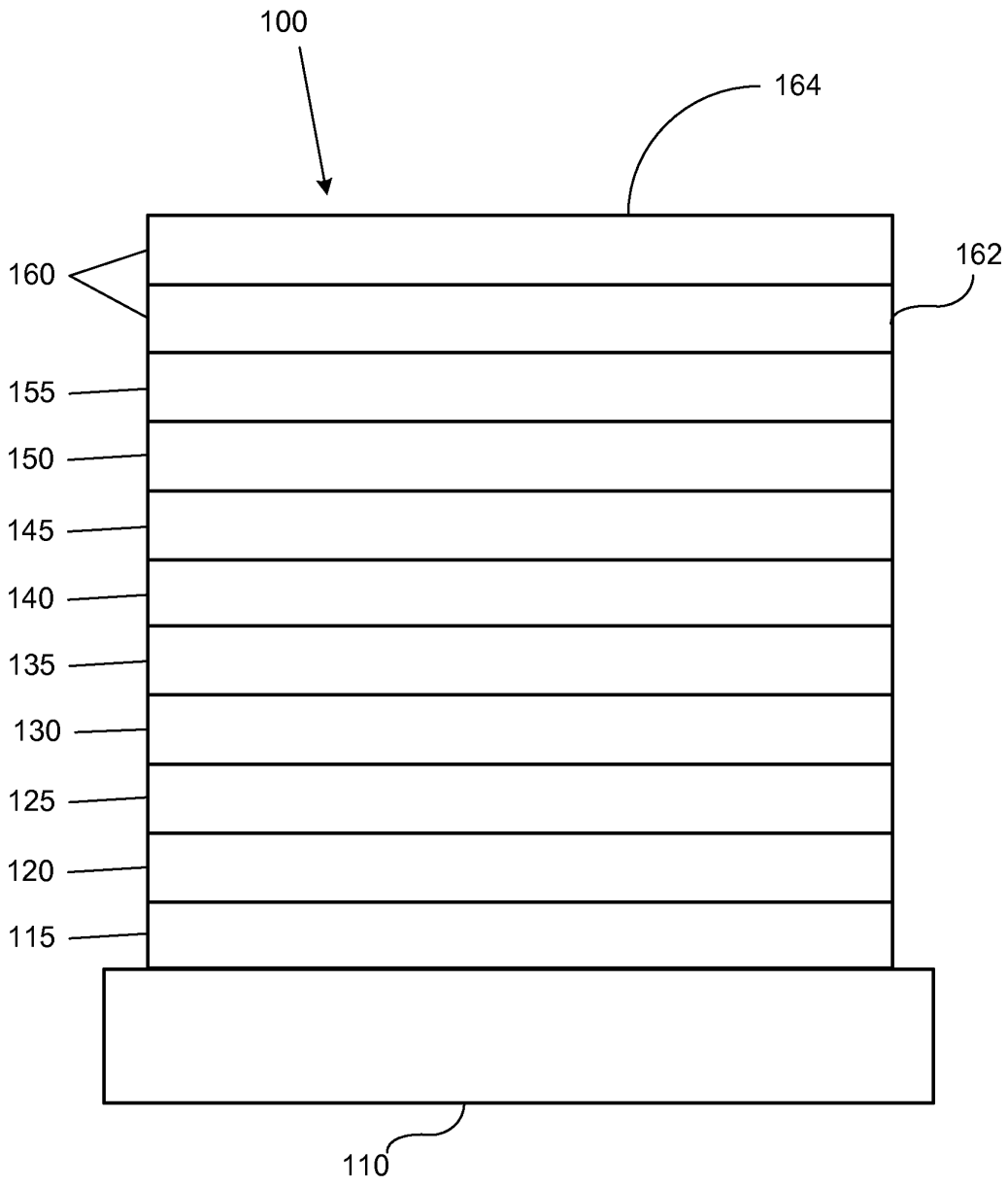
[0079] 구성(620)은 일부 소자가 나머지와 다른 표면적을 갖는 쿼드 구성을 나타낸다. 여러 이유로 인하여 서로 다른 표면적을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들면, 더 큰 면적을 갖는 소자는 더 작은 면적을 갖는 유사한

소자보다 더 낮은 전류에서 작동되어 동일 양의 빛을 방출할 수 있다. 더 낮은 전류는 소자 수명을 증가시킬 수 있다. 따라서, 비교적 더 큰 소자를 사용하는 것은 더 낮은 예상 수명을 갖는 소자를 보상하는 한 방법이다.

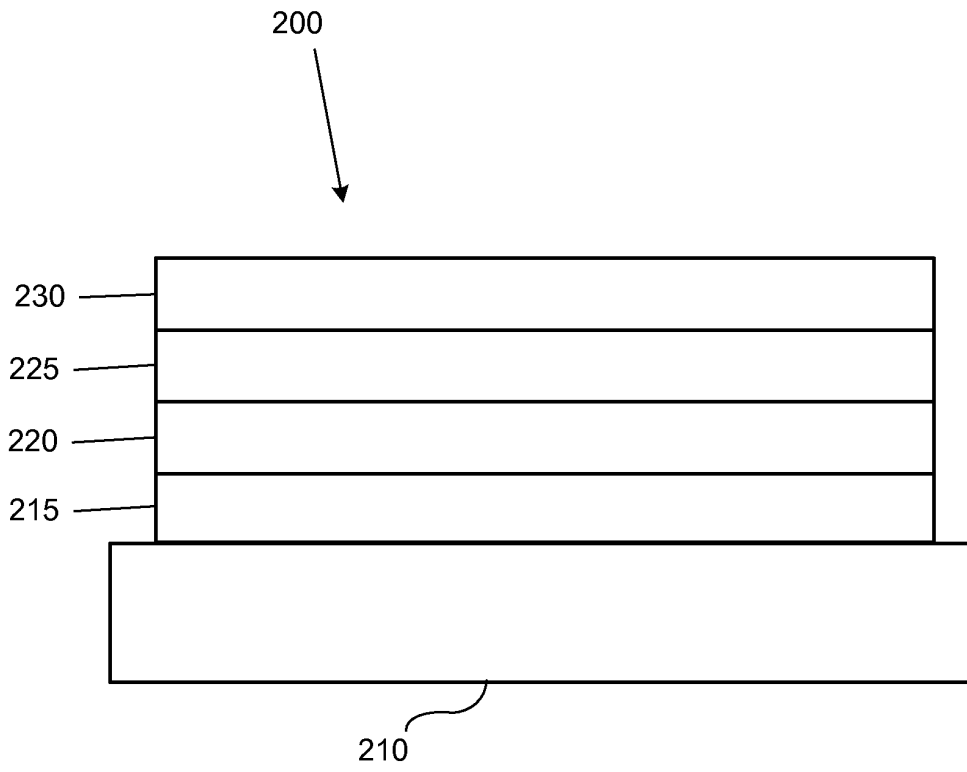
- [0080] 구성(630)은 열(row)로 배열된 동일 크기의 소자를 나타내며, 구성(640)은 일부 소자가 서로 다른 면적을 가지며 열로 배열된 소자를 나타낸다. 구체적으로 제시된 이러한 것 이외의 패턴이 사용될 수도 있다.
- [0081] 또 다른 구성이 사용될 수도 있다. 예를 들면, 4개의 개별적으로 제어가능한 발광층을 갖는 적층형 OLED, 또는 각각 2개의 개별적으로 제어가능한 발광층을 갖는 2개의 적층형 OLED가, 각각 서로 다른 빛의 색을 방출할 수 있는 4개의 서브-픽셀을 달성하기 위해 사용될 수 있다.
- [0082] 다양한 유형의 OLED가, 투명 OLED 및 연성 OLED를 비롯한 다양한 구성을 실행하기 위해 사용될 수 있다.
- [0083] 도시된 다양한 구성 중 임의의 것 및 또 다른 구성에서, 4개의 서브-픽셀을 갖는 소자가 구비된 디스플레이가, 많은 종래 기술 중 임의의 것을 사용하여 제조 및 패터닝될 수 있다. 예로서는 새도우 마스크, 레이저 유도 열 이미징(laser induced thermal imaging, LITI), 잉크-젯 인쇄, 유기 증기 제트 인쇄(organic vapor jet printing, OVJP), 또는 또 다른 OLED 패터닝 기술이 포함된다. 추가적인 마스크링 또는 패터닝 단계가 제4 소자의 발광층에 대하여 요구될 수 있으며, 이는 제조 시간을 증가시킬 수 있다. 재료 비용이 또한 종래 디스플레이에 대한 것보다 다소 더 높을 수 있다. 이러한 추가적인 비용은 개선된 디스플레이 성능에 의해 상쇄될 수 있다.
- [0084] 단일 픽셀은, 가능하면 4개보다 더 많은 개별 색을 갖는, 본 명세서에 기재된 4개의 서브-픽셀보다 더 많이 포함할 수 있다. 그렇지만, 제조 측면에서, 픽셀 당 4개 서브-픽셀이 바람직하다.
- [0085] 본 명세서에 기재된 다양한 실시예는 단지 예시적인 것이며, 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않음이 이해된다. 예를 들어, 본 명세서에 기재된 많은 물질 및 구조는 본 발명의 사상을 벗어나지 않으면서 다른 물질 및 구조로 대체될 수 있다. 청구되는 본 발명은 따라서 본 명세서에 기재된 특정 실시예 및 바람직한 실시예로부터의 변형을 포함하며, 이는 해당 분야의 통상의 기술자에게 자명할 것이다. 본 발명이 작동되는 것에 대한 여러 이론은 제한적으로 의도되지 않음이 이해된다.

도면

도면1

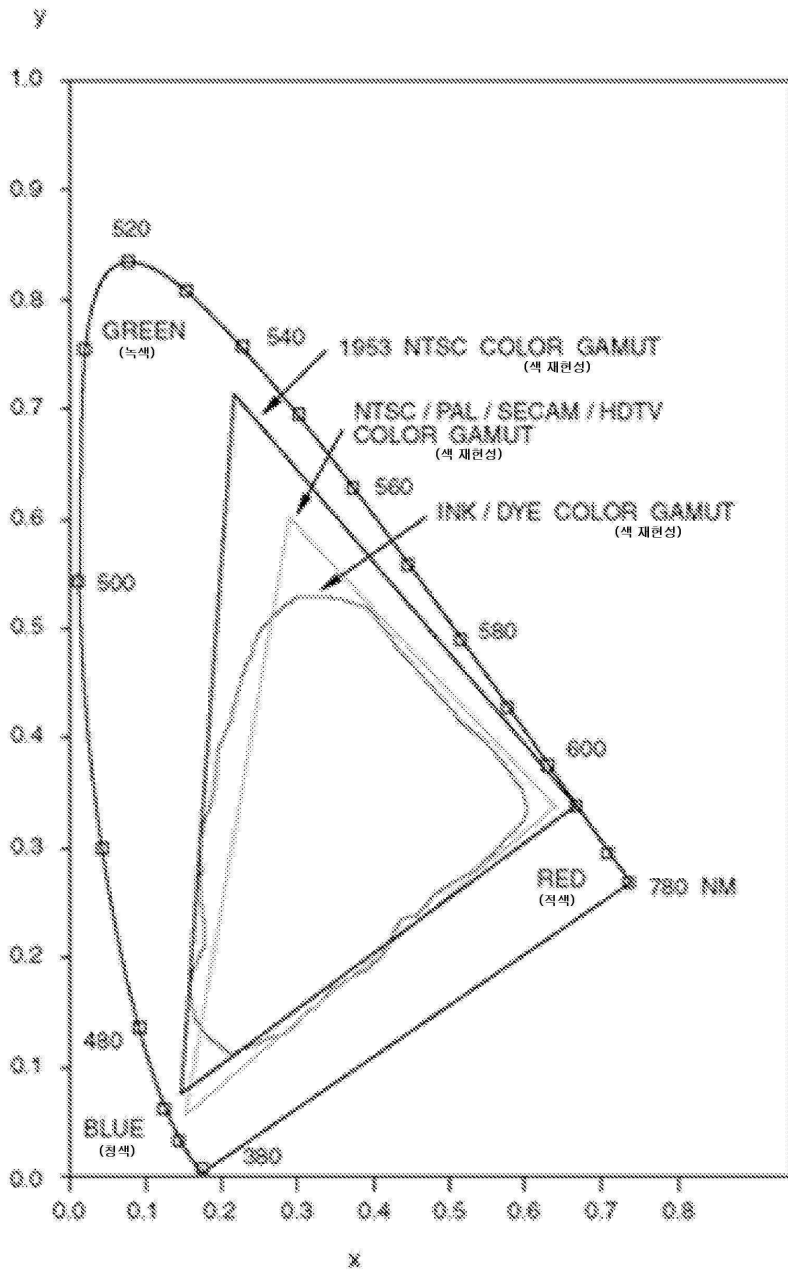


도면2

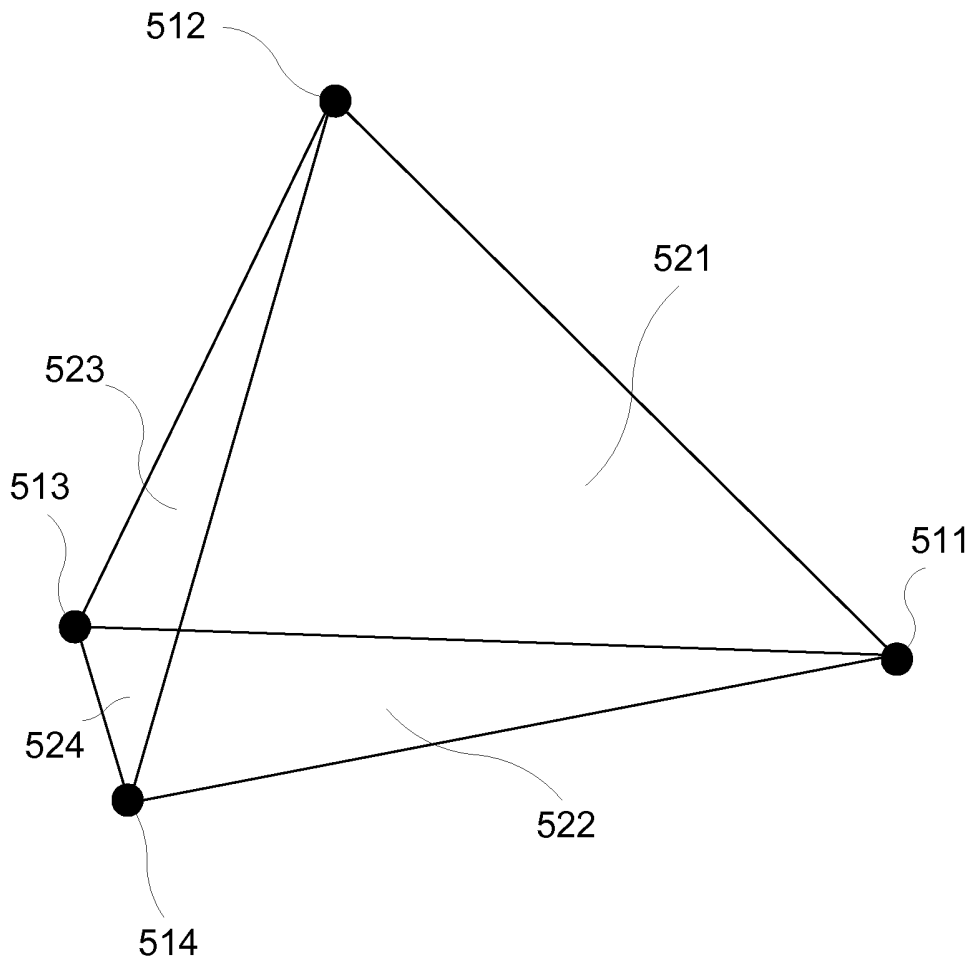




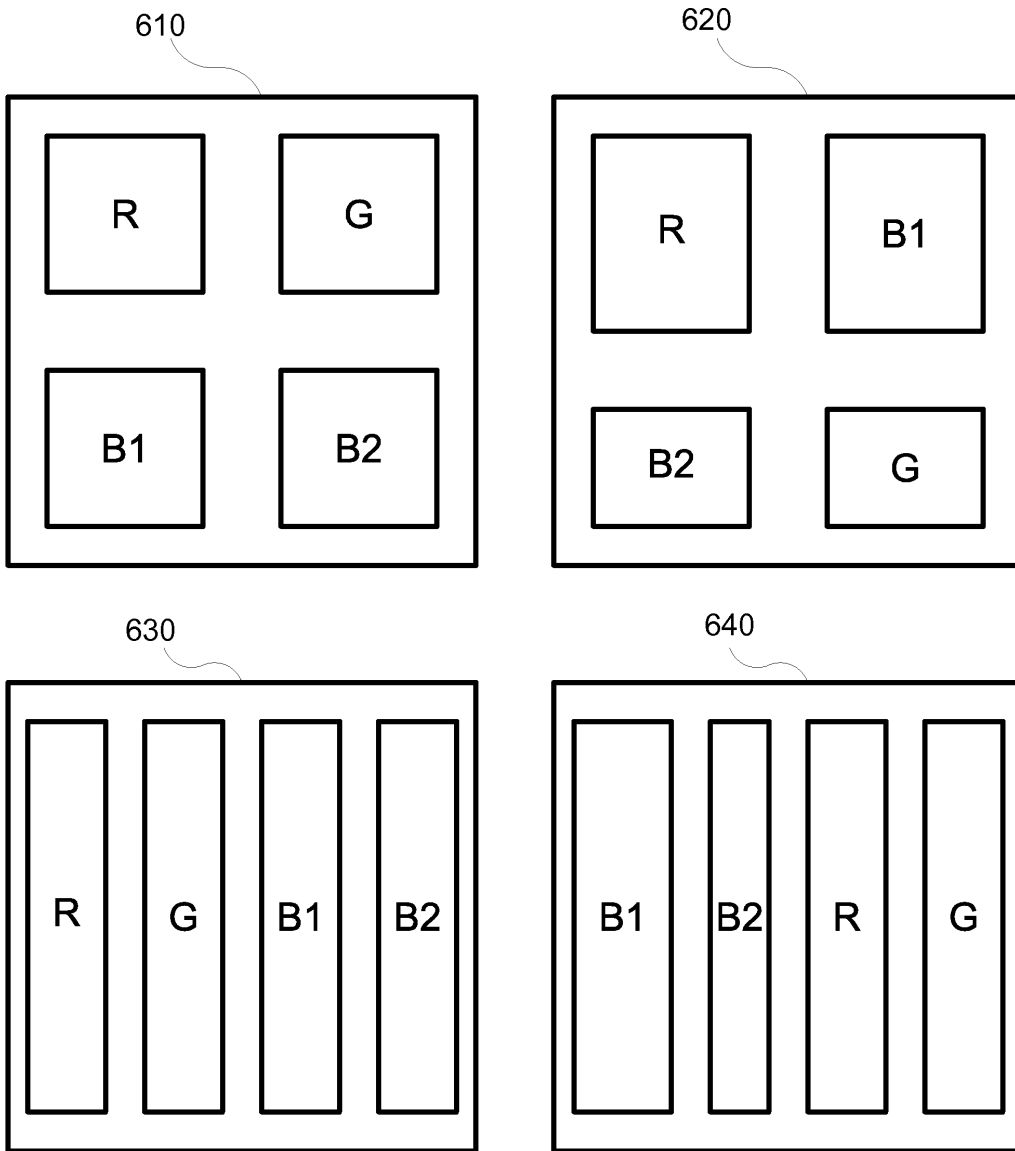
도면4



도면5



도면6



专利名称(译)	发明名称：新的OLED显示器架构		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020130079333A</a>	公开(公告)日	2013-07-10
申请号	KR1020127026581	申请日	2010-04-02
[标]申请(专利权)人(译)	环球展览公司		
申请(专利权)人(译)	通用显示器公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用显示器公司		
[标]发明人	WEAVER MICHAEL S 위버마이클에스 BROWN JULIE J 브라운줄리제이 LEVERMORE PETER 레버모어피터 SO WOO YOUNG 소우영 HACK MICHAEL 핵마이클		
发明人	위버마이클에스 브라운줄리제이 레버모어피터 소우영 핵마이클		
IPC分类号	H01L51/54		
CPC分类号	H01L27/3213 H01L27/3211 H01L51/5016 F21K9/00 F21Y2113/13 F21Y2115/10 H01L27/3216 H01L27/32 H01L51/504 H01L51/56 H01L27/3218 H01L51/0072 H01L51/0074 H01L51/0085 H01L51/5012		
代理人(译)	KIM, SEONG KI 基姆金锄		
优先权	12/752792 2010-04-01 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

提供了一种用作多色像素的装置。该装置包括第一有机发光装置，第二有机发光装置和第三有机发光装置，以及第四有机发光装置。该装置是4的子像素，可以称为具有的显示像素。第一个设备可以释放红灯。第二个设备可以释放绿灯。它是浅蓝色的光可以释放。它是浓密的蓝光可以释放。

