(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년01월26일
(11) 등록번호 10-2492041
(24) 등록일자 2023년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/15 (2006.01) *F21Y 113/13* (2016.01)
F21Y 115/10 (2016.01) *H01L 25/075* (2006.01)
H01L 33/50 (2010.01) *H05B 33/02* (2006.01)
H05B 45/20 (2020.01)
(52) CPC특허분류
H01L 27/156 (2013.01)
H01L 25/0753 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7024582
(22) 출원일자(국제) 2020년12월09일
심사청구일자 2022년07월15일
(85) 번역문제출일자 2022년07월15일
(65) 공개번호 10-2022-0107069
(43) 공개일자 2022년08월01일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/064065
(87) 국제공개번호 WO 2021/126635
국제공개일자 2021년06월24일
(30) 우선권주장
16/723,265 2019년12월20일 미국(US)
20155176.9 2020년02월03일
유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160053974 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
루미레즈 엘엘씨
미국 캘리포니아주 95131-1008 산 호세 웨스트 트림블 로드 370
(72) 발명자
소어, 바우터
네덜란드 엔엘 스키폴 타워 비5 유닛 107 더 베이스 에버트 반 드 벡스트라트 1
(74) 대리인
양영준, 백만기

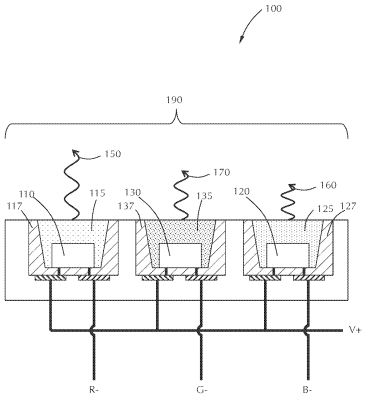
전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 황재연

(54) 발명의 명칭 **바람직한 연색성을 갖는 조정가능한 조명 시스템**

(57) 요 약

복합 백색 광을 방출하기 위해, 제1 인광체를 갖는 제1 LED, 제2 인광체를 갖는 제2 LED 및 제3 인광체를 갖는 제3 LED를 갖는 발광 디바이스들이 설명된다. 제1 LED 및 제1 인광체는 복합 백색 광의 적색 스펙트럼 성분을 방출하고, 제2 LED 및 제2 인광체는 청색 스펙트럼 성분을 방출하고, 제3 LED 및 제3 인광체는 녹색 스펙트럼 성분을 방출한다. 녹색 스펙트럼 성분은 진적색 스펙트럼 파장 영역에서 적어도 30%의 복사 플럭스를 갖는다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 33/504 (2013.01)
H05B 33/02 (2013.01)
H05B 45/20 (2022.01)
F21Y 2113/13 (2016.08)
F21Y 2115/10 (2021.08)

(56) 선행기술조사문헌
CN109216333 A
KR1020190062326 A
KR1020180017751 A
KR1020170082187 A

명 세 서

청구범위

청구항 1

발광 디바이스로서,

복합 백색 광의 적색 스펙트럼 성분만을 방출하도록 구성된, 제1 LED 및 제1 인광체;

상기 복합 백색 광의 청색 스펙트럼 성분만을 방출하도록 구성된, 상기 제1 LED 및 제1 인광체로부터 분리된 제2 LED 및 제2 인광체; 및

상기 복합 백색 광의 녹색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 상기 제1 LED 및 제1 인광체 및 제2 LED 및 제2 인광체로부터 분리된 제3 LED 및 제3 인광체 - 상기 녹색 스펙트럼 성분은 500 nm 내지 580 nm의 제1 피크 파장 및 630 nm 초과의 제2 피크 파장을 갖고, 총 복사 플럭스의 적어도 30%를 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 가짐 -

를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제3 인광체는 TM-30-18에 의한 -5% 이상의 $R_{cs,h1}$을 갖는 녹색 스펙트럼 성분을 제공하도록 구성되는, 발광 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 적색 스펙트럼 성분, 청색 스펙트럼 성분 및 녹색 스펙트럼 성분 각각은 0.95 미만의 자극 순도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적색 스펙트럼 성분은 0.8 내지 0.94의 범위의 자극 순도를 갖고, 상기 녹색 스펙트럼 성분은 0.8 내지 0.94의 범위의 자극 순도를 갖고, 상기 청색 스펙트럼 성분은 0.4 내지 0.5의 범위의 자극 순도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복합 백색 광은 90 이상의 Ra 및 50 이상의 R9를 갖는 연색 지수(CRI)를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 복합 백색 광은 2700 K 내지 6500 K의 목표 상관 색온도(CCT) 범위에 걸쳐 100 이상의 TM-30-18 색역 지수(Rg)를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복합 백색 광은 상기 목표 CCT 범위에 걸쳐 0% 내지 15%의 범위의 색조 빈 1($R_{cs,h1}$)에 대한 TM-30-18 크로

마 시프트를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 LED, 상기 제2 LED 및 상기 제3 LED 각각은 감청색 광을 방출하도록 구성되는, 발광 디바이스.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 적색 스펙트럼 성분은 380 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 600 nm 초과의 파장에서 최대 강도를 갖는 광을 포함하고, 상기 청색 스펙트럼 성분은 380 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 500 nm 미만의 파장에서 최대 강도를 갖는 광을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 10

제1항에 있어서,

복수의 RGB LED 그룹들이 존재하고, 각각의 RGB LED 그룹은 상기 제1 LED, 상기 제1 인광체, 상기 제2 LED, 상기 제2 인광체, 상기 제3 LED, 및 상기 제3 인광체를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 LED 및 상기 제1 인광체 각각은 제1 LED 패키지 내에 포함되고, 상기 제2 LED 및 상기 제2 인광체 각각은 제2 LED 패키지 내에 포함되고, 상기 제3 LED 및 상기 제3 인광체 각각은 제3 LED 패키지 내에 포함되는, 발광 디바이스.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 LED 패키지들 각각은 직렬로 연결되고, 상기 제2 LED 패키지들 각각은 직렬로 연결되고, 상기 제3 LED 패키지들 각각은 직렬로 연결되는, 발광 디바이스.

청구항 13

제12항에 있어서,

직렬로 연결된 상기 제1 LED 패키지들, 직렬로 연결된 상기 제2 LED 패키지들 및 직렬로 연결된 상기 제3 LED 패키지들은 공통 캐소드를 공유하는, 발광 디바이스.

청구항 14

발광 디바이스로서,

복합 백색 광의 불포화 적색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 제1 LED 및 제1 인광체;

상기 복합 백색 광의 불포화 청색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 상기 제1 LED 및 제1 인광체로부터 분리된 제2 LED 및 제2 인광체; 및

상기 복합 백색 광의 불포화 녹색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 상기 제1 LED 및 제1 인광체 및 제2 LED 및 제2 인광체로부터 분리된 제3 LED 및 제3 인광체 - 상기 제3 인광체는 진적색 스펙트럼 파장들을 상기 제3 LED로부터 방출된 광에 추가하도록 구성된 녹색 인광체를 포함하고, 상기 녹색 스펙트럼 성분은 500 nm 내지 580 nm의 제1 피크 파장 및 630 nm 초과의 제2 피크 파장을 갖고 총 복사 플럭스의 적어도 30%를 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 가짐 -

를 포함하고,

상기 복합 백색 광은 90 이상의 Ra를 갖는 연색 지수(CRI), 및 2700 K 내지 6500 K의 목표 CCT 범위에 걸쳐 0%

내지 15%의 범위 내의 색조 빈 1($R_{cs,h1}$)에 대한 TM-30-18 크로마 시프트를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 15

발광 디바이스로서,

복합 백색 광의 적색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 복수의 제1 LED들 및 제1 인광체들 - 상기 제1 LED들 각각은 직렬로 연결됨 -;

상기 복합 백색 광의 청색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 상기 복수의 제1 LED들 및 제1 인광체들로부터 분리된 복수의 제2 LED들 및 제2 인광체들 - 상기 제2 LED들 각각은 직렬로 연결됨 -;

상기 복합 백색 광의 녹색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 상기 제1 LED들 및 제1 인광체들 및 제2 LED들 및 제2 인광체들로부터 분리된 복수의 제3 LED들 및 제3 인광체들 - 상기 녹색 스펙트럼 성분은 500 nm 내지 580 nm의 제1 피크 파장 및 630 nm 초과의 제2 피크 파장 및 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 적어도 30%의 복사 플럭스를 갖고, 상기 제3 LED들 각각은 직렬로 연결됨 -; 및

상기 복수의 제1 LED들, 상기 복수의 제2 LED들 및 상기 복수의 제3 LED들에 대한 입력 전력을 독립적으로 제어하도록 구성된 제어기

를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 복합 백색 광은 90 이상의 Ra를 갖는 연색 지수(CRI)를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 복합 백색 광은 상기 적색 스펙트럼 성분, 청색 스펙트럼 성분 및 녹색 스펙트럼 성분에 대해 0.95 미만의 자극 순도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 적색 스펙트럼 성분은 0.8 내지 0.94의 범위의 자극 순도를 갖고, 상기 녹색 스펙트럼 성분은 0.8 내지 0.94의 범위의 자극 순도를 갖고, 상기 청색 스펙트럼 성분은 0.4 내지 0.5의 범위의 자극 순도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 복합 백색 광은 50 이상의 R9를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 20

제15항에 있어서,

상기 복합 백색 광은 2700 K 내지 6500 K의 목표 CCT 범위에 걸쳐 100 이상의 TM-30-18 색역 지수(R_g), 상기 목표 CCT 범위에 걸쳐 0% 내지 15%의 범위의 색조 빈 1($R_{cs,h1}$)에 대한 크로마 시프트를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2019년 12월 20일자로 출원된 미국 특허 출원 번호 16/723,265 및 2020년 2월 3일자로 출원된 유럽 특허 출원 번호 20155176.9에 대한 우선권의 이익을 주장하며, 이들 각각은 그 전체가 참조로 본원에 포함된다.

[0002] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 발광 다이오드(LED) 디바이스들 및 그 제조를 위한 방법들에 관한 것이다. 특히, 본 개시내용의 실시예들은 높은 색 충실도를 갖는 발광 다이오드(LED) 디바이스들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 발광 다이오드(LED)는 그를 통해 전류가 흐를 때 가시 광을 방출하는 반도체 광원이다. LED들은 발광하는 디바이스를 형성하기 위해 P형 반도체와 N형 반도체를 결합한다. LED들은 일반적으로, 다른 반도체들을 사용하는 디바이스들보다 더 높은 온도에서 안정적인 작동을 제공하는 III-V족 화합물 반도체를 사용한다. III-V족 반도체 화합물은 전형적으로, 사파이어 산화알루미늄(Al_2O_3) 또는 탄화규소(SiC)로 형성된 기판 상에 형성된다.

[0004] LED는 증가된 더 긴 파장 성분들을 갖는 광을 생성하기 위해 "인광체"와 조합될 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같은 인광체는 LED의 스펙트럼 전력 분포를 변환하거나 수정하는 물질을 지칭한다. 예를 들어, 청색 스펙트럼 범위를 나타내는 LED는, 전체 관찰되는 색을 변경하기 위해 더 짧은 파장의 청색 광을 더 긴 파장(예를 들어, 녹색 또는 적색 파장들)으로 변환하기 위해서 인광체를 사용하여 변환될 수 있다. 인광체는 LED로부터의 광의 일부를 흡수하고 전자들이 불안정한 에너지 레벨들로 촉진되게 한다. 여기 상태 전자들이 기저 상태로 완화될 때, 광 형태의 에너지가 방출된다. 방출된 광은 인광체에 의해 초기에 흡수된 광보다 더 낮은 에너지(더 긴 파장)를 갖는다. 인광체는 또한, 파장 수정 구성요소 또는 조성물로서 지칭될 수 있다.

[0005] 인광체에 의해 흡수되고 방출되는 광의 양은, 특히, 인광체 물질의 조성 및/또는 인광체 물질의 농도에 의존한다. 디바이스들은 LED에 의해 방출되는 모든 광이 인광체 물질에 의해 흡수되도록 구성될 수 있다. 그러므로, 디바이스는 좁은 범위의 파장들의 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 디바이스는 대안적으로, 방출되는 광이 LED로부터의 파장과 인광체로부터의 파장의 혼합이도록, LED로부터의 광의 전부 미만을 흡수하도록 구성될 수 있다. 농도 및/또는 인광체 물질 종을 변경함으로써, 광의 색이 조정될 수 있다.

[0006] 불포화 적색, 녹색 및 청색 인광체-변환 LED들을 이용한 색 조정은 넓은 상관 색온도(CCT) 범위에 걸쳐 백색 광의 높은 효능 및 플럭스를 달성하면서 또한 높은 색 충실도를 제공하는 효과적인 접근법이다.

[0007] 많은 조명 응용들에서, 바람직한 연색 성능은 종종, 가장 높은 색 충실도를 제공하는 것보다는 가장 높은 주관적 선호도를 제공하는 것이다. 많은 연구들은, 일반적인 색 충실도가 일단 특정 임계치를 통과하면, 선호도는 일반적인 색 충실도보다는 적색 채도와 더 많이 상관된다는 것을 보여주었다. 개선된 높은 충실도 색을 위한 조정된 색 프로파일들을 갖는 발광 디바이스들이 필요하다.

발명의 내용

[0008] 본원의 디바이스들은 바람직한 연색성을 갖는 발광 다이오드(LED) 디바이스들이다. 본 개시내용의 하나 이상의 실시예는 발광 다이오드(LED) 디바이스들에 관한 것이다. 발광 디바이스들은, 복합 백색 광의 적색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 제1 LED 및 제1 인광체를 포함한다. 제2 LED 및 제2 인광체는 복합 백색 광의 청색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된다. 제3 LED 및 제3 인광체는 복합 백색 광의 녹색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된다.

[0009] 녹색 스펙트럼 성분은 총 복사 플럭스의 적어도 30%를 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 녹색 스펙트럼 성분은 총 복사 플럭스의 적어도 30%를 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 갖는다.

[0010] 제3 인광체는 TM-30-18에 의한 -5% 이상의 $R_{cs,h1}$을 갖는 녹색 스펙트럼 성분을 제공하도록 구성될 수 있다. 일

부 실시예들에서, 제3 인광체는 TM-30-18에 의한 -5% 이상의 $R_{cs,h1}$을 갖는 녹색 스펙트럼 성분을 제공하도록 구성된다.

[0011] 적색, 청색 및 녹색 스펙트럼 성분들은 0.95 미만의 자극 순도를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 각각의 적색 스펙트럼 성분, 청색 스펙트럼 성분 및 녹색 스펙트럼 성분은 0.95 미만의 자극 순도를 갖는다. 적색 스펙트럼 성분은 0.8 내지 0.94 범위의 자극 순도를 가질 수 있다. 녹색 스펙트럼 성분은 0.8 내지 0.94 범위의 자극 순도를 가질 수 있다. 청색 스펙트럼 성분은 0.4 내지 0.5 범위의 자극 순도를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 적색 스펙트럼 성분 및 녹색 스펙트럼 성분은 각각, 0.8 내지 0.94 범위의 자극 순도를 갖고, 청색 스펙트럼 성분은 0.4 내지 0.5 범위의 자극 순도를 갖는다.

[0012] 복합 백색 광은 90 이상의 Ra 및 50 이상의 R9를 갖는 연색 지수(CRI)를 가질 수 있다. 복합 백색 광은 2700 K 내지 6500 K의 목표 상관 색온도(CCT) 범위에 걸쳐 100 이상의 TM-30-18 색역 지수(Rg)를 가질 수 있다. 복합 백색 광은 목표 CCT 범위에 걸쳐 0% 내지 15% 범위의 색조 빈(hue bin) 1($R_{cs,h1}$)에 대한 TM-30-18 크로마 시프트를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 복합 백색 광은 90 이상의 Ra 및 50 이상의 R9를 갖는 연색 지수(CRI)를 갖는다. 일부 실시예들에서, 복합 백색 광은 2700 K 내지 6500 K의 목표 상관 색온도(CCT) 범위에 걸쳐 100 이상의 TM-30-18 색역 지수(Rg)를 갖는다. 일부 실시예들에서, 복합 백색 광은 목표 CCT 범위에 걸쳐 0% 내지 15% 범위의 색조 빈 1($R_{cs,h1}$)에 대한 TM-30-18 크로마 시프트를 갖는다.

[0013] 제1 LED, 제2 LED 또는 제3 LED 중 하나 이상은 감청색 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 LED, 제2 LED 및 제3 LED 각각은 감청색 광을 방출하도록 구성된다.

[0014] 적색 스펙트럼 성분은 380 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 600 nm 초과의 파장에서 최대 강도를 가질 수 있다. 청색 스펙트럼 성분은 380 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 500 nm 미만의 파장에서 최대 강도를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 적색 스펙트럼 성분은 380 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 600 nm 초과의 파장에서 최대 강도를 갖는 광을 포함하고, 청색 스펙트럼 성분은 380 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 500 nm 미만의 파장에서 최대 강도를 갖는 광을 포함한다.

[0015] 복수의 RGB LED 그룹들이 존재할 수 있다. 각각의 RGB LED 그룹은 제1 LED, 제1 인광체, 제2 LED, 제2 인광체, 제3 LED 및 제3 인광체를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 복수의 RGB LED 그룹들이 존재하고, 각각의 RGB LED 그룹은 제1 LED, 제1 인광체, 제2 LED, 제2 인광체, 제3 LED, 및 제3 인광체를 포함한다.

[0016] 제1 LED 및 제1 인광체는 제1 LED 패키지 내에 포함될 수 있다. 제2 LED 및 제2 인광체는 제2 LED 패키지 내에 포함될 수 있다. 제3 LED 및 제3 인광체는 제3 LED 패키지 내에 포함될 수 있다. 제1 LED 패키지들은 직렬로 연결될 수 있다. 제2 LED 패키지들은 직렬로 연결될 수 있다. 제3 LED 패키지들은 직렬로 연결될 수 있다. 직렬로 연결된 제1 LED 패키지들, 직렬로 연결된 제2 LED 패키지들 및 직렬로 연결된 제3 LED 패키지들은 공통 캐소드를 공유할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 LED 및 제1 인광체 각각은 제1 LED 패키지 내에 포함되고, 제2 LED 및 제2 인광체 각각은 제2 LED 패키지 내에 포함되고, 제3 LED 및 제3 인광체 각각은 제3 LED 패키지 내에 포함된다. 일부 실시예들에서, 제1 LED 패키지들 각각은 직렬로 연결되고, 제2 LED 패키지들 각각은 직렬로 연결되고, 제3 LED 패키지들 각각은 직렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 직렬로 연결된 제1 LED 패키지들, 직렬로 연결된 제2 LED 패키지들 및 직렬로 연결된 제3 LED 패키지들은 공통 캐소드를 공유한다.

[0017] 본 개시내용의 추가적인 실시예들은 제1 LED 및 제1 인광체, 제2 LED 및 제2 인광체, 및 제3 LED 및 제3 인광체를 포함하는 발광 디바이스들에 관한 것이다. 제1 LED 및 제1 인광체는 복합 백색 광의 불포화 적색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성될 수 있다. 제2 LED 및 제2 인광체는 복합 백색 광의 불포화 청색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성될 수 있다. 제3 LED 및 제3 인광체는 복합 백색 광의 불포화 녹색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성될 수 있다. 제3 인광체는 제3 LED로부터 방출된 광에 진적색 스펙트럼 파장들을 추가하도록 구성된 녹색 인광체를 포함할 수 있다. 녹색 스펙트럼 성분은 총 복사 플럭스의 적어도 30%를 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 가질 수 있다. 복합 백색 광은 90 이상의 Ra를 갖는 연색 지수(CRI)를 가질 수 있다. 복합 백색 광은 목표 CCT 범위에 걸쳐 0% 내지 15% 범위의 색조 빈 1($R_{cs,h1}$)에 대한 TM-30-18 크로마 시프트를 가질 수 있다.

[0018] 본 개시내용의 일부 실시예들은 제1 LED 및 제1 인광체, 제2 LED 및 제2 인광체, 및 제3 LED 및 제3 인광체를 포함하는 발광 디바이스들에 관한 것이다. 제1 LED 및 제1 인광체는 복합 백색 광의 불포화 적색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된다. 제2 LED 및 제2 인광체는 복합 백색 광의 불포화 청색 스펙트럼 성분을 방출하도록

구성된다. 제3 LED 및 제3 인광체는 복합 백색 광의 불포화 녹색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된다. 제3 인광체는 제3 LED로부터 방출된 광에 진적색 스펙트럼 파장들을 추가하도록 구성된 녹색 인광체를 포함한다. 녹색 스펙트럼 성분은 총 복사 플럭스의 적어도 30%를 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 갖는다. 복합 백색 광은 90 이상의 Ra를 갖는 연색 지수(CRI), 및 목표 CCT 범위에 걸쳐 0% 내지 15%의 범위 내의 색조 빈 1($R_{cs,h1}$)에 대한 TM-30-18 크로마 시프트를 갖는다.

[0019] 본 개시내용의 추가의 실시예들은 발광 디바이스들에 관한 것이다. 발광 디바이스들은, 복합 백색 광의 적색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 복수의 제1 LED들 및 제1 인광체들을 포함할 수 있다. 제1 LED들 각각은 직렬로 연결될 수 있다. 발광 디바이스들은, 복합 백색 광의 청색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 복수의 제2 LED들 및 제2 인광체들을 포함할 수 있다. 제2 LED들 각각은 직렬로 연결될 수 있다. 발광 디바이스들은, 복합 백색 광의 녹색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된, 복수의 제3 LED들 및 제3 인광체들을 포함할 수 있다. 녹색 스펙트럼 성분은 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에 존재하는 적어도 30%의 복사 플럭스를 가질 수 있다. 제3 LED들 각각은 직렬로 연결될 수 있다. 발광 디바이스는 복수의 제1 LED들, 복수의 제2 LED들 및/또는 복수의 제3 LED들에 대한 입력 전력을 독립적으로 제어하도록 구성된 제어기를 포함할 수 있다.

[0020] 일부 실시예들은, 복수의 제1 LED들 및 제1 인광체들, 복수의 제2 LED들 및 제2 인광체들, 복수의 제3 LED들 및 제3 인광체들, 및 제어기를 포함하는 발광 디바이스들에 관한 것이다. 복수의 제1 LED들 및 제1 인광체들은 복합 백색 광의 적색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성되고, 제1 LED들 각각은 직렬로 연결된다. 복수의 제2 LED들 및 제2 인광체들은 복합 백색 광의 청색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성되고, 제2 LED들 각각은 직렬로 연결된다. 복수의 제3 LED들 및 제3 인광체들은 복합 백색 광의 녹색 스펙트럼 성분을 방출하도록 구성된다. 녹색 스펙트럼 성분은 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에 존재하는 적어도 30%의 복사 플럭스를 포함하고, 제3 LED들 각각은 직렬로 연결된다. 제어기는 복수의 제1 LED들, 복수의 제2 LED들 및 복수의 제3 LED들에 대한 입력 전력을 독립적으로 제어하도록 구성된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 본 개시내용의 위에서 언급된 특징들이 상세히 이해될 수 있도록, 위에 간략히 요약된 본 개시내용의 더 구체적인 설명이 실시예들을 참조하여 이루어질 수 있으며, 이들 중 일부는 첨부 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 본 개시내용은 동등한 효과의 다른 실시예들을 허용할 수 있기 때문에, 첨부 도면들은 본 개시내용의 전형적인 실시예들만을 예시하고 그러므로 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안 된다는 점에 주목해야 한다.

도 1은 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른 예시적인 발광 디바이스를 예시하고;

도 2a는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 베이스라인 녹색 원색을 포함하는 적색, 녹색 및 청색 원색들에 대한 스펙트럼들을 도시하고;

도 2b는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 베이스라인 녹색 원색 및 샘플 녹색 원색을 갖는 도 2a의 확대도를 도시하고;

도 3은 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 샘플 및 베이스라인에 대한 상관 색온도(CCT)의 함수로서의 복합 백색 광의 정규화된 플럭스의 그래프를 도시하고;

도 4는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 샘플 및 베이스라인에 대한 CCT의 함수로서의 TM-30-18 색역 지수(Rg)의 그래프를 도시하고;

도 5는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 샘플 및 베이스라인에 대한 CCT의 함수로서의 TM-30-18 색조 빈 1 크로마 시프트($R_{cs,h1}$)의 그래프를 도시하고;

도 6은 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른 예시적인 발광 디바이스를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 개시내용의 여러 예시적인 실시예들을 설명하기 전에, 본 개시내용은 이하의 설명에서 제시되는 구성 또는 프로세스 단계들의 세부사항들로 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 본 개시내용은 다른 실시예들이 가능하고, 다양한 방식들로 실시되거나 수행될 수 있다.

[0023] 본 개시내용의 일부 실시예들은 유리하게, 적색 원색 및 청색 원색을 변경하지 않고, 높은 색 충실도 시스템의

녹색 원색을 수정한다. 하나 이상의 실시예에서, 녹색 원색은, 실질적으로 녹색의 색점을 유지하면서, 좁은 적색 인광체, 예컨대, SLA($SrLiAl_3N_4:Eu^{2+}$)를 통해 진적색 스펙트럼 성분을 추가함으로써 변경된다. 일부 실시예들에서, 진적색 스펙트럼 성분은 녹색 및 적색 또는 청색 원색들 중 하나 이상에 추가된다.

[0024] 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에서, 녹색 원색 스펙트럼은 좁은 적색 하향 변환기를 통해 진적색 스펙트럼 성분을 추가함으로써 변경된다. 일부 실시예들에서, 녹색 원색 스펙트럼은 CCT 조정 범위 전체에 걸쳐 높은 활용을 갖고, 따라서 임의의 CCT에서 복합 백색 스펙트럼에 상당히 기여한다. 좁은 적색 하향 변환기는 인광체, 예컨대, SLA, 플루오린화칼륨규소(KSiF) 화합물 또는 양자점 하향 변환기일 수 있다. 일부 실시예들에서, 녹색 원색 스펙트럼의 진적색 스펙트럼 성분은 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에 존재하는 복사 플럭스의 적어도 30%를 갖는 것을 특징으로 한다. 일부 실시예들에서, 녹색 원색 스펙트럼의 진적색 스펙트럼 성분은 TM-30-18에 기초하여, -5%보다 큰 $R_{cs,h1}$을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0025] 일부 실시예들에서, 좁은 적색 하향 변환기는 양자점들을 포함한다. 양자점들은 입자의 다양한 특성들, 예를 들어 조성, 형상 및 크기를 변경함으로써 조정될 수 있는 특정 파장들의 광을 방출하도록 구성될 수 있는 입자들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 양자점들은 630 nm 내지 660 nm 범위의 피크 파장에서 방출한다.

[0026] 이에 따라, 도 1을 참조하면, 본 개시내용의 하나 이상의 실시예는 발광 디바이스들(100)에 관한 것이다. 디바이스(100)는 제1 LED(110) 및 제1 인광체(115), 제2 LED(120) 및 제2 인광체(125) 및 제3 LED(130) 및 제3 인광체(135)를 포함한다. 도 1에 예시된 실시예는 단일 제1 LED(110), 단일 제1 인광체(115), 단일 제2 LED(120), 단일 제2 인광체(125), 단일 제3 LED(130) 및 단일 제3 인광체(135)를 도시한다. 일부 실시예들에서, 하나 초과의 제1 LED(110), 제1 인광체(115), 제2 LED(120), 제2 인광체(125), 제3 LED(130) 및 제3 인광체(135)가 존재한다. 일부 실시예들에서, 제1 LED들 각각은 전기적으로 직렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 제2 LED들(120) 각각은 전기적으로 직렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 제3 LED들(130) 각각은 전기적으로 직렬로 연결된다. 도 1에 예시된 실시예에서, 제1 LED(110)는 좌측에 있고, 제2 LED(120)는 우측에 있고, 제3 LED(130)는 중간에 있다. LED들의 이러한 배열은, 단지 하나의 가능한 구성을 나타내며, 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안 된다.

[0027] 제1 LED(110)는 초기 스펙트럼 성분을 갖는 광을 방사한다. 초기 스펙트럼 성분은 제1 인광체(115) 내로 들어가고/거나 제1 인광체를 통과한다. 일부 실시예들에서, 초기 스펙트럼 성분의 일부는 제1 인광체(115)를 통과한다. 일부 실시예들에서, 초기 스펙트럼 성분의 실질적으로 전부가 제1 인광체(115)에 의해 흡수된다. 이러한 방식으로 사용되는 바와 같이, "실질적으로 전부"는 초기 스펙트럼 성분의 약 95%, 98%, 99% 또는 99.5% 이상이 각각의 인광체에 의해 흡수된다는 것을 의미한다.

[0028] 제1 인광체(115)는 초기 스펙트럼 성분으로부터의 광을 흡수하고 수정된 스펙트럼 조성을 갖는 광을 방출할 수 있는 조성을 포함한다. 이러한 방식으로 사용되는 바와 같이, "수정된 스펙트럼 조성"은, 언급된 LED로부터 가시 스펙트럼으로 방출된 광의 파장들 중 적어도 일부는 상대 강도가 감소되고 언급된 LED로부터 가시 스펙트럼으로 방출된 광의 파장들 중 적어도 일부는 상대 강도가 증가된다는 것을 의미한다. 제1 인광체(115)는 복합 백색 광(190)의 적색 스펙트럼 성분(150)을 방출하도록 구성된다.

[0029] 제2 LED(120)는 초기 스펙트럼 성분을 갖는 광을 방사한다. 초기 스펙트럼 성분은 제2 인광체(125) 내로 들어가고/거나 제2 인광체를 통과한다. 일부 실시예들에서, 제2 LED(120)로부터의 초기 스펙트럼 성분은 제1 LED(110)로부터의 초기 스펙트럼 성분과 실질적으로 동일하다. 이러한 방식으로 사용되는 바와 같이, "실질적으로 동일"은, 대상 성분의 스펙트럼이 피크 파장 및 피크 반치전폭(FWHM)을 갖고, 이들 둘 다는, 각각, 관련된 성분의 스펙트럼의 피크 파장 및 피크 FWHM의 5 nm 내에 있다는 것을 의미한다. 일부 실시예들에서, 제2 LED(120)로부터의 초기 스펙트럼 성분은 제1 LED(110)로부터의 초기 스펙트럼 성분과 상이하다. 일부 실시예들에서, 제2 LED(120)로부터의 초기 스펙트럼 성분의 일부는 제2 인광체(125)를 통과한다.

[0030] 제2 인광체(125)는 초기 스펙트럼 성분으로부터의 광을 흡수하고 수정된 스펙트럼 조성을 갖는 광을 방출할 수 있는 조성을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제2 인광체(125)는 복합 백색 광(190)의 청색 스펙트럼 성분(160)을 방출하도록 구성된다.

[0031] 제3 LED(130)는 초기 스펙트럼 성분을 갖는 광을 방사한다. 일부 실시예들에서, 제3 LED(130)로부터의 초기 스펙트럼 성분은 제1 LED(110) 또는 제2 LED(120) 중 하나 이상으로부터의 초기 스펙트럼 성분과 실질적으로 동일하다. 초기 스펙트럼 성분은 제3 인광체(135) 내로 들어가고/거나 제3 인광체를 통과한다. 일부 실시예들에서, 초기 스펙트럼 성분의 일부는 제3 인광체(135)를 통과한다. 일부 실시예들에서, 초기 스펙트럼

성분의 실질적으로 전부가 제3 인광체(135)에 의해 흡수된다.

[0032] 제3 인광체(135)는 초기 스펙트럼 성분으로부터의 광을 흡수하고 수정된 스펙트럼 조성을 갖는 광을 방출할 수 있는 조성을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제3 인광체(135)는 복합 백색 광(190)의 녹색 스펙트럼 성분(170)을 방출하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 제3 LED(130) 및 제3 인광체(135)는 복합 백색 광(190)의 녹색 스펙트럼 성분(170)을 방출하도록 구성된다.

[0033] 일부 실시예들에서, 녹색 인광체는 총 복사 플럭스의 적어도 30%를 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 갖는 녹색 스펙트럼 성분(170)을 제공하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 녹색 스펙트럼 성분(160)은 적어도 25%, 27.5%, 30%, 32.5%, 35%, 37.5%, 40%, 42.5%, 45%, 47.5% 또는 50%의, 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위의 총 복사 플럭스를 갖는다. 일부 실시예들에서, 녹색 스펙트럼 성분(160)은 25% 내지 60%의 범위, 또는 27.5% 내지 57.5%의 범위, 또는 30% 내지 55%의 범위, 또는 32.5% 내지 50%의 범위, 또는 35% 내지 47.5%의 범위, 또는 37.5% 내지 45%의 범위의, 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위의 총 복사 플럭스를 갖는다.

[0034] 일부 실시예들에서, 제3 인광체(135)(녹색 인광체로 또한 지칭됨)는, TM-30-18에 의해 측정되는 바와 같이, -5% 이상의 색조-각도 빈 1($R_{cs,h1}$)에서 국부 크로마 시프트를 갖는 녹색 스펙트럼 성분(170)을 제공하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 녹색 인광체는 -10%, -7.5%, -5%, -4%, -3%, -2%, -1%, 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 또는 9% 이상의, TM-30-18에 의한 $R_{cs,h1}$ 값을 갖는 녹색 스펙트럼 성분(170)을 제공하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 녹색 인광체는 -10% 내지 20%의 범위, 또는 -5% 내지 17.5%의 범위, 또는 0% 내지 15%의 범위, 또는 0% 내지 10%의 범위의, TM-30-18에 의한 $R_{cs,h1}$ 값을 갖는 녹색 스펙트럼 성분(170)을 제공하도록 구성된다.

[0035] 녹색 인광체들의 적합한 예들은 다음의 화학식을 갖는 알루미늄 가넷 인광체들을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다: $(Lu_{1-x-y-a-b}Y_xGd_y)_3(Al_{1-z}Ga_z)_5O_{12}:Ce_aPr_b$(여기서, $0<x<1$, $0<y<1$, $0<z\leq0.1$, $0<a\leq0.2$ 및 $0<b\leq0.1$), 예컨대, $Lu_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 및 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$, $Lu_{3-x-y}M_yAl_{5-z}A_zO_{12}:Ce_x$(여기서, M=Y, Gd, Tb, Pr, Sm, Dy; A=Ga, Sc; 및 $(0<x\leq0.2)$; $Ca_{3-x-y}M_ySc_{2-z}A_zSi_3O_{12}:Ce_x$(여기서, M=Y, Lu; A=Mg, Ga; 및 $(0<x\leq0.2)$; $Ba_{2-x-y}M_ySiO_4:Eu_x$(여기서, M=Sr, Ca, Mg 및 $(0<x\leq0.2)$; $Ba_{2-x-y-z}M_yK_zSi_{1-z}P_zO_4Eu_x$(여기서, M=Sr, Ca, Mg 및 $(0<x\leq0.2)$; $Sr_{1-x-y}M_yAl_{2-z}Si_zO_{4-z}N_z:Eu_x$(여기서, M=Ba, Ca, Mg 및 $(0<x\leq0.2)$; $M_{1-x}Si_2O_2N_2:Eu_x$(여기서, M=Sr, Ba, Ca, Mg 및 $(0<x\leq0.2)$; $M_{3-x}Si_6O_9N_4:Eu_x$(여기서, M=Sr, Ba, Ca, Mg 및 $(0<x\leq0.2)$; $M_{3-x}Si_6O_{12}N_2:Eu_x$(여기서, M=Sr, Ba, Ca, Mg 및 $(0<x\leq0.2)$; $Sr_{1-x-y}M_yGa_{2-z}Al_zS_4:Eu_x$(여기서, M=Ba, Ca, Mg 및 $(0<x\leq0.2)$; $Ca_{1-x-y-z}M_zS:Ce_xA_y$(여기서, M=Ba, Sr, Mg; A=K, Na, Li; 및 $(0<x\leq0.2)$; $Sr_{1-x-z}M_zAl_{1+y}Si_{4.2-y}N_{7-y}O_{0.4+y}:Eu_x$(여기서, M=Ba, Ca, Mg 및 $(0<x\leq0.2)$; $Ca_{1-x-y-z}M_ySc_2O_4:Ce_xA_z$(여기서, M=Ba, Sr, Mg; A=K, Na, Li; 및 $(0<x\leq0.2)$; $M_{x-z}Si_{6-y-2x}Al_{y+2x}O_yN_{8-y}:Eu_z$(여기서, M=Ca, Sr, Mg 및 $(0<x\leq0.2)$; 및 $Ca_{8-x-y}M_yMgSiO_4Cl_2:Eu_x$(여기서 M=Sr, Ba 및 $(0<x\leq0.2)$).

[0036] 적색 인광체들의 적합한 예들은 다음을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다: $Sr_{1-x-y}Ba_xCa_y)_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-a}O_a:Eu_z^{2+}$(여기서, $0\leq a<5$, $0<x\leq1$, $0\leq y\leq1$, 및 $0<z\leq1$), 예컨대, $Sr_2Si_5N_8:Eu^{2+}$, $Ca_{1-x-z}M_zS:Eu_x$(여기서, M=Ba, Sr, Mg, Mn 및 $0<x\leq0.2$); $Ca_{1-x-y}M_ySi_{1-z}Al_{1+z}N_{3-z}O_z:Eu_x$(여기서, M=Sr, Mg, Ce, Mn 및 $0<x\leq0.2$); $Mg_4Ge_{1-x}O_5F:Mn_x$(여기서, $0<x\leq0.2$); $M_{2-x}Si_{5-y}Al_yN_{8-y}O_y:Eu_x$(여기서, M=Ba, Sr, Ca, Mg, Mn 및 $0<x\leq0.2$); $Sr_{1-x-y}M_ySi_{4-z}Al_{1+z}N_{7-z}O_z:Eu_x$(여기서, M=Ba, Ca, Mg, Mn 및 $0<x\leq0.2$); 및 $Ca_{1-x-y}M_ySiN_2:Eu_x$(여기서, M=Ba, Sr, Mg, Mn 및 $0<x\leq0.2$).

[0037] 시안, 옐로 및/또는 적색 방출 인광체들의 적합한 예들은 다음을 더 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다: 예를 들어, $SrSi_2N_2O_2:Eu^{2+}$를 포함해, $(Sr_{1-a-b}Ca_bBa_c)Si_xN_yO_z:Eu_a^{2+}$(a=0.002-0.2, b=0.0-0.25, c=0.0-0.25, x=1.5-2.5, y=1.5-2.5, z=1.5-2.5); 예를 들어, $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$를 포함해, $(Sr_{1-u-v-x}Mg_uCa_vBa_x)(Ga_{2-y-z}Al_yIn_zS_4):Eu^{2+}$; $Sr_{1-x}Ba_xSiO_4:Eu^{2+}$; 및, 예를 들어, $CaS:Eu^{2+}$ 및 $SrS:Eu^{2+}$를 포함해, $(Ca_{1-x}Sr_x)S:Eu^{2+}$(여기서, $0<x<1$).

[0038] 특정 실시예들에서, 녹색 스펙트럼 성분은 총 복사 플럭스의 적어도 30%를 630 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 갖고, 0% 내지 15%의 범위의, TM-30-18에 의한 $R_{cs,h1}$ 값을 갖는다.

[0039] 일부 실시예들에서, 제1 LED(110), 제2 LED(120) 및 제3 LED(130) 각각은 감청색 광을 방출하도록 구성된다. 이러한 방식으로 사용되는 바와 같이, "감청색 광"이라는 용어는 440 nm 내지 460 nm의 피크 파장을 갖는 광을 지칭한다.

[0040] 일부 실시예들에서, 적색 스펙트럼 성분은 380 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 600 nm 초과의 파장에서 최대 강도를 갖는 광을 포함한다. 일부 실시예들에서, 청색 스펙트럼 성분은 380 nm 내지 780 nm의 파장 범위에서 500 nm 미만의 파장에서 최대 강도를 갖는 광을 포함한다. 특정 실시예들에서, 적색 스펙트럼 성분은 600 nm 초과의 파장에서 최대 강도를 갖는 광을 포함하고, 청색 스펙트럼 성분은 380 nm 내지 780 nm의 범위에 걸쳐 500 nm 미만의 최대 파장을 갖는 광을 포함한다.

[0041] 일부 실시예들에서, 복합 백색 광(190)은 적색 스펙트럼 성분, 청색 스펙트럼 성분 및 녹색 스펙트럼 성분에 대해 0.95 미만의 자극 순도를 갖는다. 자극 순도는, 동일한 색조를 갖는 색도도 상에서의, 광원의 백색 점으로부터 가장 먼 점까지의 차이의 척도이다. CIE 1931 색 공간을 사용하여, 자극 순도는 식(I)에 의해 계산될 수 있다.

[0042] $$p_e = \sqrt{\frac{(x-x_n)^2+(y-y_n)^2}{(x_I-x_n)^2+(y_I-y_n)^2}} \qquad (I)$$

[0043] 여기서, (x_n, y_n)은 백색 점의 색도이고, (x_I, y_I)는 백색 점에 대한 선분이 자극의 색도를 포함하는 둘레 상의 점이다.

[0044] 일부 실시예들에서, 적색 스펙트럼 성분의 자극 순도는 0.7 내지 0.98의 범위, 또는 0.75 내지 0.96의 범위, 또는 0.8 내지 0.94의 범위에 있다. 일부 실시예들에서, 녹색 스펙트럼 성분의 자극 순도는 0.7 내지 0.98의 범위, 또는 0.75 내지 0.96의 범위, 또는 0.8 내지 0.94의 범위에 있다. 일부 실시예들에서, 청색 스펙트럼 성분의 자극 순도는 0.3 내지 0.6의 범위, 또는 0.35 내지 0.55의 범위, 또는 0.4 내지 0.5의 범위에 있다. 일부 실시예들에서, 적색 스펙트럼 성분은 0.8 내지 0.94의 범위의 자극 순도를 갖고, 녹색 스펙트럼 성분은 0.8 내지 0.94의 범위의 자극 순도를 갖고, 청색 스펙트럼 성분은 0.4 내지 0.5의 범위의 자극 순도를 갖는다.

[0045] 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른 복합 백색 광은 90 이상의 Ra 및 50 이상의 R9를 갖는 연색 지수(CRI)를 갖는다. 일부 실시예들에서, 복합 백색 광은 80, 85, 90 또는 95 이상의 Ra를 갖는 CRI를 갖는다. 일부 실시예들에서, 복합 백색 광은 0, 20, 50 또는 80 이상의 R9를 갖는 CRI를 갖는다. 일부 실시예들에서, 복합 백색 광은 80 내지 100 범위의 Ra 및 0 내지 100 범위의 R9를 갖는 CRI를 갖는다.

[0046] 하나 이상의 실시예에서, 복합 백색 광은 2700 K 내지 6500 K의 목표 상관 색온도(CCT) 범위에 걸쳐 100 이상의 TM-30-18 색역 지수(Rg)를 갖는다. 하나 이상의 실시예에서, 복합 백색 광은 2700 K 내지 5000 K의 목표 상관 색온도(CCT) 범위에 걸쳐 100 이상의 TM-30-18 색역 지수(Rg)를 갖는다. 일부 실시예들에서, 복합 백색 광은 2700 K 내지 6500 K의 목표 CCT에 걸쳐 95 내지 120의 범위, 또는 100 내지 115의 범위의 색역 지수를 갖는다.

[0047] 본 개시내용의 특정 실시예들은, 복합 백색 광이, 0.8 내지 0.9 범위의 자극 순도를 갖는 적색 스펙트럼 성분, 0.8 내지 0.9 범위의 자극 순도를 갖는 녹색 스펙트럼 성분, 0.4 내지 0.5 범위의 자극 순도를 갖는 청색 스펙트럼 성분, 90 이상의 Ra 및 50 이상의 R9를 갖는 연색 지수(CRI) 및 2700 K 내지 6500 K의 목표 상관 색온도(CCT) 범위에 걸쳐 100 이상의 TM-30-18 색역 지수(Rg)를 갖는 LED 디바이스들에 관한 것이다.

[0048] 도 2a는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 적색 스펙트럼 성분(150), 청색 스펙트럼 성분(160) 및 녹색 스펙트럼 성분(170)의 대응하는 원색 스펙트럼들로 분해된 예시적인 복합 백색 광(190)을 도시한다. 진적색 스펙트럼 성분이 없는 베이스라인 녹색 스펙트럼 성분(172)이 포함된다. 도 2b는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른 녹색 스펙트럼 성분(170) 및 진적색 스펙트럼 성분이 없는 베이스라인 녹색 스펙트럼 성분(172)의 확대도를 도시한다.

[0049] 도 3은 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 샘플 및 베이스라인의 상관 색온도(CCT)의 함수로서의 복합 백색 스펙트럼의 정규화된 플럭스를 도시한다. 베이스라인은 도 2a 및 2b에 도시된 바와 같이, 동일한 적색 스펙트럼 성분(150), 청색 스펙트럼 성분(160) 및 베이스라인 녹색 스펙트럼 성분(172)을 갖는다. 예시된 샘플 실시예는 도 2a 및 2b에 예시된 적색 스펙트럼 성분(150), 청색 스펙트럼 성분(160) 및 녹색 스펙트럼 성분(170)을 갖는다. 샘플은 베이스라인과 비교하여 목표 CCT 범위에서 ~11% 더 낮은 플럭스를 갖는다. 작동의 임의의 특정 이론에 얽매이지 않고, 이는, 적색 과포화를 달성하기 위해 사용되는 진적색 스펙트럼 성분에 내재된

더 낮은 효능으로 인한 것으로 여겨진다. 샘플 실시예의 연색 지수(CRI)는 베이스라인과 유사하게, Ra>90 및 R9>50을 갖는다.

[0050] 도 4 및 도 5는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 샘플 및 베이스라인 양쪽 모두에 대한 TM-30-18 색역 지수(Rg) 및 색조 빈 1($R_{cs,h1}$)에 대한 크로마 시프트를 도시한다. 이 도면들로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 개시내용의 실시예에 따른 샘플은 목표로 하는 2700-6500 K 조정 범위(및 그 이상)에 대해 Rg>100 및 0%<$R_{cs,h1}$<15%를 갖는다. 베이스라인 샘플은 이러한 대상 선호도 범위들 내에 있지 않다.

[0051] 도 1 및 6을 참조하면, 본 개시내용의 일부 실시예들은 복수의 RGB LED 그룹들(105)을 포함하는 발광 디바이스들에 관한 것이다. 도 6에 예시된 실시예는 3개의 RGB LED 그룹들(105)을 갖는다. RGB LED 그룹들(105) 각각은 제1 LED(110), 제1 인광체(115), 제2 LED(120), 제2 인광체(125), 제3 LED(130) 및 제3 인광체(135)를 포함한다. 제1 LED(110) 및 제1 인광체(115) 각각은 제1 LED 패키지(117) 내에 포함된다. 제2 LED(120) 및 제2 인광체(125) 각각은 제2 LED 패키지(127) 내에 포함된다. 제3 LED(130) 및 제3 인광체(135) 각각은 제3 LED 패키지(137) 내에 포함된다.

[0052] 일부 실시예들에서, 제1 LED 패키지들(117) 각각은 도 6에 도시된 바와 같이 직렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 제2 LED 패키지들(127) 각각은 도 6에 도시된 바와 같이 직렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 제3 LED 패키지들(137) 각각은 도 6에 도시된 바와 같이 직렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 제1 LED 패키지들(117) 중 적어도 일부는 다른 제1 LED 패키지들(117)에 대해 병렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 제2 LED 패키지들(127) 중 적어도 일부는 다른 제2 LED 패키지들(127)에 대해 병렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 제3 LED 패키지들(137) 중 적어도 일부는 다른 제3 LED 패키지들(137)에 대해 병렬로 연결된다.

[0053] 일부 실시예들에서, 제1 LED 패키지들(117)은 제1 LED 패키지들을 위한 제어가능한 애노드(192a)로서 작동하는 제어기(195)에 직렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 제2 LED 패키지들(127)은 제2 LED 패키지들을 위한 제어가능한 애노드(192b)로서 작동하는 제어기(195)에 직렬로 연결된다. 일부 실시예들에서, 제3 LED 패키지들(137)은 제3 LED 패키지들을 위한 제어가능한 애노드(192c)로서 작동하는 제어기(195)에 직렬로 연결된다. 제어기(195)는 통상의 기술자에게 알려진 임의의 적합한 제어 회로 또는 회로들이다. 일부 실시예들에서, 직렬로 연결된 제1 LED 패키지들(117), 직렬로 연결된 제2 LED 패키지들(127) 및 직렬로 연결된 제3 LED 패키지들(137)은 공통 캐소드(194)를 공유한다.

[0054] 본원에서 논의된 물질들 및 방법들을 설명하는 맥락에서(특히, 이하의 청구항들의 맥락에서) 단수형 용어들 및 유사한 지시대상들의 사용은, 본원에 달리 지시되거나 문맥에 의해 명확히 부정되지 않는 한, 단수형 및 복수형 양쪽 모두를 포함하는 것으로 해석된다. 본원에 달리 지시되지 않는 한, 본원에서 값들의 범위에 대한 언급은 단지, 그러한 범위 내에 포함되는 각각의 별개의 값을 개별적으로 언급하는 약칭 방법으로서의 역할을 하도록 의도된 것이며, 각각의 별개의 값은 본원에 개별적으로 언급된 것처럼 본 명세서 내에 포함된다. 본원에 달리 지시되거나 문맥에 의해 달리 명백하게 부정되지 않는 한, 본원에 설명된 모든 방법들은 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 본원에 제공된 임의의 그리고 모든 예들, 또는 예시적인 어휘(예를 들어, "예컨대")의 사용은, 단지 물질들 및 방법들을 더 명확히 하도록 의도된 것이고, 달리 주장하지 않는 한, 범위를 제한하지 않는다. 본 명세서의 어떠한 어휘도, 임의의 주장되지 않는 요소를 개시된 물질들 및 방법들을 실시하는 데에 필수적인 것으로 나타내는 것으로서 해석되어서는 안된다.

[0055] 다양한 요소들을 설명하기 위해 본 명세서 전반에 걸쳐 제1, 제2, 제3 등의 용어들에 대한 언급이 사용될 수 있고, 이러한 요소들은 이러한 용어들에 의해 제한되어서는 안 된다. 이러한 용어들은 하나의 요소를 다른 요소와 구별하는 데 사용될 수 있다.

[0056] 본 명세서 전반에 걸쳐, 층, 영역 또는 기판이 다른 요소 "상에" 있거나 다른 요소 "상으로" 연장되는 것으로 언급되는 것은, 한 요소가 다른 요소 상에 직접 있거나 다른 요소 상으로 직접 연장될 수 있거나 개재 요소들이 또한 존재할 수 있다는 것을 의미한다. 한 요소가 다른 요소 "상에 직접" 있거나 다른 요소 "상으로 직접" 연장되는 것으로 언급될 때, 개재 요소들이 존재하지 않을 수 있다. 더욱이, 한 요소가 다른 요소에 "연결" 또는 "결합"되는 것으로 언급될 때, 한 요소가 다른 요소에 직접 연결 또는 결합될 수 있고/있거나 하나 이상의 개재 요소를 통해 다른 요소에 연결 또는 결합될 수 있다. 한 요소가 다른 요소에 "직접 연결" 또는 "직접 결합"되는 것으로 언급될 때, 한 요소와 다른 요소 사이에 개재 요소들이 존재하지 않는다. 이러한 용어들은 도면들에 도시된 임의의 배향 외에 요소의 상이한 배향들을 포함하도록 의도된다는 것이 이해될 것이다.

[0057] 상대적 용어들, 예컨대, "아래", "위", "상부", "하부", "수평" 또는 "수직"이, 도면들에 예시된 바와 같이 한

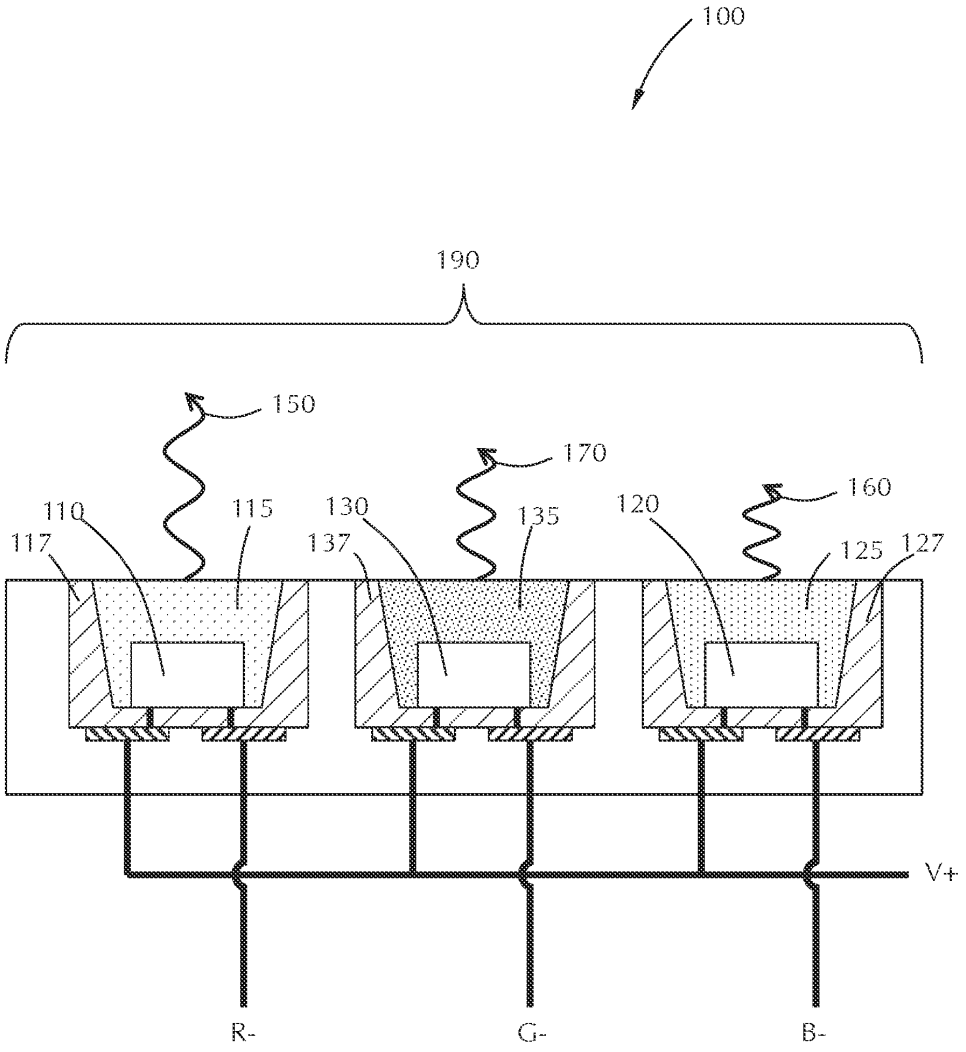
요소, 층, 또는 영역과 다른 요소, 층, 또는 영역의 관계를 설명하기 위해 본원에서 사용될 수 있다. 이러한 용어들은 도면들에 도시된 배향 외에 디바이스의 상이한 배향들을 포함하도록 의도된다는 것이 이해될 것이다.

[0058] 본 명세서 전체에 걸친 "일 실시예", "특정 실시예들", "하나 이상의 실시예" 또는 "실시예"에 대한 참조는, 실시예와 관련하여 설명된 특정 피쳐, 구조, 물질, 또는 특성이 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 포함된다는 것을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전체에 걸쳐 다양한 곳들에서 "하나 이상의 실시예에서", "특정 실시예들에서", "일 실시예에서" 또는 "실시예에서"와 같은 문구들의 출현들은, 반드시 본 개시내용의 동일한 실시예를 지칭하는 것은 아니다. 하나 이상의 실시예에서, 특정한 피쳐들, 구조들, 물질들, 또는 특성들은 임의의 적합한 방식으로 조합된다.

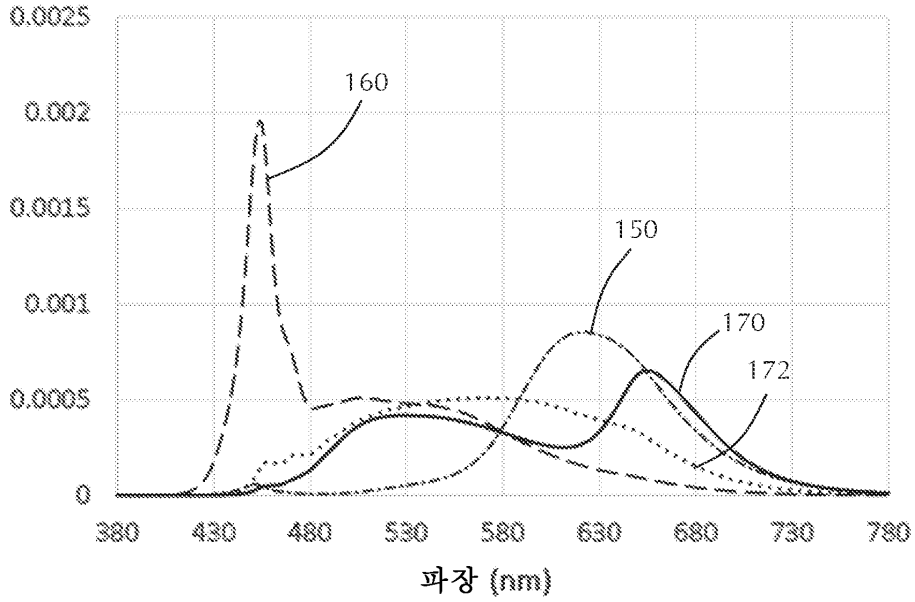
[0059] 본원의 개시내용이 특정 실시예들을 참조하여 설명되었지만, 이러한 실시예들은 본 개시내용의 원리들 및 응용들을 단지 예시하는 것임을 이해해야 한다. 본 개시내용의 방법 및 장치에 대해 다양한 수정들 및 변형들이 본 개시내용의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있다는 것이 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 따라서, 본 개시내용이, 첨부된 청구항들 및 그들의 등가물들의 범위 내에 있는 수정들 및 변형들을 포함하는 것이 의도된다.

도면

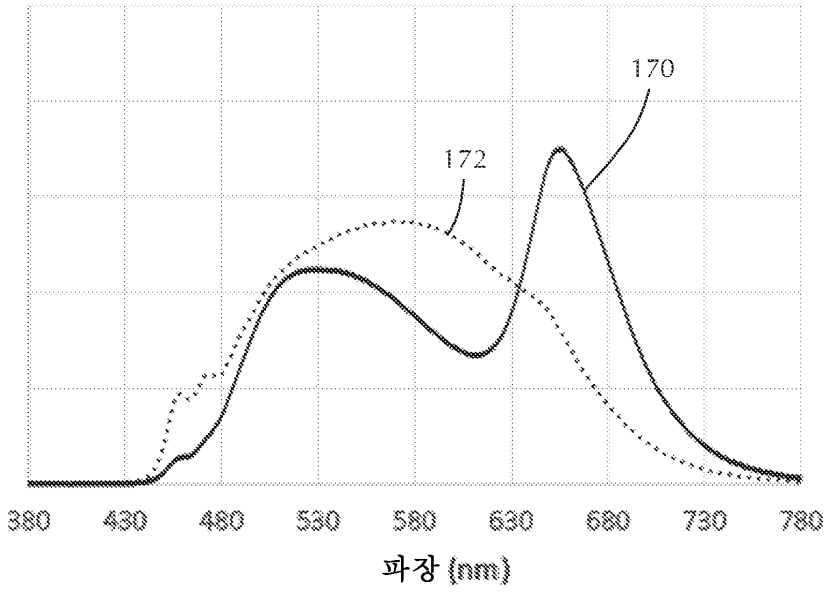
도면1



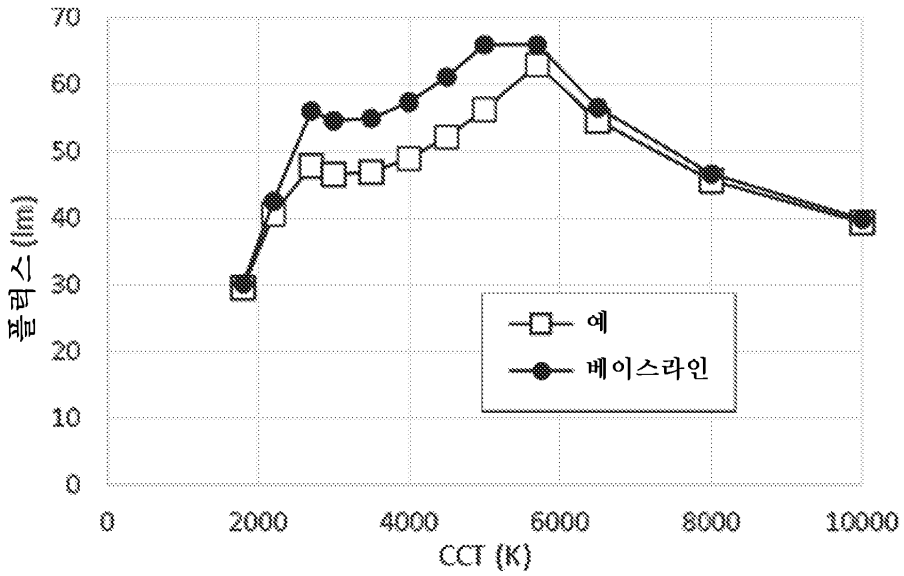
도면2a


0.0025
0.002
0.0015
0.001
0.0005
0
160
150
170
172
380
430
480
530
580
630
680
730
780
파장 (nm)

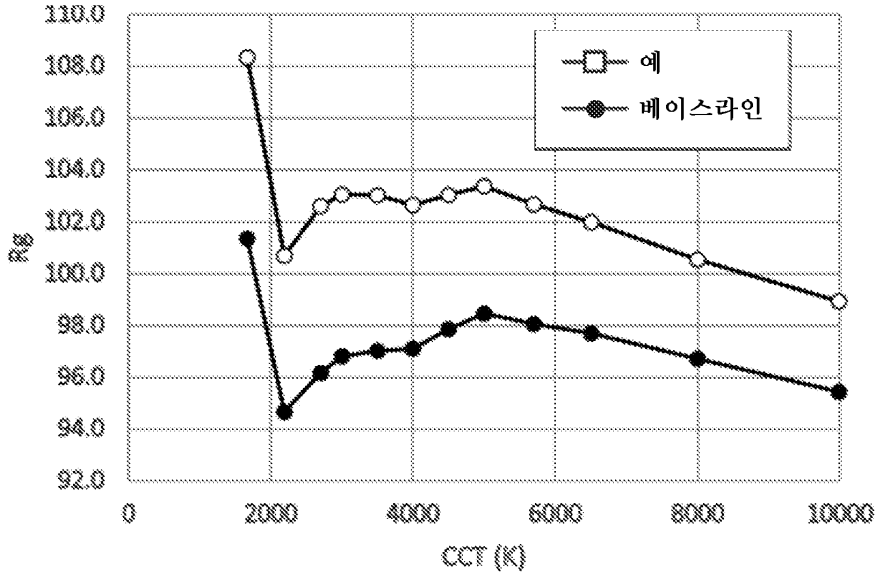
도면2b


170
172
380
430
480
530
580
630
680
730
780
파장 (nm)

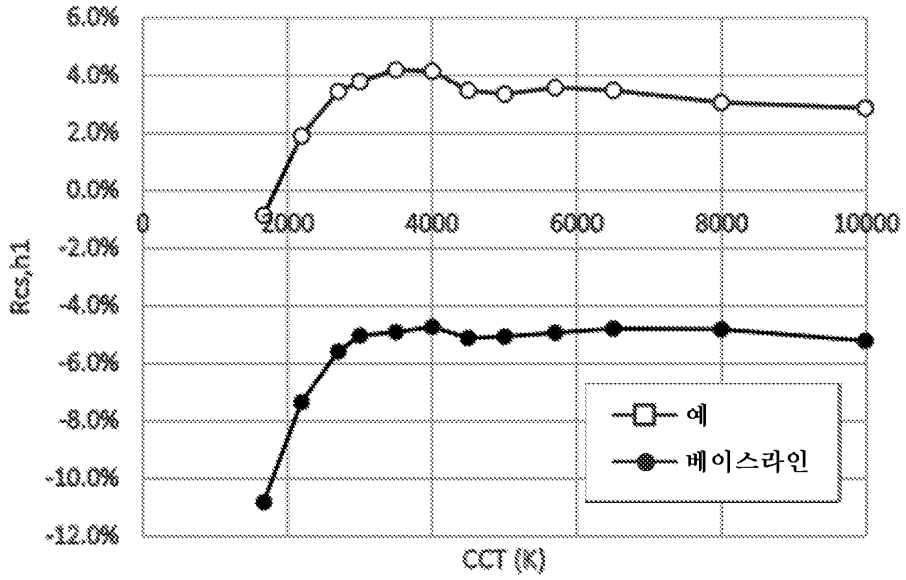
도면3


70
60
50
40
30
20
10
0
플럭스 (lm)
0
2000
4000
6000
8000
10000
CCT (K)
예
베이스라인

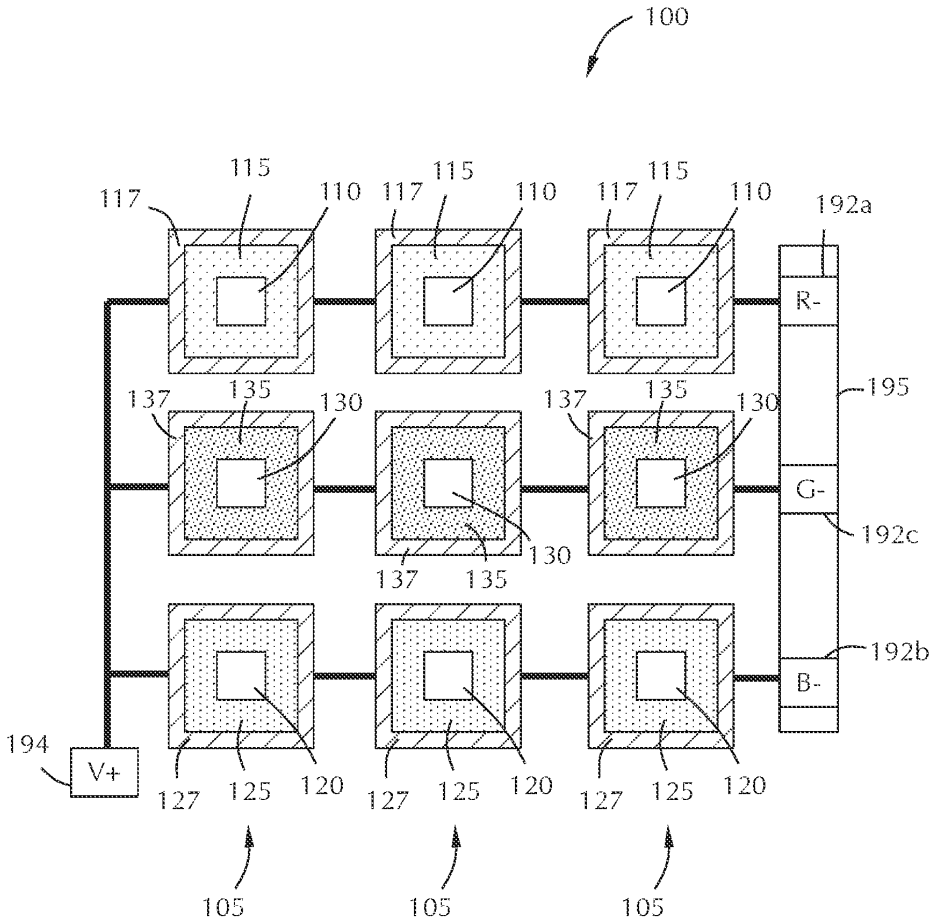
도면4


110.0
108.0
106.0
104.0
102.0
100.0
98.0
96.0
94.0
92.0
Rg
0
2000
4000
6000
8000
10000
CCT (K)
예
베이스라인

도면5


6.0%
4.0%
2.0%
0.0%
-2.0%
-4.0%
-6.0%
-8.0%
-10.0%
-12.0%
Rcs,h1
0
2000
4000
6000
8000
10000
CCT (K)
예
베이스라인

도면6


100
115
117
110
192a
R-
195
G-
192c
B-
192b
137
135
130
194
V+
127
125
120
105