



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년04월08일
 (11) 등록번호 10-1966854
 (24) 등록일자 2019년04월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0078249
 (22) 출원일자 2012년07월18일
 심사청구일자 2017년01월18일
 (65) 공개번호 10-2013-0010444
 (43) 공개일자 2013년01월28일
 (30) 우선권주장
 13/185,063 2011년07월18일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020060044593 A*
 KR1020100004895 A*
 KR1020070031707 A*
 JP2007017973 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
유니버설 디스플레이 코퍼레이션
 미국, 뉴저지 08618, 유잉, 필립스 불바르 375
 (72) 발명자
레버모어 피터
 미국 08618 뉴저지주 유잉 필립스 불리바드 375
소 우 영
 미국 08618 뉴저지주 유잉 필립스 불리바드 375
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
김진희

전체 청구항 수 : 총 19 항

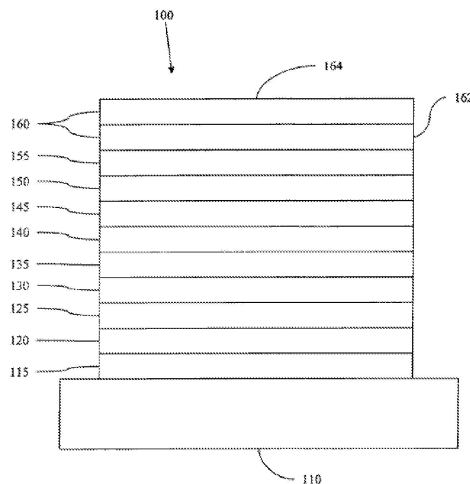
심사관 : 이옥우

(54) 발명의 명칭 수명 연장과 전력 소비 감소를 위한 RGBW OLED 디스플레이

(57) 요약

본 발명은 상관 색 온도(CCT)가 6504 K 미만인 근백색 광을 방출할 수 있는 하나 이상의 유기 발광 디바이스를 갖는 제1 광원을 포함하는 제1 디바이스를 제공한다. 제1 디바이스는 또한 400 내지 500 nm 사이에 피크 파장을 갖는 광을 통과시키는 제1 광원과 광 통신하는 컬러 필터를 갖는 제1 부화소, 500 내지 580 nm 사이에 피크 파장을 갖는 광을 통과시키는 제1 광원과 광 통신하는 컬러 필터를 갖는 제2 부화소, 580 내지 700 nm 사이에 피크 파장을 갖는 광을 통과시키는 제1 광원과 광 통신하는 컬러 필터를 갖는 제3 부화소 및 CCT가 6504 K 미만일 수 있는 근백색 광을 방출하는 제4 부화소를 포함하는 복수의 화소를 가질 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

위버 마이클 에스

미국 08618 뉴저지주 윙 필립스 블리바드 375

해크 마이클

미국 08618 뉴저지주 윙 필립스 블리바드 375

명세서

청구범위

청구항 1

하나 이상의 유기 발광 디바이스를 포함하고, 상관 색 온도(CCT; correlated color temperature)가 6504 K 미만인 근백색 광을 방출하는 제1 광원; 및

각각의 화소가

제1 광원과 광 통신하는 제1 컬러 필터를 포함하는 제1 부화소로서, 제1 컬러 필터는 제1 광원으로부터의 광을 통과시키도록 적합화되고, 제1 컬러 필터를 통과한 광은 400 내지 500 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 것인 제1 부화소;

제1 광원과 광 통신하는 제2 컬러 필터를 포함하는 제2 부화소로서, 제2 컬러 필터는 제1 광원으로부터의 광을 통과시키도록 적합화되고, 제2 컬러 필터를 통과한 광은 500 내지 580 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 것인 제2 부화소;

제1 광원과 광 통신하는 제3 컬러 필터를 포함하는 제3 부화소로서, 제3 컬러 필터는 제1 광원으로부터의 광을 통과시키도록 적합화되고, 제3 컬러 필터를 통과한 광은 580 내지 700 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 것인 제3 부화소; 및

상관 색 온도(CCT)가 6504 K 미만인 근백색 광을 방출하는 제4 부화소

를 포함하는 복수의 화소

를 포함하고,

제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소 각각은 특정 개구 크기를 갖고, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소 각각의 개구 크기보다 크고,

제4 부화소는 컬러 필터를 포함하지 않는 것인 제1 디바이스.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 제1 광원의 색도는 제4 부화소에 의해 방출된 광의 색도와 실질적으로 동일한 것인 제1 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 제4 부화소는, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.315$ 내지 0.350 , $CIE_y = 0.330$ 내지 0.360 에 의해 확정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 광을 방출하는 것인 제1 디바이스.

청구항 5

제1항에 있어서, 제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 완전 복사체 궤적(Planckian locus)으로부터 0.010의 Duv 거리 내에 있는 제1 지점을 갖는 광을 방출하는 것인 제1 디바이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 제4 부화소는 상관 색 온도(CCT)가 4000 K 초과 6504 K 미만인 광을 방출하는 것인 제1 디바이스.

청구항 7

제6항에 있어서, 제4 부화소는 상관 색 온도가 4000 K 초과 6400 K 미만인 광을 방출하는 것인 제1 디바이스.

청구항 8

제6항에 있어서, 제4 부화소는 상관 색 온도가 5800 K 초과 6200 K 미만인 광을 방출하는 것인 제1 디바이스.

청구항 9

제1항에 있어서, 제1 디바이스는 화이트 밸런스를 갖는 디스플레이이고, 디스플레이의 화이트 밸런스의 색도는 제4 부화소로부터 방출된 광의 색도와 거의 동일한 것인 제1 디바이스.

청구항 10

제1항에 있어서,

제1 디바이스는 화이트 밸런스를 갖는 디스플레이이고;

화이트 밸런스는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에 제1 지점을 갖고;

제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에 제2 지점을 갖는 광을 방출하고;

제1 지점과 제2 지점 사이의 차는 0.005 미만의 duv 값을 갖는 것인 제1 디바이스.

청구항 11

제1항에 있어서, 제1 광원은 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질의 정확히 2종의 유기 발광 물질을 포함하는 것인 제1 디바이스.

청구항 12

제11항에 있어서,

제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.100$ 내지 0.200 , $CIE_y = 0.050$ 내지 0.300 에 의해 확정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 청색 광을 방출하고;

제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.450$ 내지 0.600 , $CIE_y = 0.400$ 내지 0.550 에 의해 확정된 제2 구역 내에 제2 지점을 갖는 황색 광을 방출하여, 제1 지점과 제2 지점 사이에 선을 그릴 때, 이 선은 CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.315$ 내지 0.350 , $CIE_y = 0.330$ 내지 0.360 내로 확정된 소정의 백색 구역을 통과하고;

제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질의 농도는, 제1 광원에 의해 생성된 광이 CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의 소정의 백색 구역 내에 있는 제3 지점에 있도록 하는 것인 제1 디바이스.

청구항 13

제11항에 있어서, 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함하는 것인 제1 디바이스.

청구항 14

제11항에 있어서, 제1 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함하고, 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함하는 것인 제1 디바이스.

청구항 15

제1항에 있어서, 제1 광원은 스택 유기 발광 디바이스(SOLED; stacked organic light emitting device)를 포함하는 것인 제1 디바이스.

청구항 16

제1항에 있어서, 제1 광원은 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질의 3종의 유기 발광 물질을 포함하는 것인 제1 디바이스.

청구항 17

제16항에 있어서,

제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_X = 0.100$ 내지 0.200 , $CIE_Y = 0.050$ 내지 0.300 에 의해 확정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 청색 광을 방출하고;

제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_X = 0.200$ 내지 0.400 , $CIE_Y = 0.600$ 내지 0.750 에 의해 확정된 제2 구역 내에 제2 지점을 갖는 녹색 광을 방출하고;

제3 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_X = 0.600$ 내지 0.720 , $CIE_Y = 0.280$ 내지 0.400 에 의해 확정된 제3 구역 내에 제3 지점을 갖는 적색 광을 방출하여;

CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_X = 0.315$ 내지 0.350 , $CIE_Y = 0.330$ 내지 0.360 내로 확정된 소정의 백색 구역을 포함하는 제4 구역이, 제1 지점과 제2 지점 사이, 제2 지점과 제3 지점 사이, 및 제3 지점과 제1 지점 사이에 그려진 선에 의해 확정되고;

제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질의 농도는, 제1 광원에 의해 생성된 광이 CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의 소정의 백색 구역 내에 있는 제4 지점에 있도록 하는 것인 제1 디바이스.

청구항 18

제16항에 있어서, 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함하는 것인 제1 디바이스.

청구항 19

제16항에 있어서, 제1 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함하고, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함하는 것인 제1 디바이스.

청구항 20

삭제

청구항 21

제1항에 있어서, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소 각각의 개구 크기보다 약 10% 내지 300% 큰 것인 제1 디바이스.

청구항 22

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수명 연장과 전력 소비 감소를 위한 RGBW OLED 디스플레이에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 물질을 이용하는 광전자 디바이스는 다양한 이유로 점점 유용하게 되고 있다. 이러한 디바이스를 제조하는데 사용된 많은 물질은 비교적 저렴하므로, 유기 광전자 디바이스는 무기 디바이스에 비해 원가 우위 가능성이 있다. 또한, 유기 물질의 고유 특성, 예컨대 이들의 가요성은 가요성 기관상의 제조와 같은 특정 용도에 유기 물질이 잘 맞도록 할 수 있다. 유기 광전자 디바이스의 일례는 유기 발광 디바이스(OLED), 유기 광트랜지스터, 유기 광기전력 전지 및 유기 광검출기를 들 수 있다. OLED에 대해, 유기 물질은 종래의 물질에 비해 성능 우위성을 가질 수 있다. 예를 들면, 유기 방출층이 광방출하는 과정은 일반적으로 적합한 도펀트에 의해 쉽게 조정될 수 있다.

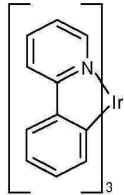
[0003] OLED는 전압이 디바이스 전체에 인가될 때 광방출하는 유기 박막을 이용한다. OLED는 평판 디스플레이, 조명 및

역광 조명(backlighting)과 같은 용도에 사용하기 위해 관심이 집중하는 기술이 되고 있다. 일부 OLED 물질 및 구성이 본 명세서에서 전적으로 참고 인용되어 있는 미국 특허 제5,844,363호, 제6,303,238호 및 제5,707,745호에 기재되어 있다.

[0004] 인광 방출 분자에 대한 용도 하나는 풀 컬러(full color) 디스플레이이다. 이러한 디스플레이에 대한 공업규격은 "포화" 컬러로 지칭된, 특정 컬러를 방출하는 데 적합한 픽셀을 필요로 한다. 특히, 이들 규격은 포화 적색, 녹색 및 청색 픽셀을 필요로 한다. 컬러는 본 기술에서 잘 알려진, CIE 좌표를 이용하여 측정될 수 있다.

[0005] 녹색 방출 분자의 일예 하나는 하기 화학식 I의 구조를 가지고, Ir(ppy)₃으로 표시된, 트리스(2-페닐피리딘)이리듐이다:

[0006] [화학식 I]



[0007] 본원에서 상기 도면 및 하기 도면에서, 본 발명자들은 질소에서 금속(여기서, Ir)에 이르는 배위 결합을 직선으로 표시한다.

[0009] 본 명세서에서 사용된, 용어 "유기"는 유기 광전자 디바이스를 제조하는 데 사용될 수 있는 소분자 유기 물질뿐 아니라 중합체 물질을 포함한다. "소분자"는 중합체가 아닌 임의 유기 물질을 의미하고, "소분자"는 실제로 아주 클 수 있다. 소분자는 일부 환경에서 반복 단위를 포함할 수 있다. 예를 들면, 치환기로서 장쇄 알킬기를 이용하면 "소분자" 부류에서 분자를 제거하지 않는다. 소분자는 또한 예를 들면 중합체 골격 상의 펜던트 기로서 또는 골격 일부로서 중합체에 일체화될 수 있다. 소분자는 또한 덴드리머의 코어 부분으로서 작용할 수 있으며, 덴드리머는 코어 부분 위에 세워진 일련의 화학 셀로 이루어진다. 덴드리머의 코어 부분은 형광 또는 인광 소분자 에미터일 수 있다. 덴드리머는 "소분자"일 수 있으며, OLED 분야에서 현재 사용되는 모든 덴드리머가 소분자인 것으로 알려져 있다.

[0010] 본 명세서에서 사용된, "상부"는 기판에서 가장 멀리 떨어져 있는 것을 의미하며, 반면에 "하부"는 기판에 가장 근접하여 있는 것을 의미한다. 제1 층이 제2 층 "위에 배치된" 것으로서 기술되는 경우, 제1 층은 기판으로부터 더 멀리 배치되어 있다. 제1 층이 제2 층과 "접촉된" 것으로 명시되지 않는 한, 제1 층과 제2 층 사이에 다른 층들이 존재할 수 있다. 예를 들면, 캐소드는 다양한 유기 층이 사이에 존재하더라도, 애노드 "위에 배치된" 것으로 설명될 수 있다.

[0011] 본 명세서에서 사용된, "용해 처리가능한"(solution processible)은 용액 또는 현탁액 형태의, 액체 매질 중에 용해, 분산, 또는 수송되고/되거나 그 액체 매질로부터 침착될 수 있다는 것을 의미한다.

[0012] 리간드가 방출 물질의 광활성 특성에 직접 기여하는 것으로 알려져 있는 경우 리간드는 "광활성"으로 언급될 수 있다. 보조 리간드가 광활성 리간드의 특성을 변형시킬 수 있지만, 방출 물질의 광활성 특성에 기여하지 않는다고 알려져 있는 경우 리간드는 "보조"(ancillary)로서 언급될 수 있다.

[0013] 본 명세서에서 사용되고, 당업자에게 일반적으로 이해되는 바와 같이, 제1 "최고 점유 분자 오비탈"(HOMO) 또는 "최저 비점유 분자 오비탈"(LUMO) 에너지 준위는 제1 에너지 준위가 진공 에너지 준위에 더 가까울 경우 제2 HOMO 또는 LUMO 에너지 준위 "보다 크거나" "보다 높다". 이온화 전위(IP)가 진공 준위에 대해 음성 에너지(negative energy)로서 측정되므로, 더 높은 HOMO 에너지 준위는 더 작은 절대 값을 갖는 IP(덜 음성인 IP)에 상응한다. 유사하게, 더 높은 LUMO 에너지 준위는 더 작은 절대 값을 갖는 전자 친화력(EA)(덜 음성인 EA)에 상응한다. 종래의 에너지 준위 다이어그램에 대해, 상단에서의 진공 준위(vacuum level)에 의해, 한 물질의 LUMO 에너지 준위는 동일 물질의 HOMO 에너지 준위보다 크다. "더 높은" HOMO 또는 LUMO 에너지 준위는 "더 낮은" HOMO 또는 LUMO 에너지 준위보다 이러한 다이어그램의 상단에 더 가까운 것 같다.

[0014] 본 명세서에서 사용되고, 당업자에게 일반적으로 이해되는 바와 같이, 제1 일 함수는 제1 일 함수가 더 큰 절대 값을 가지는 경우 제2 일 함수 "보다 크거나" "보다 높다". 일 함수가 일반적으로 진공 준위에 대해 음성 숫자로서 측정되므로, "더 높은" 일 함수는 더 음성이란 것을 의미한다. 종래의 에너지 준위 다이어그램에 대해,

상단에서의 진공 준위에 의해, "더 높은" 일 함수는 하향 방향에서 진공 준위에서 더 멀리 떨어져 있는 것으로 서 예시된다. 따라서, HOMO 및 LUMO 에너지 준위의 정의는 일 함수와 다른 관례를 따른다.

[0015] OLED에 대한 더 상세한 세부내용 및 상기에 설명한 정의는 본 명세서에서 전적으로 인용되는, 미국 특허 제 7,279,704호에서 찾을 수 있다.

발명의 내용

[0016] 실시양태는 수명 연장 및/또는 전력 소비 감소를 제공할 수 있는 적색, 녹색, 청색 및 백색(RGBW) OLED 디스플레이를 제공한다. 하나 이상의 유기 발광 디바이스를 갖는 제1 광원을 포함하는 제1 디바이스가 제공된다. 제1 광원은 상관 색 온도(correlated color temperature, CCT)가 6504 K 미만인 광을 방출할 수 있다. 제1 디바이스는 또한 복수의 화소를 포함할 수 있다. 각각의 화소는 제1 광원과 광 통신하는 제1 컬러 필터를 포함하는 제1 부화소를 포함할 수 있다. 제1 컬러 필터는 400 내지 500 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 제1 광원으로부터의 광을 통과시키도록 적합화될 수 있다. 제1 디바이스의 각각의 화소는 또한 제1 광원과 광 통신하는 제2 컬러 필터를 갖는 제2 부화소를 포함할 수 있다. 제2 컬러 필터는 500 내지 580 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 제1 광원으로부터의 광을 통과시키도록 적합화될 수 있다. 제1 디바이스의 각각의 화소는 또한 제1 광원과 광 통신하는 제3 컬러 필터를 갖는 제3 부화소를 포함할 수 있다. 제3 컬러 필터는 580 내지 700 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 제1 광원으로부터의 광을 통과시키도록 적합화될 수 있다. 제1 디바이스의 각각의 화소는 또한 근백색 광을 방출하는 제4 부화소를 포함할 수 있다. 근백색 광은 CCT가 6504 K 미만일 수 있다.

[0017] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는 컬러 필터를 포함하지 않는다. 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 광원의 색도는 제4 부화소에 의해 방출된 광의 색도와 실질적으로 동일하다. 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는 CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상에서 $CIE_x = 0.315 \sim 0.350$, $CIE_y = 0.330 \sim 0.360$ 에 의해 획정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 광을 방출한다.

[0018] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 완전 복사체 궤적(Planckian locus)으로부터 0.010의 Duv 거리 내에 있는 제1 지점을 갖는 광을 방출한다. 바람직하게는, 제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 완전 복사체 궤적으로부터 0.005의 Duv 거리 내에 있는 제1 지점을 갖는 광을 방출한다. 더욱 바람직하게는, 제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 완전 복사체 궤적으로부터 0.002의 Duv 거리 내에 있는 제1 지점을 갖는 광을 방출한다.

[0019] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는 CCT가 4000 K 초과 6504 K 미만인 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 상관 색 온도가 4000 K 초과 6400 K 미만인 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 상관 색 온도가 4000 K 초과 5600 K 미만인 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 상관 색 온도가 4000 K 초과 5200 K 미만인 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 상관 색 온도가 4000 K 초과 4800 K 미만인 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 상관 색 온도가 5800 K 초과 6200 K 미만인 광을 방출한다.

[0020] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 제1 디바이스는 제4 부화소로부터 방출된 광의 색도와 거의 동일한 색도를 갖는 화이트 밸런스를 포함하는 디스플레이이다.

[0021] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 제1 디바이스가 화이트 밸런스를 갖는 디스플레이인 경우, 화이트 밸런스는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 제1 지점을 가진다. 제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색도도 상에서 제2 지점을 갖는 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제1 지점과 제2 지점 사이의 차는 0.005 미만의 duv 값을 가진다. 바람직하게는, 제1 지점과 제2 지점 사이의 차는 0.002 미만의 duv 값을 가진다. 더욱 바람직하게는, 제1 지점과 제2 지점 사이의 차는 0.001 미만의 duv 값을 가진다.

[0022] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 광원은 정확히 2종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함한다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.100 \sim 0.200$, $CIE_y = 0.050 \sim 0.300$ 에 의해 획정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 정

색 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.450 \sim 0.600$, $CIE_y = 0.400 \sim 0.550$ 에 의해 확정된 제2 구역 내에 제2 지점을 갖는 황색 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제1 지점과 제2 지점은, 제1 지점과 제2 지점 사이에 선을 그릴 때, 이 선이 CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.315 \sim 0.350$, $CIE_y = 0.330 \sim 0.360$ 내로 확정된 소정의 백색 구역을 통과하도록 되어 있다. 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질의 농도는, 제1 광원에 의해 생성된 광이 CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의 소정의 백색 구역 내에 있는 제3 지점에 있도록 되어 있다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함하고, 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출하고, 제2 유기 발광 물질은 500 내지 700 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제2 유기 발광 물질은 570 내지 600 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출한다.

[0023] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 광원은 3종의 발광 물질: 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질을 포함한다. 제1 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.100 \sim 0.200$, $CIE_y = 0.050 \sim 0.300$ 에 의해 확정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 청색 광을 방출한다. 제2 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.200 \sim 0.400$, $CIE_y = 0.600 \sim 0.750$ 에 의해 확정된 제2 구역 내에 제2 지점을 갖는 녹색 광을 방출한다. 제3 유기 발광 물질은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.600 \sim 0.720$, $CIE_y = 0.280 \sim 0.400$ 에 의해 확정된 제3 구역 내에 제3 지점을 갖는 적색 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제1 지점, 제2 지점과 제3 지점은, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의 $CIE_x = 0.315 \sim 0.350$, $CIE_y = 0.330 \sim 0.360$ 내로 확정된 소정의 백색 구역을 포함하는 제4 구역이, 제1 지점과 제2 지점 사이, 제2 지점과 제3 지점 사이, 그리고 제3 지점과 제1 지점 사이에 그려진 선에 의해 확정되도록 되어 있다. 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질의 농도는, 제1 광원에 의해 생성된 광이 CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상에서 원하는 백색 구역 내에 있는 제4 지점에 있도록 되어 있다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함하고, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은 400 내지 500 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출하고, 제2 유기 발광 물질은 500 내지 570 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출하고, 제3 유기 발광 물질은 570 내지 700 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출한다.

[0024] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는, CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상의, $CIE_x = 0.315 \sim 0.350$, $CIE_y = 0.330 \sim 0.360$ 에 의해 확정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 광원은 스택 유기 발광 디바이스(SOLED)를 포함한다. 일부 실시양태에서, SOLED는 오직 인광 에미터를 포함한다. 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 광원은 단일 전하 발생층(CGL)을 갖는다.

[0025] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소의 각각은 특정 개구 크기를 가진다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소의 각각의 개구 크기보다 크다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소의 각각의 개구 크기보다 실질적으로 크다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소의 각각의 개구 크기보다 약 10% 내지 300% 크다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소의 각각의 개구 크기보다 작다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소의 각각의 개구 크기보다 약 10% 내지 30% 작다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 유기 발광 디바이스를 도시한다.

도 2는 별도의 전자 이동 층이 없는 인버티드(inverted) 유기 발광 디바이스를 도시한다.

도 3은 일부 실시양태에 따른 디바이스의 예시적인 실시양태를 도시한다.

도 4a 및 도 4b는 일부 실시양태에 따른 예시적인 광원에 대한 발광을 도시한 그래프이다.

도 5a, 도 5b 및 도 5c는 일부 실시양태에 따른 예시적인 컬러 필터의 투과율의 그래프를 도시한 것이다.

도 6은 일부 실시양태에 따른 예시적인 광원의 스택 수에 대한 전력 소비의 그래프이다.

도 7은 일부 실시양태에 따른 1931 CIE XYZ 색 공간 색도도의 그래프 상에서의 광원의 예시적인 방출을 도시한 것이다.

도 8a, 도 8b 및 도 8c는 예시적인 컬러 필터를 위한 발광 및 복수의 화이트 밸런스를 위한 예시적인 디바이스에 따른 백색 광 방출 스펙트럼에 대한 그래프를 도시한 것이다.

도 9는 일부 실시양태에 따른 예시적인 디바이스의 W 부화소의 전력 소비 및 수명에 대한 그래프를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 일반적으로, OLED는 사이에 배치되고 애노드와 캐소드에 전기적으로 접속되는 하나 이상의 유기 층을 포함한다. 전류가 인가될 때, 애노드는 유기 층에 정공을 주입하고 캐소드는 전자를 주입한다. 주입된 정공과 전자는 각각 반대로 대전된 전극 쪽으로 이동한다. 전자와 정공이 동일 분자에 국재화될 때, 여기 에너지 상태를 갖는 국재화 전자 정공 쌍인, "엑시톤"이 형성된다. 엑시톤이 광전자 방출 메커니즘을 통해 완화될 때 광이 방출된다. 일부 경우에, 엑시톤은 엑시머 또는 엑시플렉스(exciplex)에 국재화될 수 있다. 무방사 메커니즘, 예컨대 열완화가 또한 일어날 수 있지만, 일반적으로 바람직하지 않은 것으로 생각된다.
- [0028] 예를 들면, 전문이 참조문헌으로 포함된, 미국 특허 제4,769,292호에 기재된 바와 같이, 초기 OLED는 일중항 상태("형광")에서 광을 방출하는 방출 분자를 사용하였다. 일반적으로 형광 방출은 10 나노초 미만의 기간에 일어난다.
- [0029] 더 최근에, 삼중항 상태("인광")에서 광을 방출하는 방출 물질을 갖는 OLED가 제시된 바 있다(문헌[Baldo et al., "Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices," Nature, vol. 395, 151-154, 1998; ("Baldo-I") and Baldo et al., "Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence," Appl. Phys. Lett., vol. 75, No. 3, 4-6 (1999)("Baldo-II) 참조, 전문이 참조문헌으로 포함됨). 인광은 참조문헌으로 포함된 미국 특허 제7,279,704호 칼럼 5-6에 자세히 설명되어 있다.
- [0030] 도 1은 유기 발광 디바이스(100)를 나타낸 것이다. 도면이 반드시 일정 비례로 그려진 것은 아니다. 디바이스(100)는 기관(110), 애노드(115), 정공 주입층(120), 정공 수송층(125), 전자 차단층(130), 방출층(135), 정공 차단층(140), 전자 수송층(145), 전자 주입층(150), 보호층(155) 및 캐소드(160)를 포함할 수 있다. 캐소드(160)는 제1 전도층(162) 및 제2 전도층(164)을 갖는 화합물 캐소드이다. 상기 층을 차례로 침착하여 디바이스(100)를 제조할 수 있다. 실시예 물질뿐만 아니라, 이들 다양한 층의 특성과 기능은 참조문헌으로 포함된 미국 특허 제7,279,704호 칼럼 6-10에 자세히 설명되어 있다.
- [0031] 이들 층 각각에 대한 보다 많은 예들이 이용가능하다. 예를 들면, 가요성 투명 기관-애노드 조합은 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 5,844,363에 개시되어 있다. p-도핑된 정공 수송층의 예로는, 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 출원 공개 번호 제2003/0230980호에 개시되어 있는 바와 같이, 50:1의 몰비로 F₄-TCNQ로 도핑된 m-MTDATA가 있다. 방출 및 호스트 물질의 예는 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제6,303,238호(Thompson et al.)에 개시되어 있다. n-도핑된 전자 투명층의 예로는 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 출원 공개 번호 제2003/0230980호에 개시되어 있는 바와 같이, 1:1의 몰비로 Li로 도핑된 BPhen이 있다. 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제5,703,436호 및 제5,707,745호에는 위에 놓인 투명한 전기 전도성 스퍼터-침착된 ITO 층과 함께 Mg:Ag와 같은 금속의 박층을 갖는 복합 캐소드를 비롯한 캐소드의 예들이 개시되어 있다. 차단층의 이론 및 용도는 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제6,097,147호 및 미국 특허 출원 공개 번호 제2003/0230980호에 더 자세히 기술되어 있다. 주입층의 예는 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 출원 공개 번호 제2004/0174116호에 제공되어 있다. 보호층에 관한 설명은 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 출원 번호 제2004/0174116호에서 찾아 볼 수 있다.
- [0032] 도 2는 인버티드 OLED(200)를 도시한 것이다. 이 디바이스는 기관(210), 캐소드(215), 발광층(220), 정공 수송층(225) 및 애노드(230)를 포함한다. 디바이스(200)는 기술된 층들을 순서대로 침착시킴으로써 제작할 수 있다.

가장 일반적인 OLED 구성이 애노드 위에 배치된 캐소드를 갖고, 디바이스(200)가 애노드(230) 아래에 배치된 캐소드(215)를 갖기 때문에, 디바이스(200)는 "인버티드" OLED라 칭할 수 있다. 디바이스(100)와 관련하여 기술된 것들과 유사한 물질들이 디바이스(200)의 상응하는 층들에 사용될 수 있다. 도 2는 디바이스(100)의 구조로부터 일부 층이 어떻게 생략될 수 있는지에 대한 하나의 예를 제공한다.

[0033] 도 1 및 도 2에 예시된 단순한 층상 구조는 비제한적인 예로서 제공된 것으로, 본 발명의 실시양태는 폭 넓은 다양한 다른 구조와 관련하여 이용될 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 기술된 특정 물질 및 구조는 사실상 예시적인 것이며, 다른 물질 및 구조가 사용될 수 있다. 기능성 OLED는 기술된 다양한 층들을 상이한 방식으로 조합함으로써 달성될 수 있거나, 또는 층들은 디자인, 성능 및 비용 인자들에 기초하여 완전 생략될 수 있다. 구체적으로 기술되지 않은 다른 층들이 또한 포함될 수 있다. 구체적으로 기술된 것들 이외의 물질들이 사용될 수 있다. 본원에 제공된 예들 중 다수가 단일 물질을 포함하는 것으로서 다양한 층들을 기술하고 있지만, 물질들의 조합, 예컨대 호스트와 도펀트의 혼합물, 또는 더 일반적으로는 임의 혼합물이 사용될 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 층들은 다양한 하위층을 가질 수 있다. 본원에서 다양한 층들에 부여된 명칭은 엄격히 한정적인 것임을 의도한 것이 아니다. 예를 들면, 디바이스(200)에서, 정공 수송층(225)은 정공을 수송하여 정공을 발광층(220) 내로 주입하고, 정공 수송층 또는 정공 주입층으로서 기술될 수 있다. 하나의 실시양태에서, OLED는 캐소드와 애노드 사이에 배치된 "유기 층"을 갖는 것으로서 기술될 수 있다. 이 유기 층은 단일 층을 포함할 수 있거나, 또는 예를 들면 도 1 및 도 2와 관련하여 기술된 바와 같은 상이한 유기 물질들의 복수 층을 추가로 포함할 수 있다.

[0034] 구체적으로 기술되지 않은 구조 및 물질, 예컨대 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제5,247,190호(Friend et al.)에 개시된 바와 같은 중합체 물질(PLED)로 이루어진 OLED가 또한 사용될 수 있다. 추가의 예에 의하면, 단일 유기 층을 갖는 OLED가 사용될 수 있다. OLED는, 예를 들면 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제5,707,745호(Forrest et al.)에 기술된 바와 같이 적층될 수 있다. OLED 구조는 도 1 및 도 2에 예시된 단순 층상 구조로부터 벗어날 수 있다. 예를 들면, 기관은 아웃커플링(out-coupling)을 개선하기 위한 각이 있는 반사 표면, 예컨대 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제6,091,195호(Forrest et al.)에 기술된 바와 같은 메사(mesa) 구조 및/또는 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제5,834,893호(Bulovic et al.)에 기술된 바와 같은 피트(pit) 구조를 포함할 수 있다.

[0035] 달리 기재되지 않은 한, 다양한 실시양태의 층들 중 임의의 층은 임의의 적절한 방법에 의해 침착될 수 있다. 유기 층의 경우, 바람직한 방법은 열 증착(thermal evaporation), 잉크젯, 예컨대 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제6,013,982호 및 제6,087,196호에 기술된 것, OVPD(organic vapor phase deposition), 예컨대 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제6,337,102호(Forrest et al.)에 기술된 것 및 OVJP(organic vapor jet printing)에 의한 침착, 예컨대 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 출원 연속 번호 제10/233,470호에 기술된 것을 포함한다. 다른 적절한 침착 방법은 스프인 코팅 및 다른 용액 기반 공정을 포함한다. 이 용액 기반 공정은 질소 또는 비활성 대기 중에서 수행되는 것이 바람직하다. 다른 층들의 경우, 바람직한 방법은 열 증착을 포함한다. 바람직한 패터닝 방법은 마스크를 통한 침착, 냉간 용접, 예컨대 전문이 참조문헌으로 포함된 미국 특허 번호 제6,294,398호 및 제6,468,819호에 기술된 것 및 잉크젯 및 OVJD와 같은 침착 방법 중 일부와 관련된 패터닝을 포함한다. 다른 방법이 또한 이용될 수 있다. 침착시키고자 하는 물질은 그 물질이 특정 침착 방법과 상용성을 갖도록 개질될 수 있다. 예를 들면, 용액 가공(solution processing)을 견딜 수 있는 성능을 향상시키기 위해 소분자 내에 분지형 또는 비분지형이고, 바람직하게는 3개 이상의 탄소를 함유하는 알킬 및 아릴기와 같은 치환기가 사용될 수 있다. 20개 이상의 탄소를 갖는 치환기가 사용될 수 있고, 3~20개의 탄소가 바람직한 범위이다. 비대칭 구조를 갖는 물질은 대칭 구조를 갖는 것들보다 더 우수한 용액 가공성을 가질 수 있는데, 그 이유는 비대칭 물질이 보다 낮은 재결정화 경향을 가질 수 있기 때문이다. 용액 가공을 견딜 수 있는 소분자의 성능을 향상시키기 위해 덴드리머 치환기가 사용될 수 있다.

[0036] 본 발명의 실시양태에 따라 제작된 디바이스는 평판 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 빌보드, 내부 또는 외부 조명 및/또는 신호전달(signalling)을 위한 라이트, 헤드업 디스플레이, 완전 투명 디스플레이, 플렉서블 디스플레이, 레이저 프린터, 전화기, 휴대폰, PDA(personal digital assistant), 랩탑 컴퓨터, 디지털 카메라, 캠코더, 뷰파인더, 마이크로디스플레이, 차량, 대면적 벽, 극장 또는 운동장 스크린, 조명 기구(lighting fixture) 또는 간판을 비롯한 폭 넓은 다양한 소비자 제품에 내장될 수 있다. 수동 매트릭스 및 능동 매트릭스를 비롯한 다양한 제어 메커니즘이 본 발명에 따라 제작된 디바이스를 제어하기 위해 이용될 수 있다. 디바이스 중 다수는 18°C~30°C, 더 바람직하게는 실온(20~25°C)과 같은 인체에 편안한 온도 범위에 사용하도록 의도된다.

[0037] 본원에 기술된 물질 및 구조는 OLED 이외의 디바이스에서의 용도를 가질 수 있다. 예를 들면, 유기 태양 전지

및 유기 광검출기와 같은 다른 광전자 디바이스가 그 물질 및 구조를 이용할 수 있다. 보다 일반적으로, 유기 트랜지스터와 같은 유기 디바이스가 상기 물질 및 구조를 이용할 수 있다.

- [0038] 용어 할로, 할로젠, 알킬, 사이클로알킬, 알케닐, 알키닐, 아르알킬, 헥테로시클릭 기, 아릴, 방향족 기 및 헥테로아릴은 해당 기술 분야에 공지되어 있으며, 참고 인용되어 있는 미국 특허 번호 제7,279,704호, 칼럼 31 및 32에 정의되어 있다.
- [0039] 본원에서 사용된 바와 같은 용어들에 대한 추가적인 정의들은 다음과 같이 제시된다:
- [0040] 본원에 사용된, "부화소(sub-pixel)"는 화소의 개별적 어드레스어블(addressable) 세그먼트 또는 구성요소를 의미할 수 있으며, 여기서 각각의 세그먼트는 조명 장치(예컨대, 디스플레이)에서 원하는 컬러를 제공하는 화소내 다른 세그먼트와 조합될 수 있는 가시광의 상이한 파장을 방출할 수 있다. "화소(pixel)"는 전형적으로 디스플레이(예컨대, 컴퓨터 또는 텔레비전 스크린), 프린터 또는 다른 장치 상에서 디스플레이된 이미지의 가장 기본적인 단위이다. 화소가 임의의 방식으로(예를 들면, 행과 열로) 배열될 수 있으며 그리고 다양한 명도 및 색가(color number)의 화소들 중에서 주어진 조합이 임의의 이미지를 형성할 수 있다. 각각의 부화소는 컬러 이미지의 표현에 사용된 화소의 구성요소일 수 있다. 부화소를 포함하는 화소의 예는 도 3에 도시되어 있으며, 하기 기술되어 있다.
- [0041] 본원에 사용된, 부화소(또는 다른 구성요소)에 의해 또는 그 부화소로부터 광을 "방출하는"은 디바이스의 부화소를 통해 광이 통과하는 것을 포함할 수 있지만, 부화소가 임의의 방식으로 광을 발생시키는 것을 요구하지 않는다. 예를 들면, 부화소로부터 "방출되는" 광은 초기에 제1 광원으로부터 발산할 수 있으며(즉, 예를 들면, 그것은 RGBW 디스플레이에서 백색 OLED로부터 유래된 방출을 포함할 수 있음), 부화소를 통해, 하나 이상의 컬러 필터를 통해 방해받지 않은 상태로 통과할 수 있고/있거나, 임의의 수의 다른 광학 구성요소, 예컨대 편광기를 통해 통과할 수 있다.
- [0042] 본원에 사용된, "색도"는 휘도에 관계없이 컬러의 품질의 객관적인 특성화를 의미할 수 있다. 즉, 그것은 색조 및 색채(또는 포화, 색차, 강도, 또는 자극 순도(excitation purity))에 의해 측정된 바와 같다. 발광의 색도는 예를 들면 CIE 1931 XYZ 색 공간 또는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간을 이용하여 측정할 수 있다.
- [0043] 본원에 사용된, "화이트 밸런스(white balance)"는 이미지 암호화 또는 재생에서 컬러 "백색"을 정의하는 작용을 하는 색도 좌표를 의미할 수 있다. 화이트 밸런스는 또한 종종 "화이트 밸런스 지점" 또는 "백색 지점"이라고도 칭한다. 그 화이트 밸런스는 임의의 디바이스(또는 이의 구성요소)를 통해 생성, 발산 및/또는 통과되어 컬러 "백색"을 나타내는 컬러를 나타낸다. 해당 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 보다 따뜻한 컬러 및 보다 차가운 컬러를 포함하는 컬러 백색의 수 많은 상이한 음영이 존재하며, 각각은 입력 컬러(예를 들면, 적색 광, 청색 광 및 녹색 광)의 양에 대한 상이한 상대적 밸런스를 포함할 수 있다. 따라서, 화이트 밸런스는 주어진 이미지에 대한 디스플레이에서 적색, 녹색 및 청색 화소의 상대적 강도를 조정하는 세팅(setting)일 수 있다.
- [0044] 본원에 사용된, 광 통신"은 제1 구성요소로부터 발산하거나 그 제1 구성요소를 통해 통과하는 광이 또한 제2 구성요소를 통해 통과하거나 그 제2 구성요소로부터 발산하는 방식으로 구성되어 있는 구성요소를 의미한다. 예를 들면, 광이 광원(예컨대, OLED 디바이스)에 의해 발생되고 이 발생된 광이 방출된 후 화소(또는 부화소)의 구경을 통해 통과한다면, OLED 및 화소(또는 부화소)는 광 통신 상태에 있는 것으로 언급될 수 있다. 광 통신은 제1 구성요소로부터 발산하거나 그 제1 구성요소를 통해 통과하는 모든 광이 또한 제2 구성요소를 통해 통과해야 한다는 것을 요구하지 않는다. 4개의 부화소와 광 통신 상태에 있는 OLED의 예는 도 3에 도시되어 있다.
- [0045] 본원에 사용된, "D65"는 상관 색 온도(CCT)가 6504 K인 광을 의미할 수 있다. D65가 처음에는 CCT가 6500 K인 것으로 기술되지만, 플랑크 법칙에서 상수의 보정으로 기인하여, CCT는 나중에 6504 K인 약간 높은 CCT로 변경된다. CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상에서 D65의 색도 좌표는 CIE 1931 (x, y) = (0.313, 0.329)이다. 이 컬러 백색 광은 전문이 참조문헌으로 포함된 문헌["Explanation of Various Light Sources and Their Use in Visual Color Matching Applications," by GTI Graphic Technology, Inc.]에 기술되어 있다. 요약하건대, D65는 페인트, 플라스틱, 텍스타일, 원료 잉크 및 다른 제조된 제품의 컬러 매칭 용도에서 사용된 유색 광원으로부터 유래된 청색 편 광으로서 추가로 기술된다. 그것은 실질적으로 측정된 유일한 일광 광원이다. 다른 일광 광원(D75 및 D50)은 이러한 측정으로부터 산술적으로 유도된다. 그것은 청색을 강조하고 녹색 및 적색을 억제한다. 그것은 일반적으로 컬러 측정 기기 공학에서 주요 광원으로서 사용된다. 그것은 일년 내내 다양한 시점에서 흐린 날 동안 다양한 시간에서 그 흐린 날에 북반구에서 북쪽을 향하는 창문에서 들어오는 광으로 이루어

어진 측정의 평균으로부터 유도된다.

- [0046] 본원에 사용된, "D50"은 상관 색 온도(CCT)가 5003 K인 광을 의미할 수 있다. D50은 초기에 CCT가 5000 K인 광으로 기술되지만, CCT는 플랑크 법칙에서 상수의 보정으로 기인하여, 추후 5003 K인 약간 높은 CCT로 변경된다. CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도 상에서 D50의 색도 좌표는 CIE 1931 (x, y) = (0.346, 0.359)이다. 이 컬러 백색 광은 또한 문헌["Explanation of Various Light Sources and Their Use in Visual Color Matching Applications," by GTI Graphic Technology, Inc.]에 기술되어 있다. 요약하건대, D50은 그래픽 기술 및 이미징 용도의 평가에서 사용된 근 백색 광원으로서 추가로 기술된다. 그것은 적색, 녹색 및 청색 에너지의 유사한 양을 갖는다. 프레스 시이트 및 최초 이미지(즉, 사진)가 보통 평가하고자 하는 제품 내에 수 많은 컬러를 갖고 있기 때문에, 그 프레스 시이트 및 최초 이미지(즉, 사진)를 바라 볼 때 프리즘 요건은 컬러를 강조하지도 억제하지도 않는다.
- [0047] 본원에 사용된, "duv"는 상이한 조명 장치들(예컨대, OLED 디스플레이 또는 OLED 디스플레이의 구성성분) 사이의 색도차를 정량화하는 데 사용될 수 있는 일반적인 용어이다. 이것은 $duv = \sqrt{(\Delta u')^2 + (\Delta v')^2}$ 의 용어로 정량화할 수 있으며, 여기서 (u', v')는 CIE 1976 (L*, u*, v*) 색 공간 색도도 상에서 상이한 조명 장치의 좌표이다. CIE 1976 (L*, u*, v*) 색 공간은 CIE 1976 (L*, u*, v*) 색 공간 색도도 상에서 거리가 컬러에서의 인지 차이에 대략적으로 비례하기 때문에 CIE 1931 XYZ 색 공간에 비하여 바람직하게 이용된다. CIE 1976 (L*, u*, v*) 색 공간 색도도에 대한 대안적인 명칭은 CIE 1976 UCS(균일 색도 척도) 도이다. 이들 색 공간에서 좌표들의 전환은 매우 단순하다: $u' = 4x/(-2x + 12y + 3)$ 및 $v' = 9y/(-2x + 12y + 3)$ 이고, 여기서(x, y)는 CIE 1931 XYZ 색 공간 색도도의 좌표이다.
- [0048] 용어 "Duv"는 "duv"의 특정 예이다. 이와 관련하여, Duv는 흑체 곡선으로부터 유래된 조명 장치 색도의 CIE 1976 (L*, u*, v*) 색 공간 색도도에서 최소 거리를 의미한다. 즉, Duv는 등가 상관 색 온도의 흑체 복사체와 조명 장치 간의 색도 차이의 측정이다. 이는 $Duv = \sqrt{(\Delta u')^2 + (\Delta v')^2} = \sqrt{((u1'-u2')^2 + (v1'-v2')^2)}$ 의 용어로 정량화할 수 있으며, 여기서 (u1', v1')는 조명 장치의 좌표이고, (u2', v2')는 CIE 1976 (L*, u*, v*) 색 공간 색도도에서 조명 장치로부터 최소 거리에 있는 흑체 곡선의 좌표이다.
- [0049] 실시양태는 연장된 수명 및/또는 감소된 전력 소비를 가질 수 있는 디바이스 디자인(예컨대, 디스플레이의 경우)을 제공한다. 디바이스는 RGBW 레이아웃을 사용할 수 있으며, 여기서 디바이스에서 각각의 화소는 4가지 부화소로 나누어진다. 백색 OLED는 4가지 부화소 각각에 대한 광 방출을 제공하는 데 사용될 수 있으며, 컬러 필터는 부화소 전부 또는 일부에 사용될 수 있다. 예를 들면, 적색 컬러 필터는 부화소 중 하나(R)에 커플링될 수 있고, 녹색 컬러 필터는 부화소 중 하나(G)에 커플링될 수 있으며, 청색 컬러 필터는 부화소 중 하나(B)에 커플링될 수 있다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 컬러 필터를 사용하지 않고, 따라서 백색 광(W)을 방출한다. 그러나, 실시양태들은 디바이스(예를 들면, 디스플레이)의 화이트 밸런스가 종래로부터 사용되거나 간주되는 것보다 더 따뜻한 백색으로 설정된다는 점을 추가 제공할 수 있다.
- [0050] 예시적인 RGBW 디바이스의 예들뿐만 아니라 이들의 구현 및 이익에 대한 상세 논의는 전문이 참조문헌으로 포함된 다음의 예시적인 참고문헌들에 기술되어 있다:
- [0051] 문헌[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)].
- [0052] 문헌[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)].
- [0053] 문헌[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)].
- [0054] 문헌[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)].
- [0055] 미국 특허 공개 번호 제2006/0105198호(Spindler et al.)(발명의 명칭: "Selecting white paint for OLED

devices").

- [0056] 미국 특허 공개 번호 제2010/0013748호(Cok et al.)(발명의 명칭: "Converting Three-Component to Four Component Image").
- [0057] 상기 열거된 참고문헌은 단지 예시적인 것이고 제한하기 위한 의도가 있는 것이 결코 아님을 이해해야 한다. 게다가, 특히 이들 참고 문헌 중에서 어느 것도 RGBW 디바이스에 사용하는 경우 보다 따뜻한 백색 광(예를 들면, CCT가 6504 K 이하인 것)을 방출하는 광원을 이용하고/이용하거나, 이러한 예시적인 디바이스의 화이트 밸런스를 보다 따뜻한 백색으로 설정하는 것을 확인, 제안 또는 심지어는 해소하지 못한다는 점을 유의해야 한다. 하기 기술된 바와 같이, 본 발명자들은 예시적인 디바이스로서 이러한 디바이스에서 보다 따뜻한 백색 광원 및/또는 보다 따뜻한 화이트 밸런스를 사용하여 수명 및 성능을 증가시킬 수 있는 예시적인 디바이스를 인지하여 개발하게 되었다.
- [0058] 일부 실시양태에서, 백색 부화소로부터 유래된 방출은 디바이스의 화이트 밸런스와 매우 일치해야 한다. 상기 주지한 바와 같이, 실시양태들은 디바이스의 화이트 밸런스가 보다 따뜻한 백색, 예컨대 D50(이것은 CCT = 5003 K를 지닌 표준 광원임)로 설정될 수 있다는 점을 제공한다. 이와 관련하여, 실시양태들은 일반적으로 디바이스의 화이트 밸런스가 CCT가 D65(이것은 6504 K와 동등한 CCT를 갖는 것임) 미만인 백색으로 설정될 수 있다는 점을 제공한다. 본 발명자들은 종래에 사용된 보다 차가운 백색(예컨대, D65 또는 CCT가 6504 K보다 큰 훨씬 더 차가운 백색(예를 들면, D90, 이것은 9000 K와 거의 동일한 CCT를 갖고 있음))보다 더 따뜻한 백색을 사용하는 것이 바람직한 것으로 밝혀졌는데, 그 이유는 보다 덜 청색인 방출은 보다 따뜻한 백색을 발생시키는 데 필요하기 때문이다. 청색 방출이 종종 백색 OLED의 제한 성분이기 때문에, 보다 덜한 청색 방출을 이용하는 것은 W 부화소의 수명을 연장할 수 있으며, 그 W 부화소는 종종 RGBW 디스플레이에 대한 수명을 결정하는 임계 부화소이다. 즉, 백색 부화소는 종종 디바이스의 열화(예를 들면, 디바이스의 사용 및 인자, 예컨대 작동 온도, 작동 압력 등에 기초로 한 것)가 디바이스의 성능이 의도한 목적에 더 이상 이상적이지 않거나 허용하지 않는 지점까지 그 디바이스의 성능에 영향을 미치는 제1 부화소이다. 이러한 방식으로, 본 발명자들은 예를 들면 보다 차가운 화이트 밸런스를 사용하여 유사한 디바이스에 비하여 증가된 수명을 제공하기 위해 디바이스의 화이트 밸런스를 최적화함으로써 제공된 이익 중 일부를 인지하게 되었다.
- [0059] 디바이스의 수명을 증가시키기 위해 보다 따뜻한 화이트 밸런스를 이용하는 것 이외에도, 본 발명자들에 의해 인식된 바에 의하면, 그것은 RGBW 디스플레이가 2가지 유기 스택을 포함하는 백색 OLED 유기 층 디자인을 이용하는 일부 실시양태에서 바람직할 수 있다. 도 6을 참조하여 하기 기술된 바와 같이, 복수개 스택의 사용은 박층 트랜지스트(TFT)를 이용하는 이러한 디바이스에서 전력 소비를 감소시키는데, 그 이유는 일부 실시양태에서 OLED 스택이 TFT 전압 오프셋을 포함하기 때문이다. 따라서, 전형적으로, 이러한 디바이스에서 유기 스택이 많으면 많을수록, 그 디바이스는 보다 효율적으로 작동된다. 그러나, OLED에 추가 스택을 도입하는 것은 다른 방식으로, 예컨대 추가 층을 침착시키는 것과 관련된 제조 비용을 증가시킴으로써, 그 디바이스에 비용을 부가할 수 있다.
- [0060] 본 발명자들은 또한 일부 실시양태에서 W 부화소가 동일 광 출력을 제공하는 데 필요한 OLED의 전류 밀도를 감소시키도록 확장(예를 들면, 백색 광을 방출하는 부화소의 구경)되는 것이 바람직할 수 있다는 점을 인식하게 되었다. 즉, 백색 광을 방출하는 부화소의 면적을 확장함으로써, 단위 면적 당 보다 적은 휘도가 동일한 전체 광 방출 값을 얻는데 요구되고, 따라서 보다 적은 양의 전류가 OLED에 공급되는데 요구된다. 실제로, 여러 디스플레이에서, 백색 광은 디스플레이로부터 광 방출의 대부분을 포함하고, 이로써 이러한 부화소는 가장 큰 방출 구경 면적을 갖는 것이 바람직할 수 있다.
- [0061] 본 발명자들은 또한 일부 실시양태에서 W 부화소의 크기를 감소시키는 것이 바람직할 수 있다는 점을 인식하게 되었다. 일부 실시양태에서, 이는 개선된 분해능 및 보다 큰 디스플레이 컬러 전역(gamut)을 유도할 수 있다. 그러나, W 부화소의 크기를 감소시키는 것은 조명 장치에 부정적인 영향을 미칠 수 있는데, 그 이유는 그것이 부화소의 단위 면적 당 휘도의 증가를 요구할 수 있기 때문이다. 이는 결국 보다 높은 전류 밀도를 요구함으로써 그 장치의 수명을 감소시킬 수 있다.
- [0062] 본 발명자들은 또한 더 효율적이고/이거나 내구 기간이 더 긴 디바이스를 제공할 수 있는 다른 방법 및 디자인을 알게 되었다. 예를 들면, 일부 실시양태에서, RGBW 디스플레이는 OLED의 구동 전류를 감소시키기 위해 유기 광원에 인광 에미터를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 구동 전류를 감소시키는 것은 화이트 OLED의 작동 온도를 감소시키고 이에 따라 디바이스의 수명을 연장시킬 수 있다(온도 증가는 유기 디바이스를 더 빠르게 분해시킬 수 있음에 주목해야 한다). 이와 관련하여, 모든 에미터가 인광인 것이 바람직할 수 있다. 그러나, 예를 들

면 인광 적색 및 녹색 구성요소와 형광 청색 구성요소를 포함하는 디바이스 디자인도 적합할 수 있다.

[0063] 도 3은 예시적인 RGBW 디스플레이 구조를 도시한다. 도시된 바와 같이, 예시적인 디바이스(300)는 바람직하게는 백색 광을 방출하는 단일 OLED(301)를 갖는 화소를 포함한다. 디바이스(300)의 화소는 또한 4개의 부화소를 포함하며, 4개의 부화소(302-305)는 각각 단일 OLED(301)와 광 통신하는 것으로 도시되어 있다. 즉, OLED(301)로부터 방출된 광이 각각의 부화소(302-305)를 통과하여 이에 의해 방출될 수 있다. 도시된 바와 같이, 4개의 부화소는 컬러 필터를 갖지 않는 것으로 예시된 백색("W") 부화소(302); 적색 컬러 필터를 포함하는 적색("R") 부화소(303); 청색 컬러 필터를 포함하는 청색("B") 부화소(304); 및 녹색 컬러 필터를 포함하는 녹색("G") 부화소(305)를 포함한다. 즉, 부화소(303)에 대한 컬러 필터는 570 내지 700 nm 범위에서 피크 파장을 갖는 광만이 통과할 수 있도록 구성되고, 부화소(304)에 대한 컬러 필터는 400 내지 500 nm 범위에서 피크 파장을 갖는 광만이 통과할 수 있도록 구성되며; 부화소(305)에 대한 컬러 필터는 500 내지 570 nm 범위에서 피크 파장을 갖는 광만이 통과할 수 있도록 구성된다. W 부화소(302)는 OLED(301)로부터 방출된 광이 컬러에 기초한(즉, 광 방출 파장에 기초한) 임의의 필터링 없이 부화소에 의해 방출될 수 있도록 컬러 필터를 포함하지 않는 것으로 도시되어 있다. 그러나, 반드시 그럴 필요는 없으며, 일부 실시양태는 백색 부화소(302)를 위한 컬러 필터를 포함할 수 있다.

[0064] 각각의 부화소(302-305)로부터의 광 방출은 복수의 박막 트랜지스터(TFT)에 의해 제어되며, 각각의 박막 트랜지스터는 임의의 특정 시점에 각각의 부화소로부터의 광 방출의 양을 결정한다. 그러나, 각각의 부화소로부터의 광 방출을 제어하는 임의의 적절한 방식이 이용될 수 있다. 또한, 디바이스(300)는 편광판, 아웃커플링 디바이스 등과 같은 부화소의 일부 또는 전부에 커플링된 임의의 추가적인 층 또는 구성요소를 가질 수 있다. 이러한 방식으로, 상응하는 각각의 부화소로부터 방출되는 청색, 녹색, 적색 및 백색 광의 양에 기초하여 다양한 컬러를 얻을 수 있도록 단일 백색 OLED(301)가 복수의 부화소(일반적으로 하나 이상의 컬러 필터를 포함함)와 함께 이용될 수 있다. 도 3에 부화소(302-305)가 선을 포함하는 것으로 도시되어 있지만 실시양태는 그것에만 한정되지 않고 사각형, 행 또는 열, 또는 임의의 다른 적절한 배열과 같은 임의의 배열의 부화소(및 화소)를 포함할 수 있다는 점에 유의해야 한다. 또한, 도 3은 각각의 부화소가 동일한 개구 크기를 포함하는 것으로 도시하고 있지만, 실시양태는 그것에 한정되지 않으며, 모든 상이한 형상과 크기의 부화소를 포함할 수 있다. 이것은 디바이스를 특정한 목적에 맞추도록 디자인할 수 있게 하거나, 상기에 언급한 바와 같이, 예컨대 다른 부화소보다 개구 크기가 더 큰 W 부화소를 제공함으로써 디바이스를 최적화하도록 디자인할 수 있게 한다.

[0065] **예시적인 실시양태**

[0066] 이하에서는, 디바이스에 대해 더 따뜻한 화이트 밸런스 및/또는 더 따뜻한 화이트 방출을 이용함으로써, 수명을 연장시키고/시키거나 소비 전력을 감소시킬 수 있는 적색, 녹색, 청색 및 백색(RGBW) 디바이스 디자인(예컨대, OLED 디스플레이)을 포함하는 디바이스의 예시적인 실시양태를 기재한다. 이하에 기재된 실시양태는 단지 예시를 목적으로 한 것이며, 따라서 한정적임을 의도한 것이 아니다. 이러한 개시내용을 이해하면, 당업자에게는, 특정 실시양태에서 이하에 기재된 다양한 구성요소가, 기재된 원리를 여전히 실시하면서도, 조합되거나 생략될 수 있다는 것이 명백할 수 있다.

[0067] 하나 이상의 유기 발광 디바이스를 갖는 제1 광원을 포함하는 제1 디바이스가 제공된다. 바람직하게는, 광원은, 광 방출이 하나 이상의 컬러 필터를 통과하여 다양한 상이한 색을 얻을 수 있도록 백색 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 예를 들면, 제1 광원은 2개 이상의 에미터(예컨대, 황색 광과 청색 광을 방출하는 발광 물질)를 갖는 백색 OLED를 포함할 수 있지만, 임의의 수의 물질(예컨대, 적색, 녹색 및 청색 광을 방출하는 발광 물질)을 포함할 수 있다. 이러한 실시양태는 공통의 방출층 또는 층들을 이용하고/하거나(즉, 미세 금속 마스크를 통해 유기 물질을 침적하지 않아도 됨), 더 적은 수의 OLED 가공 단계를 요구하고/하거나, 차등 시효가 감소된 디바이스를 이용한다(백색 OLED는 매우 안정한 경향이 있기 때문에)는 장점을 제공할 수 있다. 그러나, 실시양태는 그것에 한정되지 않으며, 다수의 컬러 조명 디바이스(즉, 다중 컬러 방출 OLED), 또는 예를 들면, 다수의 개별 패터닝 백색 OLED를 갖는 제1 광원을 포함할 수 있다.

[0068] 제1 광원은 상관 색 온도(CCT)가 (D65 백색 광에 상응하는) 6504 K 미만인 광을 방출할 수 있다. 제1 광원은 더 따뜻한 백색을 방출함으로써 더 차가운 백색 광 방출에 비해 높은 수준의 청색 방출을 가질 필요가 없다. 청색 방출 물질은 대개 유기 발광 디바이스의 제한적 물질이기 때문에, 본 발명자들은 백색 방출을 최적화하는 것(즉, 더 따뜻한 백색 광을 선택하는 것)이 디바이스 수명 및 효율을 증가시킬 수 있다는 것을 알게 되었다. 또한, 실시양태는 더 따뜻한 화이트 밸런스를 이용할 수 있고(이것은 이하에 기재하는 바와 같이 일부 실시양태에서 제1 광원 및/또는 제4 부화소로부터의 백색 광 방출에 상응하도록 디자인됨), 이에 따라 (예를 들면, 디스

플레이 상에 이미지를 디스플레이할 때) 더 적은 청색 광 방출을 요구함으로써 디바이스 수명을 증가시킬 수 있다. 상기에 정의된 바와 같이, 화이트 밸런스는 디바이스에 대한 백색 광의 색을 결정하는 제1 디바이스(예컨대, 디스플레이)의 세팅이다. 전형적인 이미지 콘텐츠의 많은 부분이 현저한 화이트 구성요소를 포함하고, 이것은 자극 순도의 측면에서 정량될 수 있다. 따라서, 더 적은 청색 광을 이용하는 화이트 밸런스를 선택하는 것은 또한 디바이스를 작동시키는 데 필요한 청색 방출의 양을 감소시킨다. 따라서, 본 발명자들은 화이트 밸런스의 선택을 최적화하는 것(즉, 더 따뜻한 화이트 밸런스 및/또는 더 따뜻한 화이트 밸런스와 조화되는 조명 디바이스의 백색 방출을 선택함으로써)은 조명 디바이스(예컨대, 상기 기재된 도 3에서의 예시적인 실시양태에 예시된 것과 같은 RGBW 디스플레이)의 수명 및/또는 효율을 현저히 증가시킬 수 있다.

[0069] 제1 디바이스는 또한 복수의 화소를 포함할 수 있다. 각각의 화소는 제1 광원과 광 통신하는 제1 컬러 필터를 포함하는 제1 부화소를 포함할 수 있다. 제1 컬러 필터는 400 내지 500 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 제1 광원으로부터의 광을 통과시키도록 적합화될 수 있다. 즉, 제1 부화소는 청색 컬러 필터를 포함할 수 있고, 제1 광원으로부터 방출된 광이 상기 부화소를 통과할 수 있도록 구성될 수 있다. 이것은 도 3에 예시되어 있다. 광이 부화소를 통과함에 따라, 이것은 원하는 파장의 광만이 통과할 수 있는 컬러 필터를 통과한다. 이러한 방식으로, 제1 부화소는 백색(또는 백색에 가까운) 광원으로부터 방출된 광을 이용하여 청색 광을 방출할 수 있다.

[0070] 제1 디바이스의 각각의 화소는 또한 제1 광원과 광 통신하는 제2 컬러 필터를 갖는 제2 부화소를 포함할 수 있다. 제2 컬러 필터는 500 내지 580 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 제1 광원으로부터의 광을 통과시키도록 적합화될 수 있다. 제1 부화소와 유사하게, 제2 부화소는 녹색 컬러 필터를 포함할 수 있고, 제1 광원으로부터 방출된 광이 상기 부화소를 통과할 수 있도록 구성될 수 있다. 이것은 또한 도 3에 예시되어 있다. 광이 부화소를 통과함에 따라, 이것은 원하는 파장의 광만이 통과할 수 있는 컬러 필터를 통과한다. 이러한 방식으로, 제2 부화소는 백색(또는 백색에 가까운) 광원으로부터 방출된 광을 이용하여 녹색 광을 방출할 수 있다.

[0071] 제1 디바이스의 각각의 화소는 또한 제1 광원과 광 통신하는 제3 컬러 필터를 갖는 제3 부화소를 포함할 수 있다. 제3 컬러 필터는 580 내지 700 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 제1 광원으로부터의 광을 통과시키도록 적합화될 수 있다. 제1 부화소 및 제2 부화소와 유사하게, 제3 부화소는 적색 컬러 필터를 포함할 수 있고, 제1 광원으로부터 방출된 광이 상기 부화소를 통과할 수 있도록 구성될 수 있다. 이것은 또한 도 3에 예시되어 있다. 광이 부화소를 통과함에 따라, 이것은 원하는 파장의 광만이 통과할 수 있는 컬러 필터를 통과한다. 이러한 방식으로, 제3 부화소는 백색(또는 백색에 가까운) 광원으로부터 방출된 광을 이용하여 적색 광을 방출할 수 있다.

[0072] 제1 디바이스의 각각의 화소는 또한 백색에 가까운 광을 방출하는 제4 부화소를 포함할 수 있다. 백색에 가까운 광은 CCT가 6504 K보다 작을 수 있다. 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소와는 달리, 제4 부화소는 컬러 필터를 포함할 필요가 없다(그러나, 포함할 수 있음). 실제로, 일부 실시양태에서, 제1 광원으로부터 방출된 광은 임의의 컬러 필터링 없이 제4 부화소를 통과하여 이것에 의해 방출될 수 있다. 즉, 예를 들면, 제4 부화소로부터의 방출은 제1 광원으로부터 방출된 백색 광에 상응하는 백색 광을 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 제1 광원이 CCT가 6504 K보다 작을 경우(즉, RGBW 디스플레이에 대해 이전에 고려된 더 따뜻한 백색 광), 제4 부화소는 그에 따라 더 따뜻한 백색 광을 방출할 수도 있다. 이하에 기재하는 바와 같이, 일부 실시양태에서, 백색 방출(즉, 제4 부화소로부터 방출된 백색 광)은 제1 디바이스의 화이트 밸런스 세팅에 가깝게 부합할 수 있다.

[0073] 상기에 언급한 바와 같이, 일부 실시양태에서, 제1 광원과 제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소를 갖는 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는 컬러 필터를 포함하지 않아, 제1 디바이스로부터 방출된 백색 광이 이러한 필터로부터의 흡수에 의해 비교적 방해받지 않은 채 제4 부화소를 통과할 수 있다(이로써 더 효율적으로 작동할 수 있다). 일부 실시양태에서, 제1 광원의 색도는 제4 부화소에 의해 방출되는 광의 색도와 거의 동일하며, 여기서 상기 색도는 위에서 정의하였다. 즉, 앞서 언급한 바와 같이, 제4 부화소로부터 방출되는 광은 제1 광원으로부터 방출되는 백색 광과 동일한(또는 실질적으로 동일한) 백색 광을 포함할 수 있다(이것은 또한 제4 부화소로부터의 백색 광의 방출과 관련된 손실이 더 적기 때문에 더 효율적인 디바이스를 형성할 수 있다). 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는 CIE 1931 (x, y) 색도도 상에서 $CIE_x = 0.315$ 내지 0.350 , $CIE_y = 0.330$ 내지 0.360 에 의해 확정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 광을 방출한다. CIE 1931 XYZ 색 공간 내에서 이 좌표에 의해 확정된 구역은 더 따뜻한 백색 광(즉, CCT가 6504 K 미만임)에 해당한다. 제4 부화소가 디스플레이의 백색 방출을 제공할 수 있는 이러한 실시양태에

서, 디바이스는 제4 부화소로부터의 백색 광 방출을 더 따뜻한 백색 광으로서 세팅함으로써 부분적으로 청색 방출에 대한 필요성의 감소에 기초하여 더 긴 수명을 가질 수 있고 더 높은 효율로 작동할 수 있다. 그러나, 1931 CIE XYZ 색 공간에 대한 구역에 제공된 범위에 의해 나타나는 것과 같이, 제4 부화소는 완전 복사체 궤적 상에 정확히 위치하는 CIE 좌표를 갖는 광을 방출할 필요가 없다.

[0074] 이와 관련하여, 일부 실시양태에서, 제1 광원과 제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소를 갖는 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 완전 복사체 궤적으로부터 0.010의 Duv 거리 내에 있는 제1 지점을 갖는 광을 방출하며, 여기서 Duv는 상기에 정의된 것일 수 있다. 바람직하게는, 제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 완전 복사체 궤적으로부터 0.005의 Duv 거리 내에 있는 제1 지점을 갖는 광을 방출한다. 더 바람직하게는, 제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 완전 복사체 궤적으로부터 0.002의 Duv 거리 내에 있는 제1 지점을 갖는 광을 방출한다. 즉, 제4 부화소는 가능한 한 완전 복사체 궤적에 가까이 있는 광을 방출하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 제4 부화소로부터의 백색 광 방출의 색도가 완전 복사체 궤적으로부터 더 멀리 떨어져 위치할수록, 더 적은 색이 백열 흑체처럼 보일 것이다. 이것은 제4 부화소로부터의 백색 광이 적색, 녹색 또는 청색의 일부 또는 전부 및/또는 지점이 완전 복사체 궤적으로부터 떨어져 있는 방향에 따라 이들 색 중 일부 또는 전부의 몇몇 조합의 과잉의 트레이스를 포함하도록 보이게 할 수 있다(예를 들면, 광이 "청색을 띠게", "적색을 띠게", "녹색을 띠게" 보일 수 있다). 또한, 부분적으로 백색 광은 디스플레이의 색 이미지의 다수의 구성요소이기 때문에(즉, 제4 부화소로부터의 광이 종종 색을 디스플레이할 때에도 제공됨), 제4 부화소로부터 방출된 백색 광이 완전 복사체 궤적으로부터 너무 먼 거리에서 색도를 가질 경우, 이로 인해 디스플레이된 색 이미지에 눈에 띄는 색조가 생성될 수 있다. 따라서, 제4 부화소로부터 방출된 광이 흑체 곡선에 가깝게 되도록 하는 것이 바람직하다.

[0075] 일부 실시양태에서, 제1 광원과 제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소를 갖는 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는 CCT가 4000 K 초과 6504 K 미만인 광을 방출한다. 즉, 상기에 언급한 바와 같이, 본 발명자들은 디바이스(예컨대, RGBW 디스플레이)에 더 따뜻한 백색 광(즉, CCT가 6504 K보다 작음)을 이용하면 디바이스의 효율과 수명을 증가시킬 수 있음을 확인하였다. 그러나, 백색 광 방출이 CCT 값이 너무 작을 경우(즉, 4000 K 이하), 그 백색 광은 이미지를 디스플레이하거나 다른 원하는 기능을 수행하는 데 더 이상 이상적이거나 적합하지 않을 수 있다. 따라서, 일부 실시양태에서, 제4 부화소로부터 방출된 백색 광이 CCT 값이 4000 K 초과인 것이 바람직하다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 CCT가 4000 K 초과 6400 K 미만인 광을 방출한다. 또한, 제4 부화소(및/또는 제1 광원 및/또는 디바이스의 화이트 밸런스의 세팅)에 의해 방출된 백색 광이 더 따뜻한 CCT 값에 해당하도록 구성되기 때문에, 본 발명자들은 이것으로 인해 부분적으로 청색 방출 물질로부터의 요구되는 광 방출 수준의 감소에 기초하여 더 효율적인 디바이스 및/또는 더 긴 수명을 얻을 수 있다는 것을 발견하였다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 CCT가 4000 K 초과 5600 K 미만인 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 CCT가 4000 K 초과 5200 K 미만인 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 CCT가 4000 K 초과 4800 K 미만인 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소는 CCT가 5800 K 초과 6200 K 미만인 광을 방출한다. 본 발명자들은 일부 용도에 있어서 제4 부화소로부터의 백색 방출 CCT의 이러한 범위가 디바이스의 원하는 성능을 유지하면서도 수명 및 전력 효율을 증가시키기 위한 바람직한 세팅을 포함할 수 있다는 것을 알게 되었다. 즉, 본 발명자들은, CCT가 5800 K 내지 6200 K인 백색 방출을 이용하는 것에 의해, 제1 디바이스가 디스플레이일 경우 디바이스가 이미지의 렌더링과 리프리케이션과 같은 제1 디바이스의 기능적 품질의 일부를 크게 손상시키지 않으면서 효율과 수명 증가라는 이익의 일부를 얻을 수 있다는 것을 확인하였다. 예를 들면, 일부 실시양태에서, 방출된 백색 광이 너무 따뜻한 경우(즉, CCT가 6504 K보다 훨씬 작을 경우), 이것은 황색 또는 적색 톤을 생성함으로써 이미지의 품질과 색에 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 일부 실시양태에서, CCT가 5800 K 내지 6200 K인 백색 방출 범위가 바람직할 수 있다. 특히, 소비자는 D65(6504 K의 CCT) 부근의 화이트 밸런스를 갖는 디스플레이를 잘 알고 있다. 소비자는 또한 D90(약 9000 K의 CCT) 부근의 실질적으로 더 차가운 화이트 밸런스를 갖는 디스플레이를 잘 알고 있다. 이러한 화이트 밸런스는, 더 차가운 백색(즉, 더 큰 CCT 값)에서 작동할 때 더 효율적인, 무기 LED 및 형광등과 같은, OLED를 이용하는 것 이외의 조명 기술에 더 적합하다. 이러한 차가운 화이트 밸런스는 청색을 두드러지게 하고 디스플레이된 이미지의 색에 인위적인 선명성을 제공하는 경향이 있다. 소비자들은 현재 이러한 특성을 갖는 디스플레이에 익숙해져 있어서, 디스플레이된 이미지의 외관에 있어서의 임의의 극단적인 변화에 거부감이 들 수 있다.

[0076] 일부 실시양태에서, 제1 광원과 제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소를 갖는 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 디바이스는 디스플레이이다. 제1 디바이스는 제4 부화소로부터 방출된 광의 색도와

거의 같은 색도를 갖는 화이트 밸런스를 추가로 포함한다. 일부 실시양태에서, 디스플레이의 화이트 밸런스를 제4 부화소로부터 방출된 광의 색도와 거의 같게 세팅하는 것은, 디바이스가 색을, 제4 부화소로부터 직접 방출되고(예를 들면, 백색 광이 컬러 필터링되지 않음) 다른 부화소로부터 방출된 광을 포함하여도 좋으나 그럴 필요는 없는 제1 광원(예를 들면, 화이트 OLED)에 의해 발광된 광만을 이용하여 백색 컬러를 렌더링할 수 있다는 사실에 부분적으로 기초하여 효율을 증가시킬 수 있다. 게다가, 상기 기재된 바와 같이, 화이트 밸런스는 또한, 백색 광이 대부분의 이미지의 상당 부분을 포함하기 때문에, 디스플레이에 의해 다른 색을 렌더링하기 위한 광 방출의 특성을 결정한다. 따라서, 화이트 밸런스를 제1 광원으로부터 방출된 백색 광의 색도와 거의 같게 세팅하는 것에 의해, 제1 디바이스는 제1 디바이스의 전력 효율을 최적화할 수 있는데, 왜냐하면 상이한 색 이미지를 렌더링하기 위해 더 적은 광이 컬러 필터(여기서 흡수 손실이 발생함)를 통과해도 되기 때문이다.

[0077] 일부 실시양태에서, 제1 광원과 제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소를 갖는 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서(여기서, 제1 디바이스는 화이트 밸런스를 갖는 디스플레이임), 화이트 밸런스는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 제1 지점을 갖는다. 즉, 화이트 밸런스는 CIE 1976 (u' , v')을 갖는 색에 의해 나타낼 수 있다. 유사하게, 제4 부화소는 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 제2 지점을 갖는 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제1 지점과 제2 지점 사이의 차는 0.05 미만의 duv 값(즉, 상기 기재된 바와 같이, CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 2개 지점 사이의 차의 척도)을 갖는다. 바람직하게는, 제1 지점과 제2 지점 사이의 차는 0.002 미만의 duv 값을 갖는다. 더 바람직하게는, 제1 지점과 제2 지점 사이의 차는 0.001 미만의 duv 값을 갖는다. 상기에 언급된 바와 같이, 일부 실시양태에서, 제1 광원으로부터 방출된 광의 색도가 제4 부화소에 의해 방출된 광의 색도와 거의 같은 것이 바람직하다. 이들 두 값 간의 차의 척도의 단위로서 duv 를 사용하는 것은 CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도를 이용하여 차를 정량하는 방법이다. CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서의 2개 지점 사이의 duv 값이 작을수록, 관찰자에게 그 차이가 덜 현저하게 보일 수 있다. 제4 부화소의 색도와 화이트 밸런스를 나타내는 지점 사이의 차이가 duv 0.005보다 훨씬 더 큰 값을 가질 경우, 제1 디바이스는, 예를 들면 디스플레이의 백색 컬러가 화이트 밸런스 세팅에 부합하도록 하나 이상의 다른 부화소로부터의 추가적인 광 방출을 제4 부화소로부터 방출된 광에 추가하는 형태로, 보정을 할 필요가 있을 수 있다(컬러 필터를 제4 부화소에 추가하는 등의 다른 보정이 이용될 수도 있다). 이러한 보정 중 다수는 디바이스의 효율을 감소시킬 수 있다(예를 들면, 컬러 필터의 사용은 필터에 의한 광 흡수로 인한 손실을 증가시킨다). 따라서, CIE 1976 (L^* , u^* , v^*) 색 공간 색도도 상에서 지점들 사이의 duv 값이 비교적 작으면서, 제4 부화소(및 제1 광원)의 색도가 디스플레이의 화이트 밸런스에 가능한 한 가깝게 되는 것이 바람직할 수 있다.

[0078] 일부 실시양태에서, 제1 광원 및 제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소를 갖는 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 광원은 정확히 2종의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질을 포함한다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은 CIE 1931 (x , y) 색도도 상에서 $CIE_x = 0.100$ 내지 0.200 , $CIE_y = 0.050$ 내지 0.300 에 의해 획정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 청색 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제2 유기 발광 물질은 CIE 1931 (x , y) 색도도 상에서 $CIE_x = 0.450$ 내지 0.600 , $CIE_y = 0.400$ 내지 0.550 에 의해 획정된 제2 구역 내에 제2 지점을 갖는 황색 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제1 지점 및 제2 지점은, 제1 지점과 제2 지점 사이에 선을 작도할 때, 이것이 CIE 1931 (x , y) 색도도 상에서 획정된 $CIE_x = 0.315$ 내지 0.350 , $CIE_y = 0.330$ 내지 0.360 내에 있는 원하는 백색 구역을 통과하는 것이다. 상기 기재된 바대로, 본 발명자들은 제1 디바이스에 의해 방출된 백색 광에 대해 더 따뜻한 값을 이용하는 것이 덜 청색인 방출을 요하여, 이에 따라 제1 디바이스의 수명이 증가할 수 있으므로, 이 CIE 1931 (x , y) 좌표에 의해 획정된 원하는 백색 구역은, CCT 값이 6504 K보다 더 따뜻한 백색 광에 해당한다는 것을 발견하였다. 또한, 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질의 농도는, 제1 광원에 의해 생성된 광이 색도도 상에서 원하는 백색 구역 내에 있는 제3 지점에 있도록 하는 것이다.

[0079] 이러한 실시양태의 예시가 도 7에 도시되어 있고, 여기서 청색 광 방출($CIE_x = 0.100$ 내지 0.200 , $CIE_y = 0.050$ 내지 0.300 에 의해 획정된 구역 내에 위치)에 해당하는 제1 지점(703)과 황색 광 방출($CIE_x = 0.450$ 내지 0.600 , $CIE_y = 0.400$ 내지 0.550 에 의해 획정된 구역 내에 위치)에 해당하는 제2 지점(704) 사이에 선(701)을 작도한다. 각각의 청색 및 황색 발광 물질의 농도를 선(701)을 따라 이동하도록 조정할 수 있다(즉, 황색 방출

과 비교하여 더 청색인 방출, 조합된 광 방출은 지점(703)에 더 가깝고, 반대로 그러함). 이러한 방식으로, 제1 광원의 원하는 백색 방출을 제1 디바이스에 대해 선택하고 실행할 수 있다.

[0080] 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질 및 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 상기 기재된 바대로, 인광 물질의 사용은 감소된 조작 온도를 제공하고, 이에 따라 제1 디바이스의 수명을 증가시킬 수 있다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함하고, 제2 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 인광 청색 물질에 대한 수명이 현재 형광 청색 물질에 대한 것만큼 길지 않으므로 이것이 바람직할 수 있고, 따라서 더 높은 수명 이익이 청색에 대한 형광 물질 시스템을 사용함으로써 얻을 수 있다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은 (청색 스펙트럼에서의 광에 해당하는) 400 내지 500 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출하고; 제2 유기 발광 물질은 500 내지 700 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출한다. 일부 실시양태에서, 제2 유기 발광 물질은 (황색 스펙트럼에서의 광에 해당하는) 570 내지 600 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출한다. 상기 기재된 바대로, CIE 1931 (x, y) 색도도 상에서 2개의 지점 사이를 연결하는 선이 원하는 백색 지점을 통해 통과하도록 청색 및 황색 에미터를 선택할 수 있다. 그 후, 제1 광원에 원하는 CIE 1931 (x, y) 좌표를 갖는 백색 광의 조합된 방출을 제공하도록 2종의 물질의 오른쪽 농도를 선택할 수 있다.

[0081] 일부 실시양태에서, 제1 광원 및 제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소를 갖는 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 광원은 3종의 유기 발광 물질: 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질을 포함한다. 제1 유기 발광 물질은 CIE 1931 (x, y) 색도도 상에서 $CIE_x = 0.100$ 내지 0.200 , $CIE_y = 0.050$ 내지 0.300 에 의해 확정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 청색 광을 방출한다. 제2 유기 발광 물질은 CIE 1931 (x, y) 색도도 상에서 $CIE_x = 0.200$ 내지 0.400 , $CIE_y = 0.600$ 내지 0.750 에 의해 확정된 제2 구역 내에 제2 지점을 갖는 녹색 광을 방출한다. 제3 유기 발광 물질은 CIE 1931 (x, y) 색도도 상에서 $CIE_x = 0.600$ 내지 0.720 , $CIE_y = 0.280$ 내지 0.400 에 의해 확정된 제3 구역 내에 제3 지점을 갖는 적색 광을 방출한다. 3종의 상이한 발광 물질을 사용함으로써, 오직 2종의 발광 물질을 갖는 것에 의해 성취될 수 없었던 많은 색상을 비롯하여 다양한 색상을 성취할 수 있다. 일부 실시양태에서, 제1 디바이스에 의해 방출된 상이한 색상이 부화소의 조합에 의해 제공되므로(즉, 제1 광원은, 일부 실시양태에서, 오직 2종의 발광 물질에 의해 성취될 수 있는 백색 광을 방출하는 것만을 요함), 컬러 필터의 사용은 (예시적인 실시양태에서 상기 기재된 바대로) 오직 2종의 에미터의 사용이 더 경제적(즉, 제조하기 덜 고가)이게 만들 수 있다. 그러나, 일부 실시양태에서, 제1 광원은 복수의 디바이스(또는 단일 디바이스에서 복수의 발광 물질)를 포함할 수 있고, 이들 각각은 상이한 색상 광(즉, 상이한 파장을 갖는 광)을 방출하고, 광 방출은 조합된다.

[0082] 이 예시적인 실시양태와 연속하여, 제1 지점, 제2 지점 및 제3 지점은, CIE 1931 (x, y) 색도도 상의, $CIE_x = 0.315$ 내지 0.350 , $CIE_y = 0.330$ 내지 0.360 내로 확정된 소정의 백색 구역을 포함하는 제4 구역이, 제1 지점과 제2 지점 사이, 제2 지점과 제3 지점 사이, 그리고 제3 지점과 제1 지점 사이에 그려진 선에 의해 확정되도록 할 수 있다. 예를 들면, 소정의 구역은 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질로부터의 방출을 연결하는 선에 의해 생성된 삼각형 내에 있을 수 있다. 상기 기재된 실시양태와 유사하게, 원하는 구역은 CCT 값이 6504 K보다 낮은 백색 광에 해당할 수 있는데, 왜냐하면, 상기 기재된 바대로, 본 발명자들은 제1 디바이스에 의해 방출된 백색 광에 대해 더 따뜻한 값을 이용하는 것은 덜 청색인 방출을 요하고, 이에 의해 제1 디바이스의 수명을 증가시킬 수 있다는 것을 발견하였다. 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질의 농도는, 제1 광원에 의해 생성된 광이 CIE 1931 (x, y) 색도도 상에서 원하는 백색 구역 내에 있는 제4 지점에 있도록 하는 것이다.

[0083] 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 상기 기재된 바대로, 본 발명자들은 증가된 수명이 디바이스의 조작 온도를 감소시키기 위해 제1 광원에 대한 하나 이상의 인광 에미터의 사용을 통해 제1 디바이스에 대해 성취될 수 있다는 것을 인식하였다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은 형광 에미터를 포함하고, 제2 유기 발광 물질 및 제3 유기 발광 물질은 인광 에미터를 포함한다. 인광 청색 물질에 대한 수명이 현재 형광 청색 물질에 대한 것만큼 길지 않으므로 이것은 바람직할 수 있고, 따라서 더 높은 수명 이익이 청색에 대한 형광 물질 시스템을 사용함으로써 얻을 수 있다. 일부 실시양태에서, 제1 유기 발광 물질은 (청색 광에 해당하는) 400 내지 500 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출하고, 제2 유기 발광 물질은 (녹색 광에 해당하는) 500 내지 570 nm 사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출하고, 제3 유기 발광 물질은 (적색 광에 해당하는) 570 내지 700 nm

사이의 가시 스펙트럼 내에 피크 파장을 갖는 광을 방출한다.

[0084] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제4 부화소는 CIE 1931 (x, y) 색도도 상에서 $CIE_x = 0.315$ 내지 0.350 , $CIE_y = 0.330$ 내지 0.360 에 의해 확정된 제1 구역 내에 제1 지점을 갖는 광을 방출한다. 상기 일부 예시적인 실시양태와 관련하여 기재된 바대로, 1931 CIE XYZ 색 공간에서 이 좌표에 의해 확정된 구역은 CCT가 6504 K 미만인 백색 광에 해당할 수 있다. 이와 관련하여, (제1 광원의 분해에서의 제한 단계에 해당하는 제4 부화소의 수명에 기초한) 제1 디바이스 수명은 (청색 방출 물질이 종종 제한 인자이므로) 부분적으로 청색 방출의 수준의 감소로 인해 증강될 수 있다. 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 광원은 스택 유기 발광 디바이스(SOLED)를 포함한다. 일부 실시양태에서, SOLED는 더 낮은 온도 및/또는 더 높은 효율에서 조작될 수 있는 인광 에미터만을 포함한다. 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스에서, 제1 광원은 단일 전하 생성 층(CGL)을 갖는다.

[0085] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바와 같은 제1 디바이스, 제1 부화소, 제2 부화소, 제3 부화소 및 제4 부화소의 각각은 특정 개구 크기를 갖는다. 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소의 각각의 개구 크기보다 크다. 즉, 여기서 방출된 백색 광이 여러 이미지 색상의 구성요소를 포함하므로 가장 종종 사용되므로, 제4 부화소(즉, 백색 부화소)의 개구 크기(및/또는 부화소 그 자체의 크기)가 다른 부화소보다 큰 것이 바람직할 수 있다. (백색 광이 부화소로부터 방출되는) 더 큰 개구 크기를 가짐으로써, 디바이스는 더 낮은 전력 밀도에서 조작될 수 있고 여전히 동일한 휘도를 성취할 수 있다. 이에 의해 이것은 디바이스의 수명을 연장할 수 있다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소의 각각의 개구 크기보다 실질적으로 크다. 실질적으로 더 크다는 것은, 광이 방출되는 개구가 적어도 5% 크다는 것을 의미한다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소의 각각의 개구 크기보다 약 10% 내지 300% 크다. 상기 기재된 바대로, 제4 부화소의 개구 크기가 더 클수록, 원하는 휘도를 성취하기 위해 제1 광원에 필요한 전력 밀도를 감소시키는 데 전위가 크다.

[0086] 본 발명자들은 또한 일부 실시양태에서 W 부화소의 크기를 감소시키는 것이 바람직할 수 있다는 것을 인식하였다. 일부 실시양태에서, 이것은 개선된 해상도 및 더 큰 디스플레이 색 영역을 발생시킬 수 있다. 일부 실시양태에서, 제4 부화소의 개구 크기는 제1 부화소, 제2 부화소 및 제3 부화소의 각각의 개구 크기보다 약 1.1 배 내지 3.0 배 작을 수 있다. 그러나, W 부화소의 크기 감소는 부화소의 단위 면적당 휘도 감소를 요할 수 있으므로, 발광 디바이스에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이것은 다시 더 높은 전력 밀도를 요하고 디바이스의 수명을 감소시킬 수 있다.

[0087] **예시적인 실시양태의 예시적인 시뮬레이션**

[0088] 상기 기재된 바대로, 실시양태는 더 따뜻한 화이트 밸런스를 갖는 RGBW 발광 디바이스(예컨대, OLED 디스플레이)를 제공할 수 있다. 예를 들면, 디스플레이의 화이트 밸런스는 상관 색 온도(CCT)가 약 6504 K 미만일 수 있다. 일부 실시양태에서, 화이트(W) 부화소로부터의 방출은 디스플레이의 화이트 밸런스와 매우 일치할 수 있어서 디바이스가 더 효율적으로 조작될 수 있다. 일부 실시양태에서, OLED가 2개 이상의 유기 스택을 포함하는 것이 바람직하다. 일부 실시양태에서, W 부화소가 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 부화소의 개구 크기보다 큰 개구 크기를 갖고, W 부화소로부터의 광 방출이 대개 이러한 디바이스로부터 방출된 광의 가장 큰 부분을 포함하므로, 바람직하게는 W 부화소의 개구 크기가 실질적으로 더 큰 것이 바람직하다. 일부 실시양태에서, 백색 방출이 OLED의 조작 온도를 감소시키고 수명을 증가시키기 위해 모든 인광 에미터를 사용하여 성취되는 것이 바람직하다. 이것은 전력 소비가 더 적은 디바이스에 제공될 수 있다. 일부 실시양태에서, 형광 청색 구성요소를 갖는 적색 및 녹색 인광 구성요소를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 본원에 기재된 몇몇 개념을 예시하는 본 발명자들에 의해 수행된 시뮬레이션의 결과가 하기 제공되어 있다.

[0089] 일부 실시양태에서, 상기 기재된 바대로, 특히 RGBW OLED 디스플레이에서, 백색("W") 부화소는 통상적으로 가장 흔히 사용되고, 따라서 W 부화소의 수명이 디스플레이 수명을 결정짓는다. 본원에 개시된 바대로, 본 발명자들은 W 부화소 방출(예를 들면, 발광 디바이스의 백색 방출)이 더 차가운 화이트 밸런스(예를 들면, CCT가 D65 이상인 화이트 밸런스)보다 더 따뜻한 화이트 밸런스(예를 들면, CCT가 6,504 K인 CCT 값이 D65 미만)에 일치하는 경우 W 부화소의 수명이 향상될 수 있다는 것을 입증하였다. 이것은 본 발명자들에 의해 수행되고 하기 자세히 기재된 하기 시뮬레이션에 예시되어 있다. 특정 구성요소, 값, 설정 등의 선택을 비롯하여 기재된 디바이스는 예시만을 위한 것이고 제한인 것으로 의도되지 않는다는 것을 이해해야 한다.

[0090] 예시 및 단순성의 목적을 위해, 이 예시적인 시뮬레이션에서, 온도 효과가 무시된다. 더 진전된 모델에서, 각각의 부화소 내의 전력 밀도가 W 부화소 조작 온도에 근접하도록 사용되고, 추가의 수명 보정 인자가 도입될 수

있다는 것을 유의해야 한다. 이와 관련하여, 더 낮은 전력 소비, 특히 더 낮은 전력 밀도는 통상적으로 W 부화소 조작 온도를 감소시켜, 결국 부화소의 수명을 증가시킬 수 있으므로 유리할 수 있다. 또한, 조작 온도 감소를 성취하기 위해 많은 방식이 존재할 수 있다. 효율적으로 조작 온도 감소를 성취하기 위해 본 발명자들이 인식하는(일부 실시양태에서 바람직할 수 있는) 하나의 방식은 OLED에서 매우 효율적인 인광 에미터를 사용하는 것이다.

[0091] 이 시뮬레이션의 목적을 위해 하기 W 부화소 OLED 구조를 사용한다: 1개의 내부 접합부(또는 전하 생성 층(CGL))를 갖는 2개의 스택 OLED 디바이스. 황색 방출이 도 4(a)에 도시되어 있고, 청색 방출이 도 4(b)에 도시되어 있다. 도 4(a)에서 볼 수 있는 것처럼, 황색 방출은 84 nm인 반최대에서의 완전 너비(FWHM; full-width at half maximum)로 566 nm에서 최대이다. 도 4(b)에 도시된 바대로, 청색 방출은 47 nm인 FWHM으로 455 nm에서 최대이다. 청색 방출 스펙트럼을 문헌[Kawamura et al., New Deep Blue Fluorescent Materials and Their Application to High Performance OLEDs, Proc. Soc. Inf. Disp. Tech. Papers, p. 829 (2011)]로부터 취하고, 이것은 전문이 참조문헌으로 본원에 포함된다. (컬러 필터 흡수 손실 전에) 모든 생성된 부화소에 대한 외부 양자 효율(EQE)은 40%인 것으로 추정된다. 이 EQE는 인광 물질 시스템으로부터 황색 방출 및 청색 방출 둘 다 생기는 경우 합당하다.

[0092] 도 5(a) 내지 도 5(c)는 예시적인 디바이스의 시뮬레이션에서 R, G 및 B 부화소에 사용되는 예시적인 컬러 필터에 대한 광 투과율을 보여준다. 이 컬러 필터는 각각의 부화소 303-305에 대해 도 3에 도시된 컬러 필터에 해당한다. 도 5(a)는 적색 컬러 필터의 파장의 함수로서의 광 투과율을 보여주고, 이는 더 낮은 파장을 갖는 광을 차단하면서 약 580 nm 초과 파장을 갖는 광이 통과하도록 한다. 도 5(b)는 녹색 컬러 필터의 파장의 함수로서의 광 투과율을 보여주고, 이는 다른 파장을 갖는 광을 차단하면서 약 480 nm 내지 580 nm의 파장을 갖는 광이 통과하도록 한다. 도 5(c)는 청색 컬러 필터의 파장의 함수로서의 광 투과율을 보여주고, 이는 다른 파장을 갖는 광을 차단하면서 약 390 nm 내지 520 nm의 파장을 갖는 광이 통과하도록 한다. 컬러 필터 및 본원에 기재된 특성이 오직 예시이고, 다른 디바이스가 부화소의 몇몇 또는 모든 컬러 필터에 대해 약간 상이한 광 투과율 범위를 갖는 컬러 필터를 가질 수 있는 것으로 이해되어야 한다.

[0093] 부화소로부터의 방출을 제어하기 위해 사용되는 박막 트랜지스터(TFT)를 포함하는 예시적인 디스플레이의 전압은 12 V(예를 들면, 각각의 OLED 스택(예시적인 디바이스에 대해 2개의 스택)에 대해 4 V 및 TFT에 대해 4 V)인 것으로 추정된다. 일반적으로, 다수의 스택을 포함하는 OLED 디바이스 건축이 바람직할 수 있는데, 왜냐하면 구동 TFT로부터의 전력 소비가 감소할 수 있기 때문이다. 이것은 OLED에 대한 다수의 스택이 증가하고, 구동 TFT로부터의 전력 손실 백분율이 소정 광휘에서 전력 감소에 기초하여 감소할 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 관계식은 도 6에 도시되어 있다.

[0094] 도 6에 도시된 바대로, 예시적인 시뮬레이션된 디바이스의 전력 소비는 1개의 스택 디자인과 2개의 스택 디자인 사이에 비교적 상당한 감소를 갖는다. 추가의 스택(즉, 3개 및 4개의 스택)을 포함하는 디자인이 계속적인 전력 소비 감소를 제공하지만, 일반적으로 각각의 스택의 추가에 의해 이익이 크지 않다. 특히, 도 6은 D90 화이트 밸런스(즉, (0.287, 0.296)의 CIE 1931 (x, y) 좌표 및 약 9000 K의 CCT를 가짐) 및 (0.291, 0.291)의 CIE 1931 (x, y) 좌표를 갖는 화이트 밸런스에 매우 일치하는 W 부화소로부터의 방출을 갖는 예시적인 RGBW OLED 디스플레이에 대한 데이터를 보여준다. 1개의 스택 디자인으로부터 2개의 스택 디자인으로 이동하면서 24.9%의 전력 절약을 성취할 수 있다. 추가로, 또한 스택 수를 증가시킴으로써 소정의 광휘에 대해 수명이 증가할 수 있는 것으로 이해된다. 이것은 부분적으로 동일한 광 출력에 필요한 전력 밀도 감소로 인한 수 있다. 이러한 예시적인 시뮬레이션에서, 본 발명자들은 2개의 스택 디자인에 주목하였다. (더 낮은 전력 소비일 수 있는) 추가의 스택을 또한 사용할 수 있더라도, 추가의 스택의 사용이 제작 비용을 증가시키고 광 흡수 손실을 증가시킬 것이다.

[0095] 예시적인 시뮬레이션에 연속하여, 각각 도 4(a) 및 도 4(b)에 도시된 예시적인 황색 에미터 및 청색 에미터로부터의 청색 방출에 대한 황색 방출의 비를 변경시킴으로써, D50, D65 및 D90의 화이트 밸런스 지점에 매우 일치된 백색 방출 색도를 입증할 수 있다. 이는 도 7에서 선(701)으로 도시되어 있다. 선(702)은 백열 흑체의 색상이 흑체 온도가 변하면서 특히 색도 공간을 차지하는 경로 또는 궤적인 완전 복사체 궤적(또는 흑체 궤적)을 나타낸다.

[0096] 도 8(a) 내지 도 8(c)는 예시적인 디바이스로부터의 백색 방출 스펙트럼을 보여준다. 도 8(a)는 D50의 화이트 밸런스를 갖는 디바이스에 대한 방출 스펙트럼을 보여주고; 도 8(b)는 D65의 화이트 밸런스를 갖는 디바이스에 대한 방출 스펙트럼을 보여주고; 도 8(c)는 D90의 화이트 밸런스를 갖는 디바이스에 대한 방출 스펙트럼을 보여

준다. 검정 선(801)은 (또한 예시적인 시뮬레이션에서의 W 부화소의 색상인) 제1 광원의 백색 방출 스펙트럼을 보여주고, 음영 구역은 각각의 백색 방출 스펙트럼에 대한 각각의 컬러 필터를 통해 예상된 투과율을 보여준다. 즉, 음영 구역(802)은 각각의 투과 스펙트럼에 대한 청색 컬러 필터로부터의 투과율을 보여주고; 음영 구역(803)은 각각의 방출 스펙트럼에 대한 녹색 컬러 필터로부터의 투과율을 보여주고; 음영 구역(804)은 각각의 방출 스펙트럼에 대한 적색 컬러 필터로부터의 투과율을 보여준다. 상당히 덜 청색인 방출이 D65 또는 D90에 대한 것보다 D50 화이트 밸런스에 해당하는 백색 방출에 필요하다는 것을 볼 수 있다.

[0097] 예시적인 시뮬레이션의 목적을 위해, 전력 소비를 10개의 특정한 샘플 이미지를 보여줄 때 예시적인 32인치 RGBW OLED 디스플레이에 대해 모델링한다. 예시적인 디스플레이는 완전 화이트(즉, 디스플레이 화소의 모두를 디스플레이 컬러 화이트로 설정할 때)에서 360 cd/m²에서 조작된다. 전력 소비를 각각의 부화소에 대해 모델링하고, 그 후 예시적인 디스플레이에 대한 전체 전력 소비를 각각의 부화소의 전력 소비의 합을 취하여 계산한다. 이 계산을 각각의 10개의 샘플 이미지에 대해 수행하고, 그 후 평균을 이용하여 디스플레이의 전력 소비를 확립한다. 디스플레이의 전력 소비를 3개의 상이한 화이트 밸런스에 대해 계산한다: (1) 약 (0.346, 0.359)의 CIE 1931 (x, y) 좌표를 갖는 D50; (2) 약 (0.313, 0.329)의 CIE 1931 (x, y) 좌표를 갖는 D65; 및 (3) 약 (0.287, 0.296)의 CIE 1931 (x, y) 좌표를 갖는 D90. 각각의 경우에, 제1 광원의 화이트 방출(및 따라서 W 부화소)을 각각의 화이트 밸런스에 매우 일치하도록 제어한다: (1) D50의 경우, 약 (0.346, 0.357)의 CIE 1931 (x, y) 좌표를 갖는 백색 방출; (2) D65의 경우, 약 (0.318, 0.324)의 CIE 1931 (x, y) 좌표를 갖는 백색 방출; 및 (3) D90의 경우, 약 (0.291, 0.292)의 CIE 1931 (x, y) 좌표를 갖는 백색 방출. 백색 방출 색상은 표 2에서 각각의 화이트 밸런스로 나타난다. 예시적인 디바이스에서 시뮬레이션의 이 부분의 결과는 하기 표 1에 기재되어 있다:

표 1

상이한 화이트 밸런스에 대한 전력 소비.

전력	D50	D65	D90
적색[W]	8.1	7.8	8.6
녹색[W]	6.8	9.2	9.3
청색[W]	3.7	4.6	4.9
백색[W]	12.7	13.0	14.2
전체 전력[W]	31.3	34.7	37.1

[0098]

[0099] 상기 기재된 바대로, 통상의 RGBW OLED 디스플레이의 수명을 W 부화소에 의해, 더 구체적으로는, W 부화소의 청색 구성요소에 의해 결정할 수 있다. 따라서, 본 발명자들은 또한 예시적인 디바이스에 대해 각각의 10개의 샘플 이미지에 대해 W 부화소에서의 평균 전력 밀도를 계산하였다. 그 후, 이 평균 전력 밀도를 사용하여 예시적인 디스플레이의 예상 수명을 계산하였다. 이 목적을 위해, 초기 휘도의 95%로의 청색 구성요소의 수명은 1,000 cd/m²에서 LT95 = 2,000 hr인 것으로 취하고, 이것은 문헌[Kawamura et al. in Proc. Soc. Inf. Disp. Tech. Papers p829 (2011)]에 보고된 바대로 합당한 수명이다. 1.5의 가속 계수(AF)가 추정되었다. 예시적인 디바이스의 경우, 각각의 부화소에 대한 부화소 개구비는 40%인 것으로 추정되었다. 예시적인 디스플레이의 수명을 동일한 3개의 상이한 화이트 밸런스 및 백색 방출에 대해 계산하였고: 시뮬레이션의 이 부분의 결과는 하기 표 2에 기재되어 있다:

표 2

상이한 화이트 밸런스에 대한 전력 소비 및 수명.

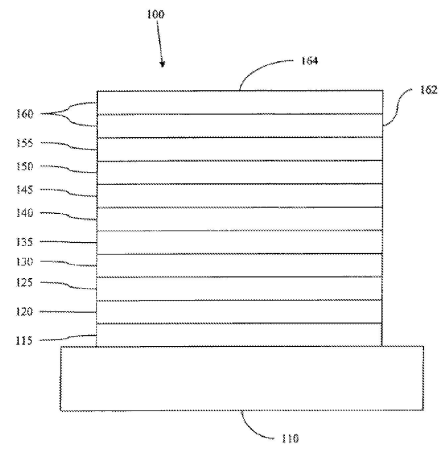
	화이트 밸런스 CIE 1931 (x, y)	B 계수	백색 방출 CIE 1931 (x, y)	전력 [W]	LT90 [khr]	효율 [cd/A]			
						R 부화소	G 부화소	B 부화소	W 부화소
D50	(0.346, 0.359)	1.023	(0.346, 0.357)	31.3	5.0	9.7	28.0	3.1	96.6
D65	(0.313, 0.329)	1.438	(0.318, 0.324)	34.7	3.4	8.6	26.4	3.8	90.0
D90	(0.287, 0.296)	1.973	(0.291, 0.292)	37.1	2.3	7.6	24.7	4.5	83.4

[0100]

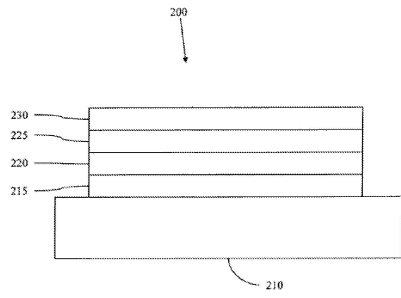
- [0101] 표 1은 각각의 3개의 상이한 화이트 밸런스에 대한 각각의 부화소의 전력 소비 및 전체 디스플레이 전력 소비를 보여준다. 예시적인 시뮬레이션의 경우, 전력 소비가 D50의 경우 가장 낮다는 것을 볼 수 있다. 즉, D50의 경우 시뮬레이션에서의 전력 소비는 D65의 경우 3.4 W 미만이고, D90의 경우 5.8 W 미만인 것으로 계산되었다. 데이터는 추가로 표 2("전력" 행)에 요약되어 있다. "B 계수"는 최고의 적색 방출 또는 녹색 방출 피크의 피크 높이에 대한 청색 방출의 피크 높이의 비를 보여준다.
- [0102] 표 2로부터, 예시적인 시뮬레이션의 경우, D65 화이트 밸런스로부터 D50 화이트 밸런스로 이동할 때, 9.8%의 전력 소비가 감소하고, 47.1%의 W 부화소(여기서, LT90(즉, 부화소가 초기 휘도의 90%에 있는 시간)으로 측정됨)의 경우 수명이 증가한다는 것을 볼 수 있다. 화이트 밸런스의 함수로서의 전력 소비 및 수명 데이터가 도 9에 도시되어 있다(수명 데이터(901)를 도 9에서의 그래프의 오른쪽의 스케일에 기초하여 시간 단위로 측정하고; 전력 소비 데이터(902)를 도 9에서의 그래프의 왼쪽의 스케일에 기초하여 Watt 단위로 측정한다는 것에 유의한다). 도 9에 도시된 바대로, 전력 소비(902)가 감소하면서 백색 부화소의 수명(901)은 증가한다. 더구나, 화이트 밸런스는 D90로부터 D65로 D50으로 감소하고, W 부화소의 수명(901)은 증가한다. 상기 기재된 바대로, 임의의 화이트 밸런스 수준에서 전력 소비를 최소화하기 위해(그리고 상응하게 가장 긴 수명을 성취하기 위해), 디스플레이의 백색 방출은 실질적으로 선택된 화이트 밸런스에 일치되어야 한다는 것에 유의한다.
- [0103] 예시적인 시뮬레이션은, 이전에 고려된 것보다 더 따뜻한(예를 들면, CCT 값이 6504 K의 CCT의 D65보다 적은) 백색인 화이트 밸런스 지점을 선택함으로써, 또한 W 부화소 방출을 이 화이트 밸런스에 매우 일치시킴으로써, 디스플레이 전력 소비를 최소화하고 조작 수명을 최대화할 수 있다. 또한, 예를 들면, (필요한 전력 밀도가 감소하도록) 더 큰 W 부화소 개구를 사용함으로써 그리고/또는 다수의 OLED 스택을 사용함으로써 추가의 수명 개선을 성취할 수 있다. 상기 기재된 바대로, 본 발명자들은, 이전의 디바이스와 달리, 화이트 밸런스 지점을 최적화하고 독단으로 이것을 D65의 값으로 설정하지 않았다.
- [0104] 본원에 기재된 다양한 실시양태는 오직 예의 방식으로 기재되어 있고, 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는 것으로 이해된다. 예를 들면, 본원에 기재된 많은 물질 및 구조는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 물질 및 구조로 대체될 수 있다. 당업자에게 명확한 것처럼, 청구된 본 발명은 따라서 본원에 기재된 특정 예 및 바람직한 실시양태로부터의 변형을 포함할 수 있다. 본 발명이 작동하는 방식에 대해 다양한 이론이 제한되도록 의도되지 않는 것으로 이해된다.
- [0105] 단수 용어는 반대사향이 명확히 기재되지 않은 한 "하나 이상"을 의미하도록 의도된다.

도면

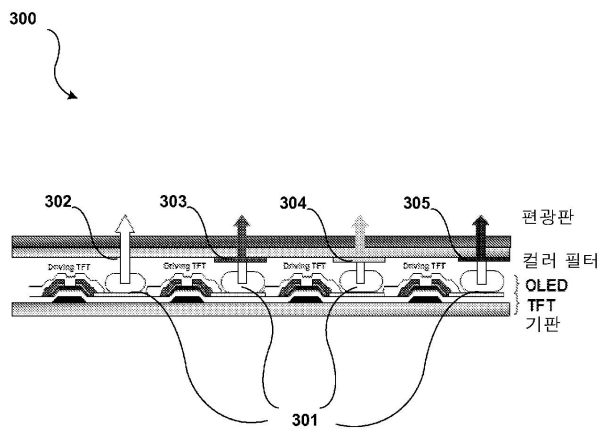
도면1



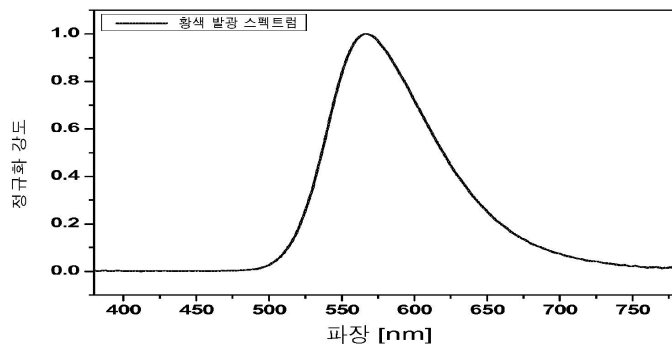
도면2



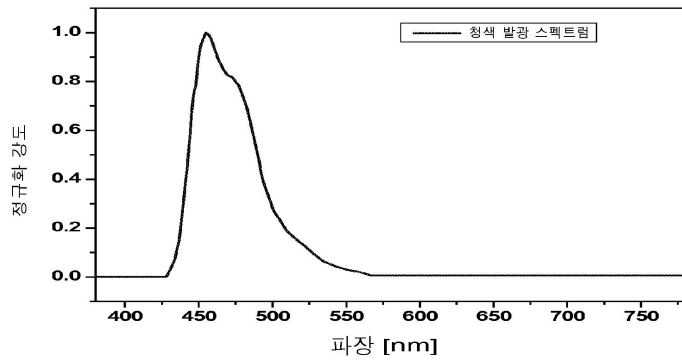
도면3



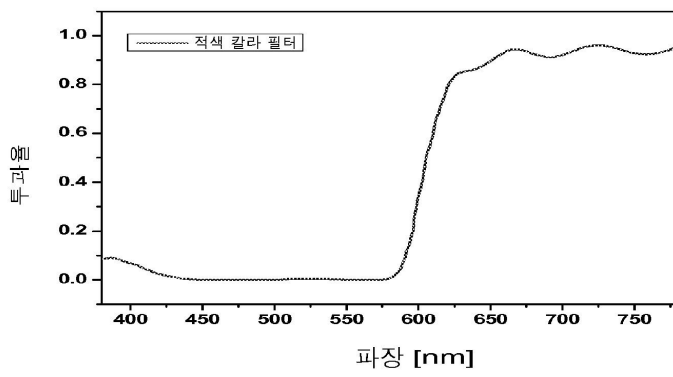
도면4a



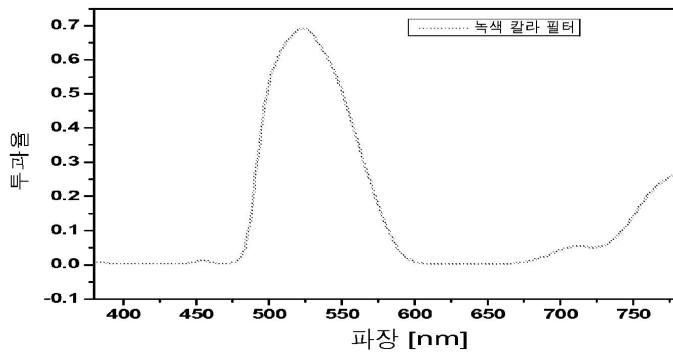
도면4b



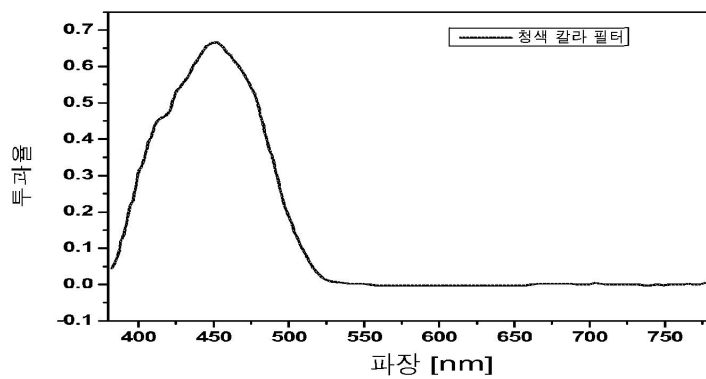
도면5a



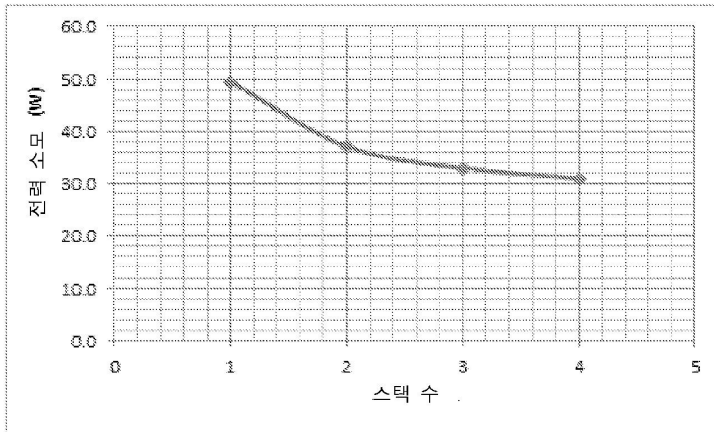
도면5b



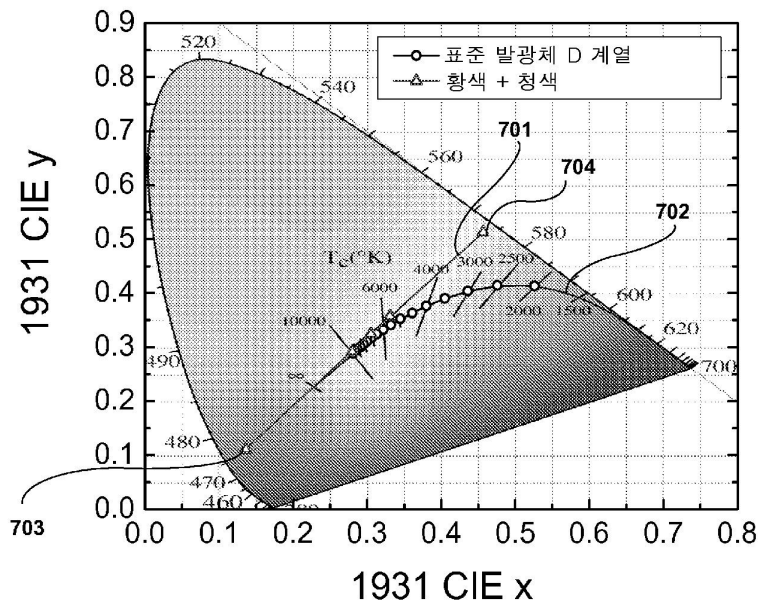
도면5c



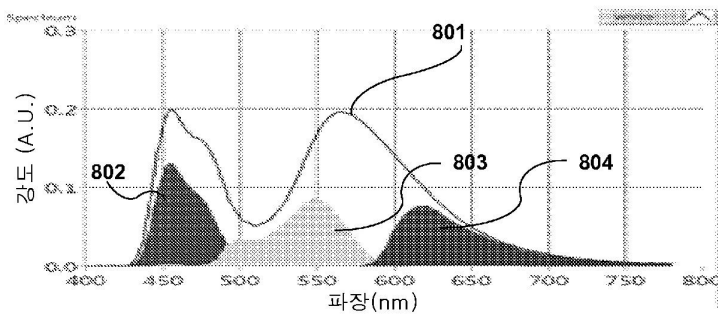
도면6



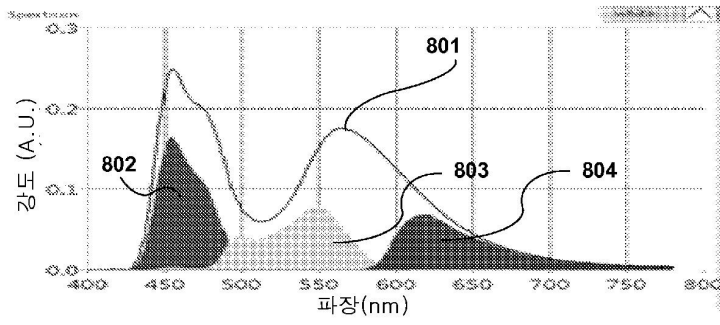
도면7



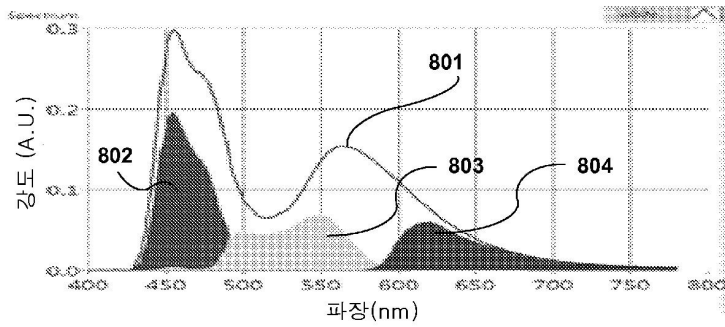
도면8a



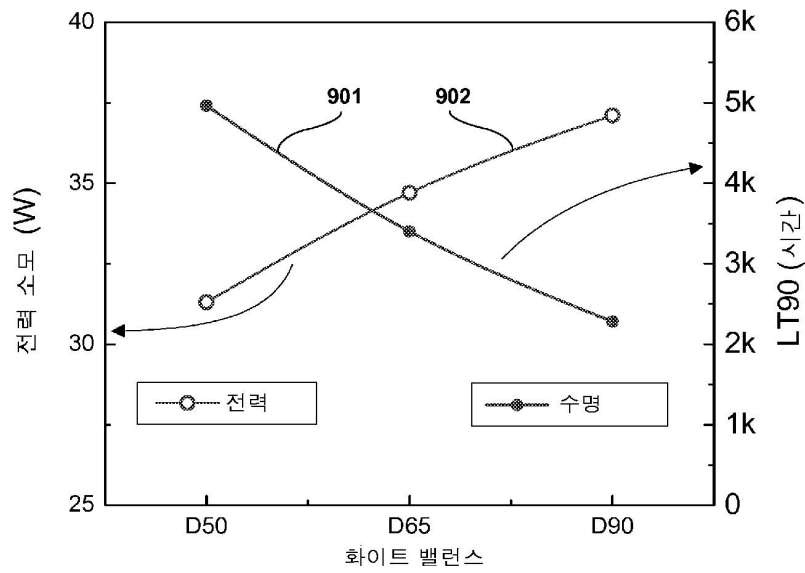
도면8b



도면8c



도면9



专利名称(译)	RB ON LED显示屏，使用寿命更长，功耗更低		
公开(公告)号	KR101966854B1	公开(公告)日	2019-04-08
申请号	KR1020120078249	申请日	2012-07-18
[标]申请(专利权)人(译)	环球展览公司		
申请(专利权)人(译)	通用显示器公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用显示器公司		
[标]发明人	소우영		
发明人	레버모어 피터 소우영 위버 마이클 에스 해크 마이클		
IPC分类号	H01L51/52		
代理人(译)	Gimjinhoe		
审查员(译)	这蓬莱		
优先权	13/185063 2011-07-18 US		
其他公开文献	KR1020130010444A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供包括第一光源 (301) 的第一装置，该第一光源具有至少一个有机发光装置，该有机发光装置可以发射具有小于6504K的相关色温 (CCT) 的近白光。第一装置还可以具有多个像素，该多个像素包括第一子像素 (304)，该第一子像素 (304) 具有与第一光源光学通信的滤色器，该滤色器使具有在400nm和500nm之间的峰值波长的光通过。具有与第一光源光学连通的滤色器的第二子像素 (305)，该滤色器使具有在500和580 nm之间的峰值波长的光通过。具有与第一光源光学连通的滤色器的第三子像素 (303)，该滤色器使峰值波长在580和700nm之间的光通过。发出近白光的第四子像素 (302) 可能具有小于6504 K的CCT。

