



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

(11) 공개번호 10-2018-0132577  
(43) 공개일자 2018년12월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 27/32 (2006.01) G09G 5/02 (2006.01)  
H01L 51/50 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01L 27/3213 (2013.01)  
G09G 5/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0152462(분할)
- (22) 출원일자 2018년11월30일  
심사청구일자 2018년11월30일
- (62) 원출원 특허 10-2012-0109945  
원출원일자 2012년10월04일  
심사청구일자 2017년04월04일
- (30) 우선권주장  
13/252,491 2011년10월04일 미국(US)

- (71) 출원인  
유니버설 디스플레이 코퍼레이션  
미국, 뉴저지 08618, 유잉, 필립스 블바르 375
- (72) 발명자  
소 우영  
미국 08618 뉴저지주 유잉 필립스 블바르 375  
위버 마이클  
미국 뉴저지 08618 뉴저지주 유잉 필립스 블바르 375
- (74) 대리인  
김진희, 김태홍

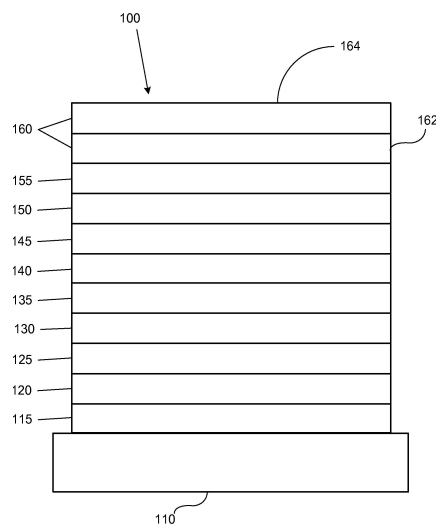
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **전력 효율적인 RGBW OLED 디스플레이**

**(57) 요약**

본 명세서에 기재된 구현에는 전력 효율적인 RGBW 디스플레이를 포함하는 소자를 제공할 수 있다. 일부 구현에 있어서, 제1 소자를 제공할 수 있다. 상기 제1 소자는 적어도 하나의 픽셀을 포함할 수 있다. 상기 픽셀은 제1 서브픽셀, 제2 서브픽셀, 제3 서브픽셀, 및 제4 서브픽셀을 포함할 수 있다. 상기 제1 서브픽셀은 제1 유기 발광 소자와 광통신하는 제1 칼라 필터를 포함할 수 있다. 상기 제2 서브픽셀은 제2 유기 발광 소자와 광통신하는 제2 칼라 필터를 포함할 수 있다. 상기 제3 서브픽셀은 제3 유기 발광 소자와 광통신하는 제3 칼라 필터를 포함할 수 있다. 상기 제4 서브픽셀은 제4 유기 발광 소자를 포함하고 근백색광을 방출할 수 있다. 상기 제1 서브픽셀 또는 상기 제2 서브픽셀 중 적어도 하나는 상기 제1 또는 제2 유기 발광 소자와 광통신하는 칼라 변환 층을 포함할 수 있다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

*H01L 27/3218* (2013.01)

*H01L 27/322* (2013.01)

*H01L 51/5012* (2013.01)

*H01L 51/5036* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

적어도 하나의 픽셀을 포함하는 제1 소자로서,

상기 픽셀은 제1 서브픽셀, 제2 서브픽셀, 제3 서브픽셀 및 제4 서브픽셀을 포함하고;

상기 제1 서브픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터 및 제1 칼라 변환 층을 포함하고;

상기 제1 칼라 필터는 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제1 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 580 내지 700 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰지고;

상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제1 유기 발광 소자와 상기 제1 칼라 필터 사이에 배치되고, 상기 제1 칼라 변환 층은 600 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 580 내지 700 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함하고;

상기 제2 서브픽셀은 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 필터 및 제2 칼라 변환 층을 포함하고;

상기 제2 칼라 필터는 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제2 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 500 내지 580 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰지고;

상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제2 유기 발광 소자와 상기 제2 칼라 필터 사이에 배치되고, 상기 제2 칼라 변환 층은 500 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함하고;

상기 제3 서브픽셀은 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 포함하고;

상기 제3 칼라 필터는 상기 제3 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제3 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 400 내지 500 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰지고;

상기 제4 서브픽셀은 제4 유기 발광 소자를 포함하고, 근백색광을 방출하고;

상기 제1, 상기 제2, 상기 제3 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질의 정확하게 2종의 유기 발광 물질을 포함하고;

상기 제1 유기 발광 물질은 500 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖고;

상기 제2 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖고;

상기 제1 칼라 변환 층 및 상기 제2 칼라 변환 층은 적어도 40%의 광발광 양자 수율(PLQY)을 갖는 것인 제1 소자.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제4 유기 발광 소자의 색도는 상기 제4 서브픽셀에 의해 방출된 광의 색도와 실질적으로 동일한 것인 제1 소자.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 소자는 화이트 밸런스를 갖는 디스플레이이고;

상기 화이트 밸런스는 CIE 1976 UCS(L', u', v') 칼라 공간 색도 다이어그램 상에 제1 지점을 갖고;

상기 제4 서브픽셀은 CIE 1976 UCS(L', u', v') 칼라 공간 색도 다이어그램 상에 제2 지점을 갖는 광을 방출하고;

상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이의 차이는 0.10 미만의 duv 값을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 제1 유기 발광 물질은 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖고;

상기 제2 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 제1 유기 발광 물질은 100 미만의 반치 전폭(FWHM)을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 6**

제4항에 있어서, 상기 제1 칼라 변환 층은, 상기 제1 유기 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 10%가 흡수되도록 하는 흡수 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 7**

제4항에 있어서, 상기 제1 칼라 변환 층은, 상기 제1 유기 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 30%가 흡수되도록 하는 흡수 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 8**

제4항에 있어서, 상기 제2 칼라 변환 층은, 상기 제2 유기 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 10%가 흡수되도록 하는 흡수 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 제2 칼라 변환 층은, 상기 제2 유기 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 30%가 흡수되도록 하는 흡수 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.400$  내지  $0.600$ ,  $CIE_y = 0.400$  내지  $0.600$ 에 의해 규정된 제1 영역 내에 제1 지점을 갖는 황색광을 방출하도록 하는 방출 스펙트럼을 갖고;

상기 제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.100$  내지  $0.200$ ,  $CIE_y = 0.050$  내지  $0.300$ 에 의해 규정된 제2 영역 내에 제2 지점을 갖는 청색광을 방출하도록 하는 방출 스펙트럼을 가지며, 이로써, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이에 라인이 그려질 때, 이 라인이 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.25$  내지  $0.4$ ,  $CIE_y = 0.25$  내지  $0.4$  내로 규정된 소정의 백색 영역을 통과하고;

상기 제1 및 제2 유기 발광 물질의 농도는, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3 및 상기 제4 유기 발광 소자에 의해 생성된 광이 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 소정의 백색 영역 내에 있는 제3 지점에 있도록 하는 것인 제1 소자.

**청구항 11**

적어도 하나의 픽셀을 포함하는 제1 소자로서,

상기 픽셀은 제1 서브픽셀, 제2 서브픽셀, 제3 서브픽셀 및 제4 서브픽셀을 포함하고;

상기 제1 서브픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터 및 제1 칼라 변환 층을 포함하고;

상기 제1 칼라 필터는 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제1 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 580 내지 700 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰지고;

상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제1 유기 발광 소자와 상기 제1 칼라 필터 사이에 배치되고, 상기 제1 칼라 변환 층은 600 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 580 내지 700 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함하고;

상기 제2 서브픽셀은 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 필터 및 제2 칼라 변환 층을 포함하고;

상기 제2 칼라 필터는 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제2 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 500 내지 580 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰지고;

상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제2 유기 발광 소자와 상기 제2 칼라 필터 사이에 배치되고, 상기 제2 칼라 변환 층은 500 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함하고;

상기 제3 서브픽셀은 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 포함하고;

상기 제3 칼라 필터는 상기 제3 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제3 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 400 내지 500 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰지고;

상기 제4 서브픽셀은 제4 유기 발광 소자를 포함하고, 근백색광을 방출하고;

상기 제1, 상기 제2, 상기 제3 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질의 3종의 유기 발광 물질을 포함하고;

상기 제1 유기 발광 물질은 500 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖고;

상기 제2 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖고;

상기 제1 칼라 변환 층 및 상기 제2 칼라 변환 층은 적어도 40%의 광발광 양자 수율(PLQY)을 갖는 것인 제1 소자.

## 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.600$  내지  $0.720$ ,  $CIE_y = 0.280$  내지  $0.400$ 에 의해 규정된 제1 영역 내에 제1 지점을 갖는 적색광을 방출하도록 하는 방출 스펙트럼을 갖고;

상기 제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.200$  내지  $0.400$ ,  $CIE_y = 0.600$  내지  $0.750$ 에 의해 규정된 제2 영역 내에 제2 지점을 갖는 녹색광을 방출하도록 하는 방출 스펙트럼을 갖고;

상기 제3 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.100$  내지  $0.200$ ,  $CIE_y = 0.050$  내지  $0.300$ 에 의해 규정된 제3 영역 내에 제3 지점을 갖는 청색광을 방출하도록 하는 방출 스펙트럼을 갖고;

이로써 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.25$  내지  $0.40$ ,  $CIE_y = 0.25$  내지  $0.40$  내로 규정된 소정의 백색 영역을 포함하는 제4 영역이, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이, 상기 제2 지점과 상기 제3 지점 사이 및 상기 제3 지점과 상기 제1 지점 사이에 그려진 라인에 의해 규정되고;

상기 제1, 제2 및 제3 유기 발광 물질의 농도는, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3 및 상기 제4 유기 발광 소자에 의해 생성된 광이 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 소정의 백색 영역 내에 있는 제4 지점에 있도록 하는 것인 제1 소자.

## 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 칼라 변환 층은, 상기 제2 및 제3 유기 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 20%가 흡수되도록 하는 흡수 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

## 청구항 14

제12항에 있어서, 상기 제1 칼라 변환 층은, 상기 제3 유기 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 10%가 흡수되도록 하는 흡수 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 15**

제12항에 있어서, 상기 제1 칼라 변환 층은, 상기 제2 유기 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 10%가 흡수되도록 하는 흡수 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 16**

제12항에 있어서, 상기 제2 칼라 변환 층은, 상기 제3 유기 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 10%가 흡수되도록 하는 흡수 스펙트럼을 갖는 것인 제1 소자.

**청구항 17**

제1항에 있어서,

상기 제1 서브픽셀은 제3 칼라 변환 층을 추가로 포함하고,

상기 제3 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신하고, 상기 제1 유기 발광 소자와 상기 제1 칼라 필터 사이에 배치되고;

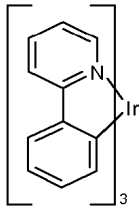
상기 제3 칼라 변환 층은 500 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함하는 것인 제1 소자.

**발명의 설명**

**기술 분야**

**배경 기술**

- [0001] 유기 물질을 이용하는 광-전자 소자가 많은 이유로 인해 갈수록 바람직해지고 있다. 상기 소자를 만드는데 사용되는 많은 물질들은 비교적 비용이 저렴하여, 유기 광-전자 소자는 무기 소자에서 비해 비용 이점에 대한 잠재성을 갖는다. 또한, 가요성 등과 같은 유기 물질 고유의 특성이 가요성 기판 상에서의 제작과 같은 특정 응용분야에 이들을 적합화하도록 할 수 있다. 유기 광-전자 소자의 예는 유기 발광 소자(OLED), 유기 광트랜지스터, 유기 광기전력 전지, 및 유기 광검출기를 포함한다. OLED의 경우, 상기 유기 물질은 종래 물질에 비해 성능상 이점을 가질 수 있다. 예를 들어, 유기 발광층이 발광하는 파장은 일반적으로 적절한 도펀트(dopant)를 이용하여 손쉽게 조정될 수 있다.
- [0002] OLED는 전압이 소자에 걸쳐 적용되었을 때 발광하는 유기 박막을 이용한다. OLED는 평면 패널 디스플레이, 조명, 및 역광조명과 같은 응용분야에 사용하기 위한 점점 흥미로운 기술이 되고 있다. 몇 가지 OLED 물질 및 배치형태(configuration)가 전체가 참조로 본원에 통합되어 있는 미국 특허 제5,844,363호, 제6,303,238호, 및 제5,707,745호에 기술되어 있다.
- [0003] \*인광성 방출 분자의 한 가지 응용분야는 풀 칼라 디스플레이(full color display)이다. 그러한 디스플레이에 대한 산업 표준은 "포화된(saturated)" 칼라로 지칭되는, 특정 칼라를 방출하도록 조정된 픽셀을 필요로 한다. 특히, 이들 표준은 포화된 적색, 녹색, 및 청색 픽셀을 필요로 한다. 칼라는 당해 기술분야에 널리 공지된, CIE 좌표를 이용하여 측정될 수 있다.
- [0004] 녹색 방출 분자의 한 가지 예는 Ir(ppy)<sub>3</sub>으로 표시되는 트리스 (2-페닐피리딘) 이리듐이며, 이는 하기 화학식 I의 구조를 갖는다:



[0005]

[0006]

[0007]

[0008]

[0009]

[0010]

[0011]

[0012]

[0013]

[0014]

본원의 이 도면과 이후 도면에서, 질소에서 금속(여기에서는 Ir)까지의 배위 결합을 직선으로 표시한다.

본원에 사용된 바와 같이, 용어 "유기"는 유기 광-전자 소자를 제작하는데 사용될 수 있는 중합체성 물질 뿐만 아니라 소분자 유기 물질을 포함한다. "소분자"는 중합체가 아닌 임의의 유기 물질을 지칭하며, "소분자"는 실제로 상당히 클 수 있다. 소분자는 일부 경우 반복 단위를 포함할 수 있다. 예를 들어, 치환체로서 장쇄 알킬기를 사용하는 것은 "소분자" 부류로부터 분자를 제거하지 못한다. 소분자는 또한, 예를 들어 중합체 골격에 펜던트 기로서 또는 골격의 일부로서, 중합체 내에 혼입될 수 있다. 소분자는 또한 코어 부분 위에 형성된 일련의 화학적 셸(shell)로 이루어진 덴드리머(dendrimer)의 코어 부분으로서 기능할 수 있다. 덴드리머의 코어 부분은 형광성 또는 인광성 소분자 방출체(emitter)일 수 있다. 덴드리머는 "소분자"일 수 있으며, 현재 OLED 분야에 사용되는 모든 덴드리머는 소분자인 것으로 여겨진다.

본원에 사용된 바와 같이, "상부(top)"는 기관으로부터 가장 멀리 떨어져 있다는 것을 의미하는 반면, "하부(bottom)"는 기관에서 가장 가까이 떨어져 있다는 것을 의미한다. 제1층이 제2층 "위에 배치된(disposed)" 것으로 기술되는 경우, 상기 제1층은 기관으로부터 좀 더 멀리 떨어져 배치된다. 상기 제1층이 상기 제2층"과 접촉"하여 있다고 명시하지 않는 한, 상기 제1 및 제2층 사이에 다른 층이 존재할 수 있다. 예를 들어, 캐노드와 애노드 사이에 여러 가지 유기층이 존재함에도 불구하고, 캐소드는 애노드 "위에 배치된" 것으로 기술될 수 있다.

본원에 사용된 바와 같이, "용액 처리가능한"은 용액 또는 현탁 형태인 액상 매질 중에 용해, 분산, 또는 수송되고/되거나, 그 매질로부터 증착될 수 있는 것을 의미한다.

리간드는 상기 리간드가 직접 방출 물질의 광활성 특성에 기여한다고 여겨지는 경우 "광활성"으로서 지칭될 수 있다. 리간드는 상기 리간드가 방출 물질의 광활성 특성에 기여하지 않는다고 여겨지는 경우 "보조적인(ancillary)"로 지칭될 수 있으며, 보조적인 리간드가 광활성 리간드의 특성을 변경할 수 있음에도 그러하다.

본원에 사용된 바와 같이, 그리고 당해 기술분야의 숙련자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 같이, 제1 "최고 점유 분자 궤도(Highest Occupied Molecular Orbital)"(HOMO) 또는 "최저 점유 분자 궤도(Lowest Unoccupied Molecular Orbital)"(LUMO) 에너지 준위는, 상기 제1 에너지 준위가 진공 에너지 준위에 더 가까운 경우, 제2 HOMO 또는 LUMO 에너지 준위"보다 크거나" 또는 "보다 높다". 이온화 전위(ionization potential, IP)가 진공 준위에 대해서 음의 에너지로 측정되기 때문에, 더 높은 HOMO 에너지 준위는 더 작은 절대값을 갖는 IP(보다 적은 음의 값인 IP)에 해당한다. 유사하게, 더 높은 LUMO 에너지 준위는 더 작은 절대값을 갖는 전자 친화도(EA)(보다 적은 음의 값인 EA)에 해당한다. 상부에 진공 준위를 갖는, 종래의 에너지 준위 다이어그램 상에서, 물질의 LUMO 에너지 준위는 동일한 물질의 HOMO 에너지 준위보다 높다. "더 높은" HOMO 또는 LUMO 에너지 준위는 "더 낮은" HOMO 또는 LUMO 에너지 준위보다 상기 다이어그램의 상부에 더 가깝게 나타난다.

본원에 사용된 바와 같이, 그리고 당해 기술분야의 숙련자에 의해 일반적으로 이해되는 바와 같이, 제1 일함수는, 상기 제1일함수가 더 높은 절대값을 갖는 경우, 제2 일함수"보다 크거나" 또는 "보다 높다". 일함수는 일반적으로 진공 전위에 대하여 음수로 측정되기 때문에, 이는 "더 높은" 일함수가 더 음의 값이라는 것을 의미한다. 상부에 진공 준위를 갖는, 종래의 에너지 준위 다이어그램 상에서, "더 높은" 일함수는 진공 준위로부터 아래쪽으로 더 멀리 떨어진 것으로 예시된다. 따라서, HOMO 및 LUMO 에너지 준위의 정의는 일함수와는 다른 관습을 따른다.

OLED에 대한 좀 더 상세한 사항, 및 상기 기술된 정의는, 전체가 참조로써 본원에 통합되어 있는 미국 특허 제 7,279,704호에서 확인할 수 있다.

**발명의 내용**

본 명세서에 기재된 구현에는 전력 효율적인 RGBW 디스플레이를 포함하는 소자를 제공할 수 있다. 일부 구현에서, 제1 소자가 제공될 수 있다. 상기 제1 소자는 적어도 하나의 픽셀을 포함할 수 있다. 상기 픽셀은 제1 서

브픽셀, 제2 서브픽셀, 제3 서브픽셀, 및 제4 서브픽셀을 포함할 수 있다. 상기 제1 서브픽셀은 제1 유기 발광 소자 및 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신하는 제1 칼라 필을 포함할 수 있고, 여기서 상기 제1 칼라 필터는 상기 제1 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 580 내지 700 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰질 수 있다. 상기 제2 서브픽셀은 제2 유기 발광 소자 및 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신하는 제2 칼라 필터를 포함할 수 있고, 여기서 상기 제2 칼라 필터는 상기 제2 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 500 내지 580 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰질 수 있다. 상기 제3 서브픽셀은 제3 유기 발광 소자 및 상기 제3 유기 발광 소자와 광통신하는 제3 칼라 필터를 포함할 수 있고, 여기서 상기 제3 칼라 필터는 상기 제3 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 400 내지 500 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰질 수 있다. 상기 제4 서브픽셀은 제4 유기 발광 소자를 포함할 수 있고, 근백색광을 방출할 수 있다. 상기 제1 서브픽셀 또는 상기 제2 서브픽셀 중 적어도 하나는 상기 제1 또는 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신하는 칼라 변환 층을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 칼라 변환 층은 상기 제1 또는 상기 제2 유기 발광 소자와 상기 제1 또는 상기 제2 칼라 필터 사이에 배치될 수 있다.

[0015] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자 및 제1 칼라 필터를 갖는 제1 서브픽셀, 제2 유기 발광 소자 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀, 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀, 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 서브픽셀은 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신할 수 있는 제1 칼라 변환 층을 포함할 수 있고, 상기 제1 유기 발광 소자와 상기 제1 칼라 필터 사이에 배치될 수 있다. 상기 제1 칼라 변환 층은 600 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 580 내지 700 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제2 서브픽셀은 제2 칼라 변환 층을 포함할 수 있고, 여기서 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신할 수 있고, 상기 제2 유기 발광 소자와 상기 제2 칼라 필터 사이에 배치될 수 있다. 상기 제2 칼라 변환 층은 500 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다.

[0016] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광발광 양자 수율 (PLQY)를 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 60%의 PLQY를 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층 및 상기 제2 변환 층은 적어도 80%의 PLQY를 가질 수 있다.

[0017] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 칼라 변환 층은 대략 0.1 내지 100 마이크론의 두께를 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 대략 0.1 내지 100 마이크론의 두께를 가질 수 있다.

[0018] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 칼라 변환 층은 대략 0.1% 내지 40%의 염료 농도를 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 대략 0.1% 내지 40%의 염료 농도를 가질 수 있다.

[0019] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 서브픽셀은 칼라 필터 및/또는 칼라 변환 층을 포함하지 않을 수 있다.

[0020] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및

제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 유기 발광 소자의 색도는 상기 제4 서브픽셀에 의해 방출된 광의 색도와 실질적으로 동일할 수 있다.

[0021] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 소자는 화이트 밸런스를 갖는 디스플레이일 수 있다. 일부 구현예에서, 화이트 밸런스는 CIE 1976 UCS (L', u', v') 칼라 공간 색도 다이어그램 상에 제1 지점을 가질 수 있고, 상기 제4 서브픽셀은 CIE 1976 UCS (L', u', v') 칼라 공간 색도 다이어그램 상에 제2 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이의 차이는 0.10 미만의 duv 값을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이의 차이는 0.05 미만의 duv 값을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이의 차이는 0.01 미만의 duv 값을 가질 수 있다.

[0022] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자는 정확하게 2종의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함할 수 있다.

[0023] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 정확하게 2종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 유기 발광 물질은 500 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0024] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 정확하게 2종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 유기 발광 물질은 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 유기 발광 물질은 100 미만의 반치 전폭 (FWHM)을 가질 수 있다.

[0025] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 30%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 50%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 제1 칼라 변환 층은

상기 제2 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 30%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0026] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0027] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 30%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0028] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 5%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0029] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 정확하게 2종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.40$  내지  $0.600$ ,  $CIE_y = 0.400$  내지  $0.60$ 에 의해 규정된 제1 영역 내에 제1 지점을 갖는 황색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 상기 제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.100$  내지  $0.200$ ,  $CIE_y = 0.050$  내지  $0.300$ 에 의해 규정된 제2 영역 내에 제2 지점을 갖는 청색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 상기 제1 지점 및 상기 제2 지점은, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이에 라인이 그려질 때, 이 라인이 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.25$  내지  $0.4$ ,  $CIE_y = 0.25$  내지  $0.4$ 로 규정된 영역 내의 원하는 백색 지점을 통과하도록 할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 및 제2 유기 발광 물질의 농도는, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자에 의해 생성된 광이 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 규정된 영역 내에 있는 제3 지점에 있도록 할 수 있다.

[0030] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 정확하게 2종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상

기 제1 및/또는 상기 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함할 수 있고, 상기 제2 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함할 수 있다.

[0031] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 서브픽셀은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.25$  내지  $0.4$ ,  $CIE_y = 0.25$  내지  $0.4$ 로 규정된 제1 영역 내의 제1 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다.

[0032] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 서브픽셀은 플랑키안 궤적 (Planckian locus)로부터  $0.010$ 의 Duv 거리 내에 있는 CIE 1976 UCS ( $L'$ ,  $u'$ ,  $v'$ ) 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 제1 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제4 서브픽셀은 플랑키안 궤적으로부터  $0.005$ 의 Duv 거리 내에 있는 CIE 1976 UCS ( $L'$ ,  $u'$ ,  $v'$ ) 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 제1 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제4 서브픽셀은 플랑키안 궤적으로부터  $0.002$ 의 Duv 거리 내에 있는 CIE 1976 UCS ( $L'$ ,  $u'$ ,  $v'$ ) 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 제1 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다.

[0033] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 서브픽셀은  $4000$  K 초과 및  $10000$  K 미만인 상관 칼라 온도 (CCT)를 갖는 광을 방출할 수 있다. 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 적층 유기 발광 소자 (SOLE)를 포함할 수 있다.

[0034] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 3개의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질, 및 제3 유기 발광 물질을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.600$  내지  $0.720$ ,  $CIE_y = 0.280$  내지  $0.400$ 에 의해 규정된 제1 영역 내에 제1 지점을 갖는 적색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.200$  내지  $0.400$ ,  $CIE_y = 0.600$  내지  $0.750$ 에 의해 규정된 제2 영역 내에 제2 지점을 갖는 적색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제3 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.100$  내지  $0.200$ ,  $CIE_y = 0.050$  내지  $0.300$ 에 의해 규정된 제3 영역 내에 제3 지점을 갖는 적색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 제1, 제2, 및 제3 지점은, 제4 영역이, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.25$  내지  $0.40$ ,  $CIE_y = 0.25$  내지  $0.40$ 인 것으로 규정된 영역 내에 있는 원하는 백색 지점을 포함하는 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이, 상기 제2 지점과 상기 제3 지점 사이, 및 상기 제3 지점과 상기 제1 지점 사이에 그려진 라인에 의해 규정되도록 한다. 일부 구현예에서, 상기 제1, 제2, 및 제3 유기 발광 물질의 농도는, 상기 제1 유기 발광 소자에 의해 생성될 수 있는 광이, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의, 규정된 영역 내에 있는 제4 지점에 있을 수 있도록 할 수 있다.

[0035] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 3개의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질, 및 제3 유기

발광 물질을 포함할 수 있고, 상기 제1, 제2, 및/또는 제3 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 일부 구현예에서, 상기 제3 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함할 수 있고, 상기 제1 및 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함할 수 있다.

[0036] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 3개의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질, 및 제3 유기 발광 물질을 포함할 수 있고, 상기 제1 유기 발광 물질은 580 내지 700 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있고, 상기 제2 유기 발광 물질은 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있고, 상기 제3 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0037] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 3개의 유기 발광 물질: 580 내지 700 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질, 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질, 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제3 유기 발광 물질을 포함할 수 있고, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제2 및 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 20%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제2 및 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 40%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0038] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 3개의 유기 발광 물질: 580 내지 700 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질, 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질, 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제3 유기 발광 물질을 포함할 수 있고, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 30%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 갖는다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 5%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0039] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 각각의 상기 제1, 제2, 제3, 및 제4 서브픽셀은 조리게 크기를 가질 수 있고, 상기 제4 서브픽셀의 조리게 크기는 각각의 상기 제1, 제2, 및 제3 서브픽셀의 조리게 크기보다 더 클 수 있다.

[0040] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 서브픽셀은 제3 칼라 변환 층을 추가로 포함할 수 있고, 상기 제3 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신할 수 있고, 상기 제1 유기

발광 소자와 상기 제1 칼라 필터 사이에 배치될 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제3 칼라 변환 층은 500 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제3 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자와 상기 제1 칼라 변환 층 사이에 배치될 수 있다.

[0041] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자 및 제1 칼라 필터를 갖는 제1 서브픽셀, 제2 유기 발광 소자 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀, 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀, 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근 백색광을 방출하고, 상기 제1 서브픽셀은 제1 칼라 변환 층을 포함할 수 있다. 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신할 수 있고, 상기 제1 유기 발광 소자와 상기 제1 칼라 필터 사이에 배치될 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 600 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 580 내지 700 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다.

[0042] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자 및 제1 칼라 필터를 갖는 제1 서브픽셀, 제2 유기 발광 소자 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀, 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀, 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근 백색광을 방출하고, 상기 제2 서브픽셀은 칼라 변환 층을 포함할 수 있다. 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신할 수 있고, 상기 제2 유기 발광 소자와 상기 제2 칼라 필터 사이에 배치될 수 있다. 상기 제2 칼라 변환 층은 500 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다.

[0043] 구현예는, 예를 들면, 적어도 하나의 픽셀 (바람직하게는 디스플레이를 포함하는 하나 이상의 픽셀의 복수의 서브픽셀 제외)의 적색 및/또는 녹색 서브픽셀의 방출을 향상시켜서 전력 효율적인 적색, 녹색, 청색, 백색 (RGBW) OLED 디스플레이에 대한 디스플레이 디자인을 제공할 수 있다. 일부 구현예에서, 디스플레이는 RGBW 픽셀 레이아웃을 사용할 수 있고, 여기서 각각의 픽셀은 4개의 서브픽셀로 나누어질 수 있다. 백색 OLED은 모두 4개의 서브픽셀을 위해 사용될 수 있다. 즉, 예를 들면, 각각의 서브픽셀은 공통 유기 층을 각각의 다른 서브픽셀의 OLED와 공유하는 OLED를 포함할 수 있고; 그러나, 각각의 OLED는, 예를 들면, 개별적으로 편턴화된 전극 (또는 전극들)을 기반으로 개별적으로 어드레스 가능할 수 있다. 각각의 개별적으로 어드레스가능 OLED로부터의 광은 픽셀의 상응하는 서브픽셀을 통과할 수 있다 (예, 상기 제1 서브픽셀에 상응하는 OLED로부터의 광은 상기 제1 서브픽셀을 통과할 수 있다 (바람직하게는 다른 서브픽셀을 통과하지 않는다), 상기 제2 서브픽셀에 상응하는 OLED로부터의 광은 상기 제2 서브픽셀 등을 통과할 수 있다).

[0044] 적색 칼라 필터는 하나의 서브픽셀 (R)과 함께 사용될 수 있고, 녹색 칼라 필터는 하나의 서브픽셀 (G)과 함께 사용될 수 있고, 청색 칼라 필터는 하나의 서브픽셀 (B)과 함께 사용될 수 있다. 나머지 서브픽셀은 칼라 필터를 사용할 수 없고 (하지만 구현예는 그렇게 한정되지는 않는다), 및 이로써 백색 (W) 광 (또는 근백색광)을 방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 각각의 서브픽셀의 백색 OLED은 (예, 칼라 부가) 청색 및 황색 성분 (이는 단지 2개의 유기 발광 물질을 이용하여 제조 공정을 단순화할 수 있다) 또는 적색, 녹색, 및 청색 성분 (즉 발광 물질)을 혼합하여 백색광을 생성할 수 있다. 일반적으로, 서브픽셀의 칼라 필터 (즉 칼라 필터에 의해 흡수 또는 반사되지 않는 광의 파장)의 투과 및, 예를 들면, OLED의 황색 성분 (즉 황색 발광 물질) 및/또는 청색 성분 (즉 청색 발광 물질)의 방출 스펙트럼 사이의 불일치는 서브픽셀의 전력 소비에서 인자일 수 있는 적색 및 녹색 서브픽셀의 전류 효율의 감소로 귀결될 수 있다.

[0045] 일부 구현예에서, 하나 이상의 칼라 변환 층은 RGBW OLED 디스플레이의 서브픽셀 전류 효율을 개선하기 위해 서브픽셀 내에서 이용될 수 있다. 예를 들면, 백색 OLED 광 공급원의 청색 방출은 녹색 서브픽셀을 위한 (하향 변환층을 이용하는) 추가 녹색 방출을 여기시키기 위해 사용될 수 있고, 백색광의 황색 방출은 적색 서브픽셀에서 하향 변환된 적색 방출을 생성하기 위해 이용될 수 있다. 이 방식으로, 백색광의 하향 변환은 칼라 필터 투과 스펙트럼 및 상응하는 서브픽셀에 들어가는 광 방출의 파장 사이의 일치를 향상시킬 수 있다. 즉, 서브픽셀 및 상응하는 칼라 필터를 통과하는 광은 칼라 필터의 투과 스펙트럼 내에 있는 파장을 갖는 다량의 광을 가질 것이고, 따라서 더 적은 광이 칼라 필터에 의해 흡수 또는 발사될 것이다. 이로서 구현예는 각각의 서브픽셀에 의해 방출된 광을 증가시켜서 (한편 칼라 필터에 의해 차단 (예, 반사 또는 흡수)되고, 이로써 디스플레이에 도움이 되지 않는 광의 양을 감소시켜서) 디스플레이 소자의 전력 효율을 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0046] 도 1은 유기 발광 소자를 도시한다.
- 도 2는 별개의 전자 수송 층을 갖지 않는 역변환 유기 발광 소자를 도시한다.
- 도 3은 복수의 칼라 변환 층을 포함하는 적색, 녹색, 청색 (RGB) OLED 디스플레이의 예시적인 픽셀을 도시한다.
- 도 4는 예시적인 2개의 성분 백색 OLED 광 공급원의 백색 방출 스펙트럼과 동일한 그래프인 적색 및 녹색 칼라 필터의 칼라 투과 스펙트럼의 예의 그래프를 도시한다.
- 도 5(a)은 예시적인 적색 칼라 필터를 통해 투과된 광에 대한 투과 스펙트럼을 도시한다. 도 5(b)은 예시적인 녹색 칼라 필터를 통해 투과된 광에 대한 투과 스펙트럼을 도시한다. 도 5(c)은 예시적인 청색 칼라 필터를 통해 투과된 광에 대한 투과 스펙트럼을 도시한다.
- 도 6은 예시적인 백색 OLED 광 공급원에서 사용될 수 있는 청색 및 황색 발광 물질의 정규화 방출 스펙트럼의 그래프를 도시한다.
- 도 7은 2개의 예시적인 칼라 변환 층의 흡수 스펙트럼과 동일한 그래프 상의 청색 및 황색 에미터의 정규화 방출 스펙트럼의 그래프를 도시한다.
- 도 8은 2개의 예시적인 칼라 변환 층의 정규화 흡수 및 방출 스펙트럼의 그래프를 도시한다.
- 도 9(a)은 칼라 변환 층을 포함하지 않는 RGBW OLED 디스플레이의 시뮬레이션의 광 출력을 도시한다. 도 9(b)은 일부 구현예에 따른 칼라 변환 층을 포함하는 예시적인 RGBW OLED 디스플레이의 시뮬레이션의 광 출력을 도시한다.
- 도 10은 일부 구현예에 따른 화이트 밸런스 지점의 그래프를 도시한다.
- 도 11은 칼라 필터를 포함하는 RGBW 및 일부 구현예에 따른 다양한 백색 지점에 대한 칼라 필터 및 칼라 변환 층을 포함하는 RGBW 구현예에 대한 전력 소비 데이터를 도시한다.
- 도 12는 일부 구현예에 따른 칼라 변환 층을 포함하는 RGBW OLED 디스플레이의 예시적인 픽셀을 도시한다.
- 도 13은 일부 구현예에 따른 복수의 칼라 변환 층을 포함하는 RGBW OLED 디스플레이의 예시적인 픽셀을 도시한다.
- 도 14는 일부 구현예에 따른 복수의 칼라 변환 층을 포함하는 RGBW OLED 디스플레이의 예시적인 픽셀을 도시한다.
- 도 15(a)은 일부 구현예에 따른 칼라 변환 층을 포함하는 배면 발광 RGBW OLED 디스플레이의 예시적인 서브픽셀을 도시한다. 도 15(b)은 일부 구현예에 따른 칼라 변환 층을 포함하는 전면 발광 RGBW OLED 디스플레이의 예시적인 서브픽셀을 도시한다. 도 15(c)은 일부 구현예에 따른 칼라 변환 층 및 스페이서를 포함하는 전면 발광 RGBW OLED 디스플레이 예시적인 서브픽셀을 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0047] 일반적으로, OLED은 애노드와 캐소드 사이에 배치되고 그것에 전기적으로 연결된 적어도 하나의 유기 층을 포함한다. 전류가 인가될 때, 애노드는 정공을, 캐소드는 전자를 유기 층(들)에 주입한다. 주입된 정공 및 전자 각각은 반대 전하의 전극을 향해 이동한다. 전자 및 정공이 동일한 분자 상에 국한될 때, 여기 에너지 상태를 갖는 국한된 전자-정공 쌍인 "엑시톤(exciton)"이 형성된다. 광은, 엑시톤이 광방출 메커니즘을 통해 완화될 때 방출된다. 일부 경우에, 엑시톤은 엑시머 및 엑시플렉스(exciplex) 상에 국한될 수 있다. 비-방사성 메커니즘, 예컨대 열 완화가 또한 일어날 수 있지만, 일반적으로 바람직하지 않는 것으로 생각된다.
- [0048] 초기 OLED는, 예를 들면, 그 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 번호 4,769,292에서 개시된 바와 같이, 단 일선 상태로부터의 광 ("형광")을 방출하는 방출 분자를 사용했다. 형광 방출은 일반적으로 10 나노초 미만의 시간 프레임에서 일어난다.
- [0049] 더 최근에, 삼중선 상태로부터의 광 ("인광")을 방출하는 방출 물질을 갖는 OLED가 설명되었다. 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 green organic light-emitting devices based on electro phosphorescence", Appl. Phys. Lett., vol. 75, No. 3, 4-6 (1999) ("Baldo-II"), 이는 그 전체가 참고로 통합되어 있다. 인광은 참고로 통합되어 있는 미국 특허 번호 7,279,704(cols. 5-6)에서 더 상세

히 기재되어 있다.

- [0050] 도 1은 유기 발광 소자(100)을 도시한다. 도면들은 일정한 축소로 도시될 필요는 없다. 소자(100)는 기판(110), 애노드(115), 정공 주입 층(120), 정공 수송 층(125), 전자 차단 층(130), 방출 층(135), 정공 차단 층(140), 전자 수송 층(145), 전자 주입 층(150), 보호 층(155), 및 캐소드(160)을 포함할 수 있다. 캐소드(160)는 제1 도전 층(162) 및 제2 도전 층(164)을 갖는 화합물 캐소드이다. 소자(100)는 순서로 기재된 층을 증착하여 만들어질 수 있다. 이들 다양한 층의 특성 및 기능, 뿐만 아니라 물질의 예는 참고로 통합되어 있는 US 7,279,704(cols. 6-10)에서 상세히 기재되어 있다.
- [0051] 이들 층 각각의 더 많은 예가 이용가능하다. 예를 들면, 가요성 및 투명 기판-애노드 조합이 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제5,844,363호에 개시되어 있다. p-도핑된 정공 수송층의 예는, 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 출원 공보 제2003/0230980호에 개시된 바와 같은, 50:1의 몰비로 F<sub>4</sub>-TCNQ로 도핑된 m-MTDATA이다. 방출 및 호스트 물질의 예는 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제6,303,238호(Thompson et al)에 개시되어 있다. n-도핑된 전자 수송층의 예는 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 출원 공보 제2003/0230980호에 개시된 바와 같은, 1:1의 몰비로 Li로 도핑된 BPhen이다. 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제5,703,436호 및 제5,707,745호는 증착되는 투명한 전기전도성의 스퍼터(sputter)-증착된 ITO 층을 갖는 Mg:Ag와 같은 금속의 박층을 갖는 화합물 캐소드를 포함하는 캐소드의 예를 개시하고 있다. 차단층의 이론 및 용도는 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제6,097,147호 및 미국 특허 출원 공보 제2003/0230980에서 보다 상세히 기술되어 있다. 주입층의 예는 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 출원 공보 제2004/0174116호에서 제공된다. 보호층의 설명은 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 출원 공보 제2004/0174116호에서 확인될 수 있다.
- [0052] 도 2는 반전형(inverted) OLED(200)를 보여준다. 상기 소자는 기판(210), 캐소드(215), 발광층(220), 정공 수송층(225), 및 애노드(230)을 포함한다. 소자(200)는 기술된 상기 층들을 순서대로 증착함으로써 제작될 수 있다. 가장 일반적인 OLED 배치형태는 애노드 위에 배치된 캐소드를 가지며, 소자(200)는 애노드(230) 아래에 배치된 캐소드(215)를 갖기 때문에, 소자(200)는 "반전형(inverted)" OLED로 지칭될 수 있다. 소자(100)와 관련하여 기술된 것과 유사한 물질들이 소자(200)의 상응하는 층에 사용될 수 있다. 도 2는 일부 층이 소자(100)의 구조로부터 생략될 수 있는 방법의 한 가지 예를 제공한다.
- [0053] 도 1 및 2에 예시된 단순 층 구조는 비제한적인 예로서 제공되며, 본 발명의 구현에는 광범위한 다른 구조와 연계하여 사용될 수 있는 것으로 이해된다. 기술된 특정 물질 및 구조들은 사실상 예시적인 것으로서, 다른 물질 및 구조들이 사용될 수 있다. 기능성 OLED는 기술된 여러 층을 상이한 방식으로 조합함으로써 달성될 수 있으며, 또는 디자인, 성능, 및 비용 인자에 기초하여 층이 완전히 생략될 수 있다. 구체적으로 기술되지 않은 다른 층이 또한 포함될 수 있다. 구체적으로 기술된 물질 이외의 물질들이 사용될 수 있다. 본원에 제공된 많은 예가 여러 층이 단일 물질을 포함하는 것으로 기술하고 있긴 하지만, 호스트 및 도펀트의 혼합물과 같은 물질들의 조합이나, 보다 일반적으로는 혼합물이 사용될 수 있는 것으로 이해된다. 또한, 상기 층은 여러 서브층을 가질 수 있다. 본원에서 여러 층에 제시된 이름은 엄격하게 제한하고자 하는 것은 아니다. 예를 들면, 소자(200)에서, 정공 수송층(225)은 정공을 수송하며 발광층(220) 내로 정공을 주입하고, 정공 수송층 또는 정공 주입층으로 기술될 수 있다. 하나의 구현예에서, OLED는 캐소드와 애노드 사이에 배치된 "유기층"을 갖는 것으로 기술될 수 있다. 이 유기층은 단일 층을 포함하거나, 예를 들어, 도 1 및 2와 관련하여 기술된 바와 같은 상이한 유기 물질의 다수의 층을 추가로 포함할 수 있다.
- [0054] 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제5,247,190호(Friend et al)에 개시된 바와 같이 증합체성 물질로 구성된 OLED(PLED)와 같은, 구체적으로 기술되지 않은 구조 및 물질들이 또한 사용될 수 있다. 또 다른 예로서, 단일 유기층을 갖는 OLED가 사용될 수 있다. OLED는 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제5,707,745호(Forrest et al)에 기술된 바와 같이, 증착될 수 있다. 상기 OLED 구조는 도 1 및 2에 예시된 단순 층 구조에서 벗어날 수 있다. 예를 들면, 상기 기판은, 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제6,091,195호(Forrest et al)에 기술된 바와 같은 메사(mesa) 구조 및/또는 미국 특허 제5,834,893호(Bulovic et al)에 기술된 바와 같은 피트(pit) 구조와 같이, 아웃-커플링(out-coupling)을 개선하기 위한 경사진 반사면을 포함할 수 있다.
- [0055] 달리 명시하지 않는 한, 여러 가지 구현예의 임의의 층은 임의의 적절한 방법에 의해 증착될 수 있다. 유기층의 경우, 바람직한 방법은 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제6,013,982호 및 제6,087,196호에 기술된 바와 같은 열 증발, 잉크-젯, 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제6,337,102호(Forrest et al)에 기술된 바와 같은 유기 증기상 증착법(OVPD), 및 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 출원 공보 제10/233,470호에 기

술된 바와 같은 유기 증기 제트 프린팅(OVJP)에 의한 증착을 포함한다. 다른 적합한 증착법은 스핀 코팅 및 다른 용액 기반 공정을 포함한다. 용액 기반 공정은 바람직하게는 질소 또는 비활성 분위기에서 수행된다. 다른 층의 경우, 바람직한 방법은 열 증발을 포함한다. 바람직한 패터닝(patterning) 방법은, 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제6,294,398호 및 제6,468,819호에 기술된 바와 같은 마스크를 통한 증착, 냉간 용접, 및 잉크-제트 및 OVJD와 같은 일부 증착법과 관련된 패터닝을 포함한다. 다른 방법이 또한 사용될 수 있다. 증착될 물질은 이들을 특정 증착법과 양립되게 하기 위해 변형될 수 있다. 예를 들면, 분지되거나 분지되지 않은, 그리고 바람직하게는 적어도 3개의 탄소를 함유하는, 알킬 및 아릴기와 같은 치환체가 용액 처리를 받는 그들의 능력을 증강시키기 위해 소분자에 사용될 수 있다. 20개 이상의 탄소를 갖는 치환체가 사용될 수 있으며, 3-20개의 탄소가 바람직한 범위이다. 비대칭 구조를 갖는 물질이 대칭 구조를 갖는 것보다 더 우수한 용액 처리성을 가질 수 있는데, 이는 비대칭 물질이 재결정화되는 경향이 더 낮을 수 있기 때문이다. 덴드리머(dendrimer) 치환체가 용액 처리를 받는 소분자의 능력을 향상시키기 위해 사용될 수 있다.

[0056] 본 발명의 구현예에 따라 제작된 소자는 평면 패널 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 광고판, 옥내 또는 옥외 조명용 및/또는 신호용 라이트, 헤드업 디스플레이(heads up display), 완전 투명 디스플레이, 가요성 디스플레이, 레이저 프린터, 전화기, 휴대폰, 개인 휴대 정보 단말기(PDA), 랩톱 컴퓨터, 디지털 카메라, 캠코더, 뷰파인더, 마이크로디스플레이, 차량, 대형 벽, 영화관 또는 스타디움 스크린, 조명 기구, 또는 표지판을 포함하는, 다양한 소비자 제품 내에 내장될 수 있다. 본 발명에 따라 제조된 소자를 제어하기 위해 수동 매트릭스 및 능동 매트릭스를 포함하는, 다양한 제어 기구가 사용될 수 있다. 많은 소자는 인간에게 쾌적한 온도 범위, 예를 들어 18°C 내지 30°C, 및 보다 바람직하게는 실온(20-25°C) 에서 사용하도록 의도된다.

[0057] 본원에 기술된 물질 및 구조는 OLED 이외의 소자에서 적용될 수 있다. 예를 들면, 유기 태양 전지 및 유기 광검출기와 같은 기타 광전자 소자가 상기 물질 및 구조를 이용할 수 있다. 보다 일반적으로, 유기 트랜지스터와 같은 유기 소자가 상기 물질 및 구조를 이용할 수 있다.

[0058] 용어 할로, 할로젠, 알킬, 사이클로알킬, 알케닐, 알킬닐, 아릴킬, 헤테로사이클기, 아릴, 방향족기, 및 헤테로아릴은 당해 기술분야에 알려져 있으며, 전체가 참고로 통합되어 있는 미국 특허 제US 7,279,704호의 컬럼 31-32에 정의되어 있다.

[0059] \*본 출원에 사용된 용어에 대한 추가적인 정의가 하기와 같이 제공된다:

[0060] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 그리고 당해 기술분야의 숙련자에 의해 이해되는 바와 같이, "칼라 변환층" (예, "하향(down) 변환층")은 사용된 물질에 따라 더 높은 에너지 광자(예, 청색광 및/또는 황색광)를 효과적으로 흡수하며 더 낮은 에너지(예, 녹색 및/또는 적색광)의 광자를 재방출하는 형광성 또는 인광성 물질의 필름을 포함할 수 있다. 즉, 상기 칼라 변환층은 유기 발광 소자(예, 백색 OLED)에 의해 방출된 빛을 흡수하고 더 긴 파장의 빛(또는 빛의 방출 스펙트럼의 파장의 부분)을 재방출할 수 있다.

[0061] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 그리고 당해 기술분야의 숙련자에 의해 일반적으로 이해되는 바와 같이, 소자에서 물질(예, "발광 물질")을 기술하기 위해 사용된 바와 같은 용어 "발광하는"은 소자가 정상 조건 하에서 작동될 때 상당량의 빛을 방출하는 물질을 지칭한다. 예를 들면, Ir(ppy)<sub>3</sub>은 잘 알려진 발광 유기 물질이다. Ir(ppy)<sub>3</sub>은, Ir(ppy)<sub>3</sub>을 함유하는 층 안에서 또는 그 근처에서 재조합(recombination)이 발생하도록, 그리고 Ir(ppy)<sub>3</sub>으로부터의 방출이 에너지면에서 선호되도록 설계된 소자에서, 호스트를 갖는 발광층 내에 일반적으로 이를 포함함으로써, OLED에서 발광 물질로 사용될 수 있다. 그러나, Ir(ppy)<sub>3</sub>은 또한 "발광" 물질이 아닌 물질로서 OLED에 사용될 수도 있다. 예를 들면, 상이한 물질이 발광하는 발광층으로 Ir(ppy)<sub>3</sub>이 정공을 수송하는 기능을 하도록, 정공 수송층에서 정공 수송 물질로서 Ir(ppy)<sub>3</sub>을 사용하는 것이 알려져 있다. 이와 관련해서, Ir(ppy)<sub>3</sub>은 "발광" 물질로 간주되지 않는다.

[0062] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "일반적으로 다룰 수 있는(commonly addressable)"은 하나의 소자(또는 소자의 그룹)에서의 전류가 또 다른 소자(또는 소자의 그룹)에서의 전류를 바꾸지 않고는 바뀔 수 없는 배치형태를 지칭할 수 있다. 각 소자 또는 소자의 그룹에 공급되는 전류 및/또는 전압은 동일할 필요는 없다. 그러나, 하나의 소자 또는 소자의 그룹에 대해 전류가 확립되면, 이는 또한 다른 그룹에 대한 전류를 결정한다. 즉, "일반적으로 다룰 수 있는"은 상기 소자가 "켜지고" 또는 "꺼지는" 여부(즉 상기 소자가 전류에 의해 구동되는지 여부)를 제어하는 단일 스위치가 필수적으로 존재하는 배치형태를 지칭할 수 있다. 이로써 상기 소자 또는 소자의 그룹은 개별적으로 활성화되고/되거나 불활성화되지 않을 수 있다. 이와 관련하여, OLED는 또한 어두워질 수

있지만(예, 소자 또는 이의 부분에 공급되는 전류를 감소시킴으로써), 그러한 경우, 각각의 OLED가 같이 어두워진다. 즉, 하나의 OLED가 어두워지면, 반드시 같은 비율은 아니지만, 각각의 다른 OLED 역시 어두워진다. 이는 개별적으로 다를 수 있는 소자 또는 소자의 그룹에 대조될 수 있으며, 여기에서 각 소자는 다른 소자와 독립적으로 활성화될 수 있다.

[0063] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "서브픽셀"은 개별적으로 다를 수 있는 픽셀의 부분 또는 성분을 지칭할 수 있으며, 여기에서 각 부분은 상이한 파장의 가시광선을 방출할 수 있으며, 이는 점등 소자(예컨대, 디스플레이)에서 원하는 칼라를 제공하기 위해 픽셀 내에 다른 부분과 조합될 수 있다. "픽셀"은 통상적으로 디스플레이(예컨대, 컴퓨터 또는 텔레비전 스크린), 프린터, 또는 다른 소자 상에서 표시되는 영상의 가장 기본 단위이다. 픽셀은 임의의 방식으로(예를 들어, 줄 및 열로) 배열될 수 있으며, 다양한 명도 및 칼라 값의 픽셀 가운데에서 특정한 조합이 영상을 형성할 수 있다. 각 서브픽셀은 칼라 영상을 나타내는데 사용되는 픽셀의 성분일 수 있다. 서브픽셀을 포함하는 픽셀의 예가 도 3 및 12-14에 나타나 있으며, 및 하기에 기술되어 있다.

[0064] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 서브픽셀(또는 다른 성분들)에 의해 또는 이로부터 "발광하는" 것은 빛이 소자의 서브픽셀을 통과하게 하는 것을 포함할 수 있지만, 어떤 식으로든 서브픽셀이 빛을 생성하는 것을 필요로 하지 않는다. 예를 들어, 서브픽셀로부터 "발광된" 빛은, 처음에는 제1 광 공급원으로부터 나올 수 있으며(즉, 예를 들면, 이는 RGBW 디스플레이에서 백색 OLED로부터의 방출을 포함할 수 있음), 서브픽셀, 하나 이상의 칼라 필터, 하나 이상의 칼라 변환 층(예, 하향 변환층) 등을 방해받지 않고 통과할 수 있고/있거나 편광자(polarizer)와 같은 임의의 개수의 다른 광학 성분을 통과할 수 있다.

[0065] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "색도"는, 즉 그 색조 및 채도(또는 포화도, 색차, 세기, 또는 자극 순도)에 의해 결정된 바와 같이, 그 휘도에 관계없이 칼라의 질을 객관적으로 설명하는 것을 지칭할 수 있다. 발광 색도는, 예를 들어 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 또는 CIE 1976 균일한 색도 등급(UCS)(L', u', v') 칼라 공간을 이용하여 측정될 수 있다.

[0066] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "화이트 밸런스"는 영상 인코딩 또는 복제에서 칼라 "화이트"를 정의하기 위해 제공되는 색도 좌표를 지칭할 수 있다. 화이트 밸런스는 또한 종종 "화이트 밸런스 지점" 또는 "백색 지점"으로 지칭된다. 상기 화이트 밸런스는 소자(또는 그의 성분)에 의해 생성, 발산, 및/또는 통과하여 칼라 "화이트"를 나타내는 칼라를 표시한다. 당해 기술분야의 숙련자에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 더 따뜻하고 더 차가운 칼라를 포함하는 많은 상이한 색조의 칼라 백색이 존재하며, 각각은 입력 칼라(예, 적색광, 청색광, 및 녹색광의 입력 칼라)의 양의 상이한 상대적 밸런스를 포함할 수 있다. 따라서, 상기 화이트 밸런스는 특정한 영상을 위해 디스플레이에서의 적색, 녹색 및 청색 픽셀의 상대적 강도를 조정하는 설정될 수 있다.

[0067] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "광통신"은 제1성분으로부터 발산되거나 이를 통과하는 빛이 또한 상기 제2성분을 통과하거나 발산되는 방식으로 배열된 성분을 지칭할 수 있다. 예를 들면, 빛이 광 공급원(예컨대, OLED)에 의해 생성된 다음, 상기 생성된 광 방출이 픽셀(또는 서브픽셀)의 구멍을 통과하면, 이후 상기 OLED 및 상기 픽셀(또는 서브픽셀)은 광통신에 있다고 할 수 있다. 광통신은 상기 제1성분으로부터 발산되거나 이를 통과하는 모든 빛이 또한 상기 제2성분을 통과하는 것을 필요로 하지 않는다. 4개의 서브픽셀을 갖는 광통신에 있는 OLED의 예가 도 3에 나타나 있다.

[0068] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "duv"는 상이한 점등 소자(예컨대, OLED 디스플레이 또는 OLED 디스플레이의 성분) 사이의 색도차를 정량화하는데 사용될 수 있는 일반적인 용어이다. 이것은  $duv = \sqrt{(\Delta u')^2 + (\Delta v')^2}$ 로 정량화될 수 있으며, 상기 식에서 (u', v')는 CIE 1976 UCS(L', u', v') 칼라 공간 색도 다이어그램에서 상이한 점등 소자의 좌표이다. CIE 1976 UCS(L', u', v') 칼라 공간은 CIE 1931 XYZ 칼라 공간보다 선호되는데, CIE 1976 UCS(L', u', v') 칼라 공간 색도 다이어그램에서, 거리가 인지되는 색상차에 대략 비례하기 때문이다. CIE 1976 UCS(균일한 색도 등급) 다이어그램의 대안적인 이름은 CIE 1976(L\*, u\*, v\*) 칼라 공간 색도 다이어그램이다. 이들 칼라 공간에서의 좌표 간의 변환은 매우 간단하다:  $u' = 4x / (-2x + 12y + 3)$  및  $v' = 9y / (-2x + 12y + 3)$ , 상기 식에서 (x, y)는 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램의 좌표이다.

[0069] 용어 "Duv"는 "duv"의 특정 예이다. 이와 관련하여, Duv는 흑체 곡선으로부터의 점등 소자 색도의 CIE 1976 UCS(L', u', v') 칼라 공간에서의 최소 거리를 지칭한다. 즉, Duv는 점등 소자 및 동등한 상관된 칼라의 흑체 복사체 간의 색도차의 측정값이다. 이것은  $Duv = \sqrt{(\Delta u')^2 + (\Delta v')^2} = \sqrt{((u1' - u2')^2 + (v1' - v2')^2)}$ 로 정량화될 수 있으며, 여기에서 (u1', v1')는 점등 소자의 좌표이고, (u2', v2')는 CIE 1976 UCS(L', u', v') 칼라 공간 색도 다이어그램에서 점등 소자로부터의 최소 거리에 있는 흑체 곡선의 좌표이다.

- [0070] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "D65"는 6504 K의 상관된 칼라 온도(CCT)를 갖는 빛을 지칭할 수 있다. D65는 본래 6500 K의 CCT를 갖는 빛을 기술하였으나, 플랑크 법칙에서의 상수들의 보정으로 인해, 이후 상기 CCT는 6504 K의 약간 더 높은 CCT로 변형되었다. CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램에서 D65의 색도 좌표는 CIE 1931  $(x, y) = (0.313, 0.329)$ 이다. 이 칼라 백색광은, 전체가 참고로 통합되어 있는, GTI 그래픽 테크놀로지사(GTI Graphic Technology, Inc.)의 문헌["Explanation of Various Light Sources and Their Use in Visual Color Matching Applications,"]에 기술되어 있다. 요약하면, D65는 페인트, 플라스틱, 직물, 가공되지 않은 잉크, 및 기타 제조된 제품의 칼라 매칭 응용분야에서 사용되는 "열은 푸르스름한 색상의 광원"으로 좀 더 기술된다. 그것은 실제 측정되었던 유일한 일광 공급원이다. 다른 일광 공급원(D75 및 D50)은 이들 측정값으로부터 수학적으로 도출되었다. 그것은 청색을 강조시키며 녹색 및 적색을 억누른다. 칼라 측정 기기장치에서 일차적인 광 공급원으로 일반적으로 사용되었다. 그것은 일년동안 여러 시간에 하루 내내 여러 시점에 흐린 날에 북반구에서 북극을 바라보는 창문으로 들어오는 빛의 측정값의 평균으로부터 도출된다.
- [0071] 예시적인 RGBW 소자의 예 뿐만 아니라 이들의 기기장치 및 이점의 상세한 논의가 전체가 참고로 통합되어 있는 하기 예시적인 문헌에 기술되어 있다:
- [0072] J.P. Spindler, T.K. Hatwar, M.E. Miller, A.D. Arnold, M.J. Murdoch, P.J. Kane, J.E. Ludwicki, P. J. Alessi, & S.A. Van Slyke, "System Considerations for RGBW OLED Displays;" *Journal of the Society for Information Display*, Vol. 14.1; p. 37 (2006).
- [0073] J.P. Spindler, T.K. Hatwar, M.E. Miller, A.D. Arnold, M.J. Murdoch, P.J. Kane, J.E. Ludwicki, & S.A. Van Slyke, "Lifetime-and Power-Enhanced RGBW Displays Based on White OLEDs;" *Journal of the Society for Information Display*; p. 36 (2005).
- [0074] S.A. Van Slyke, "Advanced Active Matrix OLED Technologies," Display and Components OLED Modules Business Unit, Eastman Kodak Company Rochester, New York, USA, Intertech (2004).
- [0075] Hack et al. "High Efficiency Phosphorescent AMOLEDs: The Path to Long Lifetime TVs," *Journal of the Society for Information Display*, Vol. 42.1 (May 15, 2011).
- [0076] 미국 특허 공개 번호 2006/0105198 to Spindler et al. 명칭 "Selecting white point for OLED devices."
- [0077] 미국 특허 공개 번호 2010/0013748 to Cok et al. 명칭 "Converting Three-Component to Four Component Image."
- [0078] 미국 특허 출원 번호 13/185,063 to Levermore et al. 명칭 "RGBW Display for Extended Lifetime and Reduced Power Consumption."
- [0079] 상기 열거된 문헌은 단지 예시적인 것이며 결코 제한하는 것이 아닌 것으로 이해되어야 한다.
- [0080] 일반적으로, 하나 이상의 칼라 필터 및 하나 이상의 백색 OLED 광 공급원을 이용하는 RGBW 디스플레이는 RGB-사이드-바이-사이드(side-by-side) 디스플레이(즉 별도의 적색, 녹색, 및 청색 발광 물질을 포함하는 디스플레이)와 비교하여 더 높은 전력 소비를 가질 수 있다. 예를 들면, 2개의 성분 백색 OLED 광 공급원(예, 청색 및 황색 발광 물질)을 갖는 하나 이상의 칼라 필터를 이용하는 RGBW 디스플레이는, 상기 디스플레이가 적색 및 녹색의 원색을 생성할 수 있도록 칼라 필터를 통한 상당한 컷-오프(cut-off)를 가질 수 있다. 즉, 상기 각각의 칼라 필터는 단지 특정 파장을 갖는 빛이 상응하는 서브픽셀을 통과하게(그럼으로써 이에 의해 방출되게) 할 수 있으며, 하지만, 다른 파장을 갖는 빛은 차단(흡수 또는 반사)할 것이다. 그렇게 함으로써 상기 칼라 필터에 의한 이러한 차단은 서브픽셀(및 전체로서의 픽셀)로부터 발광되는 전체 빛을 감소시킬 수 있다.
- [0081] 백색 발광(즉 백색 OLED) 및 칼라 필터를 이용하는 풀 칼라(full-color) AMOLED 디스플레이는, 이 디스플레이 배치형태가 일반적으로 정밀 섀도우 마스크링(precision shadow masking)을 필요로 하지 않기 때문에(즉, 하나 이상의 OLED 광 공급원의 유기층이 블랭킷(blanket) 층으로 증착될 수 있음), 대형 디스플레이의 대량 생산에 사용되기 가능한 배치형태로 고려되어 왔다. 그러나, 전술한 바와 같이, 이들 OLED 디스플레이는 또한 하나 이상의 칼라 필터에 의해 발광된 빛의 흡수(또는 반사) 때문에 높은 전력 소비로 인한 상당한 문제점을 가질 수 있다. 이러한 난점을 약화시키거나 줄이기 위해, 상기 소자는 하나 이상의 칼라 필터 및 백색 OLED 광 공급원 사이에 칼라 변환 층(들)을 제공할 수 있다. 특히, 일부 구현예에서, 칼라 변환(예, 하향 변환)층의 도입은 서브픽셀의 적색 및 녹색 발광을 개선하고 소자의 전력 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0082] RGB 디스플레이의 예가 전체가 참고로 본원에 통합되어 있는 미국 특허 제6,844,670호(Kuma, 명칭 "Color

Luminous Device")에 기술되어 있다. 나타난 바와 같이, Kuma는 각각의 칼라를 위해 발광되는 빛의 비율을 일치 시킴으로써 백색 발광을 위한 RGB 서브픽셀로부터의 발광을 이용한다. 도 3을 참고로 하여, 적색(308), 녹색(307), 및 청색(306) 칼라 필터를 포함하는 RGB 디스플레이가 나타나 있다. 상기 소자(300)은 유기 층(301)(적색, 녹색, 및 청색 발광 물질을 포함함); 및 청색(310), 녹색(311), 및 적색(312) 서브픽셀을 포함하는 것으로 나타나 있다. 상기 서브픽셀은 칼라 변환층 302(녹색 변환층(304) 및 적색 변환층(305)를 포함함), 및 칼라 필터(303)(청색 필터(306), 녹색 필터(307), 및 적색 필터(308)를 포함함)를 포함한다. 상기 녹색 변환층(304)는 더 짧은 파장(더 높은 에너지)의 빛이 흡수되는 흡수 스펙트럼 및 더 긴 파장(더 낮은 에너지)의 빛이 칼라 변환 물질로부터 재방출되는 방출 스펙트럼을 갖는다. 유사하게, 상기 적색 변환층(305)는 더 짧은 파장을 갖는 빛을 흡수하고 더 긴 파장을 갖는 빛을 재방출하는 흡수 스펙트럼을 갖는다.

[0083] 칼라 변환층의 사용이 적색 및 녹색 서브픽셀의 효율을 증가시킬 수 있지만, 그러한 RGB 디스플레이(칼라 변환층도 포함함)는 칼라 필터에 의해 차단된(반사되거나 흡수된) 상대적으로 많은 양의 빛으로부터의 발광이 감소되었기 때문에 감소된 효율이 여전히 문제될 수 있다.

[0084] RGBW 포맷을 포함하는 OLED 디스플레이가 개발되어 왔으며, 이는 "화이트" 서브픽셀(예, 칼라 필터를 포함하지 않는 OLED 광 공급원으로부터 발광하는 서브픽셀, 이의 예가 전술되었고, 참고로 포함되어 있음)을 포함하고, 디스플레이 전력 효율을 제공할 수 있는 또 다른 잠재적인 디스플레이로 간주되어 왔다. 이는 대부분의 영상의 칼라 좌표가 일반적으로 디스플레이의 화이트 밸런스 지점 주위에 국한되기 때문이다(즉, 대부분의 칼라 영상이 상당한 비율의 백색광을 포함함). 그러므로, 상기 구현예에서, 백색 서브픽셀(칼라 필터를 포함하지 않을 수 있음)이 영상을 만드는데 높은 빈도로 사용될 수 있으며, 이로써 더 많은 빛이 칼라 필터를 통과하지 않고 발광될 수 있다(특정 파장을 갖는 빛의 일부가 차단될 수 있음). 즉, 백색 서브픽셀을 이용함으로써, 상기 디스플레이는 전력 효율을 가질 수 있는데, 이는 더 많은 빛이 백색 서브픽셀을 통과하므로 더 적은 빛이 칼라 필터에 의해 차단될(예, 흡수되거나 반사될) 것이기 때문이다.

[0085] \*하나 이상의 칼라 필터를 이용하는 RGBW 디스플레이가 RGB 디스플레이 배치형태보다 더 경쟁력있는 디스플레이 패널을 제공할 수 있음에도 불구하고, 상기 디자인은 여전히 RGB 사이드 바이 사이드(side-by-side) 방식보다 더 높은 전력 소비가 문제되고 있다. 이것은, 예를 들면, 전체가 참고로 통합되어 있는 문헌[M. Hack, W-Y So, P. A. Levermore, M. S. Weaver, and J. J. Brown, *RGBW Mode Has Higher power Consumption than RGB Side-By-Side Mode*, SID 2011 Digest, 606-609 (2011)]에 예시되어 있다. 전술한 바와 같이, 원색 R, G, 및 B에 해당하는 서브픽셀은 칼라 필터에 의한 빛의 흡수로 인해 낮은 전류 효율을 가질 수 있다. 예를 들어, 청색 및 황색 발광 물질이 백색광을 생성하는데 사용되는 것이 대량 생산에서의 간이성을 위해 바람직할 수 있다. 그러나, 청색 및 황색 발광기에 의해 발광된 빛의 백색 스펙트럼은 황색 발광 및 녹색 및 적색 칼라 필터의 투과율 사이에 현저한 불일치를 가질 수 있다(이의 예가 전체가 참고로 본원에 통합되어 있는 문헌[A. D. Arnold, P. E. Castro, T. K. Hatwar, M. V. Hettel, P. J. Kane, J. E. Ludwicki, M. E. Miller, M. J. Murdoch, J. P. Spindler, S. A. Van Slyke, K. Mameno, R. Nishikawa, T. Omura, and S. Matsumoto, *Full-color AMOLED with RGB Pixel Pattern*, Journal of the Society for Information Display 13, 525-535 (2005)]에 기재되어 있음). 이는 또한 빛의 백색 스펙트럼(401), 녹색 필터 투과율 스펙트럼(402), 및 적색 필터 투과율 스펙트럼(403)이 동일한 그래프(400) 위에 나타나 있는, 도 4에 예시되어 있다. 나타난 바와 같이, 백색광 스펙트럼(401)은 녹색 필터 방출 스펙트럼(402) 또는 적색 필터 방출 스펙트럼(403) 중 어느 하나의 피크에 해당하지 않는 피크를 갖는다. 그러므로, OLED 광 공급원으로부터의 일부 빛이 발광될 수 있는 반면(녹색 필터 방출 스펙트럼(402) 또는 적색 필터 방출 스펙트럼(403)을 나타내는 선 아래에 위치한 백색 스펙트럼(401)의 일부에 해당함), 백색 OLED에 의해 발광된 다량의 백색광은 각각의 상응하는 서브픽셀에 있는 이들 칼라 필터에 의해 여전히 차단된다. 이는 이들 서브픽셀에 대해 소자의 전력 효율 감소를 야기할 수 있다.

[0086] 본 발명자들은, 일부 구현예에서, RGBW 디스플레이 배치형태를 적용하는 동안 적색 및/또는 녹색 서브픽셀 내의 칼라 변환층을 이용하는 것이 RGB 사이드-바이-사이드 디스플레이 뿐만 아니라 칼라 변환 층을 포함하지 않는 RGBW 디스플레이와 비교하여 효율 증가를 야기할 수 있다는 것을 발견하였다. 상기 칼라 변환층은 더 짧은 파장에서 백색 OLED로부터 서브픽셀을 통과하는 빛을 각 서브픽셀의 칼라에 해당하는 더 높은 파장의 빛으로 변환시킴으로써 적색 및/또는 녹색 서브픽셀의 효율을 증가시킬 수 있다. 그렇지 않은 경우 적색 및 녹색 서브픽셀의 칼라 필터에 의해 차단될 우려가 있는 백색광이 이런 방식으로 흡수되고 상기 칼라 필터에 해당하는 파장에서 재방출될 수 있으며, 이로써 소자의 전력 효율을 증가시킨다.

[0087] 하나 이상의 칼라 변환층을 포함하는 RGBW 소자의 예시적인 구현예가 다른 예시적인 OLED 디스플레이 배치형태와 비교하여 가질 수 있는 몇 가지 이점을 예시하기 위해, 본 발명자들은 (1) RGB 사이드-바이-사이드 디스플레이

이; (2) 서브픽셀 중 어느 것에도 칼라 변환층을 갖지 않는 RGBW 디스플레이; 및 (3) 적색 및 녹색 서브픽셀에 칼라 변환층을 포함하는 RGBW 디스플레이에 대하여 전력 소비를 비교하는 시뮬레이션을 수행하였다. 이는 단지 예시의 목적을 위해 제공되는 것으로 이해되어야 하며, 한정하는 것으로 간주되어서는 안 된다.

[0088] 전력 소비 모델은 10개의 전형적인 샘플 영상을 나타내면서  $360 \text{ cd/m}^2$ 에서 작동하는 32" RGBW OLED 디스플레이였다. 전력 소비 모델은 각 서브픽셀이었고, 그 다음 이들 값의 합계를 취하여 상기 디스플레이의 총 전력 소비를 계산하였다. 이 계산은 각각 10개의 샘플 영상에 대하여 수행하였고, 이후 평균을 사용하여 상기 디스플레이의 전력 소비를 나타내었다. 그리고 나서, 상기 디스플레이의 전력 소비를 두 가지 상이한 화이트 밸런스에 대해 계산하였다: (1) CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상에서 (0.313, 0.324)의 칼라 좌표를 갖는, 대략적인 D65, 및 (3) CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상에서 (0.284, 0.292)의 칼라 좌표를 갖는, 대략적인 D90.

[0089] 이 시뮬레이션을 위해서, 적색, 녹색, 및 청색 서브픽셀에 대한 적색, 녹색, 및 청색 필터의 투과율 스펙트럼 각각 도 5(a)-(c)에 나타나 있다. 즉, 적색 필터에 대한 예시적인 투과율 스펙트럼이 도 5(a)에 나타나 있으며, 녹색 필터에 대한 예시적인 투과율 스펙트럼이 도 5(b)에 나타나 있고, 청색 필터에 대한 예시적인 투과율 스펙트럼이 도 5(c)에 나타나 있다. 이는 단지 예시의 목적을 위한 것이며, 임의의 적합한 칼라 필터가 사용될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.

[0090] 이 예시적인 시뮬레이션을 위해 하기의 W 서브픽셀 OLED 구성(architecture)을 가정하였다: 하나의 내부 접합(junction) 또는 전하 생성층(CGL)을 갖는 2-단위 OLED 소자(황색 및 청색 발광 물질을 가짐). 상기 황색 및 청색 발광은 D65 및 D90 화이트 밸런스 지점을 모방하는, 40% 외부 양자 효율(EQE)을 갖는, 인광계로부터 비롯된다. 이 시뮬레이션을 위한 상기 발광 물질에 대한 방출 스펙트럼이 도 6에 나타나 있으며, 601은 청색 방출 스펙트럼을 나타내고 602는 황색 방출 스펙트럼을 나타낸다. TFT를 포함하는, 상기 예시적인 디스플레이의 전압은 12 V인 것으로 추정되었다(각 OLED 단위의 경우 4V 및 TFT의 경우 4V). 본원에 기술된 바와 같이, 각 서브픽셀에 해당하는 각각의 OLED는 별개의 OLED 광 공급원으로 언급됨에 주의하여야 하는데, 이는 상기 각각의 OLED가 개별적으로 다룰 수 있기 때문(즉 개별적으로 제어될 수 있기 때문)이다. 그러나, 일반적으로 각 OLED 광 공급원은 동일한 공통의 유기층 및/또는 전도층을 가질 수 있으며, 이는 블랭킷 층으로서 증착되어 상기 층을 패터닝하고 상이한 OLED에서 상이한 물질을 사용하는 것과 관련된 제작 비용을 줄일 수 있다.

[0091] 이 시뮬레이션에 사용되는 예시적인 소자의 경우, 사용된 칼라 변환층(CCL)은, 각각 90% 및 80% PLQY를 갖는, 이중접합 광트랜지스터(HPT)(녹색 서브픽셀 내에 배치되어 백색 OLED 및 녹색 칼라 필터와 광통신함) 및 Lumogen F300(적색 서브픽셀 내에 배치되어 백색 OLED 및 적색 칼라 필터와 광통신함)였다. 이 시뮬레이션을 위해, 각 칼라 변환층은 본 발명자들이 전형적인 그리고 합리적인 양이라고 확인한, 90% 피크 흡수 속도를 갖는 것으로 가정되었다. 하지만, 일부 구현예에서, 임의의 적합한 칼라 변환층이 바람직한 백색 OLED 광 공급원으로부터의 빛을 하향 변환시키는데 사용될 수 있다.

[0092] 일반적으로, 본 발명자들은 칼라 변환층의 흡수 스펙트럼을 OLED용 발광 물질의 방출 스펙트럼에 일치시키는 것이 바람직할 수 있음을 확인하였다. 이러한 방식으로, 구현예는 보다 효율적인 서브픽셀을 제공할 수 있으며, 이로써 소자의 전력 소비를 낮출 수 있다. 이것은 본 시뮬레이션에 사용된 예시적인 소자에 대해 도 7에 예시되어 있다. 특히, 청색 발광 물질(701)의 방출 스펙트럼은, 각 스펙트럼의 피크가 상대적으로 아주 비슷하도록, HPT 칼라 변환층(702)의 흡수 스펙트럼에 가깝게 해당하는 것으로 나타나 있다. 이러한 방식으로, 예시적인 백색 OLED 광 공급원에 의해 발광된 많은 비율의 청색광이 칼라 변환층에 의해 흡수될 수 있으며, 이후 칼라 필터에 의해 흡수되기보다는 더 긴 파장에서 재방출될 수 있다. 유사하게, 각 스펙트럼의 피크가 상대적으로 아주 비슷하도록, 황색 발광 물질(703)의 방출 스펙트럼이 Lumogen F300 칼라 변환층(704)의 흡수 스펙트럼에 가깝게 해당하는 것으로 나타나 있다. 이러한 방식으로, 상응하는 백색 OLED 광 공급원에 의해 발광된 많은 비율의 황색광이 칼라 변환층에 의해 흡수될 수 있으며, 이후 칼라 필터에 의해 차단되기보다는 더 긴 파장에서 재방출될 수 있다.

[0093] 상기 칼라 변환층에 의한 빛의 흡수 및 방출이 이 시뮬레이션에 사용된 예시적인 소자에 대해 도 8에 나타나 있다. 나타난 바와 같이, HPT 801의 흡수 스펙트럼은 일반적으로 청색광에 해당하는 파장 400 내지 500 nm를 갖는 빛에 대한 피크 흡수 속도를 갖는다. 또한, HPT는 일반적으로 녹색광에 해당하는 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼(802)을 갖는다. 따라서, HPT는 2개의 성분을 포함하는 예시적인 백색 OLED의 청색 발광 물질에 의해 발광되는 상당량의 빛을 흡수하며, 녹색광에 해당하는 피크 파장을 갖는 빛을 재방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상응하는 백색 OLED에 의해 발광되는 빛이 녹색 칼라 필터에 의해 덜 흡수되고(즉, 칼라 변환

층이 더 짧은 파장(예, 청색광)을 흡수하고 백색 OLED에서 부족한 더 긴 파장(예, 녹색광)을 발광하기 때문임), 더 많은 빛이 녹색 칼라 필터에 의해 투과될 수 있도록, HPT는 녹색 서브픽셀 내에 배치될 수 있다.

[0094] 도 8을 계속 참조하면, 나타난 바와 같이, Lumogen F300 803의 흡수 스펙트럼이, 일반적으로 황색광에 해당하는 파장 580 내지 600 nm를 갖는 빛에 대한 피크 흡수 속도를 갖는 것으로 예시되어 있다. 또한, Lumogen F300은 일반적으로 적색광에 해당하는 600 내지 700 nm 사이의 피크 파장을 갖는 것으로 나타나 있는 방출 스펙트럼 804를 갖는다. 따라서, Lumogen F300은 2개의 성분을 포함하는 예시적인 백색 OLED의 황색 발광 물질에 의해 발광되는 상당량의 빛을 흡수할 수 있으며, 적색광에 해당하는 피크 파장을 갖는 빛을 재방출시킬 수 있다. 일부 구현예에서, 상응하는 백색 OLED에 의해 발광된 빛이 적색 칼라 필터에 의해 덜 흡수되고(즉, 칼라 변환층이 더 짧은 파장(예, 황색광)을 흡수하고 더 긴 파장(예, 적색광)을 갖는 빛을 재방출시키기 때문임), 더 많은 빛이 적색 칼라 필터에 의해 투과될 수 있도록, Lumogen F300은 적색 서브픽셀 내에 배치될 수 있다.

[0095] 또한, 이러한 예시적인 시뮬레이션에 대해 예시되지는 않았지만, 일부 구현예에서, 복수의 칼라 변환층이 단일 서브픽셀에 위치할 수 있다. 예를 들어, 적색 서브픽셀은 전술된 Lumogen F300 및 HPT 칼라 변환층 모두를 포함할 수 있다. 상기 HPT 칼라 변환층은, HPT가 더 낮은 파장의 광(예, 청색광)을 흡수하고 Lumogen F300의 흡수 스펙트럼과 더 가까울 수 있는 더 높은 파장의 빛을 발광할 수 있도록, 백색 OLED 및 Lumogen F300 칼라 변환층 사이에 배치될 수 있다. 이러한 방식으로, 백색 OLED에 의해 발광된 더 많은 빛이 적색 서브픽셀 내에서 더 긴 파장으로 변환될 수 있으며, 이로써 더 적은 빛이 적색 칼라 필터에 의해 차단될 수 있다. 일부 구현예에서, 청색광에 해당하는 흡수 스펙트럼 및 적색광에 해당하는 방출 스펙트럼을 가질 수 있는 또 다른 칼라 변환층이 또한 적색 서브픽셀에서 백색 OLED에 의해 방출된 추가적인 빛을 하향 변환시키는데 사용될 수도 있다.

[0096] 하기 표 1은 전술된 CCL을 갖는 예시적인 RGBW 소자("RGBW + CCL")에 대한 전력 소비 시뮬레이션 결과와, CCL을 포함하지 않는 비슷한 RGB 사이드-바이-사이드 소자("RGB SBS") 및 RGBW 소자에 대한 시뮬레이션 결과를 보여준다:

표 1: 상이한 화이트 밸런스 지점에 대한 전력 소비.

	화이트 밸런스		전력 (W)		
	x	y	RGB SBS	RGBW	RGBW+CCL
<b>D65</b>	0.313	0.324	29.6	34.7	28.6
<b>D90</b>	0.284	0.292	34.8	37.1	30.0

[0097] 표 1에 나타난 바와 같이, 칼라 변환층을 갖는 RGBW 소자는 칼라 변환층이 없는 RGBW 소자와 비교하여 대략 20%의 전력 소비 감소를 갖는다. 더욱이, 표 1에 나타난 바와 같이, 칼라 변환층을 갖는 RGBW는 전력 소비에 있어서 RGB 사이드-바이-사이드 디스플레이 배치형태와 대등하다(그리고 사실상 이 시뮬레이션에 대해 더 낮은 전력 소비를 가짐). 따라서, 구현예는, 예를 들어, 백색 OLED용 발광 물질의 블랭킷 증착을 허용하면서, 동시에 전력 소비의 감소와 보다 효율적인 소자를 제공함으로써, 제조 비용 및 복잡성을 줄일 수 있다.

[0099] 도 9(a) 및 (b)와 관련하여, D65로 설정된 화이트 밸런스에 대하여, RGBW 디스플레이(칼라 변환층이 없음)의 발광 세기와 적색 및 녹색 서브픽셀 내에 배치된 칼라 변환층을 포함하는 예시적인 RGBW 소자의 발광 세기 간의 비교가 나타나 있다. 도 9(a)는 칼라 변환 층이 없는 RGBW 디스플레이에 대한 발광 세기의 그래프이다. 나타난 바와 같이, 청색 및 황색 발광 물질의 피크 파장에 해당하는 피크와 함께, 백색 OLED(청색 및 황색 발광 물질을 포함함)로부터 발광된 빛에 대한 백색 방출 스펙트럼(901)이 나타나 있다. 청색 서브픽셀(902), 녹색 서브픽셀(903), 및 적색 서브픽셀(904)로부터의 발광 세기 역시 나타나 있다. 도 9(a)는 청색 서브픽셀을 통해 발광된 청색광(902)의 세기가 녹색 서브픽셀(903) 및 적색 서브픽셀(904) 중 어느 하나로부터 발광된 빛의 세기보다 더 높음을 예시하는데, 이는 녹색 및 적색 칼라 필터에 의한 빛의 투과율과 청색 및 황색 발광 물질의 방출 스펙트럼의 피크 파장 사이에 관련성이 부족한 결과일 수 있다.

[0100] 도 9(b)는 녹색 및 적색 서브픽셀을 위한 칼라 변환층을 포함하는 RGBW 디스플레이에 대한 발광 세기의 그래프이다. 나타난 바와 같이, D65의 화이트 밸런스에 대하여, 청색 및 황색 발광 물질의 피크 파장에 해당하는 피크와 함께, 백색 OLED(청색 및 황색 발광 물질을 포함함)로부터 발광된 빛에 대한 백색 방출 스펙트럼(911)이 나타나 있다. 이는 도 9(a)에서 백색 OLED에 대한 방출 스펙트럼과 동일하다는 점에 유의하여야 한다. 이 예시적인 소자에 대한 청색 서브픽셀(912), 녹색 서브픽셀(913), 및 적색 서브픽셀(914)로부터의 발광 세기 역시 나타나 있다. 도 9(b)는 청색 서브픽셀을 통해 발광된 청색광(912)의 세기가 도 9(a)에 나타난 것과 동일하다는 것

을 예시하는데, 왜냐하면 이들 예시적인 소자를 위한 청색 서브픽셀에 차이가 없기 때문이다. 하지만, 도 9(b)에 나타난 바와 같이, 녹색 서브픽셀(913)으로부터 발광된 빛의 세기는 칼라 변환층이 없는 RGBW OLED 디스플레이에 해당하는 녹색 서브픽셀(903)로부터 방출된 빛의 세기보다 더 높다. 즉, 녹색 서브픽셀에서 칼라 변환을 갖는 OLED 디스플레이에 해당하는 도 9(b)에서 파장 500 내지 580 nm를 갖는 발광 세기는 대략 .1 A.U인 반면, 도 9(a)에서 파장 500 내지 550 nm를 갖는 광 방출의 세기는 대략 .05 A.U이며, 550 내지 580 nm의 파장을 갖는 빛의 세기는 대략 .075 A.U이다. 비슷하게, 도 9(b)는 적색 서브픽셀(914)로부터 발광된 빛의 세기가 칼라 변환층이 없는 RGBW OLED 디스플레이에 해당하는 적색 서브픽셀(904)로부터 방출된 빛의 세기보다 높음을 예시한다. 즉, 적색 서브픽셀에서 칼라 변환을 갖는 OLED 디스플레이에 해당하는 도 9(b)에서 파장 580 내지 700 nm를 갖는 발광 세기는 대략 .15 A.U의 피크 세기를 갖는 반면, 도 9(a)에서 파장 580 내지 700 nm를 갖는 발광 피크 세기는 대략 .075 A.U이다. 전술한 바와 같이, 칼라 변환층을 포함하는 RGBW 디스플레이 내의 녹색 및 적색 서브픽셀로부터의 더 큰 발광은 소자가 보다 전력 효율적인 RGBW 디스플레이를 달성할 수 있게 할 수 있다.

[0101] 두 개의 피크 방출 스펙트럼을 갖는 하나 이상의 칼라 변환층(예, 황색 및 청색 발광 물질을 포함함)의 사용이 제공할 수 있는 몇 가지 이점은 각 서브픽셀에 해당하는 OLED 광 공급원에 의해 발광된 전체 빛과 비교하여, 각각의 칼라 필터에 의해 투과될 수 있는 빛의 상대적인 양을 조사함으로써 좀 더 설명될 수 있다. 본 발명자들은 전술한 예시적인 OLED 광 공급원, 칼라 필터, 및 적색 및 녹색 서브픽셀을 위한 칼라 변환층을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 상기 시뮬레이션의 결과가 하기 표 2(D65로 조정된 화이트 밸런스를 가짐) 및 표 3(D90으로 조정된 화이트 밸런스를 가짐)에 나타나 있다:

표 2: D65의 화이트 밸런스에 대한 각각의 서브 픽셀의 광 투과의 백분율

	청색 서브 픽셀 (투과된 광의 %)	녹색 서브 픽셀 (투과된 광의 %)	Red 서브 픽셀 (투과된 광의 %)
CF+CC	22.35%	25.78%	34.16%
CF 단독	22.35%	16.53%	17.45%

[0102]

표 3: D90의 화이트 밸런스에 대한 각각의 서브 픽셀의 광 투과의 백분율

	청색 서브 픽셀 (투과된 광의 %)	녹색 서브 픽셀 (투과된 광의 %)	Red 서브 픽셀 (투과된 광의 %)
CF+CC	18.60%	24.77%	37.06%
CF 단독	18.60%	17.06%	19.77%

[0103]

[0104] 표 2 및 3에서, "CF+CC"는 적색 및 녹색 서브픽셀을 위한 칼라 필터 및 칼라 변환층 두 가지를 포함하는 구현예를 지칭하는 반면, "CF 단독"은 칼라 필터만을 포함하는 소자를 지칭함에 유의한다. 표 2 및 3에서 볼 수 있는 바와 같이, 칼라 변환층을 포함함으로써 녹색 및 적색 서브픽셀에 의해 투과된 빛의 퍼센트가 현저히 증가한다. 앞서 상세히 설명한 바와 같이, 2개의 성분 유기층(즉 2개의 발광 물질을 포함함)을 포함하는 일부 구현예에서, 상기 발광 물질의 방출 스펙트럼은 적색 및 녹색 칼라 필터의 투과 스펙트럼에 해당하지 않을 수 있으며, 이로써 상대적으로 높은 손실을 야기할 수 있다(예, 다량의 빛이 투과되기보다는 칼라 필터에 의해 흡수되거나 반사됨). 사실상, 그리고 예상외로, 상기 예시적인 시뮬레이션에서, 상기 예시적인 소자가 D65의 화이트 밸런스로 조정된 경우(더 높은 농도의 청색광을 포함함), 칼라 변환층의 사용을 통한 녹색 및 적색 서브픽셀은, 청색 칼라 필터의 투과 스펙트럼이 청색 발광 물질의 방출 스펙트럼과 상당히 일치할 수 있음에도 불구하고(청색 서브픽셀에 대한 22.35% 투과율을 녹색 서브픽셀에 대한 25.78% 및 적색 서브픽셀에 대한 34.16%와 비교함), 실제 청색 서브픽셀보다 더 높은 투과 퍼센트를 갖는 것으로 확인되었다. 따라서, 일반적으로, 하나 이상의 칼라 변환층의 사용은, 일부 구현예에서, RGBW OLED 디스플레이의 효율 및 성능을 개선시킬 수 있다.

[0105] 이와 관련하여, 전술한 예시적인 구현예의 일부 특징 및/또는 측면을 포함하는 구현예는, 유사한 소자에 비해 이점을 가질 수 있으며, 이들 중 일부는 전술되었다. 예를 들어, 하나 이상의 서브픽셀 내에 배치된 하나 이상의 칼라 변환층을 갖는 RGBW OLED 디스플레이를 포함하는 소자의 구현예는, 칼라 변환층이 없는 RGB 디스플레이(예, RGB 사이드-바이-사이드 디스플레이) 및/또는 RGBW 디스플레이에 비해 이점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 서브픽셀 내의 칼라 필터에 의해 차단된 빛의 감소 때문에, 일부 구현예는 감소된 전력 소비를 갖는 OLED 디스플레이를 제공할 수 있다. 전력 소비를 낮춤으로써, 일부 구현예는 보다 효율적으로 작동할 수 있으며, 이로써 전력을 적게 이용하고 또한 OLED 광 공급원의 수명이 늘어난다. 더욱이, 일부 구현예에서, 상기 효율 증가는 백색 OLED 광 공급원(예, 공통적인 2개의 성분 유기 발광층을 포함할 수 있는 OLED 광 공급원)의

사용과 동시에 일어나며, 이는 (각 서브픽셀에 해당하는 각각의 개별적인 OLED가 다루어지도록, 일부 구현예에서, 전극 중 하나가 패턴화될 수 있음에도 불구하고) 일반적으로 대부분의 성분에 대하여 미세한 금속 마스크 또는 기타 비용이 많이 드는/들거나 복잡한 제작 공정을 필요로 하지 않는다. 이는 상기 예시적인 소자의 제작 비용을 낮출 수 있는 한편, 상기 소자는 서브픽셀의 효율 면에서 유사한 디스플레이와 비교적 경쟁력을 유지할 수 있다.

[0106] 또한, 그리고 도 10 및 11과 관련하여 하기에 기술될 바와 같이, 하나 이상의 칼라 변환 층을 갖는 RGBW OLED 디스플레이의 일부 구현예는 Duv에 의해 측정되는 오프-더-화이트(off-the-white)-밸런스 값에 대해 덜 의존하는 이점을 가질 수 있다. 즉, RGBW 소자는 통상적으로, 백색 OLED 광 공급원의 발광이 소자에 대해 조정된 화이트 밸런스에 일치하지 않는 경우, 전력 소비 증가를 갖는다. 전술한 바와 같이, 대부분의 영상(및 기저 칼라)은 많은 비율의 칼라 "화이트"를 포함한다. 백색 OLED 광 공급원에 의해 발광된 백색광이 상기 디스플레이에 대한 칼라 백색(화이트 밸런스에 해당함)에 일치하지 않는 경우, 이러한 오차를 교정하기 위해 추가적인 비효율적인 적색, 청색, 및/또는 녹색광이 가해질 필요가 있을 수 있다(이는 더 많은 빛이 각각의 칼라 필터를 통과할 것을 요구함으로써, 소자의 전력 효율을 감소시킴). 전술한 바와 같이, 하나 이상의 칼라 변환층의 도입은, 발광된 빛의 스펙트럼의 부분을 차단하는 칼라 필터로부터 더 많은 빛이 낮은 전력 손실로 칼라 서브픽셀을 통과할 수 있기 때문에, 전력 소비 의존성을 현저히 감소시킬 수 있다. 일부 구현예에서, 이는 더 우수한 제조 공차 (tolerance)를 제공할 수 있고/있으며(즉, 백색 OLED의 유기 스택(stack), 또는 소자의 다른 성분의 증착에서 더 큰 제조 오차가 용인될 수 있음), 구현예는 또한 OLED를 위해 사용될 수 있는 물질의 더 큰 선택폭을 제공할 수 있다. 일반적으로, 오차에 대한 더 높은 공차 및 상기 소자에 사용될 수 있는 물질 수의 증가는 제조 비용을 낮출 수 있고, 또한 이들의 의도된 목적에 적합한 것으로 결정되는 소자의 수를 증가시킬 수 있다. 나아가, 소자의 백색 지점에 해당하는 백색광의 발광에 대한 의존성의 감소는, 일부 구현예에서, 더 긴 수명을 갖는 소자를 제공할 수 있는데, 이는 상기 소자가 작동을 통해 소자의 저하(및 특히 상이한 발광 물질의 차별적인 노화)를 더 용인할 수 있기 때문이다.

[0107] 일부 구현예가 포함할 수 있는 오프-더-화이트-밸런스 값에 대한 의존성 감소와 관련된 이 이점을 설명하기 위해, 본 발명자에 의해 시뮬레이션이 수행되었다. 상기 예시적인 백색 OLED로부터의 발광은, 오프-밸런스 백색 칼라를 생성하는 황색 발광 물질의 피크 파장을 변화시킴으로써 바뀌었다. 값의 범위가 도 10에 나타나 있으며, 이는 피크 파장에서의 차이의 면에서 D65 백색광과 오프-화이트 시뮬레이션을 위한 백색광 사이의 상대적 차이를 설명한다. 도 10에 나타난 바와 같이, 오프-화이트 지점은 황색 발광 물질을 -20nm (즉 기준 백색광보다 20 nm 짧음), -15 nm, -10 nm, -5 nm, 및 +5 nm로 변화시킴으로써 설정되었다. 그리고 나서, Duv 값을 황색 발광 물질에 대한 임의의 특정 설정에서 D65 지점으로부터의 최소 거리로서 결정하였다. 그리고 나서, 칼라 변환층을 포함하는 소자 및 칼라 변환층을 포함하지 않은 비슷한 소자에 대하여, 각각의 상응하는 Duv에 대한 소자의 전력 소비를 결정하였다. 일반적으로 D65로부터의 오프-화이트 백색(또는 임의의 다른 화이트 밸런스 지점)은 더 높은 전력 소비를 유발할 수 있는데, 왜냐하면 이것이 보다 효율적인 백색 서브픽셀을 이용하기보다는, 포화된 칼라를 포함할 수 있기 때문이다(즉, 오프-밸런스를 보상하기 위해 R-G-B 서브픽셀이 더 사용될 수 있음). 이것은 일부 RGBW 소자에서 온-밸런스 백색을 달성하는 것이 바람직할 수 있는 한 가지 이유일 수 있다. 칼라 변환층을 포함하는 예시적인 소자("CF+CCL로 라벨링됨") 및 칼라 변환층을 포함하지 않는 구현예("CF")의 결과가 도 11에 나타나 있다.

[0108] 도 11에서 볼 수 있는 바와 같이, 칼라 필터(1101 및 1111로 라벨링된 그래프에 해당함) 이외에 칼라 변환층을 포함하는 디스플레이는 전체적으로 더 낮은 전력 소비를 가질 뿐만 아니라, 상기 전력 소비는 소자의 OLED에 의해 발광된 백색광과 소자의 화이트 밸런스, 여기에서는 D65 사이의 차이와 관련된 Duv가 증가함에 따라 급격하게 증가하지 않는다(즉, 전력 소비 및 Duv 간에 강한 관련성이 없음). 실제, 선(1101 및 1111)은 상대적으로 평평하게 나타나는데, 이는 Duv 증가가 전력 소비의 큰 증가를 유발하지 않으며, 이에 의해, 일부 구현예에서, 전력 소비가 백색 OLED에 의해 발광된 백색광과 디스플레이의 화이트 밸런스 사이의 차이와 상당히 무관하다는 것을 의미한다. 대조적으로, 칼라 필터(그래프 1102 및 1112에 해당함)를 포함하지 않은 예시적인 RGBW 디스플레이의 전력 소비는 화이트 밸런스로부터의 거리(Duv로 측정됨)가 증가함에 따라 훨씬 높은 속도로 증가하였다. 일반적으로, 화이트 밸런스 지점에 의존하는 이러한 전력 소비의 증가는 물질 선택을 제한하고 일부 소자를 위한 실질적인 응용에서 공정 윈도우를 좁힌다. 오른쪽 축(즉, "비율(Ratio)" 축)에 해당하는 것으로 나타난 전력 소비의 증가 비율을 제공하기 위해, 오픈 기호는 최소 값(이 경우 -5 nm)에 대해 정규화된다.

[0109] **예시적인 구현예**

[0110] 전력 효율적인 RGBW 디스플레이의 예시적인 구현예를 하기에 기재한다. 본 명세서에 기재된 구현예는 단지 설명

하기 위한 것이고, 그것에 의해 한정되는 것으로 의도되지 않는다. 본 명세서를 읽은 후, 하기에 기재된 다양한 구성요소 및/또는 특징은, 본 명세서에 기재된 원리를 여전히 실시하면서 어떤 구현예에서 조합 또는 제외될 수 있는 것은 당해 분야의 숙련가에서 분명할 수 있다.

[0111] 본 명세서에 기재된 구현예는 전력 효율적인 RGBW 디스플레이를 포함하는 소자를 제공할 수 있다. 일부 구현예에서, 제1 소자가 제공될 수 있다. 상기 제1 소자는 적어도 하나의 픽셀을 포함할 수 있다. 상기 픽셀은 제1 서브픽셀, 제2 서브픽셀, 제3 서브픽셀, 및 제4 서브픽셀을 포함할 수 있다. 상기 제1 서브픽셀은 제1 유기 발광 소자 및 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신하는 제1 칼라 필터를 포함할 수 있고, 여기서 상기 제1 칼라 필터는 상기 제1 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 580 내지 700 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰질 수 있다. 상기 제2 서브픽셀은 제2 유기 발광 소자 및 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신하는 제2 칼라 필터를 포함할 수 있고, 여기서 상기 제2 칼라 필터는 상기 제2 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 500 내지 580 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰질 수 있다. 상기 제3 서브픽셀은 제3 유기 발광 소자 및 상기 제3 유기 발광 소자와 광통신하는 제3 칼라 필터를 포함할 수 있고, 여기서 상기 제3 칼라 필터는 상기 제3 유기 발광 소자로부터 가시 스펙트럼 400 내지 500 nm에서 피크 파장을 갖는 광을 우선적으로 통과시키도록 맞춰질 수 있다. 상기 제4 서브픽셀은 근백색광을 방출할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "근백색광"은 플랑키안 궤적으로부터 0.010의 Duv 거리 내에 있는 색도 다이어그램 상에 제1 지점을 갖는 광을 의미할 수 있다.

[0112] 상기에서 언급된 바와 같이, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자가 별도로 확인되는 것은, 각각의 유기 소자가, 일부 구현예에서, 개별적으로 어드레싱가능할 수 있고, 이로써 서브픽셀의 하나에 상응할 수 있기 때문이다 (즉 각각의 OLED는 하나의 서브픽셀에 임의로 커플링될 수 있다). 일부 구현예에서, 각각의 서브픽셀은, 각각의 OLED가 별도로 작동될 수 있고 (이로써 각각의 서브픽셀은 본질적으로 "온(on)" 및 "오프(off)"될 수 있거나 상응하는 OLED에 적용된 전류 또는 전압의 양을 기준으로 변하는 서브픽셀에 의해 방출된 광의 양을 갖도록) 패턴화 전극을 가질 수 있다. 그러나, 일부 구현예에서, 각각의 유기 소자는 또한 하나 이상의 공통 층 (예컨대 공통 유기 층 및/또는 공통 전극)을 공유할 수 있고, 이는, 그와 같은 층의 패턴화 및/또는 상이한 물질의 사용과 연관된 제작 공정의 비용을 감소시킬 수 있다. 예를 들면, 각각의 유기 발광 소자는 동일한 농도 레벨에서 동일한 방출 물질을 갖는 백색 OLED를 포함할 수 있다.

[0113] 구현예는 전형적인 RGBW 디스플레이, 예컨대 상기에 기재되고/되거나 참고로 통합된 것과 많은 동일한 특징을 포함할 수 있다. 그러나, 상기 제1 서브픽셀 또는 상기 제2 서브픽셀 중 적어도 하나는 상기 제1 또는 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신하는 칼라 변환 층을 포함할 수 있다. 상기에 정의된 바와 같이, 칼라 변환 층은, 어떤 (통상 더 짧은) 파장을 갖는 광 (그의 흡수 스펙트럼에 해당)을 흡수할 수 있고, 그 다음 흡수된 파장보다 더 긴 파장 (그의 방출 스펙트럼에 해당)을 재방출할 수 있도록 어떤 물질을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 칼라 변환 층은 상기 제1 또는 상기 제2 유기 발광 소자일 수 있고, 상기 제1 또는 상기 제2 칼라 필터 사이에 배치된다. 실로, 그와 같은 배열은, (예를 들면, 복수의 파장을 갖는 광을 포함할 수 있는) 상기 제1 광 공급원으로부터 방출된 광이 서브픽셀 중의 하나 내에 칼라 변환 층에 의해 먼저 흡수되고, 그 다음 광이 더 긴 파장에서 재방출되는 바와 같이 바람직할 수 있다. 이 방식에서, 서브픽셀의 칼라 필터에 의해 차단될 수 있는 광은, 칼라 변환 층이 존재하지 않으면, 칼라 필터를 통과하고 이로써 서브픽셀에 의해 방출되도록 허용될 수 있는 파장을 갖기 위해 칼라 변환 층에 의해 재방출될 수 있다.

[0114] 상기 기재된 일부 특징에 따른 제1 소자의 예시적인 구현예는 도 12-14에서 도시된다. 도 12를 참조로, 예시적인 소자(1200) (또는 소자의 픽셀)은 4개의 서브픽셀을 포함하는 것으로 도시된다: 청색 칼라 필터(1206)를 포함하는 청색 서브픽셀(1210); 녹색 칼라 필터(1207)를 포함하는 녹색 서브픽셀(1211); 적색 칼라 필터(1208)를 포함하는 적색 서브픽셀(1212); 및 칼라 필터를 포함하는 것으로 도시되지 않은 백색 서브픽셀(1213). 각각의 서브픽셀(1210-1213)은 추가로, 공통 유기 층(1201), 공통 전극(1203), 및 패턴화 전극(1220-1223) (각각)을 포함하는 백색 OLED 광 공급원을 포함한다. 즉, 예를 들면, 청색 서브픽셀(1210)은 전극(1220)을 갖는 OLED를 포함하고; 녹색 서브픽셀(1211)은 전극(1221)을 갖는 OLED를 포함하고; 적색 서브픽셀(1212)은 전극(1222)을 갖는 OLED를 포함하고; 백색 서브픽셀(1213)은 전극(1223)을 갖는 OLED를 포함한다. 패턴화 도전 층(1220-1223)에 상응하는 각각의 OLED는 서브픽셀 및 그 내의 구성요소 중의 하나와 광통신한다 (이는 각각의 서브픽셀을 통해 광의 투과를 나타내는 각각의 서브픽셀에서 수직선으로 도시됨). 예시적인 소자(1200)는 또한, 상기 제3 서브픽셀(1212) (예, 적색 서브픽셀) 내에 배치된 칼라 변환 층(1204)을 포함한다. 따라서, 이러한 예시적인 구현예에서 보여진 바와 같이, 작동시, 전극(1220)에 상응하는 OLED 광 공급원에 의해 방출된 광은 청색 서브픽셀(1210)을 통과할 수 있고, 선택적으로 청색 칼라 필터(1206)에 의해 투과되고; 전극(1221)에 상응하는 OLED 광 공급

원에 의해 방출된 광은 녹색 서브픽셀(1211)를 통과할 수 있고, 선택적으로 녹색 칼라 필터(1207)에 의해 투과될 수 있다. 전극(1223)에 상응하는 OLED 광 공급원에 의해 방출된 광은 상대적으로 비매립된 백색 서브픽셀(1213)을 통과할 수 있다 (이로써 상기 제4 서브픽셀에 의해 방출된 광은 전극(1223)에 상응하는 OLED 광 공급원에 의해 방출된 광에 상응할 수 있다). 적색 서브픽셀(1212)에 들어가는 전극(1222)에 상응하는 OLED 광 공급원으로부터의 광은 칼라 변환 층의 흡수 스펙트럼에 상응하는 파장을 갖는 일부 광을 흡수하고, 그 다음 더 긴 파장 (예, 그의 방출 스펙트럼에 따른 적색광)에서 광을 재방출할 수 있는 칼라 변환 층(1204)과 접촉할 수 있다. 그 다음, 이러한 재방출된 광은 적색 서브픽셀(1212)로부터 광이 방출되도록 허용하는 적색 칼라 필터(1208)와 접촉할 수 있다 (광이 칼라 필터의 투과 스펙트럼에 상응하는 파장을 갖는 것으로 추정). 칼라 변환 층(1204) 없이, 칼라 변환 층(1204)에 의해 흡수 또는 재방출되도록 파장을 갖는 광 (또는 이의 일부)는 적색 칼라 필터(1208)에 의해 차단될 수 있고, 이로써 적색 서브픽셀(1212)의 전력 효율을 감소시킨다는 것에 주목해야 한다.

[0115] 도13을 참고로, 도 12에서 도시된 예시적인 소자(1200)와 유사한 또 하나의 예시적인 소자(1300) (또는 소자의 픽셀)은 4개의 서브픽셀을 포함하는 것으로 설명된다: 청색 칼라 필터(1306)를 포함하는 청색 서브픽셀(1310); 녹색 칼라 필터(1307)를 포함하는 녹색 서브픽셀(1311); 적색 칼라 필터(1308)를 포함하는 적색 서브픽셀(1312); 및 칼라 필터를 포함하는 것으로 도시되지 않은 백색 서브픽셀(1313). 각각의 서브픽셀(1310-1313)은 추가로, 공통 유기 층(1301), 공통 전극(1303), 및 패턴화 전극(1320-1323) (각각)을 포함하는 백색 OLED 광 공급원을 포함한다. 즉, 예를 들면, 청색 서브픽셀(1310)은 전극(1320)을 갖는 OLED를 포함하고; 녹색 서브픽셀(1311)은 전극(1321)을 갖는 OLED를 포함하고; 적색 서브픽셀(1312)은 전극(1322)을 갖는 OLED를 포함하고; 백색 서브픽셀(1313)은 전극(1323)을 갖는 OLED를 포함한다. 패턴화 도전 층(1320-1323)에 상응하는 각각의 OLED는 서브픽셀 및 그 내의 구성요소 중의 하나와 광통신한다 (이는 각각의 서브픽셀을 통해 광의 투과를 나타내는 각각의 서브픽셀에서 수직선으로 도시됨). 예시적인 소자(1300)은 또한, 적색 서브픽셀(1312) 내에 배치된 제1 칼라 변환 층(1304), 및 녹색 서브픽셀(1311) 내에 배치된 제2 칼라 변환 층(1305)을 포함한다. 따라서 작동시, 청색 서브픽셀(1310), 적색 서브픽셀(1312), 및 백색 서브픽셀(1313)에 의해 방출된 광은 도 12를 참조로 기재된 것과 동일한 것이다. 그러나, 녹색 서브픽셀(1311)에 들어가는 전극(1321)에 상응하는 OLED 광 공급원에 의해 방출된 광은 칼라 변환 층의 흡수 스펙트럼 (예, 청색광)에 상응하는 파장을 갖는 광의 일부를 흡수하고, 그 다음, 더 긴 파장에서 광 (예, 그의 방출 스펙트럼에 따른 녹색광)을 재방출할 수 있는 상기 제2 칼라 변환 층(1305)과 접촉할 것이다. 그 다음, 이러한 재방출된 광은 녹색 칼라 필터(1307)와 접촉하고, 그 다음, 녹색 서브픽셀(1311)로부터 광을 투과할 수 있다 (광이 칼라 필터의 투과 스펙트럼에 상응하는 파장을 갖는 것으로 추정). 칼라 변환 층(1305) 없이, 칼라 변환 층(1305)에 의해 흡수 및 재방출되도록 파장을 갖는 광 (또는 이의 일부)는 녹색 칼라 필터(1307)에 의해 차단되고, 이로써 녹색 서브픽셀(1311)을 전력 효율을 감소시키는 것에 주목해야 한다. 따라서, 도13에서 도시된 예시적인 구현예는 2개의 칼라 변환 층을 포함하고, 이로써 백색 OLED(1301)으로부터의 더 짧은 파장 광 방출을 더 긴 파장을 갖는 광으로 전환시켜 녹색 및 적색 서브픽셀 모두의 전력 효율을 증가시킬 수 있다.

[0116] 도14를 참조로, 도 13에서 도시된 예시적인 소자(1300)와 유사한 예시적인 소자(1400) (또는 소자의 픽셀)은 4개의 서브픽셀을 포함하는 것으로 설명된다: 청색 칼라 필터(1406)를 포함하는 청색 서브픽셀(1410); 녹색 칼라 필터(1407)를 포함하는 녹색 서브픽셀(1411); 적색 칼라 필터(1408)를 포함하는 적색 서브픽셀(1412); 및 칼라 필터를 포함하지 않는 것으로 도시된 백색 서브픽셀(1413). 각각의 서브픽셀(1410-1413)은 추가로, 공통 유기 층(1401), 공통 전극(1403), 및 패턴화 전극(1420-1423) (각각)을 포함하는 백색 OLED 광 공급원을 포함한다. 즉, 예를 들면, 청색 서브픽셀(1410)은 전극(1420)을 갖는 OLED를 포함하고; 녹색 서브픽셀(1411)은 전극(1421)을 갖는 OLED를 포함하고; 적색 서브픽셀(1412)은 전극(1422)을 갖는 OLED를 포함하고; 백색 서브픽셀(1413)은 전극(1423)을 갖는 OLED를 포함한다. 패턴화 도전 층(1420-1423)에 상응하는 각각의 OLED는 서브픽셀 및 그 내의 구성요소 중의 하나와 광통신한다 (이는 각각의 서브픽셀을 통해 광의 투과를 나타내는 각각의 서브픽셀에서 수직선으로 도시됨). 예시적인 소자(1400)은 또한, 적색 서브픽셀(1412) 내에 배치된 제1 칼라 변환 층(1430), 녹색 서브픽셀(1411) 내에 배치된 제2 칼라 변환 층(1431), 및 적색 서브픽셀(1412) 내에 배치된 제3 칼라 변환 층(1432)을 포함한다. 따라서 작동시, 청색 서브픽셀(1410), 녹색 서브픽셀(1411), 및 백색 서브픽셀(1413)에 의해 방출된 광은 도 13을 참조로 기재된 것과 동일할 수 있다 (각각의 구성요소가 동일한 것으로 추정). 그러나, 적색 서브픽셀(1412)에 들어가는 전극(1422)에 상응하는 OLED 광 공급원으로부터 방출된 광은 2개의 칼라 변환 층: 1430 및 1432과 접촉할 수 있다. 일부 구현예에서, 각각의 이들 칼라 변환 층은, 상이한 흡수 스펙트럼을 가질 수 있고, 이로써 상기 제1 칼라 변환 층 (상기 제2 칼라 변환 층(1432) 및 전극(1422)에 상응하는 OLED 광 공급원 사이에 배치된 1430으로서 도 14에서 도시됨)이 파장 범위 (예, 청색광) 내의 광을 주로 흡

수할 수 있고, 상기 제2 칼라 변환 층(1432)은 상이한 범위의 파장 (예, 녹색 또는 황색광) 내의 광을 광을 주로 흡수할 수 있다. 각각의 칼라 변환 층은 적색 칼라 필터(1408)의 투과 스펙트럼에 상응할 수 있는 더 긴 파장을 갖는 광을 재방출할 수 있다. 이런 식으로, 적색 서브픽셀(1412)은, 더 짧은 파장을 갖는 더 많은 광이 (적색 칼라 필터(1408)에 의해 차단될 수 있는) 적색 서브픽셀(1412)에 의해 방출될 수 있는 적색광으로 전환되는 바와 같이, 전력 소비를 더욱 더 감소시킬 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층(1430)은, 재방출된 광이 상기 제2 칼라 변환 층(1432)의 흡수 스펙트럼에 상응하는 파장을 가질 수 있도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 그 다음, 상기 제2 칼라 변환 층(1432)은 상기 제1 칼라 변환 층(1430)로부터 재방출된 광을 (상기 제1 OLED 광 공급원(1401)로부터 어떤 광과 함께) 흡수할 수 있고, 그의 방출 스펙트럼에 따라 이 광을 재방출할 수 있다.

[0117] 도 12-14에서 도시된 구현예는 설명 목적으로 제공되고, 제한하는 것으로 결코 의도되지 않는다. 예시적인 소자의 구성요소, 뿐만 아니라 상대적 배치 이들 구성요소는 다른 것에 대해 배치될 수 있고, 일부 구현예에서, 특정 적용에 따른 일부 구현예에서 변형될 수 있고, 소자가 사용될 수 있다. 실로, 소자는, 의도된 목적을 위해 기능하는 한 어떤 수의 칼라 변환 층, 및 어떤 수의 칼라 필터를 가질 수 있다.

[0118] 하나 이상의 예시적인 구현예를 참조로 하기에 기재될 수 있는 바와 같이, 일부 구현예에서, 여기서 상기 제1 서브픽셀 (예, 적색 서브픽셀)은 칼라 변환 층을 포함할 수 있고, 칼라 변환 층은, 예를 들면, 600 nm 미만의 피크 파장 (예, 청색, 녹색, 또는 황색광)을 갖는 흡수 스펙트럼 및 580 내지 700 nm의 피크 파장(예, 적색광)을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 이 방식에서, 칼라 변환 층은 예를 들면, (예, 황색 발광 물질로부터의) 황색 방출에 상응하는 광을 흡수할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제2 서브픽셀 (예, 녹색 서브픽셀)이 칼라 변환 층 (예컨대 13에서 도시된 구현예)을 포함하면, 이때 칼라 변환 층은 500 nm 미만의 피크 파장 (예, 청색광)을 갖는 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장(예, 녹색광)을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 이 방식에서, 이로써 녹색 및 적색 서브픽셀은 각각의 칼라 필터에 의해 차단된 서브픽셀에서 광의 양을 감소시켜서 서브픽셀로부터 방출된 광을 증가시켜서 증가된 효율을 가질 수 있다.

[0119] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광 발광 양자 수율 (PLQY)를 가질 수 있다. 광 발광 양자 수율은 광자를 흡수 및 재방출하기 위해 칼라 변환 층에서 형광 또는 인광 공정의 효율과 관련될 수 있다. 즉, 예를 들면, PLQY는 칼라 변환 층에 의해 흡수된 광의 양을 제공하고, 더 긴 파장에서 재방출되는 광의 양과 비교할 수 있다. PLQY는 방출된 광자의 수 대 흡수된 광자의 수의 비로서 정의될 수 있다. 일반적으로, 높은 PLQY를 갖는 것이 바람직한 것은, 이것이, 서브픽셀 중의 하나의 칼라 필터에 의해 차단될 수 있을 것 같은 상기 제1 광 공급원에 의해 방출된 광의 높은 비율이 칼라 필터의 투과 스펙트럼에 상응할 수 있는 더 긴 파장으로 전환된다는 것을 나타내기 때문이다. 따라서, 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 60%의 PLQY를 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층 및 상기 제2 변환 층은 적어도 80%의 PLQY를 가질 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 칼라 변환 층의 PLQY가 90% 초과일 수 있는데, 이는 RGBW OLED 디스플레이에 대한 전력 소비의 감소를 제공할 수 있다는 것은 일부 구현예에서 합리적일 수 있다.

[0120] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 칼라 변환 층은 대략 0.1 내지 100 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다. 일반적으로, 칼라 변환 층의 두께 (여기서 상기 두께는 상기 제1 광 공급원으로부터 방출된 다량의 광이 칼라 변환 층을 통과하는 방향과 실질적으로 평행인 칼라 변환 층의 치수일 수 있다)는 칼라 변환 층의 흡수 속도 (예, PLQY)에 영향을 미칠 수 있다. 전형적으로, 칼라 변환 층의 두께가 크면 클수록, 흡수 속도는 더 높다. 그러나, 칼라 변환 층은 OLED 디스플레이의 서브픽셀 내에 배치될 수 있고, 여기서 제한된 공간이 있을 수 있고, 따라서 상기 두께를 합리적인 정도로 제한 또는 감소시키는 것이 바람직할 수 있다. 본 발명자는, 일반적으로, 적어도 0.1 마이크로미터의 칼라 변환 층이 전력 소비를 감소시키기 위해 상기 제1 광 공급원에 의해 방출된 광의 흡수의 합리적인 양을 제공하기에 충분한 두께라는 것을 발견했다. 본 발명자는 또한, 대분의 경우에, 100 마이크로미터 미만의 두께는 대부분의 OLED 디스플레이 구현예에서 이용되도록 충분히 작아야 한다는 것을 발견했다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 대략

0.1 내지 100 마이크론의 두께를 가질 수 있다.

- [0121] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 칼라 변환 층은 대략 0.1% 내지 40%의 염료 농도를 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 대략 0.1% 내지 40%의 염료 농도를 가질 수 있다. 상기에 기재된 바와 같이, 칼라 변환 층은 어떤 적당한 물질을 포함할 수 있고, 일반적으로, 칼라 변환 층을 포함할 수 있는 물질은 당해분야에 공지되어 있다. 또한, 칼라 변환 층의 흡수 및 방출 특징은 선택된 물질 및 두께와 같은 변수에 의존할 수 있고, 및 당해 분야의 숙련가는 전형적으로 칼라 변환 층의 원하는 특성을 달성하기 위해 이들 변수를 선택할 수 있다.
- [0122] 즉, 일반적으로, 칼라 변환 층을 포함할 수 있는 염료는 특별하게 한정되지는 않는다. 예를 들면, 어떤 적당한 화합물은, 칼라 변환 층이 광 공급원으로부터 방출된 광의 색도를 상이한 색도로 변환할 수 있을 정도로 사용될 수 있다. 즉, 일부 구현예에서, 칼라 변환 층은 광 공급원으로부터의 광의 파장을 상이한 파장 (예, 광 공급원에 의해 방출된 광의 파장보다 적어도 10 nm 더 긴 피크 파장을 갖는 광)으로 전환할 수 있는 파장 변환 요소로서 기능할 수 있다. 일부 구현예에서, 칼라 변환 층은 유기 형광 물질, 또는 인광 물질에서 유기 형광 물질을 포함할 수 있고 소자의 특정 적용 또는 기능(예, 원하는 파장)에 따라 선택될 수 있다.
- [0123] 칼라 변환 층을 위해 사용될 수 있는 물질의 일부 예는, 비제한적으로, 하기 부류를 포함할 수 있다: 크산텐, 아크리딘, 옥사진, 폴리엔, 시아닌, 옥소놀, 벤즈이미다졸, 인돌레닌, 아자메틴, 스티릴, 티아졸, 쿠마린, 안트라퀴논, 나프탈이미드, 아자[18]안놀렌, 포르핀, 스쿠아라인, 형광 단백질, 8-하이드록시퀴놀린 유도체, 폴리메틴, 나노크리스탈, 단백질, 페틸렌, 프탈로 시아닌 및 금속-리간드 배위 착체.
- [0124] UV 및 더 높은 에너지 광의 발광을 청색광으로 변환하기 위한 형광 염료의 일부 예는, 비제한적으로 하기를 포함할 수 있다: 스티릴계 염료 예컨대 1,4-비스(2-메틸스티릴)벤젠, 및 트랜스-4,4'-디페닐스티렌, 및 쿠마린계 염료 예컨대 7-하이드록시-4-메틸쿠마린, 및 이들의 조합.
- [0125] 청색광의 발광을 녹색광으로 전환하기 위한 형광 염료의 일부 예는, 비제한적으로 하기를 포함할 수 있다: 쿠마린 염료 예컨대 2,3,5,6-1H,4H-테트라하이드로-8-트리플루오로메틸퀴놀리노(9,9a,1-gh) 쿠마린, 3-(2'-벤조티아졸릴)-7-디에틸아미노쿠마린, 3-(2'-벤즈이미다졸yl)-7-N,N-디에틸아미노쿠마린, 및 나프탈이미드 염료 예컨대 Basic Yellow 51, Solvent Yellow 11 및 Solvent Yellow 116, 및 피렌 염료 예컨대 8-하이드록시-1,3,6-피렌트리설포산 트리나트륨 염 (HPTS), 및 이들의 조합.
- [0126] 청색광의 발광을 녹색광으로 적색광으로 (또는 청색광으로부터 적색광으로, 또는 녹색광으로부터 적색광으로) 전환하기 위한 형광 염료의 일부 예는 비제한적으로 하기를 포함한다: 페틸렌계 염료 예컨대 N,N-비스(2,6-디이소프로필페닐)-1,6,7,12-테트라페녹시페틸렌-3,4:9,10-테트라카복스다이미드 (Lumogen Red F300), 시아닌계 염료 예컨대 4-디시아노 메틸렌 -2-메틸-6-(p-디메틸아미노스티릴-4H-피란, 피리딘계 염료 예컨대 1-에틸-2-(4-(p-디메틸아미노페닐)-1,3-부타디에닐)-피리딘피콜로레이트, 및 로다민 계 염료 예컨대 Rhodamine Band Rhodamine 6G, 및 옥사진계 염료, 및 이들의 조합.
- [0127] 칼라 변환 층의 일부로서 사용될 수 있는 유기 형광 물질의 일부 예는, 비제한적으로 하기를 포함한다: 희토 금속 이온을 포함하는 전기 금속 이온으로 도핑된 금속 옥사이드 또는 금속 칼코제나이드를 포함하는 무기 형광 물질. 일반적으로, 어떤 금속-리간드 배위 착체는 염료로서 사용될 수 있고, 형광 및/또는 인광 물질을 포함할 수 있다.
- [0128] 일부 구현예에서, 층(들)이 칼라 필터 상에 적층 (또는 달리 배치)될 수 있는 형상에서 칼라 변환 층을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 칼라 필터 상의 칼라 변환 층의 적층 구조를 사용하는 것이, 칼라 변환 층을 통해 투과되는 광의 더 나은 칼라 순도를 제공하기 위해 바람직한 수 있다.
- [0129] 본 명세서에 기재된 바와 같이, 칼라 필터에 사용될 수 있는 물질은 특별히 한정될 수 없고, 당해분야의 숙련가에 의해 이해되는 바와 같이 어떤 적당한 물질을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 칼라 필터(들)은, 예를 들면, 염료, 안료 및 수지, 또는 단독 염료 또는 안료를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 칼라 필터가 염료, 안료 및 수지를 포함할 수 있는 경우에, 칼라 필터는 고흥일 수 있고, 여기서, 예를 들면, 염료 및 안료는 바인더 수지에서 용해 또는 분산될 수 있다. 칼라 필터에 사용될 수 있는 염료 또는 안료의 일부 예는, 비제한적으로 하기를 포함한다: 페틸렌, 이소인돌린, 시아닌, 아조, 옥사진, 프탈로 시아닌, 퀴나크리돈, 안트라퀴논, 및 디

케토피롤로-피롤, 및 이들의 조합.

- [0130] 일부 구현예에서, 칼라 변환 층은 칼라 변환 층에 함유된 형광 매체 물질을 칼라 필터 물질과 혼합하여 형성된 층을 포함할 수 있다. 이는, 일부 구현예에서, 광 공급원으로부터 방출된 광을 전환하는 것, 뿐만 아니라 칼라 순도를 향상시켜 칼라 필터의 기능을 수행하는 기능을 갖는 칼라 변환 층을 제공할 수 있다. 실로, 일부 구현예에서, 칼라 변환 층 및 칼라 필터의 이러한 구조는, 층 구조가 어느정도 단순하기 때문에 바람직할 수 있고, 이로써 소자를 제작하는 제조 단계의 수를 감소시킬 수 있다.
- [0131] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 서브픽셀은 칼라 필터 및/또는 칼라 변환 층을 포함하지 않을 수 있다. 구현예가 그렇게 한정되지 않을지라도 (즉, 백색 서브픽셀은 광학 장비, 칼라 변환 층, 칼라 필터 등을 포함할 수 있다), 일반적으로 백색 서브픽셀이 상기 제1 광 공급원의 백색광 방출에 상응할 수 있는 백색광을 실질적으로 방출하는 것은 바람직할 수 있다. 상기에 기재된 바와 같이, 디스플레이의 화이트 밸런스는 이미지의 디스플레이 및 픽셀의 칼라 형성시 아주 자주 이용될 수 있다. 따라서, 상기 제4 발광 소자 (및 일부 구현예에서, 각각의 서브픽셀에 상응하는 모든 발광 소자)가 화이트 밸런스로 설정될 수 있다는 것을 추정하면, 일부 구현예에서, 광이 백색 서브픽셀로부터 상대적으로 비매립인 채로 방출될 수 있다는 것은 바람직할 수 있다. 이 방식에서, 구현예는 칼라 (화이트 밸런스 포함)를 부여하기 위해 - 칼라 필터를 통해 투과될 수 있고 이로써 전력 소비를 증가시키는 - 적색, 녹색, 및 청색 서브픽셀로부터 추가 광을 이용할 필요는 없고 (또는 이들 서브픽셀로부터 더 적은 광을 사용할 필요가 있을 수 있다).
- [0132] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 유기 발광 소자의 색도는 상기 제4 서브픽셀에 의해 방출된 광의 색도와 실질적으로 동일할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "실질적으로 동일한"는, 상기 제1 유기 발광 소자 및 상기 제4 서브픽셀의 광방출이 대략 0.1 미만인 CIE 1976 균일 색도 스케일 (UCS) 다이어그램 상에  $duv$  값을 가질 때를 의미할 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 일부 구현예에서, 상기 제4 유기 발광 소자 (및 일부 구현예에서, 각각의 서브픽셀과 연관된 각각의 발광 소자)는 디스플레이의 화이트 밸런스에 상응하는 광을 방출하기 위해 설정될 수 있다. 따라서, 백색 서브픽셀이 또한 소자의 효율을 증가시키기 위해 실질적으로 동일한 색도를 갖는 광을 방출하는 것은 일부 구현예에서 바람직할 수 있다. 그러나, 구현예는 그렇게 제한되지 않고, 백색 서브픽셀은, 상기 제4 유기 발광 소자가 디스플레이의 화이트 밸런스에 상응하는 광을 방출하지 않는 구현예에서조차 상기 제4 유기 발광 소자에 의해 방출된 광과 실질적으로 동일한 색도를 갖는 광을 방출할 수 있다.
- [0133] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 소자는 화이트 밸런스를 갖는 디스플레이일 수 있다. 일부 구현예에서, 화이트 밸런스는 CIE 1976 UCS ( $L^*$ ,  $u^*$ ,  $v^*$ ) 칼라 공간 색도 다이어그램 상에 제1 지점을 가질 수 있고, 상기 제4 서브픽셀은 CIE 1976 UCS ( $L^*$ ,  $u^*$ ,  $v^*$ ) 칼라 공간 색도 다이어그램 상에 제2 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이의 차이는 0.10 미만의  $duv$  값을 가질 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 백색 서브픽셀이 동일 또는 근접한 색도를 갖는 광을 방출하는 RGBW 디스플레이, 화이트 밸런스의 색도가 고 효율로 작동할 수 있는 것은, 화이트 밸런스 지점이 가장 많은 칼라의 부여시 가장 빈번히 사용된 칼라이기 때문이다. 따라서, 그와 같은 광은, 광이 적색, 녹색, 및 청색 서브픽셀로부터 제공될 때 사용될 수 있는 바와 같이, 하나 이상의 칼라 필터의 사용으로부터 유래될 수 있는 광 손실없이 방출될 수 있다는 것은 바람직할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이의 차이는 0.05 미만의  $duv$  값을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이의 차이는 0.01 미만의  $duv$  값을 가질 수 있다.
- [0134] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광

소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자는 정확하게 2종의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함할 수 있고, 여기서 발광 물질은 상기에 정의되었다. 발광 물질이 작은 레벨의 불순물을 고려하기 위해 방출의 95%를 포함할 수 있다는 것에 주목한다. 예를 들면, 백색 OLED를 위한 2개의 발광 물질의 사용은, 조합된 광 방출이 백색광을 포함하도록 청색 발광 물질 및 황색 발광 물질을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 3개의 발광 물질 보다는 2개의 발광 물질을 사용하는 것이 바람직할 수 있는 것은, 수행될 필요가 있고 또한 필요한 물질의 수를 감소시킬 수 있는 제작 단계의 수를 감소시킬 수 있기 때문이다.. 그러나, 상기에서 언급된 바와 같이, 본 발명자는, 단지 2개의 발광 물질의 사용이 녹색 및 적색 서브픽셀의 칼라 필터의 투과 스펙트럼에 대한 청색 및 황색 발광 물질의 방출 스펙트럼 사이의 일치의 결여 때문에 단지 칼라 필터를 사용하여 비효율적인 RGBW 소자를 만들 수 있다는 것을 결정했다. 본 발명자는, 도 12-14에서 도시된 것을 포함하는 상기 기재된 구현예에 따라 적색 및/또는 녹색 서브픽셀에서 하나 이상의 칼라 변환 층의 도입이 하나 이상의 서브픽셀에서 전력 소비를 감소시켜서 더 효율적인 그와 같은 RGBW 소자를 부여하기 위해 사용될 수 있다는 것을 발견했다.

[0135] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 유기 발광 소자, 제1 칼라 필터, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 유기 발광 소자, 제2 칼라 변환 층, 및 제2 칼라 필터를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 유기 발광 소자 및 제3 칼라 필터를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광 발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 정확하게 2종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 유기 발광 물질은 500 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 즉, 상기에서 언급된 바와 같이, 일부 구현예에서, 상기 제1 광 공급원은 청색광 (예, 피크 파장: 500 nm 미만) 및 황색 또는 녹색광 (예, 피크 파장: 520 내지 630 nm)에 상응하는 방출 스펙트럼을 갖는 발광 물질을 포함할 수 있다.

[0136] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광 발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자는 정확하게 2종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 유기 발광 물질은 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 즉, 상기에서 언급된 바와 같이, 일부 구현예에서, 유기 발광 소자는 청색광 (예, 피크 파장: 500 nm 미만) 및 황색광 (예, 피크 파장: 520 내지 630 nm)에 상응하는 방출 스펙트럼을 갖는 발광 물질을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 유기 발광 물질은 백색광의 특정 색도를 달성하기 위해 (녹색광보다는) 황색광에 상응하는 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 칼라 변환 층의 PLQY는 흡수된 광의 양에 비해서 방출된 광의 양의 측정일 수 있다. 따라서, 일부 구현예에서, 유기 발광 소자는 청색 또는 황색/녹색광을 방출하는 발광 물질을 포함할 수 있고, 칼라 변환 층 (들)은 (칼라 변환 층의 흡수 스펙트럼에 상응하는) 어떤 파장을 갖는 광자를 흡수할 수 있고, (예, 그의 방출 스펙트럼에 따른 그리고 녹색광 또는 적색광에 상응할 것 같은) 더 긴 파장에서 광자를 방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 유기 발광 물질은 100 미만의 반치 전폭 (FWHM)을 가질 수 있다. 즉, 예를 들면, 일부 구현예에서, 상기 제1 발광 물질은, 예를 들면, (녹색광의 방출로 귀결될 수 있는) 훨씬 큰 FWHM를 가질 수 있는 녹색 에미터와 비교하여 예를 들면 황색 에미터 (상대적으로 작은 FWHM를 갖는) 황색 에미터에 상응할 수 있는 상대적으로 좁은 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 본 발명자는, 황색 에미터의 사용이 특정 청색 에미터와 비교할 때 더 나은 백색 색도를 제공할 수 있다는 것을 발견했다. 더욱이, 본 발명자는, 하나 이상의 칼라 변환 층을 사용하면, 황색 발광 물질의 방출 스펙트럼 및 녹색 및/또는 적색 스펙트럼의 투과 스펙트럼 사이의 일치의 결여는 (RGB 나란한 소자에 대한 일부 구현예에서의 전력 소비가 동등한) 더 효율적인 RGBW OLED 디스플레이를 만들기 위한 방식으로 조정될 수 있다는 것을 발견했다.

[0137] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광

소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광 발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자는 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 즉, 상기 제1 칼라 변환 층은, 예를 들면, 520 내지 630 nm의 피크 파장(예, 녹색 또는 황색광)을 갖는 상기 제1 발광 물질로부터 방출된 광의 10%를 흡수할 수 있다. 일부 구현예에서, 칼라 변환 층은 상기 제1 발광 물질의 방출 스펙트럼에 상응하는 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 이의 예는 도 7에서 도시되고, 상기에 기재되어 있다. 상기 제1 칼라 변환 층은 일부 구현예에서 적색 서브픽셀 내에 배치될 수 있고, 이로써, 상기 제1 발광 물질로부터 황색 또는 녹색광이 흡수될 수 있고, 적색광은 재방출될 수 있다. 더욱이, 상기 제1 칼라 변환 층은 적어도 40%의 PLQY를 가질 수 있고, 이는 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층에 의해 흡수된 광의 40% (예, 이 구현예에서 상기 제1 발광 물질에 의해 방출된 총 광의 10%)를 초래할 수 있고 더 긴 파장 (다르게는, 예를 들면, 흡수된 광의 40%를 재방출하지 않는 칼라 필터)에서 재방출된다.

[0138] 일반적으로, 발광 물질의 방출 스펙트럼과 칼라 변환 층의 흡수 스펙트럼 사이의 중첩이 클수록, 소자의 잠재 효율이 더 큰 것은, 서브픽셀에서 칼라 필터에 의해 차단될 수 있는 파장을 갖는 더 많은 광이 더 긴 파장으로 전환될 수 있기 때문이다 (그러나, 다른 인자는 또한 소자, 예컨대 칼라 변환 층의 방출 스펙트럼의 효율에 영향을 줄 수 있다). 따라서, 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 30%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 흡수 스펙트럼을 가질 수 있고, 이로써 상기 제1 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 50%가 흡수되고, 상기에서 언급된 바와 같이, 흡수된 광의 양이 클수록, 소자의 잠재적인 효율은 더 높다. 일부 구현예에서, 제1 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 즉, 상기 제1 칼라 변환 층은 흡수 스펙트럼을 가질 수 있고, 이로써 상기 제1 및 상기 제2 발광 물질 모두로부터 방출된 광은 흡수되고, 그 다음 더 긴 파장에서 재방출될 수 있다. 그와 같은 칼라 변환 층이 바람직할 수 있는 것은, 상응하는 서브픽셀을 통해 투과될 수 있는 광을 생성 (예, 재방출)하기 위해 (400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 광에 상응하는) 유기 발광 소자에 의해 방출된 추가적인 광을 이용하기 위한 능력을 기반으로 한 소자의 증가된 효율을 제공할 수 있기 때문이다.

[0139] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광 발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1 유기 발광 소자는 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 즉, 상기 제1 광 공급원에 의해 방출된 총 광 (예, 상기 제1 발광 물질 및 상기 제2 발광 물질에 의해 방출된 광) 중에서, 상기 제1 칼라 변환 층은, 일부 구현예에서, 방출된 광의 적어도 10%를 흡수할 수 있다. 상기 제1 칼라 변환 층은 발광 물질의 하나 또는 둘로부터 광을 흡수할 수 있다. 일반적으로, 상기에서 언급된 바와 같이, 흡수될 수 있는 광이 많을수록, 서브픽셀 내의 더 긴 파장에 칼라 변환 층에 의해 방출될 수 있는 광이 더 많다.

[0140] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광 발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자는 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 즉, 예를 들면, 상기 제2 발광 물질은 녹색 서브픽셀에 배치될 수 있고, 청색 발광 물질에 의해 방출된 광을 흡수할 수 있고, 녹색광에 상응하는 더 긴 파장에서 광을 재방출할 수 있다. 이 방식에서, 일부 구현예에서, 녹색 서브픽셀은 또한 최적화될 수 있다 (또는 적어도 감소된 그의 전력 소비를 갖는다). 일부 구현예에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 30%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질

수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 일반적으로 칼라 변환 층에 의한 광의 흡수 속도가 높을수록, 더 짧은 파장을 갖는 광을 서브픽셀의 칼라 필터 (예, 이 경우에 녹색 서브픽셀)에 의해 투과될 수 있는 더 긴 파장을 갖는 광으로 전환하는 더 큰 잠재이 더 크다. 제1 및 제2 칼라 변환 층을 포함하는 예시적인 구현에는 도 13을 참조로 상기에 기재되었다.

[0141] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1 칼라 변환 층 및/또는 상기 제2 변환 층은 적어도 40%의 광 발광 양자 수율 (PLQY)을 가질 수 있고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자는 520 내지 630 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 5%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. (적색 서브픽셀에 위치될 수 있는) 상기 기재된 상기 제1 칼라 변환 층을 포함하는 구현예와 유사하게, (녹색 서브픽셀에 위치될 수 있는 상기 제2 칼라 변환 층)은 또한, 전체 제2 유기 발광 소자로부터 광의 실질적인 양을 흡수할 수 있다. 그러나, 일부 구현예에서 상기 제1 칼라 변환 층과는 달리, 상기 제2 칼라 변환은 일부 구현예에서, 상기 제1 발광 물질에 의해 방출된 광 (예컨대 황색 또는 녹색광)에 대해 특히 흡수 및 특히 제방출될 수 있는 광의 총량에서 제한될 수 있다. 즉, 예를 들면, 상기 제1 발광 물질에 의해 방출된 광은 이미 더 긴 파장을 가질 수 있고, 그 다음 녹색 칼라 필터에 의해 투과될 수 있기 때문에, 상기 제2 칼라 변환이 녹색 서브픽셀에 의해 투과될 수 있는 것보다 더 긴 파장에서 광을 제방출하는데 효율적이지 않을 수 있다. 따라서, 일부 구현예에서, 광의 더 긴 파장을 포함하는 흡수 스펙트럼을 갖는 이유는 없을 수 있다.

[0142] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자는 정확하게 2종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.40$  내지  $0.600$ ,  $CIE_y = 0.400$  내지  $0.60$ 에 의해 규정된 제1 영역 내에 있는 제1 지점을 갖는 황색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 상기 제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.100$  내지  $0.200$ ,  $CIE_y = 0.050$  내지  $0.300$ 에 의해 규정된 제2 영역 내에 있는 제2 지점을 갖는 청색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 상기 제1 지점 및 상기 제2 지점은, 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이에 라인이 그려질 때, 이 라인이 상기 라인이, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.25$  내지  $0.4$ ,  $CIE_y = 0.25$  내지  $0.4$ 인 것으로 규정된 영역 내에 있는 원하는 백색 지점을 통과하도록 할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 및 제2 유기 발광 물질의 농도는, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자에 의해 생성된 광이, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의, 원하는 백색 영역 내에 있는 제3 지점에 있도록 할 수 있다. 즉, 상기에서 언급된 바와 같이, 일부 구현예에서, 유기 발광 소자는 황색 및 청색광을 방출하는 2개의 발광 물질을 포함할 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 본 발명자는, 하나 이상의 칼라 변환 층과 조합하여(녹색 또는 적색 칼라 필터의 투과 스펙트럼에 상응하는 방출 스펙트럼을 유의적으로 갖지 않는) 황색 발광 물질을 이용함으로써, 있고 유사한 소자를 갖는 비교가능 전력 소비 프로파일을 포함하는, 2개의 에미터를 포함하는 RGBW 디스플레이가 제공될 수 있다는 것을 발견했다.

[0143] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 정확하게 2종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함하고, 상기 제1 및/또는 상기 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함할 수 있고, 상기 제2 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함할 수 있다. 일반적으로, 발광 물질은 어떤 적당한 물질을 포함할 수 있다. 그러나, 일부 구현예에서 인광 물질의 사용은, 소정 휘도에서 더 긴 수명 및/또는 냉각기 작동 온도를 가질 수 있다. 따라서, 소자가 사용될 의도된 적용을 기반으로, 에미터를 위

한 적절한 물질이 선택될 수 있다.

[0144] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 서브픽셀은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.25$  내지  $0.4$ ,  $CIE_y = 0.25$  내지  $0.4$ 에 의해 규정된 제1 영역 내에 있는 제1 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다. 즉, 예를 들면, 상기 제4 서브픽셀은 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램을 사용하여 마련될 수 있는 백색광을 방출할 수 있다. 상기에 기재된 바와 같이, 일반적으로 디스플레이에 의해 생성된 대부분의 칼라는 (디스플레이의 화이트 밸런스에 의해 결정된) 다량의 백색광을 포함할 수 있고, 백색 서브픽셀로부터의 광 방출을 디스플레이의 화이트 밸런스에 일치 (또는 거의 일치)시킴으로써, 구현예는 디스플레이의 픽셀로부터 백색광을 방출하기 위해 칼라 필터를 통해 통과되어야 하고 (이로써 손실을 만들 수 있는) 적색, 녹색, 및 청색 서브픽셀로부터의 광을 추가로 이용하지 않음으로써 소자의 효율을 증가시킬 수 있다.

[0145] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 서브픽셀은 플랑키안 궤적로부터 0.010의  $D_{uv}$  거리 내에 위치한 CIE 1976 UCS ( $L'$ ,  $u'$ ,  $v'$ ) 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 제1 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다. 일반적으로, 백색 서브픽셀은, 대부분의 디스플레이 화이트 밸런스가 또한 플랑키안 궤적 상의 지점에 상응할 (또는 그와 같은 지점에 아주 가까울) 수 있는 바와 같이, 가능한 백색광과 가까운 광을 방출하는 것이 바람직할 수 있다. 화이트 밸런스가 D65, D90, 또는 일부 다른 백색 지점에 상응하는지 어떤지, 백색 서브픽셀로부터의 더 가까운 광 방출은 디스플레이의 화이트 밸런스가, 일반적으로 더 효율적인 OLED 디스플레이가 될 수 있다. 이와 관련하여, 일부 구현예에서, 상기 제4 서브픽셀은 플랑키안 궤적으로부터 0.005의  $D_{uv}$  거리 내에 위치한 CIE 1976 UCS ( $L'$ ,  $u'$ ,  $v'$ ) 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 제1 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제4 서브픽셀은 플랑키안 궤적으로부터 0.002의  $D_{uv}$  거리 내에 위치한 CIE 1976 UCS ( $L'$ ,  $u'$ ,  $v'$ ) 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 제1 지점을 갖는 광을 방출할 수 있다. 일부 구현예는 또한 유기 발광 소자에서 약간의 불순물 (예를 들면, 광 공급원이, 소자가 지정된 색도를 갖는 백색광을 더 이상의 방출하지 않는 제조 결정 또는 차후의 분해를 함유한다면) 및/또는 광의 색도를 변경할 수 있는 백색 서브픽셀에 존재할 수 있는 어떤 광학 구성요소를 고려할 수 있다.

[0146] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제4 서브픽셀은 4000 K 초과 및 10000 K 미만인 상관 칼라 온도 (CCT)를 갖는 광을 방출할 수 있다. 이는, 백색 픽셀이 플랑키안 궤적과 조화될 수 있는 칼라일 수 있고/있거나 냉각기 또는 더 따뜻한 백색광을 포함하는 색조를 가질 수 있는 구현예를 포함할 수 있다. 백색 서브픽셀에 의해 방출된 광의 색도는, 부분적으로, 상기 제1 광 공급원으로부터의 디스플레이의 화이트 밸런스 및/또는 광 방출의 근거가 될 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자는 각각의 적층 유기 발광 소자 (SOLE)이다. 적층 OLED 디바이스가 바람직한 것은, 다중 발광 물질로부터 방출될 광이, 예를 들면 백색광을 만들기 위해 더 쉽게 조합될 수 있도록 하기 때문이다. 그러나, 구현예는 그렇게 한정되지 않고, 어떤 적당한 OLED는, 전면 방출 OLED, 배면 방출 OLED, 투명 OLED (TOLED) 등을 단지 예로써 포함하는 상기 제1 광 공급원을 위해 사용될 수 있다.

[0147] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 3개의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질, 및 제3 유기 발광 물질을 포함할 수 있다. 즉, 비용 및/또는 제조 시간을 줄이기 위해 단지 2개의 발광 물질을 사용하도록 (상기에서 기재된 바와 같이) 일부 구현예에서 바람직할 수 있을 지라도, 구현예는 그렇게 한정되지 않는다. 실로, 구현예는, 본 명세서를 읽은 후에 당해 분야의 숙련가에 의해 이해되는 바와 같이, 어떤 적당한 방식으로 배열되고 어떤 적당한 물질을 포함하는 어떤 수의 발광 물질을 포함할 수 있다.

[0148] 일부 구현예에서, 상기 제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.600$  내지  $0.720$ ,  $CIE_y = 0.280$  내지  $0.400$ 에 의해 규정된 제1 영역 내에 제1 지점을 갖는 적색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.200$  내지  $0.400$ ,  $CIE_y = 0.600$  내지  $0.750$ 에 의해 규정된 제2 영역 내에 제2 지점을 갖는 녹색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제3 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.100$  내지  $0.200$ ,  $CIE_y = 0.050$  내지  $0.300$ 에 의해 규정된 제3 영역 내에 제3 지점을 갖는 청색광을 방출하도록 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 즉, 유기 발광 소자는 적색 발광 물질, 청색 발광 물질, 및 녹색 발광 물질을 포함할 수 있다. 상기에 기재된 바와 같이, 본 발명자는, 칼라 변환 층의 사용이 비용 및/또는 제조 시간의 감소 때문에 황색 에미터와의 사용에 특히 유익할 수 있다는 것을 발견했다. 그러나, 본 발명자는 또한, 3개의 발광 물질 (예, 적색, 녹색, 및 청색 발광 물질)을 포함하는 소자가, 각각의 칼라 필터의 투과 스펙트럼에 상응할 수 있는 방출 스펙트럼을 갖는 발광 물질을 갖는 것에 불구하고, 더 효율적인 소자를 여전히 제공할 수 있다는 것을 발견했다. 이유들 중의 하나는, 청색 및/또는 녹색 발광 물질로부터 적색 방출로의 하향 전환이 적색 발광 물질에 상응하는 적색 방출에 대해 부가적이라는 것일 수 있고; 청색 발광 물질 및 녹색 발광 물질에 상응하는 광 방출은 적색 칼라 필터에 의해 (적어도 부분적으로) 여전히 차단될 수 있고, 유사하게는 청색 발광 물질에 상응하는 광 방출은 녹색 칼라 필터에 의해 (적어도 부분적으로) 또한 차단될 수 있다 (하지만 적색 발광 물질에 상응하는 광은 녹색 칼라 필터에 의해 또한 차단될 수 있고, 적색 방출은 대부분 더 긴 파장일 것 같고, 따라서 이들 파장의 하향 전환은 녹색 하위픽셀로부터 방출을 증가시키지 않을 것 같다). 따라서, 상기 구현예와 유사하게, 하나 이상의 서브픽셀은 적색 및 녹색 칼라 필터 중 하나 또는 모두를 통해 광의 투과를 증가시키기 위해 칼라 변환 층(들)을 포함할 수 있다.

[0149] 일부 구현예에서, 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 구현예 중 상기 제1, 제2, 및 제3 지점은, 제4 영역이 상기 제1 지점과 상기 제2 지점 사이, 상기 제2 지점과 상기 제3 지점 사이, 및 상기 제3 지점과 상기 제1 지점 사이에 그려지고, CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의,  $CIE_x = 0.25$  내지  $0.40$ ,  $CIE_y = 0.25$  내지  $0.40$ 인 것으로 규정된 영역 내에 있는 원하는 백색 지점을 포함하는 라인에 의해 규정될 수 있도록 하는 것이다. 일부 구현예에서, 상기 제1, 제2, 및 제3 유기 발광 물질의 농도는, 상기 제1 유기 발광 소자에 의해 생성될 수 있는 광이 CIE 1931 XYZ 칼라 공간 색도 다이어그램 상의 원하는 백색 영역 내에 있는 제4 지점에 있을 수 있도록 하는 것일 수 있다. 즉, 예를 들면, 상기 제1, 제2, 및 제3 발광 물질의 조합된 방출은 백색광 (예를 들면 D65, D90 등 포함)을 포함할 수 있다. 더욱이, 단지 2개의 발광 물질보다 (예, RGB에 상응하는) 일부 구현예에서 3개의 발광 물질의 사용은 소자의 백색 지점의 설정 및/또는 변화시 적응성을 제공할 수 있다.

[0150] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 3개의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질, 및 제3 유기 발광 물질을 포함할 수 있고, 상기 제1, 제2, 및/또는 제3 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 일부 구현예에서, 상기 제3 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함할 수 있고, 상기 제1 및 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함할 수 있다. 그러나, 상기에서 언급된 바와 같이, 발광 물질은 소자의 적용 및 의도된 용도, 뿐만 아니라 비용 및 제조 고려사항에 따라 어떤 적당한 물질을 포함할 수 있다. 예를 들면, 일반적으로 인광 에미터는 낮은 작동 온도에서 더 높은 휘도를 가질 수 있지만, 그와 같은 물질은 제조 비용을 또한 증가시킬 수 있다.

[0151] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 3개의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질, 및 제3 유기 발광 물질을 포함할 수 있고, 상기 제1 유기 발광 물질은 580 내지 700 nm의 피크 파장(예, 적색광)을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있고, 상기 제2 유기 발광 물질은 500 내지 580 nm의 피크 파장(예, 녹색광)을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있고, 상기 제3 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm의 피크 파장(예, 청색광)을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0152] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1

유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 여기서 상기 제1, 상기 제2, 상기 제3, 및 상기 제4 유기 발광 소자 각각은 3개의 유기 발광 물질을 포함할 수 있다: 580 내지 700 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제1 유기 발광 물질, 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제2 유기 발광 물질, 및 400 내지 500 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 제3 유기 발광 물질, 상기 제1 칼라 변환 층은 흡수 스펙트럼을 가질 수 있고, 이로써 상기 제2 및 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 20%가 흡수될 수 있다. 즉, 상기 제1 칼라 변환 층의 흡수 스펙트럼은 하나 이상의 발광 물질의 광 방출의 일부 또는 모두를 커버하기에 충분히 넓을 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 넓은 흡수 영역을 갖는 칼라 변환 층이 바람직한 것은, 서브픽셀 중의 하나의 상응하는 칼라 필터에 의해 달리 차단될 수 있는 추가적인 광을 흡수하여 효율을 증가시키기 위한 잠재성 때문이다. 상기 기재된 예시적인 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 흡수 스펙트럼을 가질 수 있고, 이로써 청색광 및 녹색광 모두는 더 긴 파장에서 흡수 또는 재방출될 수 있고, 이로써 적색 칼라 필터는 광을 방출할 수 있다 (즉 재방출된 광은 적색 칼라 필터의 투과 스펙트럼에 상응하는 파장을 갖는다). 이로써 일부 구현예에서 적색 서브픽셀의 효율을 증가시킬 수 있다. 더욱이, 본 발명자는, 청색 및 녹색 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 20%를 흡수하고 흡수된 광의 합당한 양을 방출하는 칼라 변환 층 (예, 칼라 변환 층의 PLQY는 적어도 대략 40%이다)은 합당한 양에 의해 적색 서브픽셀의 효율을 증가시킬 수 있다는 것을 발견했다. 그러나, 적색 서브픽셀이 훨씬 큰 효율 증가를 갖는 것이 바람직할 수 있고, 이로써 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제2 및 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 40%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 흡수 스펙트럼을 가질 수 있고, 이로써 상기 제2 발광 물질 및/또는 상기 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수된다.

[0153] 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 즉, 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자에 의해 방출된 모든 광 (예, 상기 제1, 상기 제2, 및 상기 제3 발광 물질로부터 방출된 광)의 10%를 흡수할 수 있다.

[0154] 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 10%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 즉, 예를 들면, 녹색 서브픽셀에 배치될 수 있는 상기 제2 칼라 변환 층은 청색 발광 물질 (예, 더 짧은 파장을 갖는) 청색 발광 물질로부터 방출된 광을 흡수할 수 있고 녹색광에 상응하고 (및 녹색 칼라 필터의 투과 스펙트럼에 잠재적으로 상응하는) 더 긴 파장에서 그 광을 재방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제3 발광 물질에 의해 방출된 광의 적어도 대략 30%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 갖는다.

[0155] 일부 구현예에서, 상기 기재된 상기 제1 소자에서, 상기 제2 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자에 의해 방출된 광의 적어도 대략 5%가 흡수되도록 흡수 스펙트럼을 가질 수 있다. 상기 제2 칼라 변환에 의해 흡수된 광의 백분율은 일부 구현예에서 상기 제1 칼라 변환 층보다 일반적으로 더 작을 수 있는 것은, 상기 제2 칼라 변환이 단지 청색광 발광 물질로부터 방출된 광을 흡수할 수 있기 때문이고, 반면에 상기 제1 칼라 변환 층은 청색 및 녹색 발광 물질 모두에 상응하는 광을 흡수 및 재방출할 수 있다.

[0156] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 각각의 상기 제1, 제2, 제3, 및 제4 서브픽셀은 조리개 크기를 가질 수 있고, 상기 제4 서브픽셀의 조리개 크기는 각각의 상기 제1, 제2, 및 제3 서브픽셀의 조리개 크기보다 더 클 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, (디스플레이의 화이트 밸런스에 상응하는 광을 방출할 수 있는) 백색 서브픽셀은 가장 자주 사용된 서브픽셀일 수 있다. 더 큰 조리개를 이용하여, 상기 제1 광 공급원은 더 낮은 전류 밀도에서 작동될 수 있고, 소자에 대해 동일한 휘도를 여전히 제공하는 것은, 소자를 구동하는 낮은 전류 또는 전압에 의해 야기된 감소가, 상기 제4 서브픽셀에 의해 백색광을 방출하는 더 큰 영역에 의해 상쇄될 수 있기 때문이다.

[0157] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터, 제1 유기 발광 소자, 및 제1 칼라 변환 층을 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터, 제2 유기 발광 소자, 및 제2 칼라 변환 층을 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광

소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 서브픽셀은 제3 칼라 변환 층을 추가로 포함할 수 있고, 여기서 상기 제3 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신할 수 있고, 상기 제1 유기 발광 소자와 상기 제1 칼라 필터 사이에 배치될 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제3 칼라 변환 층은 500 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제3 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자와 상기 제1 칼라 변환 층 사이에 배치될 수 있다. 즉, 예를 들면, 일부 구현예에서, 적색 서브픽셀은 2개의 칼라 변환 층을 포함할 수 있다. 상기 제1 칼라 변환 층은 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 광(예, 녹색광)을 흡수하기 위한 흡수 스펙트럼 및 580 내지 700 nm의 피크 파장(예, 적색광)을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있고; 상기 제3 칼라 변환 층은 400 내지 500 nm의 피크를 갖는 광(예, 청색광)을 흡수하기 위한 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장(예, 녹색광)을 갖는 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층 (또는 이의 일부)에 의해 재방출된 광은 상기 제3 칼라 변환 층에 의해 흡수될 수 있고, 그 다음 서브픽셀의 칼라 필터의 투과 스펙트럼의 파장에 상응하는 파장을 갖도록 하기 위해 광을 다시 재방출할 수 있다. 이런 방식으로, 구현예는 적어도 적색 서브픽셀에서 상기 제1 광 공급원에 의해 방출된 광의 방출 스펙트럼을 더 많이 사용하여 감소된 전력 소비를 제공할 수 있다. 예시적인 구현예는 도 14에서 설명되고, 상기에 기재되어 있다.

[0158] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터 및 제1 유기 발광 소자를 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터 및 제2 유기 발광 소자를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제1 서브픽셀은 제1 칼라 변환 층을 포함할 수 있다. 상기 제1 칼라 변환 층은 상기 제1 유기 발광 소자와 광통신할 수 있고, 상기 제1 유기 발광 소자와 상기 제1 칼라 필터 사이에 배치될 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제1 칼라 변환 층은 600 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 580 내지 700 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 즉, 일부 구현예에서, 적색 서브픽셀은 칼라 변환 층을 포함할 수 있지만, 녹색 서브픽셀은 칼라 변환 층을 갖지 않을 수 있다. 이 구현예의 예는 도 12에서 설명되고, 상기에 기재되어 있다.

[0159] 일부 구현예에서, 제1 픽셀을 포함하는 상기 기재의 제1 소자에서, 여기서 상기 제1 픽셀은 제1 칼라 필터 및 제1 유기 발광 소자를 갖는 제1 서브픽셀; 제2 칼라 필터 및 제2 유기 발광 소자를 갖는 제2 서브픽셀; 제3 칼라 필터 및 제3 유기 발광 소자를 갖는 제3 서브픽셀; 및 제4 유기 발광 소자를 갖는 제4 서브픽셀을 포함하고, 근백색광을 방출하고, 상기 제2 서브픽셀은 칼라 변환 층을 포함할 수 있다. 칼라 변환 층은 상기 제2 유기 발광 소자와 광통신할 수 있고, 상기 제2 유기 발광 소자와 상기 제2 칼라 필터 사이에 배치될 수 있다. 상기 제2 칼라 변환 층은 500 nm 미만의 피크 파장을 갖는 흡수 스펙트럼 및 500 내지 580 nm의 피크 파장을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 즉, 일부 구현예에서, (상기 기재된 구현예와는 달리) 녹색 서브픽셀은 칼라 변환 층을 포함할 수 있지만, 적색 서브픽셀은 칼라 변환 층을 갖지 않을 수 있다.

[0160] 도 15(a)-(c)를 참조로, 3개의 추가적인 예시적인 구현예는 소자의 픽셀 (또는 픽셀)이 배열된 상대적 배치를 추가로 설명하는 것을 보여준다. 이는 단지 설명하기 위해 제공된다는 것을 다시 주목해야 한다. 그러나 본 명세서에 기재된 개념 및 특징은, 본 명세서를 읽은 후 당해분야의 숙련가에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 상기 논의된 하나 이상의 측면과 조합될 수 있다. 간단히 설명하기 위해, 각각의 도 15(a)-(c)는 단지 픽셀의 2개의 서브픽셀을 도시한다는 것을 주목해야 한다.

[0161] 각각의 도 15(a)-(c)에서 도시된 바와 같이, 도시된 예시적인 소자 각각은 하기를 포함한다: 공통 전극(1501); (복수의 발광 물질을 포함할 수 있는) 공통 유기 층; 제1 서브픽셀에 대해 제1 유기 발광 소자에 상응하는 패턴화 전극(1503); 제2 서브픽셀에 대해 제2 유기 발광 소자에 상응하는 제2 패턴화 전극(1506); 상기 제1 서브픽셀 내에 배치된 칼라 변환 층(1504); 상기 제1 서브픽셀 내에 배치된 칼라 필터(1505); 평판화 층 (1507); 및 하나 이상의 박막 트랜지스터 (TFT)를 포함할 수 있는 기관(1508). 도시된 바와 같이, 이들 예시적인 구현예는, 예를 들면 (칼라 변환 층(1504)을 갖는) 적색 또는 녹색 서브픽셀 및 (패턴화 이미지 층(1506)에 상응하고 칼라 필터 또는 칼라 변환 층을 포함하는 것으로 도시되지 않은) 백색 서브픽셀을 포함할 수 있다. 일반적으로, TFT는, 전류 또는 전압이 각각의 픽셀과 연관된 각각의 유기 발광 소자에 인가되는 지 그리고 얼마나 많이 인가되는 지를 제어할 수 있다. 즉, 일부 구현예에서, TFT를 포함하는 기관으로부터 패턴화된 전극들로 하나 이상의 상호연결 바이어스가 있을 수 있다. 평판화 층 (1507)은 소자의 유기 및/또는 어떤 다른 층을 증착시키기 위한 매끄럽고 단조로운 인터페이스를 제공하기 위해 사용될 수 있다.

[0162] 도 15(a)는 배면 발광 소자의 예시적인 구현예를 개시한다. 즉, 생성된 광은 각각의 서브픽셀을 통해 투과되고 기관(1508)을 통해 방출될 것이다. 광자는 공통 유기 층(1502)에서 생성될 수 있고, (투명해야 하는) 평판화 층

(1507) 및 칼라 변환 층(1504)를 통해 투과될 수 있고, 여기서 더 짧은 파장을 갖는 광자는 더 긴 파장을 갖는 광자로 하향 전환될 수 있다. 그 다음 광자는 칼라 필터(1505)를 통과하거나 (그것에 의해 차단될 수 있고), 그 다음 기관(1508)을 통해 방출된다. 구현예에서, 패턴화 전극들(1503 및 1506)은 투명 또는 반투명일 수 있다.

[0163] 도 15(b)는 전면 발광 소자의 예시적인 구현예이다. 즉, 생성된 광은 각각의 서브픽셀을 통해 투과되고 기관(1508)으로부터 떨어진 방향으로 방출될 것이다. 광자는 공통 유기 층(1502)에서 생성될 수 있고, 칼라 변환 층(1504)를 통해 투과될 수 있고, 여기서 더 짧은 파장을 갖는 광자는 더 긴 파장을 갖는 광자로 하향 전환될 수 있다. 그 다음 광자는 칼라 필터(1505)를 통과하거나 (그것에 의해 차단될 수 있고), 그 다음 서브픽셀로부터 방출될 수 있다. 이 구현예에서, 공통 전극(1501)은 투명 또는 반투명일 수 있다.

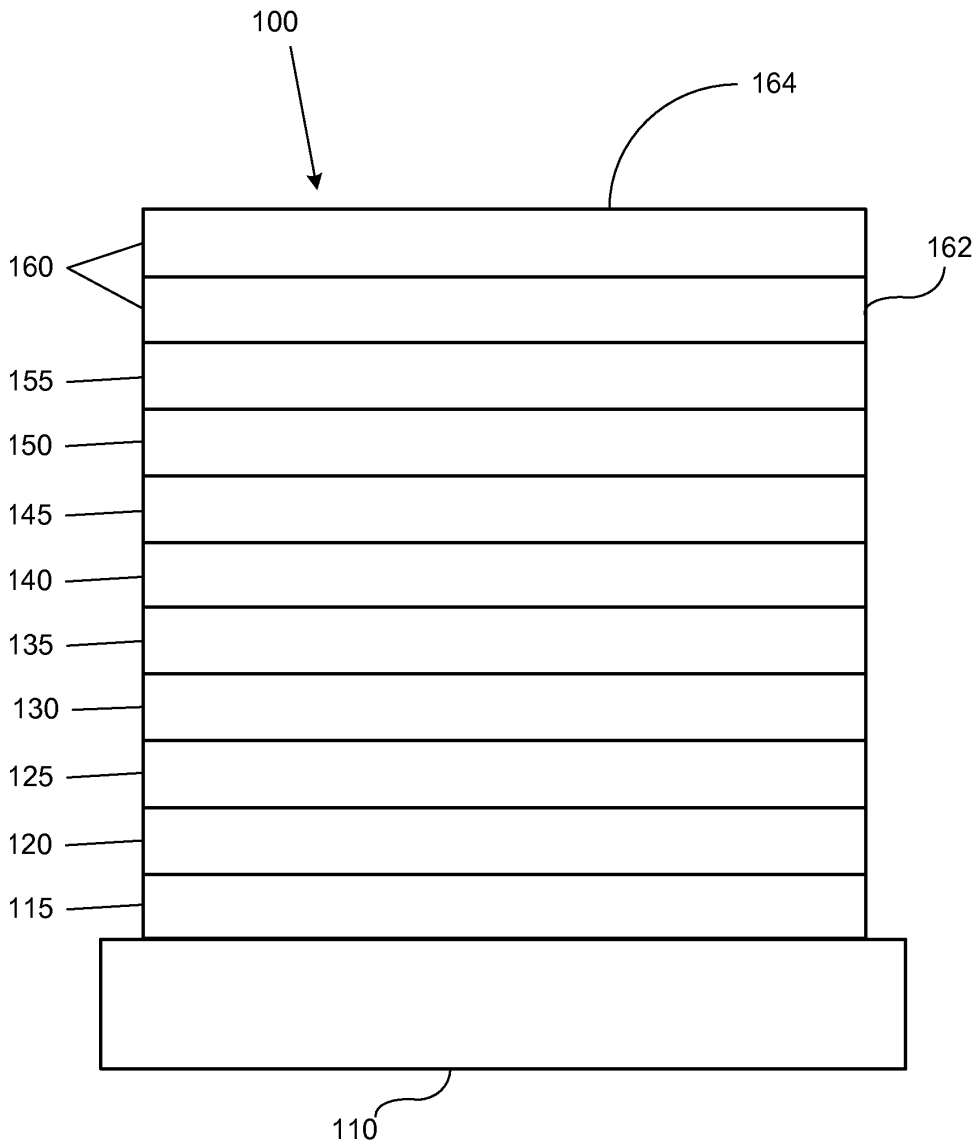
[0164] 도 15(c)은 전면 발광 소자의 또 하나의 예시적인 구현예를 도시한다. 이 예시적인 구현예에서, 스페이서(1510)는 유기 발광 소자 및 칼라 필터(1505) 및 (디스플레이의 커버 유리(1509)에 커플링되는 것으로 도시된) 칼라 변환 층(1504) 사이에 제공된다. 이 예시적인 구현예는, 유기 발광 소자 및 칼라 변환 층 및 칼라 필터가 별개의 기관 상에 따로따로 제작될 수 있는 이점을 제공할 수 있다. 유기 층은 종종 손상되기 쉽고, 이로써 유기 소자 상에 그 층들을 직접 증착하기 보다는 칼라 필터 및 칼라 변환 층의 별개의 기관 (이 경우 커버 유리(1509))에의 커플링은 유기 층을 보호할 수 있고, 제조 공정 동안에 손상을 감소시킬 수 있다. 그러나, 커버 유리는 적절하게 정렬될 수 있고, 이로써 칼라 필터 및 칼라 변환 층은 기초를 이루는 서브픽셀 구조(architecture)에 상응한다. 도시된 바와 같이, 생성된 광은 각각의 서브픽셀을 통해 투과될 것이고, 기관(1508)으로부터 떨어진 방향에서 방출될 것이다. 광자는 공통 유기 층(1502)에서 생성될 수 있고, 스페이서(1510) 및 칼라 변환 층(1504)에 의해 유지된 공간을 통해 투과될 수 있고, 여기서 더 짧은 파장을 갖는 광자는 더 긴 파장을 갖는 광자로 하향 전환될 수 있다. 그 다음 광자는 칼라 필터(1505)를 통과하거나 (그것에 의해 차단될 수 있고), 그 다음 커버 유리(1509)를 통해 방출될 수 있다. 이 구현예에서, 패턴화된 전극들(1503 및 1506)은 반사 또는 반투명일 수 있고, (예를 들면 공통 캐소드를 포함할 수 있는) 전극(1501)은 투명 또는 반투명일 수 있다.

[0165] 본원에 기술된 다양한 구현예는 단지 예시를 위한 것이며 본 발명의 범주를 제한하고자 하는 것이 아닌 것으로 이해된다. 예를 들어, 본원에 기술된 많은 물질 및 구조는 본 발명의 정신을 벗어나지 않고 다른 물질 및 구조로 대체될 수 있다. 그러므로, 청구된 본 발명은 특정 예 및 바람직한 구현예로부터의 변형을 포함할 수 있으며, 이는 당해 기술분야의 숙련자에게 자명할 것이다. 본 발명이 수행된 이유에 관한 다양한 이론들은 제한하는 것이 아닌 것으로 이해된다.

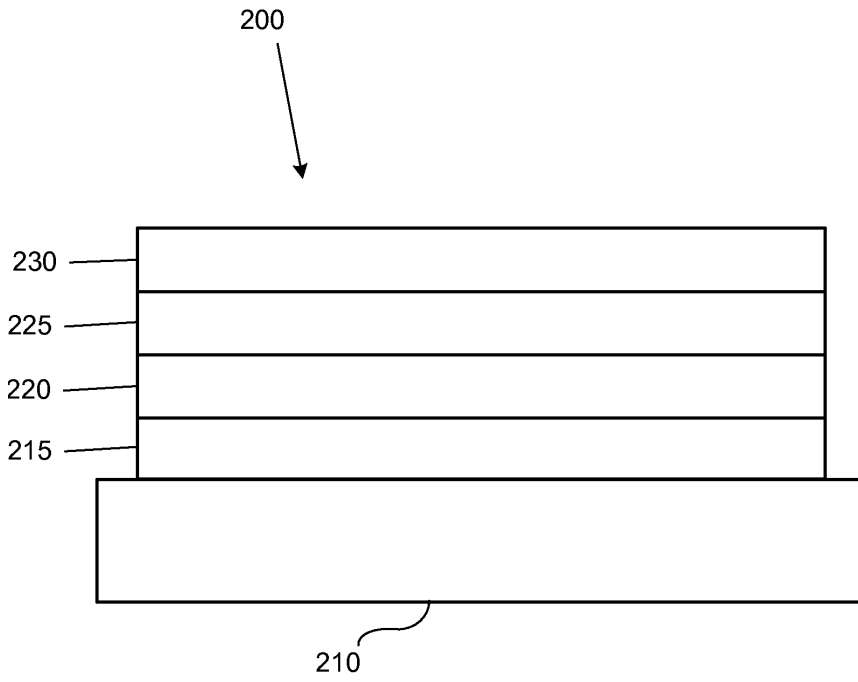
[0166] 관사에 대한 언급은, 달리 명확하게 나타내지 않는 한, "하나 이상"을 의미하는 것으로 의도된다.

도면

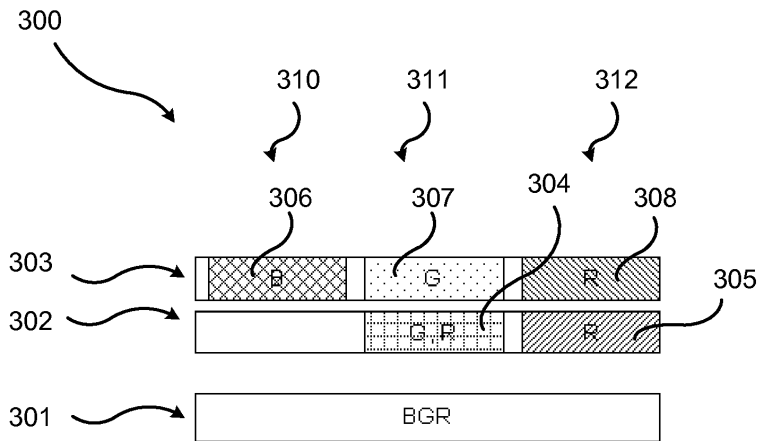
도면1



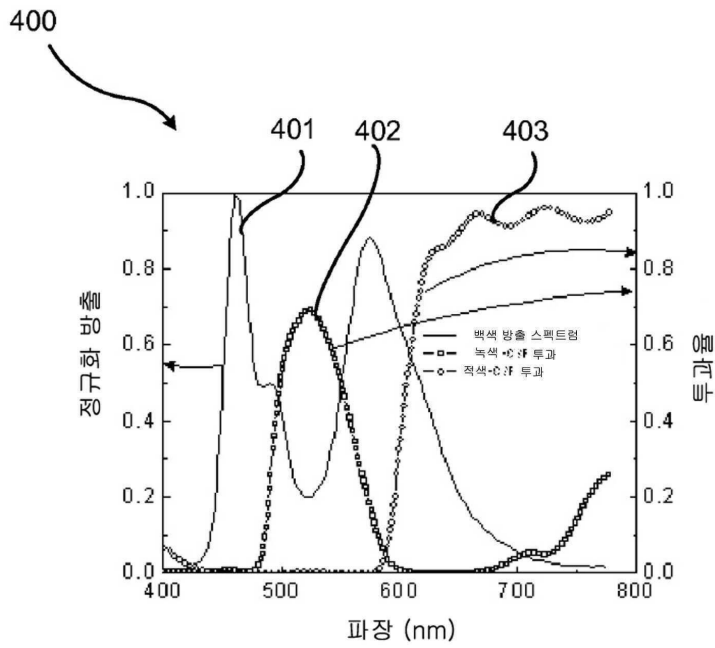
도면2



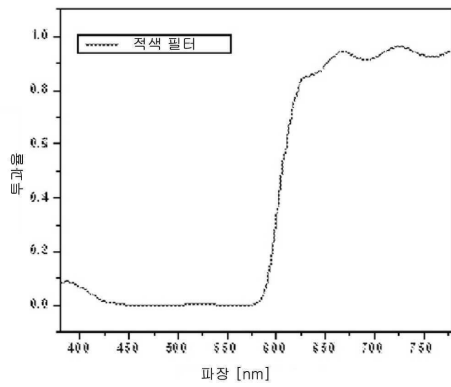
도면3



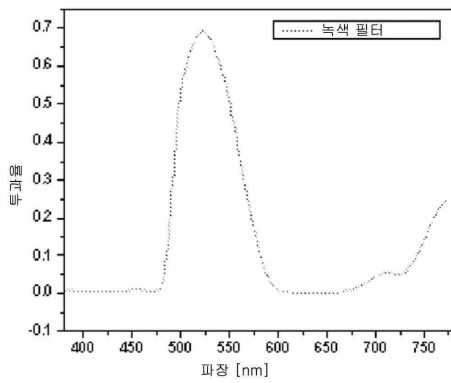
도면4



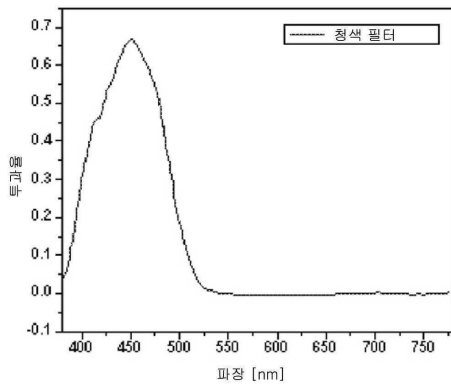
도면5a



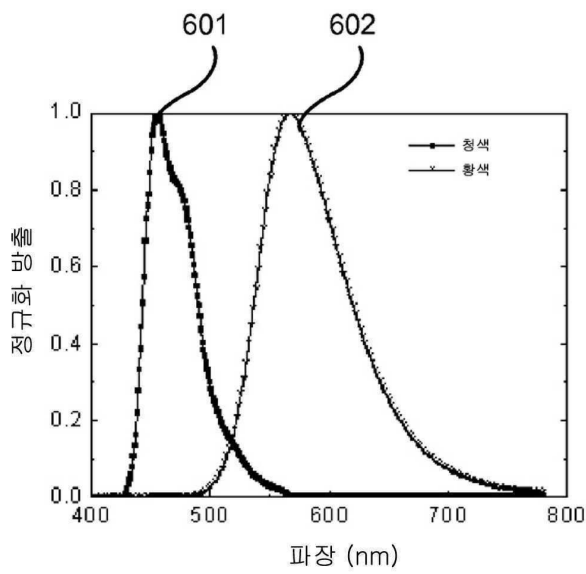
도면5b



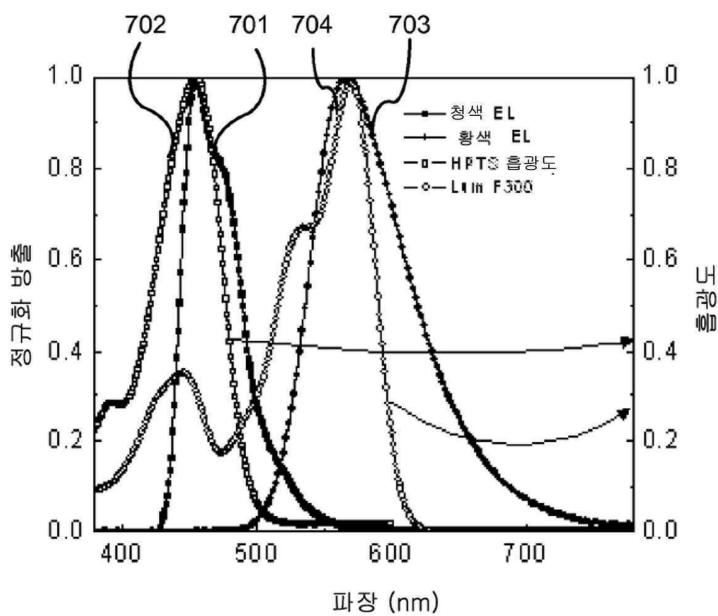
도면5c



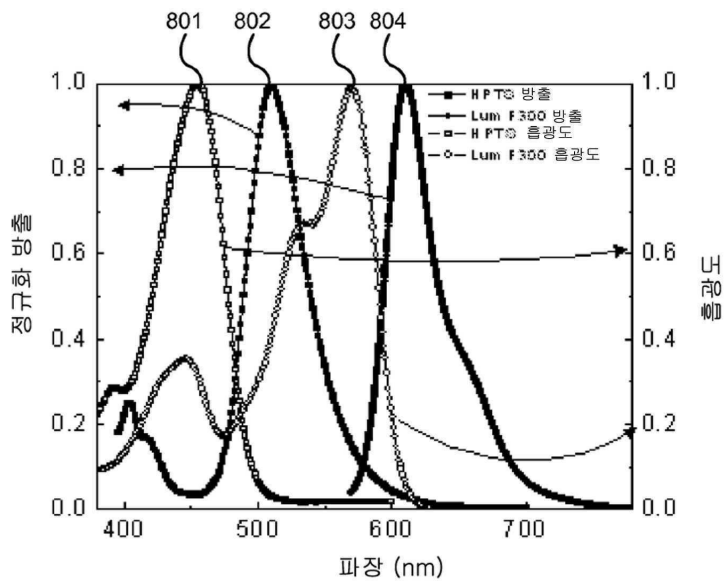
도면6



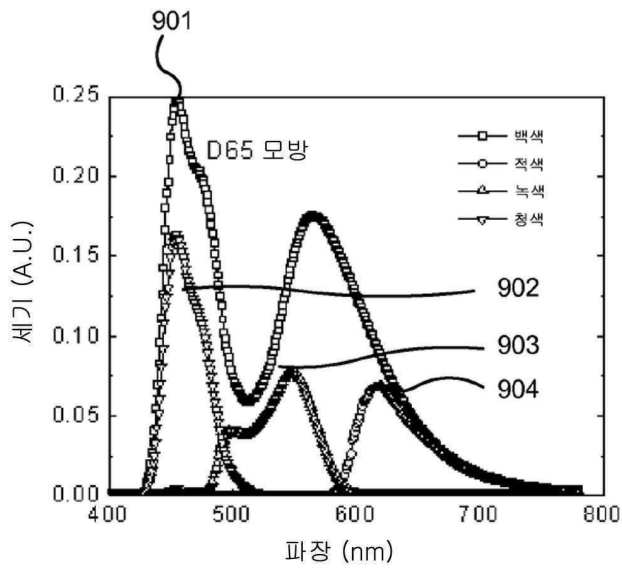
도면7



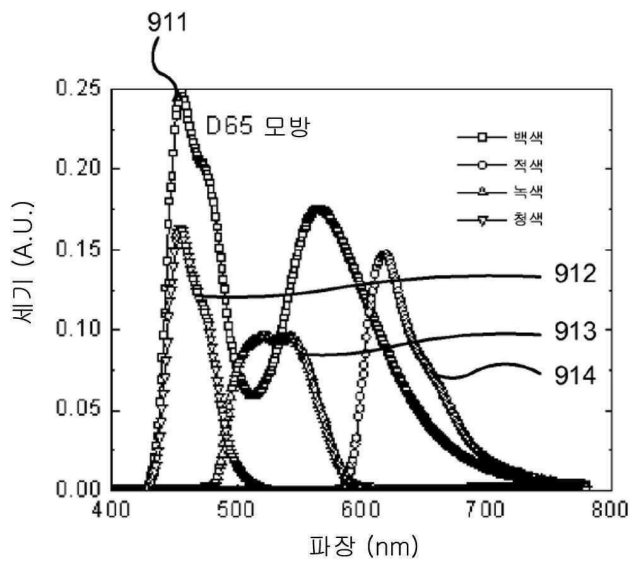
도면8



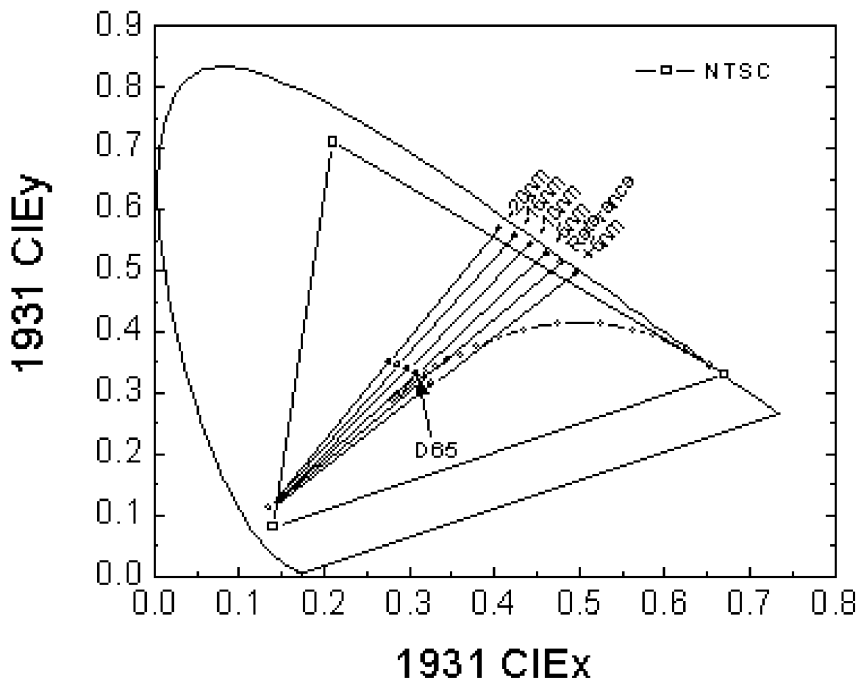
도면9a



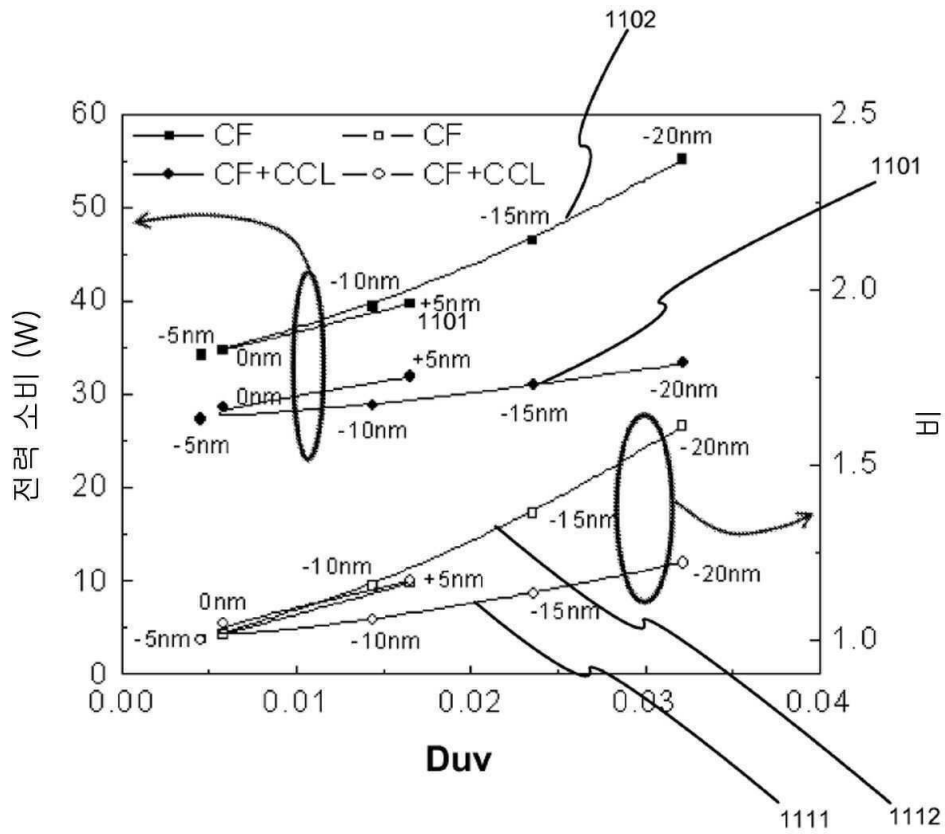
도면9b



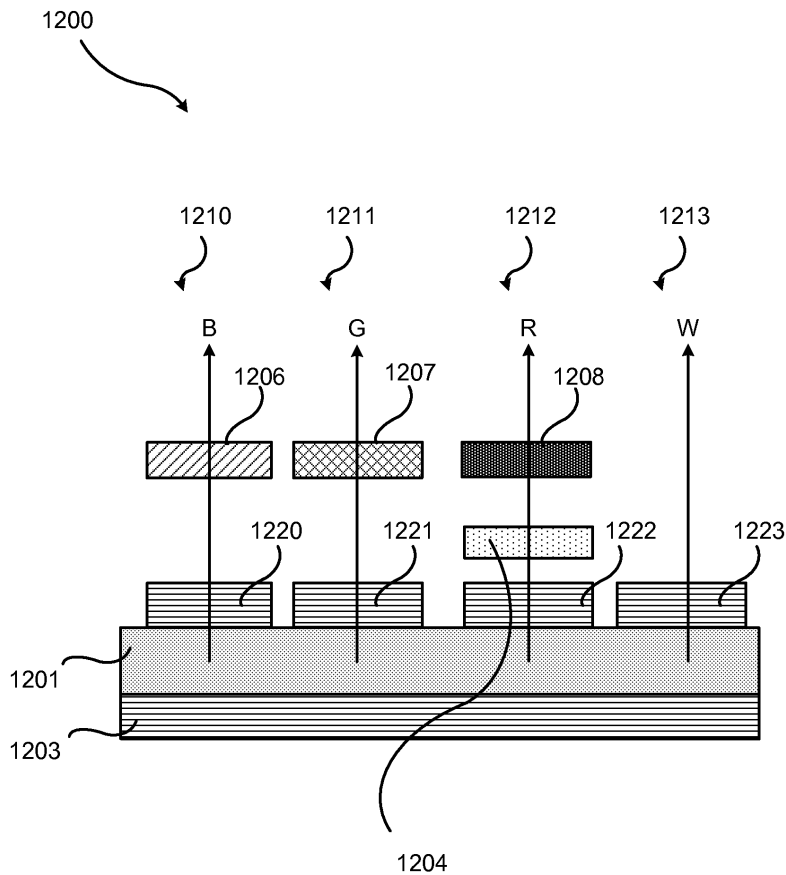
도면10



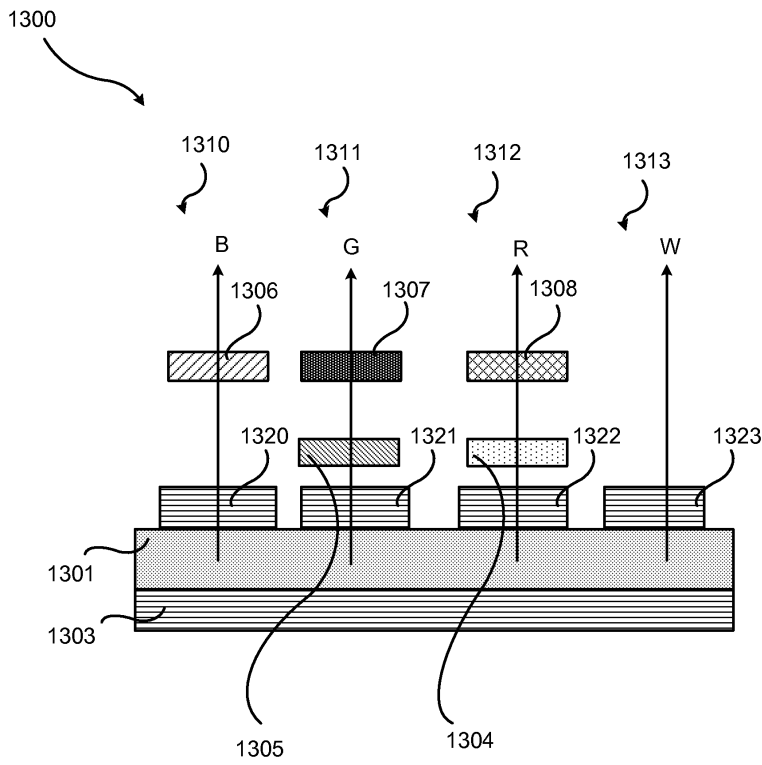
도면11



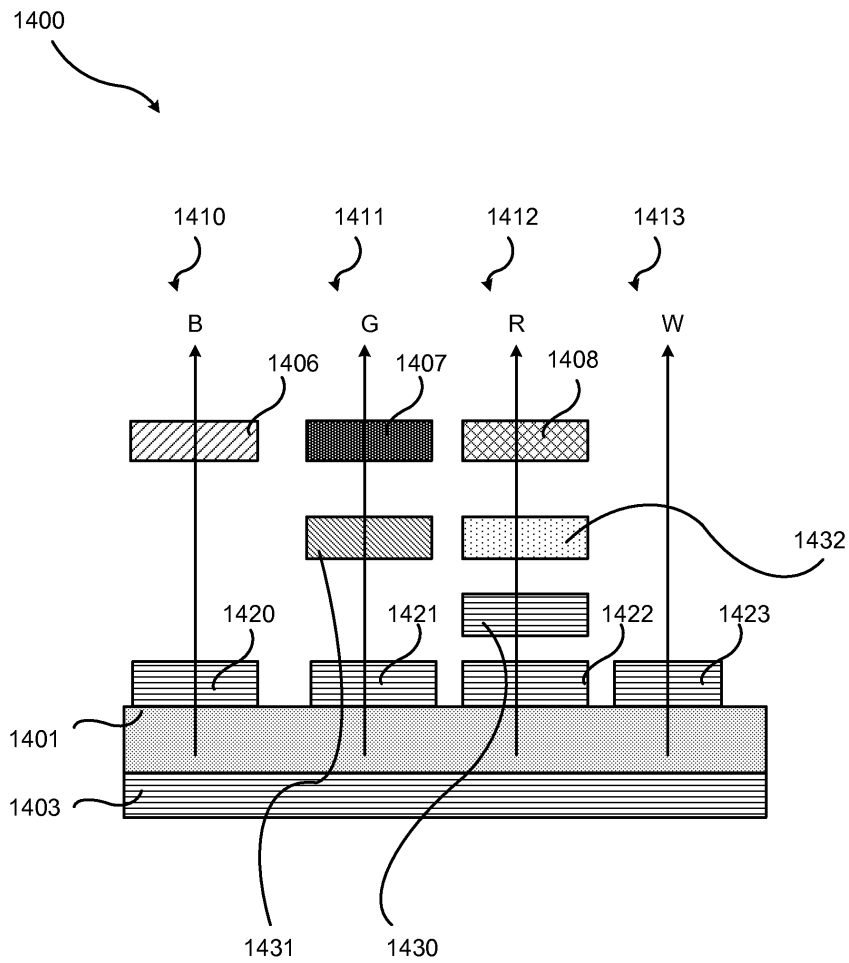
도면12



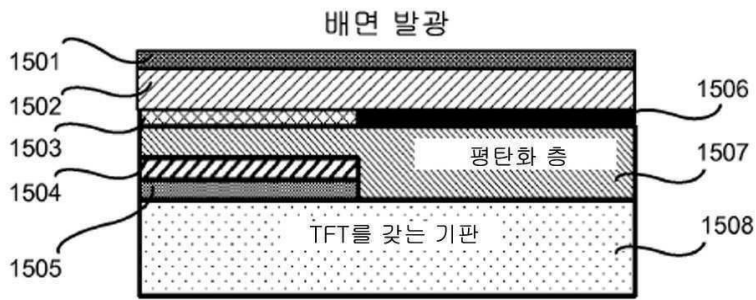
도면13



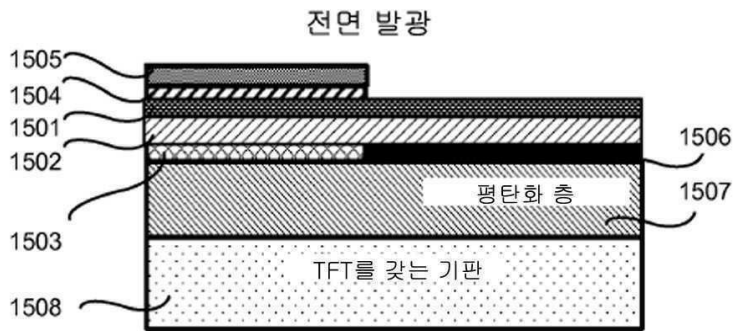
도면14



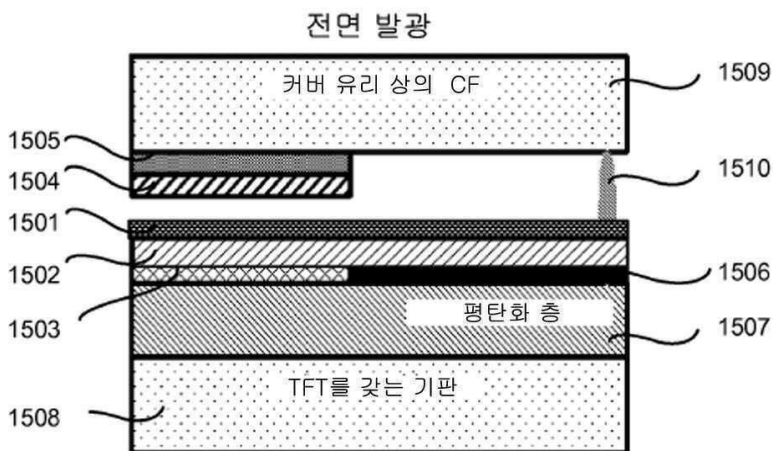
도면15



도 15(a)



도 15(b)



도 15(c)

专利名称(译)	高效率的RGBW OLED显示屏		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020180132577A</a>	公开(公告)日	2018-12-12
申请号	KR1020180152462	申请日	2018-11-30
[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		
[标]发明人	SO WOO YOUNG 소우영 WEAVER MICHAEL 위버마이클		
发明人	소우영 위버마이클		
IPC分类号	H01L27/32 G09G5/02 H01L51/50		
CPC分类号	H01L27/3213 H01L27/322 H01L51/5036 G09G5/02 H01L27/3218 H01L51/5012		
代理人(译)	Gimjinhoe Gimtaehong		
优先权	13/252491 2011-10-04 US		
其他公开文献	KR101963089B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

可以提供第一个设备。第一元素可包括至少一个像素。像素可包括第一子像素，第二子像素，第三子像素和第四子像素。第一子像素可以包括与第一有机发光器件光学连通的第一滤色器。第二子像素可以包括与第二有机发光器件光学连通的第二滤色器。第三子像素可以包括与第三有机发光器件光学连通的第三滤色器。第四子像素可以包括第四有机发光器件并发射近白光。第一子像素或第二子像素中的至少一个可包括与第一或第二有机发光装置光学连通的颜色转换层。 专利文献10-2018-0132577

