



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0092549
(43) 공개일자 2012년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 37/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7002033
(22) 출원일자(국제) 2010년06월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2012년01월26일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/040017
(87) 국제공개번호 WO 2011/002686
국제공개일자 2011년01월06일
(30) 우선권주장
61/221,660 2009년06월30일 미국(US)

(71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
하아스 마이클 에이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(74) 대리인
김영, 양영준

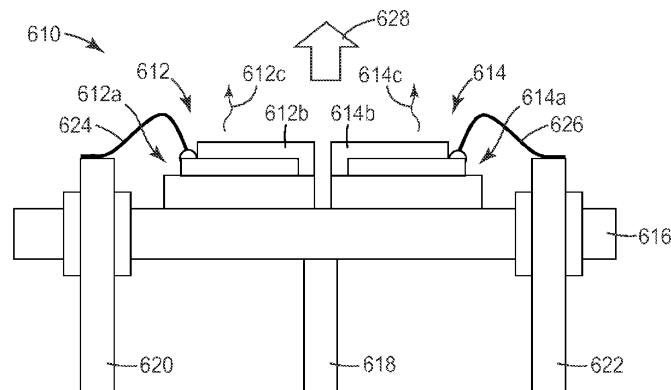
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 조정가능 색 온도를 갖는 백색광 전계발광 디바이스

(57) 요약

고체 조명 디바이스는 제1 스펙트럼을 갖는 광을 방출하는 제1 발광 요소(612), 및 제2 스펙트럼을 갖는 광을 방출하는 제2 발광 요소(614)를 포함한다. 제1 발광 요소는 제1 펌프 광을 방출하는 제1 전계발광 요소(612a), 및 제1 펌프 광의 적어도 일부를 제1 재방출된 광 성분으로 변환하는 제1 광 변환 요소(612b)를 포함한다. 제2 발광 요소는 제2 펌프 광을 방출하는 제2 전계발광 요소(614a), 및 제2 펌프 광의 적어도 일부를 제2 재방출된 광 성분으로 변환하는 제2 광 변환 요소(614b)를 포함한다. 제1 및/또는 제2 광 변환 요소는 전위 우물을 포함한다. 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출된 광은 결합하여 디바이스 출력을 제공하고, 이 디바이스 출력은 일정 범위의 색 온도에 걸쳐 플랑키안 궤적에 가까울 수 있고 적어도 60, 70 또는 80의 연색 지수를 나타낼 수 있다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

고체 조명 디바이스로서,

제1 스펙트럼 분포를 가지는 광을 방출하도록 구성된 제1 발광 요소(luminescent element) - 제1 발광 요소는 제1 펌프 광(pump light)을 방출하는 제1 전계발광 광원(electroluminescent source), 및 제1 펌프 광의 적어도 일부를 제1 재방출된 광 성분으로 변환하는 제1 광 변환 요소(light converting element)를 포함함 -, 및

제2 스펙트럼 분포를 가지는 광을 방출하도록 구성된 제2 발광 요소 - 제2 발광 요소는 제2 펌프 광을 방출하는 제2 전계발광 광원, 및 제2 펌프 광의 적어도 일부를 제2 재방출된 광 성분으로 변환하는 제2 광 변환 요소를 포함함 - 를 포함하고,

제1 및 제2 광 변환 요소 중 적어도 하나는 제1 전위 우물을 포함하는 제1 반도체 적층물을 포함하며,

제1 및 제2 발광 요소는 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출된 광이 결합되어 디바이스 출력을 제공하도록 배치되어 있고,

제1 및 제2 스펙트럼 분포는, 각각, 표준 CIE (x,y) 색 좌표 다이어그램에서 라인 세그먼트 상의 제1 및 제2 종점에 의해 표현될 수 있고, 라인 세그먼트는 제1 발광 요소에 의해 방출된 광 및 제2 발광 요소에 의해 방출된 광의 상이한 상대적 양에 대한 가능한 디바이스 출력의 범위를 나타내며, 라인 세그먼트의 적어도 일부분은 또한 적어도 2727℃(3000K)부터 4727℃(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 플랑키안 궤적(Planckian locus)에 가까운 것인 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 라인 세그먼트가 2727℃(3000K)부터 4727℃(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 CIE (x,y) 평면 상에서 0.04 미만의 거리만큼 플랑키안 궤적으로부터 벗어나 있는 것인 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서, 라인 세그먼트에 의해 표현되는 가능한 디바이스 출력이 2727℃(3000K)부터 4727℃(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 60의 연색 지수(color rendering index)를 유지하는 것인 디바이스.

청구항 4

제3항에 있어서, 라인 세그먼트에 의해 표현되는 가능한 디바이스 출력이 2727℃(3000K)부터 4727℃(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 70의 연색 지수를 유지하는 것인 디바이스.

청구항 5

제4항에 있어서, 라인 세그먼트에 의해 표현되는 가능한 디바이스 출력이 2727℃(3000K)부터 4727℃(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 80의 연색 지수를 유지하는 것인 디바이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 제1 펌프 광이 제1 피크 파장 λ_{1p} 를 갖고, 제2 펌프 광이 제2 피크 파장 λ_{2p} 를 가지며, 여기서 λ_{1p} 는 λ_{2p} 와 실질적으로 동일한 것인 디바이스.

청구항 7

제1항에 있어서, 제1 및 제2 펌프 광 각각이 350 nm부터 500 nm까지의 범위에서 피크 파장을 나타내는 것인 디바이스.

청구항 8

제1항에 있어서, 제1 및 제2 전계발광 광원이 단일 반도체 요소의 상이한 부분을 포함하는 것인 디바이스.

청구항 9

제1항에 있어서, 제1 및 제2 전계발광 광원이 개별 반도체 요소를 포함하는 것인 디바이스.

청구항 10

제1항에 있어서, 제1 광 변환 요소가 인광체를 포함하고, 제2 광 변환 요소가 제1 전위 우물을 포함하는 제1 반도체 적층물을 포함하는 것인 디바이스.

청구항 11

제10항에 있어서, 인광체가 황색 광을 방출하고, 제1 반도체 적층물이 호박색 광을 방출하는 것인 디바이스.

청구항 12

제11항에 있어서, 제2 스펙트럼 분포가 본질적으로 500 nm와 600 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제1 방출 대역 및 600 nm와 700 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제2 방출 대역으로 이루어져 있는 것인 디바이스.

청구항 13

제12항에 있어서, 제1 방출 대역이 50 nm 이하의 FWHM 폭을 가지며, 제2 방출 대역이 50 nm 이하의 FWHM 스펙트럼 폭을 가지는 것인 디바이스.

청구항 14

제13항에 있어서, 라인 세그먼트에 의해 표현되는 가능한 디바이스 출력이 2727°C(3000K)부터 4727°C(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 60의 연색 지수를 유지하는 것인 디바이스.

청구항 15

제1항에 있어서, 제1 광 변환 요소가 제1 반도체 적층물을 포함하고, 제2 광 변환 요소가 제2 전위 우물을 포함하는 제2 반도체 적층물을 포함하는 것인 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서, 제1 반도체 적층물이 제3 전위 우물을 포함하고, 제2 반도체 적층물이 제4 전위 우물을 포함하며, 제1, 제2, 제3 및 제4 전위 우물이 서로 적어도 10 nm만큼 상이한 피크 파장을 갖는 재방출된 광을 발생할 수 있는 것인 디바이스.

청구항 17

제16항에 있어서, 제1 스펙트럼 분포가 시안색에 의해 특징지어지고, 제2 스펙트럼 분포가 호박색에 의해 특징지어지는 것인 디바이스.

청구항 18

제16항에 있어서, 제1 스펙트럼 분포가 400 nm와 500 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제1 방출 대역 및 500 nm와 600 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제2 방출 대역을 포함하는 것인 디바이스.

청구항 19

제18항에 있어서, 제2 스펙트럼 분포가 500 nm와 600 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제3 방출 대역 및 600 nm와 700 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제4 방출 대역을 포함하는 것인 디바이스.

청구항 20

제19항에 있어서, 제1, 제2, 제3 및 제4 방출 대역 각각이 50 nm 이하의 FWHM 스펙트럼 폭을 가지며, 라인 세그먼트에 의해 표현되는 가능한 디바이스 출력이 2727°C(3000K)부터 4727°C(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 60의 연색 지수를 유지하는 것인 디바이스.

청구항 21

제20항에 있어서, 라인 세그먼트에 의해 표현되는 가능한 디바이스 출력이 2727℃(3000K)부터 4727℃(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 70의 연색 지수를 유지하는 것인 디바이스.

청구항 22

제21항에 있어서, 라인 세그먼트에 의해 표현되는 가능한 디바이스 출력이 2727℃(3000K)부터 4727℃(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 80의 연색 지수를 유지하는 것인 디바이스.

청구항 23

제1항에 있어서, 라인 세그먼트가 2727℃(3000K)부터 4727℃(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 CIE (x,y) 평면 상에서 0.02 미만의 거리만큼 플랑키안 궤적으로부터 벗어나 있는 것인 디바이스.

명세서

기술 분야

[0001] 관련 출원과의 상호 참조

[0002] 하기의 계류 중인 및/또는 공동 출원된 미국 특허 출원 - 이들 출원의 특징이 본 명세서에 개시된 실시 형태에 포함될 수 있음 - 을 참조할 것이다: 2009년 5월 5일자로 출원된, 발명의 명칭이 "Re-Emitting Semiconductor Construction With Enhanced Extraction Efficiency(향상된 추출 효율을 갖는 재방출 반도체 구조체)"인 미국 출원 제61/175,640호(대리인 사건 번호 64759US002), 2009년 5월 5일자로 출원된, 발명의 명칭이 "Semiconductor Devices Grown on Indium-Containing Substrates Utilizing Indium Depletion Mechanisms(인듐 공핍 메커니즘을 이용하여 인듐-함유 기판 상에 성장된 반도체 디바이스)"인 미국 출원 제61/175,632호(대리인 사건 번호 65434US002), 2009년 5월 5일자로 출원된, 발명의 명칭이 "Re-Emitting Semiconductor Carrier Devices For Use With LEDs and Methods of Manufacture(LED에서 사용되는 재방출 반도체 캐리어 디바이스 및 제조 방법)"인 미국 출원 제61/175,636호(대리인 사건 번호 65435US002), 및 본 출원과 동일자로 출원된, 발명의 명칭이 "Electroluminescent Devices With Color Adjustment Based on Current Crowding(전류 집중에 기초한 색 조정을 갖는 전계발광 디바이스)"인 미국 출원 제61/221,664호(대리인 사건 번호 65331US002).

[0003] 본 발명은 일반적으로 고체 상태 반도체 광원 및 관련 디바이스, 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 매우 다양한 반도체 디바이스, 및 반도체 디바이스 제조 방법이 공지되어 있다. 이들 디바이스 중 일부는 가시광 또는 근가시광(예를 들어, 자외선광 또는 근적외선광)과 같은 광을 방출하도록 설계되어 있다. 일례는 발광 다이오드(LED) 및 레이저 다이오드와 같은 전계발광 디바이스를 포함하며, 디바이스가 광을 방출하도록 전기 구동 전류 또는 유사한 전기 신호가 디바이스에 인가된다. 광을 방출하도록 설계된 반도체 디바이스의 다른 일례는 재방출 반도체 구조체(RSC)이다.

[0005] LED와 달리, RSC는 광을 방출하기 위해 외부 전자 회로로부터의 전기 구동 전류를 필요로 하지 않는다. 그 대신에, RSC는 RSC의 활성 영역에서 제1 파장 λ_1 의 광을 흡수함으로써 전자-정공 쌍을 발생한다. 이들 전자와 정공은 이어서 활성 영역 내의 전위 우물에서 재결합하여 제1 파장 λ_1 과 상이한 제2 파장 λ_2 의 광을 방출하고, 선택적으로 전위 우물의 수 및 그의 설계 특징에 따라 또다른 파장 λ_3 , λ_4 , 및 기타의 광을 방출한다. 제1 파장 λ_1 의 개시용 방사선(initiating radiation) 또는 "펌프 광(pump light)"은 전형적으로 RSC에 결합된 청색, 자색 또는 자외선 방출 LED에 의해 제공된다. 예시적인 RSC 디바이스, 그 구성 방법, 그리고 관련 디바이스 및 방법이, 예를 들어, 미국 특허 제7,402,831호(Miller 등), 미국 특허 출원 공개 US 2007/0284565(Leatherdale 등) 및 US 2007/0290190(Haase 등), PCT 공개 WO 2009/048704(Kelley 등), 그리고 2008년 6월 26일자로 출원된, 발명의 명칭이 "반도체 광 변환 구조체(Semiconductor Light Converting Construction)"인 계류 중인 미국 출원 제61/075,918호(대리인 사건 번호 64395US002)(이들 모두는 참조 문헌으로서 본 명세서에 포함됨)에서 찾아볼 수 있다.

[0006] 본 명세서에서 특정의 파장의 광을 언급할 때, 특정의 파장에서 피크 파장을 갖는 스펙트럼을 가지는 광을 말한다는 것을 잘 알 것이다.

[0007] 도 1은 RSC(108) 및 LED(102)를 겹치하고 있는 예시적인 디바이스(100)를 나타내고 있다. LED는 LED 기판(106) 상에 LED 반도체층(104) - 때때로 에피층(epilayer)이라고 함 - 의 적층물을 가진다. 층(104)은 p-형 및 n-형 접합부 층, 발광층(전형적으로 양자 우물을 포함함), 완충층, 및 상부판 층을 포함할 수 있다. 층(104)은 선택적인 접합층(116)을 통해 LED 기판(106)에 부착될 수 있다. LED는 상부면(112) 및 하부면을 가지고 있고, 상부면은 상부면이 편평한 경우와 비교하여 LED로부터의 광의 추출을 증가시키도록 텍스처링되어 있다. 도시된 바와 같이, 이들 상부면과 하부면 상에 전극(118, 120)이 제공될 수 있다. 이들 전극을 통해 적당한 전원에 연결될 때, LED는 청색 또는 자외선(UV) 광에 대응할 수 있는 제1 파장 λ_1 의 광을 방출한다. 이 LED 광의 일부는 RSC(108)에 들어가고 그곳에서 흡수된다.

[0008] RSC(108)는 접합층(110)을 통해 LED의 상부면(112)에 부착되어 있다. RSC는 상부면 및 하부면(122, 124)을 가지며, 이 때 LED로부터의 펌프 광은 하부면(124)을 통해 들어간다. RSC는 또한 양자 우물 구조물(114) - 이 구조물의 일부분에서의 밴드 갭은 LED(102)에 의해 방출되는 펌프 광의 적어도 일부가 흡수되도록 선택되게 설계되어 있음 - 을 포함한다. 펌프 광의 흡수에 의해 발생하는 전하 캐리어(charge carrier)는 보다 작은 밴드 갭을 갖는 구조물의 다른 부분 - 즉, 양자 우물 층 - 내로 이동하고, 여기에서 캐리어는 재결합하여 보다 긴 파장의 광을 발생한다. 이것이 도 1에서 제2 파장 λ_2 의 재방출된 광 - 이는 RSC(108) 내로부터 나와서 RSC를 빠져나가 출력 광을 제공함 - 으로 나타내어져 있다.

[0009] 도 2는 RSC를 포함하는 예시적인 반도체층 적층물(210)을 나타내고 있다. 이 적층물은 분자 빔 에피택시(MBE)를 사용하여 인화인듐(InP) 웨이퍼 상에 성장되었다. GaInAs 완충층 층이 II-VI족 성장을 위한 표면을 준비하기 위해 InP 기판 상에서 MBE에 의해 먼저 성장되었다. 이어서, RSC에 사용되는 II-VI족 에피택셜층을 성장시키기 위해 웨이퍼가 초고진공 이송 시스템을 통해 다른 MBE 챔버로 이동되었다. 막 성장된 RSC의 상세가 도 2에 도시되어 있고, 표 1에 요약되어 있다. 이 표는 RSC와 연관된 다른 층에 대한 두께, 물질 조성, 밴드 갭, 및 층 설명을 열거하고 있다. RSC는 8개의 CdZnSe 양자 우물(230) - 각각이 2.15 eV의 천이 에너지를 가짐 - 을 포함하였다. 각각의 양자 우물(230)은 LED에 의해 방출된 청색 광을 흡수할 수 있는 2.48 eV의 밴드 갭 에너지를 갖는 CdMgZnSe 흡수층 층(232) 사이에 끼여 있었다. RSC는 또한 다양한 원도우 층, 완충층 층 및 경사층을 포함하였다.

표 1

참조 번호	재료	두께 (nm)	밴드 갭/ 천이(eV)	주석(Comment)
230	$\text{Cd}_{0.48}\text{Zn}_{0.52}\text{Se}$	3.1	2.15	양자 우물
232	$\text{Cd}_{0.38}\text{Mg}_{0.21}\text{Zn}_{0.41}\text{Se}$	8	2.48	흡수층
234	$\text{Cd}_{0.38}\text{Mg}_{0.21}\text{Zn}_{0.41}\text{Se}:\text{Cl}$	92	2.48	흡수층
236	$\text{Cd}_{0.22}\text{Mg}_{0.45}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	100	2.93	원도우
238	$\text{Cd}_{0.22}\text{Mg}_{0.45}\text{Zn}_{0.33}\text{Se} \rightarrow \text{Cd}_{0.38}\text{Mg}_{0.21}\text{Zn}_{0.41}\text{Se}$	250	2.93 - 2.48	경사
240	$\text{Cd}_{0.38}\text{Mg}_{0.21}\text{Zn}_{0.41}\text{Se}:\text{Cl}$	46	2.48	흡수층
242	$\text{Cd}_{0.38}\text{Mg}_{0.21}\text{Zn}_{0.41}\text{Se} \rightarrow \text{Cd}_{0.22}\text{Mg}_{0.45}\text{Zn}_{0.33}\text{Se}$	250	2.48 - 2.93	경사
244	$\text{Cd}_{0.39}\text{Zn}_{0.61}\text{Se}$	4.4	2.24	II-VI 족 완충층
246	$\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As}$	190	0.77	III-V 족 완충층
224	InP	350,000	1.35	III-V 족 기판

[0010]

[0011] 이 RSC 디바이스 및 기타 RSC 디바이스에 대한 추가의 상세는 PCT 공개 WO 2009/048704(Kelley 등)에서 찾아볼 수 있다.

[0012]

본 출원에서 특히 관심을 끄는 것은 백색 광을 방출할 수 있는 광원이다. 어떤 경우에, 공지된 백색 광원은 청색-방출 LED와 같은 전계발광 디바이스와 제1 및 제2 RSC-기반 발광 요소를 결합함으로써 구성된다. 제1 발광 요소는, 예를 들어, 청색 광의 일부를 녹색 광으로 변환하고 나머지 청색 광을 투과시키는 녹색-방출 전위 우물을 포함할 수 있다. 제2 발광 요소는 제1 발광 요소로부터 수광하는 녹색 광 및/또는 청색 광의 일부를 적색 광으로 변환하고 나머지 청색 광 및 녹색 광을 투과시키는 전위 우물을 포함할 수 있다. (실시 형태들 중에서

특히) WO 2008/109296(Haase)에 기술되어 있는 이러한 디바이스가 실질적으로 백색인 광 출력을 제공할 수 있게 해주기 위해, 얻어지는 적색, 녹색 및 청색 광 성분이 결합된다.

[0013] 일부 디바이스는 픽셀화된 배열 또는 어레이를 사용하여 백색 광을 제공한다. 즉, 다수의 개별 발광 요소 - 어느 것도 자체적으로 백색 광을 방출하지 않음 - 가, 모여서 픽셀을 형성하도록, 서로 아주 근접하여 배열되어 있다. 픽셀은 전형적으로 관측 시스템의 분해능 한계 미만의 특성 치수 또는 크기를 가지며, 따라서 상이한 발광 요소로부터의 광이 관측 시스템에서 효과적으로 결합된다. 이러한 디바이스에 대한 통상적인 구성은 3개의 개별 발광 요소 - 적색(R) 광을 방출하는 것, 녹색(G) 광을 방출하는 것 및 청색(B) 광을 방출하는 것 - 가 "RGB" 픽셀을 형성하는 것이다. 어떤 이러한 디바이스의 개시에 대해 WO 2008/109296(Haase)을 다시 참조한다.

[0014] 또한, 본 출원에서 관심을 가지고 있는 것은 백색 광을 방출할 수 있을 뿐만 아니라 출력의 겉보기 색(apparent color)을 변경 또는 조정할 수 있는 광원이다. 예를 들어, 어떤 경우에, "시원한" 백색이 요망될 수 있는 반면, 다른 경우에, "따뜻한" 백색이 요망될 수 있다. 백색의 주어진 "색조(shade)"가 종래의 CIE 색도 다이어그램 상에 (x,y) 색 좌표로서 표시될 수 있고, 기술 분야의 당업자라면 잘 알고 있는 바와 같이 색 온도에 의해 특징지어질 수 있다.

[0015] 예를 들어, 미국 특허 제7,387,405호(Ducharme 등)는 조정가능한 색 온도를 제공하는 조명 시스템을 기술하고 있다. 한가지 이러한 조명 시스템은 청색 방출 LED를 황색 인광체의 층과 결합시켜 구성되는 다수의 광원을 사용한다. 청색 광의 일부는 인광체에 의해 흡수되어 황색 광으로서 재방출되고, 청색 광의 일부는 인광체 층을 통과한다. 투과된 청색 광은 재방출된 황색 광과 결합하여, 공칭 백색 광으로서 인지되는 전체 출력 스펙트럼을 갖는 출력 빔을 생성한다. 인광체 층 특성 및/또는 기타 설계 상세에서의 디바이스간 변동은 출력 스펙트럼에서의 디바이스간 차이 및 인지된 색에서의 대응하는 차이를 야기하며, 어떤 LED/인광체 디바이스는 "시원한" 백색을 제공하고 다른 LED/인광체 디바이스는 "따뜻한" 백색을 제공한다. '405 특허에서 어떤 상용 LED/인광체 디바이스는 19727°C(20,000 켈빈 온도(20,000K)의 색 온도를 나타내는 반면, 다른 LED/인광체 디바이스는 5477°C(5750K)의 색 온도를 나타낸다고 보고하고 있다. '405 특허에서, 또한 이들 LED/인광체 디바이스 중 하나가 색 온도를 제어할 수 없고 원하는 색 온도 범위를 갖는 시스템이 하나의 디바이스만으로 생성될 수 없다는 것도 보고하고 있다. '405 특허는 2개의 이러한 LED/인광체 디바이스가 디바이스의 색 온도를 천이시키는 광학 장과 장 투과 필터(optical long-pass filter)(장파장 광만이 통과할 수 있게 해주도록 착색된 투명한 유리 또는 플라스틱)와 결합되고 이어서 특정의 제3 LED(Agilent HLMF-EL 18 호박색 LED)가 이들 필터 기능이 있는(filtered) LED/인광체 디바이스에 추가되어 조정가능한 색 온도를 갖는 3-LED 실시 형태를 제공하는 실시 형태에 대해 계속 기술하고 있다.

발명의 내용

[0016] 본 출원은, 그 중에서도, 제1 및 제2 발광 요소를 포함하는 고체 조명 디바이스를 개시하고 있다. 제1 발광 요소는 제1 스펙트럼 분포를 가지는 광을 방출하도록 구성되어 있고, 제2 발광 요소는 제2 스펙트럼 분포를 가지는 광을 방출하도록 구성되어 있다. 제1 발광 요소는 제1 펌프 광을 방출하는 제1 전계발광 요소(electroluminescent element), 및 제1 펌프 광(pump light)의 적어도 일부를 제1 재방출된 광 성분으로 변환하는 제1 광 변환 요소를 포함한다. 제2 발광 요소는 제2 펌프 광을 방출하는 제2 전계발광 요소, 및 제2 펌프 광의 적어도 일부를 제2 재방출된 광 성분으로 변환하는 제2 광 변환 요소를 포함한다. 제1 및 제2 광 변환 요소 중 적어도 하나는 제1 전위 우물을 포함하는 제1 반도체 적층물을 포함한다. 제1 및 제2 발광 요소는 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출된 광이 결합되어 디바이스 출력을 제공하도록 배치되어 있다.

[0017] 바람직하게는, 제1 및 제2 스펙트럼 분포는, 각각, 표준 CIE (x,y) 색 좌표 다이어그램에서 라인 세그먼트를 정의하는 제1 및 제2 종점에 의해 표현될 수 있다. 라인 세그먼트는 제1 발광 요소에 의해 방출된 광 및 제2 발광 요소에 의해 방출된 광의 상이한 상대적 양에 대한 가능한 디바이스 출력의 범위를 나타낼 수 있다. 예시적인 실시 형태에서, 라인 세그먼트는 또한 적어도 주어진 범위에 걸쳐 "플랑키안 궤적(Planckian locus)"에 가깝다. 기술 분야의 당업자라면, 플랑키안 궤적이 통상 켈빈 온도로 측정되는 일정 범위의 온도 - 이 온도를 "색 온도" T_c 라고 함 - 에 걸쳐 이상적인 흑체 광원의 색상을 말한다라는 것을 잘 알 것이다. 따라서, 라인 세그먼트는, 예를 들어, 2727°C(3000K)부터 4727°C(5000K)까지, 또는 2227°C(2500K)부터 4727°C(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 플랑키안 궤적에 가까울 수 있다. 이러한 색 온도 범위에 걸쳐, 라인 세그먼트가 CIE (x,y) 평면에서 0.04 미만 또는 0.02 미만의 거리만큼 플랑키안 궤적으로부터 벗어날 수 있다.

[0018] 게다가, 예시적인 실시 형태에서, 제1 및 제2 발광 요소는 양호한 "연색" 특성을 나타내는 디바이스 출력을 생

성한다. 기술 분야의 당업자라면 이하에서 더 논의되는 연색 지수를 잘 알고 있을 것이다. 디바이스 출력은 바람직하게는 적어도 60, 또는 적어도 70, 또는 적어도 80의 연색 지수를 나타낼 수 있다. 게다가, 이러한 연색 지수 값은 디바이스 출력의 색 온도 범위에 걸쳐, 예를 들어, 2727°C(3000K)부터 4727°C(5000K)까지, 또는 2227°C(2500K)부터 4727°C(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 유지될 수 있다.

[0019] 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 펌프 광 각각은 350 nm부터 500 nm까지의 범위에서 피크 파장을 나타낸다. 예를 들어, 이들 펌프 광 각각은 UV, 보라색 및/또는 청색 광을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 펌프 광의 피크 파장은 제2 펌프 광의 피크 파장과 실질적으로 동일할 수 있다. 제1 및 제2 전계발광 광원은 단일 반도체 요소의 상이한 부분, 예를 들어, 개별적으로 전기적으로 어드레싱가능한 LED 또는 유사한 반도체 디바이스의 상이한 영역을 포함할 수 있다. 대안적으로, 제1 및 제2 전계발광 광원이 개별 반도체 요소를 포함할 수 있다.

[0020] 어떤 경우에, 제1 광 변환 요소는 인광체를 포함할 수 있고, 제2 광 변환 요소는 제1 전위 우물을 포함하는 제1 반도체 적층물을 포함할 수 있다. 다른 경우에, 제1 광 변환 요소는 제1 반도체 적층물을 포함할 수 있고, 제2 광 변환 요소는 제2 전위 우물을 포함하는 제2 반도체 적층물을 포함할 수 있다. 어떤 경우에, 제1 스펙트럼 분포는 시안색에 의해 특징지워질 수 있고, 제2 스펙트럼 분포는 호박색에 의해 특징지워질 수 있다. 어떤 경우에, 제1 스펙트럼 분포는 400 nm와 500 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제1 방출 대역 및 500 nm와 600 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제2 방출 대역을 포함할 수 있거나 본질적으로 이들 방출 대역으로 이루어져 있을 수 있다. 제2 스펙트럼 분포는, 예를 들어, 500 nm와 600 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제3 방출 대역 및 600 nm와 700 nm 사이에서 피크 방출을 갖는 제4 방출 대역을 포함할 수 있거나 본질적으로 이들 방출 대역으로 이루어져 있을 수 있다. 제1 및 제2 스펙트럼 분포는, 개별적으로든지 결합되든지 간에, 적어도 10 nm만큼 서로 상이한 피크 파장을 나타낼 수 있다.

[0021] 관련 방법, 시스템 및 물품이 또한 논의된다.

[0022] 본 출원의 이들 태양 및 다른 태양이 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도 상기 개요는 청구된 요지에 대한 제한으로서 해석되어서는 안되며, 그 요지는 절차의 수행 동안 보정될 수 있는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 한정된다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 LED/RSC 결합 디바이스의 개략 측면도.

도 2는 RSC를 포함하는 예시적인 반도체층 적층물의 개략 측면도.

도 3은 조명 디바이스를 나타내는 라인 세그먼트가 표시되어 있는 CIE 색도 다이어그램.

도 3a 및 도 3b는 도 3의 조명 디바이스의 2개의 성분의 방출 스펙트럼의 그래프.

도 4는 다른 조명 디바이스를 나타내는 라인 세그먼트가 표시되어 있는 CIE 색도 다이어그램.

도 4a 및 도 4b는 도 4의 조명 디바이스의 2개의 성분의 방출 스펙트럼의 그래프.

도 5는 도 3 및 도 4의 조명 디바이스에 대한 색 온도의 함수로서 계산된 연색 지수(CRI)의 그래프.

도 6 및 도 7은 추가의 조명 디바이스의 개략 단면도.

도 8 및 도 9는 추가의 조명 디바이스의 개략 평면도.

도 10은 조명 디바이스의 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출된 광의 일부분을 자동으로 조정하는 데 사용될 수 있는 회로를 나타낸 도면.

도 11a는 도 10의 회로에 있는 각자의 다이오드를 통해 흐르는 전류(각자의 다이오드에 의해 방출되는 광의 양을 나타냄)를 인가된 신호의 전위 또는 전압의 함수로서 나타낸 그래프.

도 11b는 도 11a의 그래프와 유사한 것으로서, 응답을 총 다이오드 전류의 함수로서 나타낸 그래프.

이들 도면에서, 동일한 도면 부호는 동일한 요소를 가리킨다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이상에 요약되어 있는 바와 같이, 본 출원은 (그 중에서도 특히) 제1 발광 요소로부터 방출된 광이 제2 발광 요

소로부터 방출된 광과 결합되어 디바이스 광 출력을 제공할 수 있는 조명 디바이스를 기술하고 있다. 디바이스 광 출력의 색상(예컨대, 색 온도)을 조정하기 위해 이들 제1 및 제2 발광 요소로부터의 광의 상대적인 양이 조정될 수 있다. 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출된 광의 스펙트럼 분포(스펙트럼)이 적절히 선택되는 경우, 디바이스 광 출력의 인지된 색상이 주어진 온도 T_c 에서 이상적인 흑체 광원의 색상에 가깝도록 할 수 있다. 게다가, 얻어지는 조정된 색상(들)이 또한 상이한 색 온도(들) T_c 에서 흑체 광원의 색상에 가깝게 되도록, 디바이스 광 출력의 색상에 대한 조정이 행해질 수 있다(제1 및 제2 발광 요소로부터의 광의 상대적인 양의 조정을 통해 행해짐).

[0025] 이들 바람직한 색 온도 특성을 만족시킬 뿐만 아니라 양호한 연색 성능을 제공할 수도 있는 제1 및 제2 발광 요소에 대한 스펙트럼이 용이하게 얻어질 수 있다는 것을 알았다. 예를 들어, 적어도 60, 또는 적어도 70, 또는 적어도 80의 연색 지수가 달성될 수 있는 모델링이 설명되어 있다. 게다가, 이러한 연색 지수는 디바이스 광 출력의 넓은 색 조정 범위에 걸쳐, 예를 들어, 2727°C(3000K)부터 4727°C(5000K)까지, 또는 2227°C(2500K)부터 4727°C(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 유지될 수 있다.

[0026] 펌프 광을 방출하는 LED 등과 같은 적당한 전계발광 광원과 펌프 광의 적어도 일부를 재방출된 광으로 변환하는 RSC, 인광체 등과 같은 광 변환 요소의 조합을 사용하여 이러한 디바이스가 제조될 수 있다. 디바이스 자체 및 다양한 주요 구성요소가 이하에서 더 기술된다. 그렇지만, 이러한 설명을 시작하기 전에, 디바이스의 고유의 광학 특성 - 색 표시(color appearance) 특성(그의 조정을 포함함) 및 연색 특성을 포함함 - 에 대해 먼저 기술할 것이다. 이를 위해, CIE 색도 다이어그램을 사용한다.

[0027] 기술 분야의 당업자라면 인지된 색상을 특성 파악하고 정량화하는 데 사용되는 도구 또는 표준 - 상세하게는, CIE[Commission International de l'Eclairage(International Commission on Lighting)]에 의해 발표된 공지의 1931 CIE 색도 다이어그램 - 을 잘 알 것이다. 광원 또는 물품의 색상(또는 "색도" 또는 "색도 좌표")이 CIE 1931 표준 표색계를 사용하여 CIE 색도 다이어그램 상의 하나 이상의 색도 좌표 (x,y)로 표현되는 지점 또는 영역에 의해 정확하게 측정되거나 지정될 수 있다.

[0028] 이러한 색도 다이어그램이 도 3에 도시되어 있다. 기술 분야의 당업자라면 전술한 플랑키안 궤적인 곡선(310)을 잘 알 것이다. 다이어그램 상의 다른 특징은 조명 디바이스의 특정 실시 형태 또는 실시 형태들을 나타낸 것이다.

[0029] 상세하게는, 지점 P1 및 P2는, 각각, 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출되는 광의 색상을 나타낸다. 이들 색상은 특별히 점 P1과 P2를 연결하는 라인 세그먼트(312)가 그의 상당 부분에 걸쳐 플랑키안 궤적(310)에 아주 가깝도록 선택된다. 도시된 실시 형태에서, 라인 세그먼트(312)는 2727°C(3000K)부터 4727°C(5000K)까지의 (플랑키안 궤적에 대한) 색 온도 범위에 걸쳐 CIE (x,y) 평면 상에서 0.005 이하의 거리만큼 플랑키안 궤적(310)으로부터 벗어나 있다. 2227°C(2500K)부터 4727°C(5000K)까지의 넓은 색 온도 범위에 걸쳐, 라인 세그먼트(312)는 CIE (x,y) 평면에서 0.01 이하의 거리만큼 플랑키안 궤적(310)으로부터 벗어나 있다.

[0030] 라인 세그먼트(312)가 제1 발광 요소에 의해 방출된 광(P1으로 표현됨)과 제2 발광 요소에 의해 방출된 광(P2로 표현됨)의 선형 조합으로 이루어진 출력을 갖는 조명 디바이스에 대한 모든 가능한 광 출력의 집합을 나타낸다는 것을 염두에 두어야 한다. 따라서, 예를 들어, P1으로 표현된 광과 P2로 표현된 광을 똑같이 포함하는 광 출력을 갖는 조명 디바이스는 라인 세그먼트(312)를 양분하는 지점에 의해 표현된다. 지점 P1의 광의 비율이 증가되면, 디바이스 출력 지점은 라인 세그먼트(312)를 따라 지점 P1 쪽으로 이동한다. 그 대신에 지점 P2의 광의 비율이 증가되면, 디바이스 출력 지점은 라인 세그먼트(312)를 따라 지점 P2 쪽으로 이동한다. 따라서, 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출되는 광의 상대적 양을 조정함으로써, 디바이스 출력의 색상이 변경되거나 조정될 수 있다.

[0031] 지점 P1, P2에 의해 표현되는 색상은 전계발광 광원과 광 변환 요소의 많은 상이한 조합에 의해 달성될 수 있는데, 그 이유는 CIE 색도 다이어그램 상에서의 임의의 특징의 색 좌표가 실질적으로 서로 상이할 수 있는 다수의 광 스펙트럼과 연관될 수 있기 때문이다. 본 개시 내용은 모든 이러한 조합을 포괄한다. 그렇지만, 적은 수의 개별 스펙트럼 피크 - 예를 들어, 하나의 지점 또는 각각의 지점에 대한 정확히 2개의 개별 스펙트럼 피크, 또는 하나의 지점 또는 각각의 지점에 대한 정확히 3개의 개별 스펙트럼 피크 - 의 조합을 사용하여 지점 P1, P2 중 하나 또는 둘다를 생성하는 것이 유리하다는 것을 알았다.

[0032] 도시된 실시 형태에서, 지점 P1으로 표현된 광은 2개의 개별 스펙트럼 피크 - 이들 중 하나는 지점 P1a로 표현되고 이들 중 다른 하나는 지점 P1b로 표현됨 - 의 조합이다. 지점 P1a로 표현되는 광은 약 465 nm의 피크 파

장 및, 예를 들어, 50 nm 미만, 또는 30 nm 미만, 예를 들어, 25 nm의 FWHM(full-width at half-maximum) 값으로 측정되는 스펙트럼 폭을 가지는 청색 LED에 의해 방출된 광을 나타낸다. 지점 P1b로 표현되는 광은, 인광체가 청색 또는 기타 단파장 광으로 여기될 때, 세륨-도핑된 이트륨 알루미늄 가닛(YAG:Ce)과 같은 황색 인광체로부터 재방출되는 광을 나타낸다. 이러한 재방출된 광은 약 550 nm의 피크 파장 및 150 nm 미만 또는 100 nm 미만의 FWHM 스펙트럼 폭을 가질 수 있다. 도 3a는 지점 P1, P1a 및 P1b를 예시하고 있는 스펙트럼 S1을 나타낸 것이다. 상세하게는, 스펙트럼 S1은 제1 스펙트럼 피크 S1a 및 (부분적으로 중복하는) 제2 스펙트럼 피크 S1b의 혼합 또는 조합이다. 제1 스펙트럼 피크 S1a는 청색 LED에 의해 방출된 청색 펄스 광 - 이 광의 색상이 지점 P1a로 표현됨 - 을 나타내는 피크 파장 λ_p 및 스펙트럼 폭을 가진다. 제2 스펙트럼 피크 S1b는 황색 인광체로부터 재방출된 광 - 이 광의 색상이 지점 P1b로 표현됨 - 을 나타내는 피크 파장 λ_1 및 스펙트럼 폭을 가진다. 적당한 상대적 양 또는 비율로 2개의 스펙트럼 피크 S1a, S1b를 조합하면 결과 스펙트럼 S1 - 이 스펙트럼의 색상이 지점 P1으로 표현됨 - 을 생성한다. 도시된 실시 형태에서, 스펙트럼 피크 S1b의 적분된 세기가 스펙트럼 피크 S1a의 적분된 세기의 약 2.3배이도록 비율이 선택되고, 그 결과 공청상 백색인 지점 P1에 대한 색상이 얻어진다. 청색 광-방출 전계발광 광원 - 이 광원 상에 황색 인광체 물질의 층이 도포되어 있음 - 을 포함하는 제1 발광 요소에 의해 스펙트럼 S1을 가지는 광이 생성될 수 있고, 여기서 인광체 층은 청색 펄스 광의 적절한 부분을 투과시키기 위해 적절히 얇거나 다른 방식으로 설계되어 있다.

[0033] 이와 유사하게, 도시된 실시 형태에서, 지점 P2로 표현된 광도 역시 2개의 개별 스펙트럼 피크 - 이들 중 하나는 지점 P2a로 표현되고 이들 중 다른 하나는 지점 P2b로 표현됨 - 의 조합이다. 지점 P2a로 표현되는 광은, RSC가 청색 또는 기타 단파장 펄스 광에 의해 여기될 때, 도 1 및 도 2와 관련하여 기술된 것과 같은 재방출 반도체 구조체(RSC)의 하나 이상의 전위 우물에 의해 재방출된 광을 나타낸다. 이 실시 형태에서, 이러한 전위 우물(들)은 약 555 nm의 피크 파장 및 50 nm 미만, 또는 30 nm 미만, 예를 들어, 18 nm의 FWHM 스펙트럼 폭을 가지는 녹색 광을 재방출하도록 설계되어 있다. 지점 P2b로 표현되는 광은 또한 단파장 펄스 광에 의해 조명될 때 RSC의 하나 이상의 전위 우물로부터 재방출되는 광을 나타내지만, 지점 P2b와 연관된 전위 우물(들)은 지점 P2a와 연관된 전위 우물(들)과 다르다. 지점 P2b와 연관된 전위 우물(들)은 약 620 nm의 피크 파장 및 50 nm 미만, 또는 30 nm 미만, 예를 들어, 18 nm의 FWHM 스펙트럼 폭을 가지는 적색 광을 재방출하도록 설계되어 있다. 적당한 상대적 양 또는 비율로 2개의 스펙트럼 피크 S2a, S2b를 조합하면 결과 스펙트럼 S2 - 이 스펙트럼의 색상이 지점 P2로 표현됨 - 을 생성한다. 도시된 실시 형태에서, 스펙트럼 피크 S2b의 적분된 세기가 스펙트럼 피크 S2a의 적분된 세기의 약 2배이도록 비율이 선택되고, 그 결과 실질적으로 호박색인 지점 P2에 대한 색상이 얻어진다. 스펙트럼 S2를 가지는 광이 청색 또는 기타 단파장 펄스 광-방출 전계발광 광원 - 이 광원 상에 적절히 설계된 RSC가 도포되어 있음 - 을 포함하는 제1 발광 요소에 의해 생성될 수 있고, 여기서 RSC는 펄스 광을 실질적으로 차단하고(스펙트럼 S2에서의 펄스 파장 λ_p 에서 어떤 상당한 세기도 없음에 주목할 것) 스펙트럼 피크 S2a를 가지는 광과 스펙트럼 피크 S2b를 가지는 광을 정확한 비율로 방출하도록 설계되어 있다. 펄스 광을 실질적으로 차단하기 위해, RSC는 RSC의 임의의 흡수층(들)에 의해 흡수되지 않는 파장 λ_p 의 펄스 광원에 의해 공급되는 단파장 광은 실질적으로 전부 흡수하지만 전위 우물(들)로부터 나오는 재방출된 광은 대부분 투과시키는 광 필터링 층을 포함할 수 있고, 이 층은 때때로 "시안 차단체(cyan blocker)"라고 한다. 이와 관련하여, 2009년 5월 5일자로 출원된, 발명의 명칭이 "Re-Emitting Semiconductor Carrier Devices For Use With LEDs and Methods of Manufacture(LED에서 사용되는 재방출 반도체 캐리어 디바이스 및 제조 방법)"인 동시 계류 중인 미국 특허 출원 제61/175,636호(대리인 사건 번호 65435US002)를 참조하며, 이 미국 출원은 참조 문헌으로서 본 명세서에 포함된다. 완성된 디바이스에서, 이러한 층은 펄스 광원과 마주하는 측면의 반대쪽에 있는 RSC의 측면 상에, 즉 활성 영역 및 특히 활성 영역의 전위 우물이 펄스 광원과 광 필터링층/시안 차단체 사이에 배치되도록 포함될 수 있다.

[0034] 주목할 점은, 도 3a의 상기 설명에서, 심볼 λ_1 이 도 1에서의 그의 의미와 얼마간 상이한 의미를 가진다는 것인데, 그 이유는 도 3a에서는 광 변환 요소로부터의 재방출된 광과 연관되어 있지만, 도 1에서는 전계발광 디바이스에 의해 발생된 펄스 광과 연관되어 있기 때문이다. 도 3b 및 도 1 둘다에서 광 변환 요소로부터의 재방출된 광과 연관되어 있는 심볼 λ_2 는 이들 2개의 도면에서 동일한 의미를 가질 수 있거나 얼마간 상이한 의미를 가질 수 있다.

[0035] 도 3b에 도시된 스펙트럼과 유사한, 2개의 피크 파장을 포함하는 스펙트럼을 가지는 광을 동시에 방출할 수 있는 RSC를 포함하는 예시적인 반도체 적층물이 이하의 표 2에 나타나어져 있다. 이 적층물은 녹색 스펙트럼 피크를 생성하는 하나의 녹색-방출(555 nm) 양자 우물, 및 적색 스펙트럼 피크를 생성하는 하나의 적색-방출(620

nm) 양자 우물을 포함한다. 녹색 피크와 적색 피크의 상대적 세기는 원칙적으로 각자의 양자 우물과 연관되어 있는 흡수체 층의 두께에 의해 제어된다. 녹색-방출 양자 우물에 인접하여 비교적 얇은 흡수체 층을 사용함으로써, 보다 많은 펌프 광이 이들 층을 통과하고 적색-방출 양자 우물에 인접한 흡수체 층에서 흡수될 것이다. 이 결과, 녹색 광보다 더 많은 적색 광이 방출될 수 있다. 녹색 광 대 적색 광의 비가 또한 임의의 광-추출 특징부의 존재에 의해 얼마간 영향을 받을 수 있으며, 예컨대, 여기서 이러한 특징부는 시안 차단체의 외측 표면 내에 에칭되거나 그에 부착된다.

표 2

층 유형	재료	두께 (nm)	밴드 갭/ 방출 에너지(eV)	밴드 갭/ 방출 파장(nm)
시안 차단체	Cd _{0.38} Mg _{0.21} Zn _{0.41} Se	1000	2.48	500
장벽	Cd _{0.23} Mg _{0.43} Zn _{0.34} Se	20	2.88	430
흡수체	Cd _{0.27} Mg _{0.39} Zn _{0.34} Se	150	2.58	480
양자 우물	Cd _{0.72} Zn _{0.28} Se	~ 4	2.00	620
흡수체	Cd _{0.27} Mg _{0.39} Zn _{0.34} Se	150	2.58	480
장벽	Cd _{0.23} Mg _{0.43} Zn _{0.34} Se	20	2.88	430
흡수체	Cd _{0.27} Mg _{0.39} Zn _{0.34} Se	30	2.58	480
양자 우물	Cd _{0.53} Zn _{0.47} Se	~ 3	2.23	555
흡수체	Cd _{0.27} Mg _{0.39} Zn _{0.34} Se	30	2.58	480
윈도우	Cd _{0.23} Mg _{0.43} Zn _{0.34} Se	500	2.88	430

[0036]

[0037]

기술 분야의 당업자라면 다양한 층에 대한 열거된 밴드 갭 에너지를 달성하기 위해 CdMgZnSe 합금의 조성을 어떻게 조정해야 하는지를 잘 알 것이다. 예를 들어, CdMgZnSe 합금의 밴드 갭 에너지는 주로 Mg 함유량에 의해 제어된다. 양자 우물의 방출 파장(또는 에너지)은 Cd/Zn 비 및 양자 우물의 정확한 두께 둘다에 의해 제어된다.

[0038]

도 3의 것과 유사한 색도 다이어그램이 도 4에 도시되어 있다. 도 4에서, 곡선(310)도 역시 전술한 플랑키안 궤적을 나타낸 것이다. 그렇지만, 도 4는 조명 디바이스의 상이한 특성의 실시 형태 또는 실시 형태들을 나타내는 도 3의 것과 상이한 기타 특징부를 포함한다.

[0039]

상세하게는, 지점 P3 및 P4는, 각각, 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출되는 광의 색상을 나타낸다. (주목할 점은, 이들 제1 및 제2 요소 중 하나 또는 둘다가 도 3과 관련하여 기술된 제1 및 제2 발광 요소와 상이할 수 있다는 것이다.) 이들 색상은 특별히 점 P3와 P4를 연결하는 라인 세그먼트(412)가 그의 상당 부분에 걸쳐 플랑키안 궤적(310)에 아주 가깝도록 선택된다. 도시된 실시 형태에서, 라인 세그먼트(412)는 2727°C(3000K)부터 4727°C(5000K)까지의 (플랑키안 궤적에 대한) 색 온도 범위에 걸쳐 CIE (x,y) 평면 상에서 0.005 이하의 거리만큼 플랑키안 궤적(310)으로부터 벗어나 있다. 2227°C(2500K)부터 4727°C(5000K)까지의 넓은 색 온도 범위에 걸쳐, 라인 세그먼트(312)는 CIE (x,y) 평면에서 0.01 이하의 거리만큼 플랑키안 궤적(310)으로부터 벗어나 있다. 일반적으로, 라인 세그먼트가 언급한 색 온도 범위에 걸쳐 CIE (x,y) 평면 상에서 0.04 이하 또는 0.02 이하의 거리만큼 플랑키안 궤적으로부터 벗어나는 것이 바람직하다.

[0040]

라인 세그먼트(412)가 제1 발광 요소에 의해 방출된 광(P3로 표현됨)과 제2 발광 요소에 의해 방출된 광(P4로 표현됨)의 선형 조합으로 이루어진 출력을 갖는 조명 디바이스에 대한 모든 가능한 광 출력의 집합을 나타낸다. 따라서, 예를 들어, P3로 표현된 광과 P4로 표현된 광을 똑같이 포함하는 광 출력을 갖는 조명 디바이스는 라인 세그먼트(412)를 양분하는 지점에 의해 표현된다. 지점 P3의 광의 비율이 증가되면, 디바이스 출력 지점은 라인 세그먼트(412)를 따라 지점 P3 쪽으로 이동한다. 그 대신에 지점 P4의 광의 비율이 증가되면, 디바이스 출

력 지점은 라인 세그먼트(412)를 따라 지점 P4 쪽으로 이동한다. 따라서, 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출되는 광의 상대적 양을 조정함으로써, 디바이스 출력의 색상이 변경되거나 조정될 수 있다.

[0041] 지점 P3, P4에 의해 표현되는 색상은 전계발광 광원과 광 변환 요소의 많은 상이한 조합에 의해 달성될 수 있는데, 그 이유는 CIE 색도 다이어그램 상에서의 임의의 특성의 색 좌표가 실질적으로 서로 상이할 수 있는 다수의 광 스펙트럼과 연관될 수 있기 때문이다. 본 개시 내용은 모든 이러한 조합을 포괄한다. 그렇지만, 적은 수의 개별 스펙트럼 피크 - 예를 들어, 하나의 지점 또는 각각의 지점에 대한 정확히 2개의 개별 스펙트럼 피크, 또는 하나의 지점 또는 각각의 지점에 대한 정확히 3개의 개별 스펙트럼 피크 - 의 조합을 사용하여 지점 P3, P4 중 하나 또는 둘다를 생성하는 것이 유리하다는 것을 알았다.

[0042] 도시된 실시 형태에서, 지점 P3로 표현된 광은 2개의 개별 스펙트럼 피크 - 이들 중 하나는 지점 P3a로 표현되고 이들 중 다른 하나는 지점 P3b로 표현됨 - 의 조합이다. 지점 P3a로 표현되는 광은 약 465 nm의 피크 파장 및, 50 nm 미만, 또는 30 nm 미만, 예를 들어, 18 nm의 FWHM 스펙트럼 폭을 가지는 청색 LED에 의해 방출된 펄스 광을 나타낸다. 지점 P3b로 표현되는 광은, RSC가 청색 또는 기타 단파장 펄스 광에 의해 여기될 때, 도 1 및 도 2와 관련하여 기술된 것과 같은 RSC의 하나 이상의 전위 우물로부터 재방출된 광을 나타낸다. 이 실시 형태에서, 이러한 전위 우물(들)은 약 530 nm의 피크 파장 및 50 nm 미만, 또는 30 nm 미만, 예를 들어, 18 nm의 FWHM 스펙트럼 폭을 가지는 광을 재방출하도록 설계되어 있다. 도 4a는 지점 P3, P3a 및 P3b를 예시하고 있는 스펙트럼 S3를 나타낸 것이다. 상세하게는, 스펙트럼 S3는 제1 스펙트럼 피크 S3a 및 제2 스펙트럼 피크 S3b의 혼합 또는 조합이다. 제1 스펙트럼 피크 S3a는 청색 LED에 의해 방출된 청색 펄스 광 - 이 광의 색상이 지점 P3a로 표현됨 - 을 나타내는 피크 파장 λ_p 및 스펙트럼 폭을 가진다. 제2 스펙트럼 피크 S3b는 RSC의 하나 이상의 적당히 설계된 전위 우물에 의해 재방출된 광 - 이 광의 색상이 지점 P3b로 표현됨 - 을 나타내는 피크 파장 λ_4 및 스펙트럼 폭을 가진다. 적당한 상대적 양 또는 비율로 2개의 스펙트럼 피크 S3a, S3b를 조합하면 결과 스펙트럼 S3 - 이 스펙트럼의 색상이 지점 P3로 표현됨 - 를 생성한다. 도시된 실시 형태에서, 스펙트럼 피크 S3a의 적분된 세기가 스펙트럼 피크 S3b의 적분된 세기의 약 1.5배이도록 비율이 선택되고, 그 결과 실질적으로 시안인 지점 P3에 대한 색상이 얻어진다. 청색 광-방출 전계발광 광원 - 이 광원 상에 적절히 설계된 RSC가 도포되어 있음 - 을 포함하는 제1 발광 요소에 의해 스펙트럼 S3를 가지는 광이 생성될 수 있고, 여기서 RSC는 청색 펄스 광의 적절한 양을 투과시키도록 설계되어 있다. 이러한 RSC는 전형적으로 시안 차단체 층을 포함하지 않을 것이다.

[0043] 이와 유사하게, 도시된 실시 형태에서, 지점 P4로 표현된 광도 역시 2개의 개별 스펙트럼 피크 - 이들 중 하나는 지점 P4a로 표현되고 이들 중 다른 하나는 지점 P4b로 표현됨 - 의 조합이다. 지점 P4a로 표현되는 광은, RSC가 청색 또는 기타 단파장 펄스 광에 의해 여기될 때, RSC의 하나 이상의 전위 우물에 의해 재방출된 광을 나타낸다. 이 실시 형태에서, 이러한 전위 우물(들)은 약 560 nm의 피크 파장 및 50 nm 미만, 또는 30 nm 미만, 예를 들어, 18 nm의 FWHM 스펙트럼 폭을 가지는 황녹색 광을 재방출하도록 설계되어 있다. 지점 P4b로 표현되는 광은 또한 단파장 펄스 광에 의해 조명될 때 RSC의 하나 이상의 전위 우물로부터 재방출되는 광을 나타내지만, 지점 P4b와 연관된 전위 우물(들)은 지점 P4a와 연관된 전위 우물(들)과 다르다. 지점 P4b와 연관된 전위 우물(들)은 약 620 nm의 피크 파장 및 50 nm 미만, 또는 30 nm 미만, 예를 들어, 18 nm의 FWHM 스펙트럼 폭을 가지는 적색 광을 재방출하도록 설계되어 있다. 적당한 상대적 양 또는 비율로 2개의 스펙트럼 피크 S4a, S4b를 조합하면 결과 스펙트럼 S4 - 이 스펙트럼의 색상이 지점 P4로 표현됨 - 를 생성한다. 도시된 실시 형태에서, 스펙트럼 피크 S4b의 적분된 세기가 스펙트럼 피크 S4a의 적분된 세기의 약 1.7배이도록 비율이 선택되고, 그 결과 실질적으로 호박색인 지점 P4에 대한 색상이 얻어진다. 스펙트럼 S4를 가지는 광이 청색 또는 기타 단파장 펄스 광-방출 전계발광 광원 - 이 광원 상에 적절히 설계된 RSC가 도포되어 있음 - 을 포함하는 제1 발광 요소에 의해 생성될 수 있고, 여기서 RSC는 펄스 광을 실질적으로 차단하고(스펙트럼 S4에서의 펄스 파장 λ_p 에서 어떤 상당한 세기도 없음에 주목할 것) 스펙트럼 피크 S4a를 가지는 광과 스펙트럼 피크 S4b를 가지는 광을 정확한 비율로 방출하도록 설계되어 있다. 펄스 광을 실질적으로 차단하기 위해, RSC는 앞서 설명한 시안 차단체와 같은 광 필터링 층을 포함할 수 있다.

[0044] 요약하면, 예를 들어, 백색-광 방출 발광 요소와 호박색-광 방출 발광 요소를 결합함으로써, 또는 시안-광 방출 발광 요소와 호박색-광 방출 발광 요소를 결합함으로써, 백색 광의 광 출력을 제공할 수 있는 광원 디바이스가 지금까지 기술되었다. 게다가, 상이한 발광 요소에 의해 제공되는 광의 상대적 혼합을 조정함으로써, 백색 광 출력의 특성의 색상 또는 색 온도가 조정될 수 있고, 조정된 백색 광은 넓은 범위의 색 온도에 걸쳐 플랑키안 궤적 상에 있거나 그에 아주 가까이 있는 CIE 색도 다이어그램 상에 표현되는 색상을 가질 수 있다.

- [0045] 이것 이외에, 도 3, 도 3a, 도 3b 및 도 4, 도 4a, 도 4b와 관련하여 기술된 유형의 실시 형태가 또한 유리하게도 아주 양호한 "연색" 특성을 나타낸다는 것도 알았다. "연색 지수"(CRI)는, 조명 디바이스 설계자가 눈으로 직접 관찰함으로써 인지될 때의 디바이스 광 출력의 외관 또는 색상 뿐만 아니라, 예를 들어, 디바이스 광 출력을 사용하여 반사된 광에서 보이는 물체 또는 물품의 외관에도 관심을 가지는 경우, 조명 디바이스 설계자에 중요할 수 있는 파라미터이다. 제1 및 제2 백색 광원이 CIE 색도 다이어그램 상에서 동일한 색 좌표를 가질 수 있더라도, 물체 또는 물품의 반사 스펙트럼에 따라, 제1 공칭 백색 광원에 의해 조명될 때의 그의 외관이 제2 공칭 백색 광원에 의해 조명될 때와 아주 상이할 수 있다. 이것은 CIE 색도 다이어그램 상에서의 특징의 색 좌표가 실질적으로 서로 상이할 수 있는 다수의 광 스펙트럼과 연관될 수 있다는 사실의 결과이다. 연색의 효과를 설명하는 통상의 예시가, 예를 들어, 사무실 형광등에 의한 조명과 비교하여, 또는 가스 방전 가로등에 의한 조명과 비교하여 햇빛으로 조명될 때 착색된 물체가 가지는 때때로 아주 상이한 외관이지만, 이들 조명 광원 모두가 직접 볼 때 공칭상 백색으로 보일 수 있다.
- [0046] CIE 간행물 13.3-1995 "Method of Measuring and Specifying Colour Rendering Properties of Light Sources (광원의 연색 특성을 측정 및 지정하는 방법)"에 기술된 방법을 사용하여 주어진 광원의 연색 지수가 측정될 수 있다. 연색 지수는 일반적으로 최저 0부터 최고 100까지의 범위에 있으며, 높은 값이 일반적으로 바람직하다. 게다가, CIE 13.3-1995 간행물에 기초하여 주어진 광원을 나타내는 주어진 스펙트럼의 연색 지수를 계산할 수 있는 수치 기법 및 소프트웨어가 CIE로부터 이용가능하다.
- [0047] 이러한 소프트웨어가 도 3a 및 도 3b에 도시된 스펙트럼 S1 및 S2의 선형 조합으로 이루어진 디바이스 광 출력의 연색 지수를 계산하는 데 사용될 때, 결과는 (스펙트럼 S1과 S2의 상이한 비율에 대응하는) 2227°C(2500K)부터 4727°C(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 80의 연색 지수이다. 도 3a/도 3b 실시 형태에 대한 이 연색 지수가 도 5에 곡선(510)으로 나타내어져 있으며, 여기서 계산된 연색 지수(CRI)는 전체 디바이스 출력의 색 온도에 대해 표시되어 있다. 이와 유사하게, 동일한 소프트웨어가 도 4a 및 도 4b에 도시된 스펙트럼 S3 및 S4의 선형 조합으로 이루어진 디바이스 광 출력의 연색 지수를 계산하는 데 사용될 때, 결과는 (스펙트럼 S3과 S4의 상이한 비율에 대응하는) 2227°C(2500K)부터 4727°C(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 80의 연색 지수이다. 도 4a/도 4b 실시 형태에 대한 이 연색 지수가 도 5에 곡선(512)으로 나타내어져 있다. 부가의 곡선(514)이 도 5에 제공되어 있다. 이 곡선(514)은, 제2 발광 요소(예컨대, 도 3의 지점 P2 및 도 3b의 스펙트럼 S2에 의해 특징지워지는 광 출력을 갖는 청색-LED-펄핑된 RSC)가 호박색 방출 LED를 갖지만 RSC 또는 기타 광 변환 요소를 갖지 않는 발광 요소로 대체된 것을 제외하고는, 도 3/도 3a/도 3b의 것과 유사한 실시 형태에 대하여 계산된 CRI이고, 호박색 방출 LED는 CIE 색도 다이어그램 상에서의 그의 색상이 실질적으로 또다시 도 3의 지점 P2에 대응하도록 592 nm의 피크 파장을 가지는 단일 스펙트럼 피크에서 광을 방출한다. 곡선(514)과 곡선(510)을 비교함으로써, CIE 색도 다이어그램 상에 표시된 바와 같이 실질적으로 동일한 색상 특성을 가지는 2개의 디바이스가 아주 상이한 연색 특성을 가질 수 있다는 것을 알 수 있다.
- [0048] 예시적인 실시 형태에서, 개시된 디바이스의 연색 지수는, 예를 들어, 2227°C(2500K)부터 4727°C(5000K)까지, 또는 2727°C(3000K)부터 4727°C(5000K)까지의 색 온도 범위에 걸쳐 적어도 60, 또는 적어도 70, 또는 적어도 80이다. 높은 연색 지수 값을 달성하기 위해, 디바이스 광 출력을 이루고 있는 성분 스펙트럼(S1, S2) 각각이 적어도 2개의 개별 스펙트럼 피크(예컨대, 도 3a의 피크 S1a, S1b, 또는 도 3b의 피크 S2a, S2b) - 이들 피크가, 예를 들어, 적어도 10 nm만큼 서로 떨어져 있을 수 있음 - 에 의해 특징지워지도록 하는 것이 바람직하다. 게다가, 디바이스 광 출력을 이루고 있는 성분 스펙트럼 각각이, 예를 들어, 정확히 2개의 개별 스펙트럼 피크에 의해, 또는 정확히 3개의 개별 스펙트럼 피크에 의해 특징지워지도록 하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0049] 예시적인 디바이스의 바람직한 색상-관련 특성에 대해 기술하였으며, 이제부터 이들 디바이스의 다양한 구성요소가 어떻게 물리적으로 배열될 수 있는지를, 비제한적인 방식으로, 나타내고 있는 몇몇 도면을 살펴볼 것이다.
- [0050] 도 6은 예시적인 조명 디바이스(610)의 개략 측면도이다. 이 디바이스는 제1 발광 요소(612) 및 제2 발광 요소(614) - 둘다 금속 헤더(metal header)(616) 상에 탑재되어 있음 - 를 포함한다. 헤더(616)는 헤더와 일체로 되어 있는 제1 전도성 기둥(618)과, 서로 전기적으로 절연되어 있고 요소(612, 614)가 탑재되어 있는 디스크-형상의 헤더 메인 부분으로부터 전기적으로 절연되어 있는 제2 및 제3 전도성 기둥(620, 622)을 가진다. 기둥(620)은 와이어(624) 및 와이어 본드를 통해 제1 발광 요소(612)의 제1 전기 접점에 전기적으로 결합되고, 이와 유사하게 기둥(622)은 와이어(626) 및 와이어 본드를 통해 제2 발광 요소(614)의 제1 전기 접점에 전기적으로 결합되어 있다. 제1 및 제2 발광 요소 각각은 또한 제2 전기 접점을 가지고, 이들 전기 접점 둘다는 디스크-형상의 헤더(616) 메인 부분과 오옴 접촉하고 있고, 따라서 기둥(618)과도 오옴 접촉하고 있다.

- [0051] 제1 발광 요소(612)는 제1 펌프 광을 방출하는 제1 전계발광 광원(612a), 및 제1 펌프 광의 적어도 일부를 제1 재방출된 광 성분으로 변환하는 제1 광 변환 요소(612b)를 포함한다. 광원(612a)은 적당한 세기 및 스펙트럼의 펌프 광을 방출하도록 구성되어 있는 LED, 레이저 다이오드 또는 유사한 고체 전계발광 광원일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 전술한 제1 발광 요소(612)의 제1 및 제2 전기 접점은 광원(612a) 상에 제공되고, 따라서 광원이 기둥(618, 620)에 인가되는 제1 전기 신호에 응답하여 펌프 광을 방출할 수 있다. 광 변환 요소(612b)는, 예를 들어, 하나 이상의 RSC 및/또는 하나 이상의 인광체일 수 있거나, 이를 포함할 수 있다. 요소(612)가 제1 스펙트럼 분포를 가지는 광(612c)을 방출하도록 광원(612a) 및 요소(612b)가 함께 동작한다. 광(612c)은 전형적으로 요소(612b)로부터의 적어도 제1 재방출된 광 성분을 포함하고, 또한 이상에서 상세히 기술한 바와 같은 광(612c)의 원하는 스펙트럼 특성에 따라, 광원(612a)에 의해 방출되는 제1 펌프 광의 일부를 포함할 수 있다.
- [0052] 제2 발광 요소(614)는 제2 펌프 광을 방출하는 제2 전계발광 광원(614a), 및 제2 펌프 광의 적어도 일부를 제2 재방출된 광 성분으로 변환하는 제2 광 변환 요소(614b)를 포함한다. 광원(614a)은 적당한 세기 및 스펙트럼의 펌프 광을 방출하도록 구성되어 있는 LED, 레이저 다이오드 또는 유사한 고체 전계발광 광원일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 전술한 제2 발광 요소(614)의 제1 및 제2 전기 접점은 광원(614a) 상에 제공되고, 따라서 광원이 기둥(618, 622)에 인가되는 제2 전기 신호에 응답하여 펌프 광을 방출할 수 있다. 광 변환 요소(614b)는, 예를 들어, 하나 이상의 RSC 및/또는 하나 이상의 인광체일 수 있거나, 이를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 광 변환 요소(612b) 및 광 변환 요소(614b) 중 적어도 하나가 적어도 하나의 전위 우물을 포함한다. 요소(614)가 제2 스펙트럼 분포를 가지는 광(614c)을 방출하도록 광원(614a) 및 요소(614b)가 함께 동작한다. 광(614c)은 전형적으로 요소(614b)로부터의 적어도 제2 재방출된 광 성분을 포함하고, 또한 이상에서 상세히 기술한 바와 같은 광(614c)의 원하는 스펙트럼 특성에 따라, 광원(614a)에 의해 방출되는 펌프 광의 일부를 포함할 수 있다.
- [0053] 자유 공간 전파에 의해서든 광 확산기, 렌즈, 거울 등과 같은 메커니즘을 통해서든 그리고 선택적으로 기타 광 구성요소에 의해, 광(612c)과 광(614c)이 결합되어, 화살표(628)로 개략적으로 나타낸 디바이스(610)의 디바이스 광 출력을 생성한다. 디바이스 광 출력(628)은 따라서 얼마간의 광(612c)과 얼마간의 광(614c)을 포함한다. 출력(628)에 존재하는 광(612c, 614c)의 상대적인 양이 디바이스 출력(628)의 인지된 색상(예컨대, 색 온도)을 제어한다. 이들 상대적인 양, 따라서 디바이스 출력 색상이 상이한 발광 요소(612, 614)의 독립적인 또는 개별적인 전기 제어에 의해 제어될 수 있다. 따라서, 제1 발광 요소(612)는 기둥(618, 620)에 제1 전기 신호(예컨대, 주어진 크기의 전류)를 인가하는 것에 의해 전원을 공급받을 수 있다. 제2 발광 요소(614)는 기둥(618, 622)에 제1 전기 신호와 독립적인 및/또는 상이한 제2 전기 신호를 인가하는 것에 의해 전원을 공급받을 수 있다. 제1 및 제2 전기 신호의 크기는 제1 및 제2 발광 요소(612, 614)에 의해 방출되는 광의 양 및 출력(628)의 색 온도를 제어하는 데 사용된다.
- [0054] 도 7은 디바이스(610)와 유사한 예시적인 조명 디바이스(710)의 개략 측면도이다. 유사한 참조 번호는 유사한 요소를 나타내며, 그에 대한 추가적인 설명은 필요하지 않다. 디바이스(710)는 제1 발광 요소(712) 및 제2 발광 요소(714) - 둘다 금속 헤더(616) 상에 탑재되어 있음 - 를 포함한다. 기둥(620)은 제1 발광 요소(712)의 제1 전기 접점에 전기적으로 결합되고, 기둥(622)은 제2 발광 요소(714)의 제1 전기 접점에 전기적으로 결합되어 있다. 제1 및 제2 발광 요소 각각은 또한 제2 전기 접점을 가지고, 이들 전기 접점 둘다는 디스크-형상의 헤더(616) 메인 부분과 오옴 접촉하고 있고, 따라서 기둥(618)과도 오옴 접촉하고 있다.
- [0055] 제1 및 제2 발광 요소(712, 714)는 전술한 요소(612, 614)와 유사하고, 제1 요소(712)는 제1 펌프 광을 방출하는 제1 전계발광 광원(712a), 및 제1 펌프 광의 적어도 일부를 제1 재방출된 광 성분으로 변환하는 제1 광 변환 요소(712b)를 포함하며, 제2 요소(714)는 제2 펌프 광을 방출하는 제2 전계발광 광원(714a), 및 제2 펌프 광의 적어도 일부를 제2 재방출된 광 성분으로 변환하는 제2 광 변환 요소(714b)를 포함한다. 광원(612a, 614a)이 개별적인 반도체(예컨대, LED) 칩에 의해 제공되는 반면 광원(712a, 714a)이 동일한 반도체(예컨대, LED) 칩 상의 개별적인 pn 접합부에 의해 제공되는 한, 전계발광 광원(712a, 714a)이 광원(612a, 614a)과 다르다. 그렇지만, 양 경우에, 제1 및 제2 전계발광 광원(612a 및 614a이든 712a 및 714a이든 상관없음)이 개별적인 전기 신호에 의해 독립적으로 및/또는 개별적으로 제어가능하다. 또한, 양 경우에, 제1 및 제2 전계발광 광원은 동일한 스펙트럼을 가지는 펌프 광을 방출할 수 있거나, 상이한 스펙트럼의 펌프 광을 방출할 수 있다.
- [0056] 전술한 제1 발광 요소(712)의 제1 및 제2 전기 접점은 광원(712a) 상에 제공되고, 따라서 광원이 기둥(618, 620)에 인가되는 제1 전기 신호에 응답하여 제1 펌프 광을 방출할 수 있다. 광 변환 요소(712b)는, 예를 들어, 하나 이상의 RSC 및/또는 하나 이상의 인광체일 수 있거나, 이를 포함할 수 있다. 요소(712)가 제1 스펙트럼 분포를 가지는 광(712c)을 방출하도록 광원(712a) 및 요소(712b)가 함께 동작한다. 제2 발광 요소(714)의 제1

및 제2 전기 접점은 광원(714a) 상에 제공되고, 따라서 광원이 기둥(618, 622)에 인가되는 제2 전기 신호에 응답하여 제2 펌프 광을 방출할 수 있다. 광 변환 요소(714b)가, 예를 들어, 하나 이상의 RSC 및/또는 하나 이상의 인광체일 수 있거나 이를 포함할 수 있지만, 바람직하게는 광 변환 요소(712b) 및 광 변환 요소(714b) 중 적어도 하나가 적어도 하나의 전위 우물을 포함한다. 요소(714)가 제2 스펙트럼 분포를 가지는 광(714c)을 방출하도록 광원(714a) 및 요소(714b)가 함께 동작한다. 광(714c)은 전형적으로 요소(714b)로부터의 적어도 제2 제 방출된 광 성분을 포함하고, 또한 이상에서 상세히 기술한 바와 같은 광(714c)의 원하는 스펙트럼 특성에 따라, 광원(714a)에 의해 방출되는 펌프 광의 일부를 포함할 수 있다.

[0057] 주목할 점은, 도 6의 장치와 달리, 도 7에서는, 전계발광 광원(712a) 및 전계발광 광원(714a) 둘다를 덮고 있는 단일 광 변환층이 제공되고, 이러한 단일 광 변환층의 일부분이 제1 광 변환 요소(712b)를 형성하고, 이러한 단일 광 변환층의 다른 부분이 제2 광 변환 요소(714b)의 일부분을 형성한다는 것이다. 도 7에서 알 수 있는 바와 같이, 제2 광 변환 요소(714b)는 그에 부가하여 제1 광 변환 요소(712b)에 존재하지 않는 또 하나의 광 변환 요소를 포함한다.

[0058] 자유 공간 전파에 의해서든 광 확산기, 렌즈, 거울 등과 같은 메커니즘을 통해서든 그리고 선택적으로 기타 광 구성요소(712c)에 의해, 광(712c)과 광(714c)이 결합되어, 화살표(728)로 개략적으로 나타낸 디바이스(710)의 디바이스 광 출력을 생성한다. 출력(728)에 존재하는 광(712c, 714c)의 상대적인 양이 디바이스 출력(728)의 색 온도 또는 기타 인지된 색상을 제어한다. 이들 상대적인 양, 따라서 디바이스 출력 색상이 상이한 발광 요소(712, 714)의 독립적인 또는 개별적인 전기 제어에 의해 제어될 수 있다. 따라서, 제1 발광 요소(712)는 기둥(618, 620)에 제1 전기 신호를 인가하는 것에 의해 전원을 공급받을 수 있고, 제2 발광 요소(714)는 기둥(618, 622)에 제1 전기 신호와 독립적인 및/또는 상이한 제2 전기 신호를 인가하는 것에 의해 전원을 공급받을 수 있다. 제1 및 제2 전기 신호의 크기는 제1 및 제2 발광 요소(712, 714)에 의해 방출되는 광의 양 및 출력(728)의 색 온도를 제어하는 데 사용된다.

[0059] 도 8은 다른 조명 디바이스(810)의 개략 평면도로서, 이 디바이스(810)의 설계가 실질적으로 디바이스(610, 도 6) 또는 디바이스(710, 도 7) 중 어느 하나에 적용될 수 있다. 디바이스(810)는 제1 발광 요소(812) 및 제2 발광 요소(814)를 포함한다. 좁은 섹터를 갖는 일반적으로 정사각형-형상의 전기 접점(812a)이 제1 요소(812)의 제1 전계발광 광원 상에 제공된다. 요소(812)는 또한 정사각형-형상의 접점(812a)으로 둘러싸인 요소(812)의 적어도 중앙 영역에 배치된 제1 광 변환 요소(812b)를 포함한다. 요소(812)의 주변 영역(812c)은 또한 제1 광 변환 요소(812b)로 덮여 있을 수 있거나, 광 변환 요소를 포함하지 않고 오히려 단순히 제1 전계발광 광원의 노출된 부분일 수 있다.

[0060] 좁은 섹터를 갖는 일반적으로 정사각형-형상의 다른 전기 접점(814a)이 또한 제2 요소(814)의 제2 전계발광 광원 상에 제공된다. 요소(814)는 또한 정사각형-형상의 접점(814a)으로 둘러싸인 요소(814)의 적어도 중앙 영역에 배치된 제2 광 변환 요소(814b)를 포함한다. 요소(812)의 주변 영역(814c)은 또한 제2 광 변환 요소(812b)로 덮여 있을 수 있거나, 광 변환 요소를 포함하지 않고 오히려 단순히 제2 전계발광 광원의 노출된 부분일 수 있다.

[0061] 도 9는 다른 조명 디바이스(910)의 개략 평면도로서, 이 디바이스(910)의 설계가 실질적으로, 예를 들어, 디바이스(710, 도 7)에 적용될 수 있다. 디바이스(910)는 일반적으로 U자-형상의 제1 발광 요소(912) 및 일반적으로 U자-형상의 제2 발광 요소(914)를 포함하고, 이 2개의 요소는 인터로킹 패턴(interlocking pattern)을 형성하여 일반적으로 정사각형의 전체 윤곽선 또는 경계를 제공한다. 좁은 섹터를 갖는 일반적으로 U자-형상의 전기 접점(912a)이 제1 요소(912)의 제1 전계발광 광원 상에 제공된다. 요소(912)는 또한 접점(912a)에 가까운 영역에서 제1 전계발광 광원 상에 배치된 제1 광 변환 요소(912b)를 포함한다.

[0062] 좁은 섹터를 갖는 일반적으로 U자-형상의 다른 전기 접점(914a)이 또한 제2 요소(914)의 제2 전계발광 광원 상에 제공된다. 요소(914)는 또한 접점(914a)에 가까운 영역에서 제2 전계발광 광원 상에 배치된 제2 광 변환 요소(914b)를 포함한다.

[0063] 디바이스(910)의 나머지 영역(914c)은 제1 광 변환 요소(912b) 및/또는 제2 광 변환 요소(914b)로 덮여 있을 수 있거나, 광 변환 요소를 포함하지 않고 오히려 단순히 제1 및/또는 제2 전계발광 광원의 노출된 부분일 수 있다. 디바이스(910)의 인터디지트된(interdigitated) 설계는 전계발광 요소(912, 914)로부터의 광을 혼합하는 것을 용이하게 해줄 수 있다.

[0064] 도 6 및 도 7의 실시 형태는 조명 디바이스의 2개의 발광 요소가 3개의 전기 단자 또는 접점을 사용하여 어떻게

독립적으로 제어될 수 있는지를 설명하며, 여기서 하나의 단자[기둥(618)]가 양 요소에 공통이고, 다른 단자들[기둥(620, 622)] 각각은 요소들 중 하나에만 전용되어 있다. 한 쌍의 단자[기둥(618, 620)]에 제1 전기 신호를 인가하고 다른 쌍의 단자[기둥(618, 622)]에 (제1 전기 신호와 독립적인) 제2 전기 신호를 인가하는 것에 의해 독립적인 제어가 달성될 수 있다. 물론, 4 단자 디바이스도 생각되며, 이 경우 어떤 단자도 양 요소에 공통이 아니며, 주어진 쌍의 단자가 발광 요소들 중 주어진 발광 요소에 전용되어 있다.

[0065] 도 10에서, 단지 2개의 입력 단자를 가지며 2개의 입력 단자에 제공되는 전기 입력의 크기의 함수로서 색상 제어 또는 조정을 달성하기 위해 개시된 조명 디바이스의 2개의 발광 요소를 상이한 양으로 구동하는 데 사용될 수 있는 회로(1010)를 개시하고 있다. 이 회로에서, 단자(1012, 1014)는 입력 단자이다. 외부의 가변 또는 조정가능 광원(1016)이, 도시된 바와 같이, 입력 단자에 결합되어 있다. 전원(1016) - 전압원 또는 전류원일 수 있음 - 은 가변 전압 V_s 및 가변 전류 I 를 조명 디바이스에 제공한다. 조명 디바이스는 제1 전계발광 광원 및 제1 전계발광 광원에 의해 제공된 펌프광의 적어도 일부를 제1 재방출된 광 성분으로 변환하는 제1 광 변환 요소를 가지는 제1 발광 요소를 포함한다. 조명 디바이스는 또한 제2 전계발광 광원 및 제2 전계발광 광원에 의해 제공된 펌프광의 적어도 일부를 제2 재방출된 광 성분으로 변환하는 제2 광 변환 요소를 가지는 제2 발광 요소를 포함한다.

[0066] 회로(1010)에서, 예를 들어, LED일 수 있거나 이를 포함할 수 있는 제1 전계발광 광원이 다이오드 D1으로 표현되어 있고, 상이한 LED일 수 있거나 이를 포함할 수 있는 제2 전계발광 광원이 다이오드 D2로 표현되어 있다. 회로(1010)를 완성하기 위해, 이 다이오드가, 도시된 바와 같이, 다른 회로 요소(즉, 트랜지스터 Q1 및 Q2와 베이스 저항기 Rb)에 연결되어 있다. 다이오드 D1, 다이오드 D2, 및 베이스 저항기 Rb를 통해 흐르는 전류는, 각각, I_1 , I_2 , 및 I_3 로 표시되어 있다. 이들 전류가 합쳐져 소스 전류 I 가 된다(즉, $I_1 + I_2 + I_3 = I$). 주목할 점은, 트랜지스터 Q1 및 베이스 저항기 Rb가 연결되어 있는 것으로 인해 다이오드 D1을 통해 흐르는 전류 I_1 이 주로 Rb 및 트랜지스터 Q1의 전류 이득에 의해 결정되는 값으로 실질적으로 제한된다는 것이다. 한편, 트랜지스터 Q2가 다이오드로서 기능하도록 결선되어 있는 것으로 인해 다이오드 D1을 포함하는 회로의 분기가 포화되고 나서 상당한 후까지 다이오드 D2가 턴온(turn on)되지 않는다.

[0067] 입력 단자(1012, 1014)에 인가된 전기 신호에 응답한 이들 차이로 인해 상이한 상대적 양의 광이 다이오드 D1 및 D2에 의해 방출되고, 따라서 상이한 상대적 양의 광이 조명 디바이스의 제1 및 제2 발광 요소에 의해 방출되며, 따라서 인가된 전기 신호의 크기의 함수로서, 상이한 색상 또는 색 온도가 조명 디바이스 광 출력에 의해 제공된다. 예를 들어, 제1 발광 요소(다이오드 D1이 그의 일부임)가 따뜻한 백색 광을 방출하고 제2 발광 요소(다이오드 D2가 그의 일부임)가 시원한 백색 광을 방출하는 경우, 회로(1010)의 효과는 낮은 인가된 전류에서 실질적으로 따뜻한 백색 광의 결합된 출력(즉, 조명 디바이스 광 출력)을 제공하지만 인가된 전류가 증가됨에 따라 이 출력이 점진적으로 보다 시원하고 밝은 백색으로 천이한다는 것이다. 이러한 성능이 바람직할 수 있는데, 그 이유는 백열 광원의 익숙한 조광 거동과 비슷하기 때문이다. 회로(1010)는 따라서 색상-변경 조광 회로로서 동작할 수 있다.

[0068] 완전함을 위해, 도 11a 및 도 11b는 회로(1010)의 모델링된 거동을 나타낸 것으로서, 여기서 Rb의 값은 500 옴으로 가정되었다. 양 도면에서, y축은 주어진 회로 요소 또는 요소들을 통해 흐르는 전류(단위: 밀리암페어)를 나타낸다. 도 11a에서, x축은 외부 전원에 의해 제공되는 전압 V_s 를 나타낸다. 곡선(1110)은 다이오드 D1을 통해 흐르는 전류 I_1 을 나타내고, 곡선(1112)은 다이오드 D2를 통해 흐르는 전류 I_2 를 나타내며, 곡선(1114)은 이들 전류의 합 $I_1 + I_2$ 를 나타낸다. 도 11b에서, x축은 양 다이오드를 통해 흐르는 총 전류(즉, $I_1 + I_2$)를 나타낸다. 곡선(1116)은 다이오드 D1을 통해 흐르는 전류 I_1 을 나타내고, 곡선(1118)은 다이오드 D2를 통해 흐르는 전류 I_2 를 나타낸다.

[0069] 회로(1010)의 하나 이상의 구성요소(트랜지스터 및/또는 베이스 저항기 등)는 "금속 본드형(metal bonded)" GaN LED에 사용되는 규소 기판 또는 기타 반도체 기판에 제조될 수 있다. 대안적으로, 이러한 회로 구성요소는 광 방출을 맡고 있는 반도체 디바이스로부터 멀리 떨어져 물리적으로 분리되도록 제조될 수 있다.

[0070] 달리 언급하지 않는 한, 본 명세서 및 특허청구범위에 사용되는 양, 특성의 측정치 등을 표현하는 모든 숫자는 "약"이라는 용어에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 그에 따라, 달리 언급하지 않는 한, 명세서 및 특허청구범위에 기술되는 숫자 파라미터는 본 출원의 개시 내용을 이용하여 당업자가 달성하고자 하는 원하는 특성에 따라 다를 수 있는 근사치이다. 특허청구범위의 범주에 대한 등가물의 원칙의 적용을 제한하려고 시도함

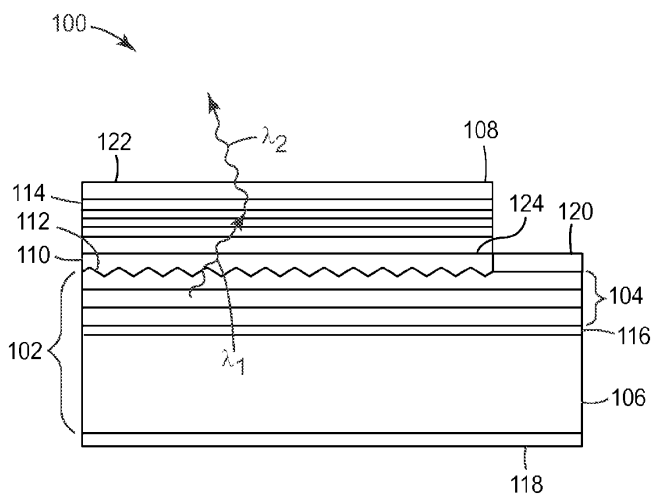
이 없이, 각각의 수치적 파라미터는 적어도 보고된 유효 숫자의 수의 관점에서 그리고 통상의 반올림 기법을 적용하여 해석되어야 한다. 본 발명의 넓은 범주를 기술하는 수치 범위 및 파라미터가 근사치임에도 불구하고, 임의의 수치 값이 본 명세서에 설명된 특정 예에 기술되는 한, 이들은 가능한 한 합리적으로 정확히 보고된다. 그러나, 임의의 수치 값은 시험 또는 측정 한계와 관련된 오차를 분명히 포함할 수 있다.

[0071]

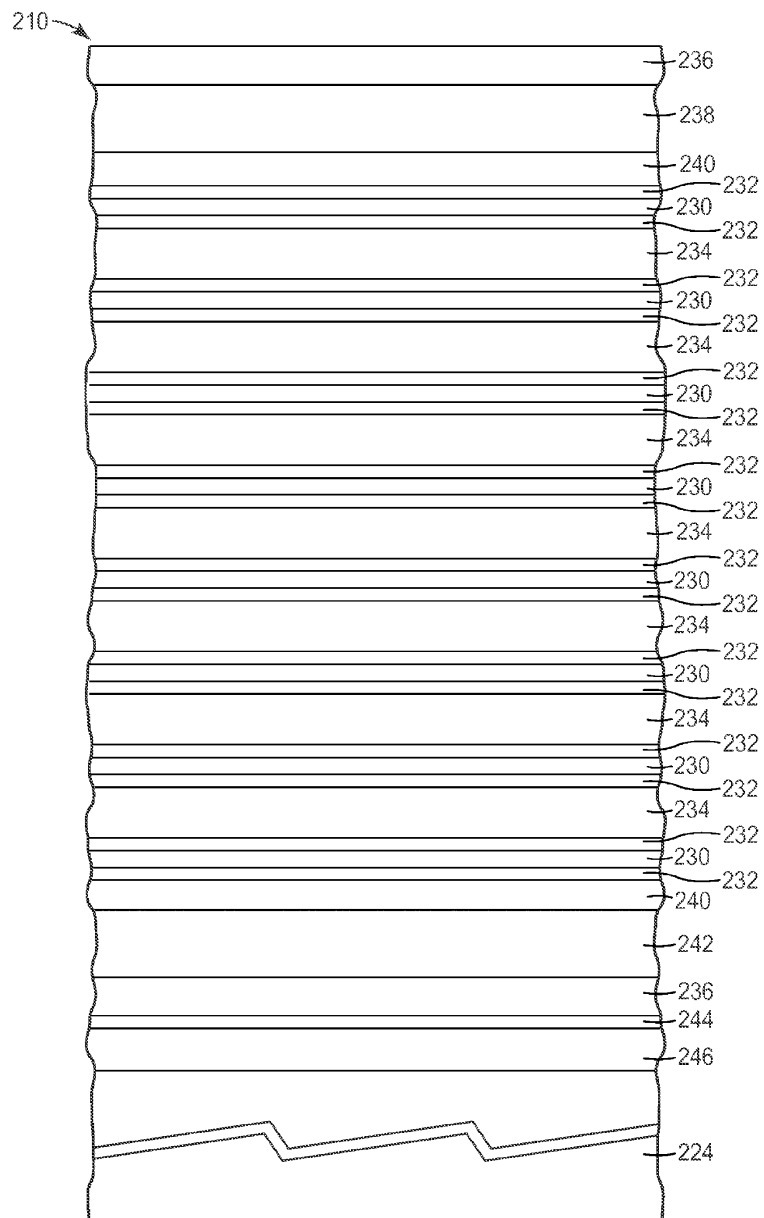
본 발명의 다양한 수정 및 변경이 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 기술 분야의 당업자에게는 명백할 것이며, 본 발명이 본 명세서에 기술된 예시적인 실시 형태로 제한되지 않는다는 것을 잘 알 것이다. 예를 들어, 읽는 사람은, 달리 언급하지 않는 한, 하나의 개시된 실시 형태의 특징이 또한 모든 다른 개시된 실시 형태에도 적용될 수 있는 것으로 가정해야 한다. 또한, 본 명세서에서 언급된 모든 미국 특허, 특허 출원 공개, 및 기타 특허와 비특허 문서가, 이상의 개시 내용과 모순되지 않는 한, 참조 문헌으로서 포함된다는 것을 잘 알 것이다.

도면

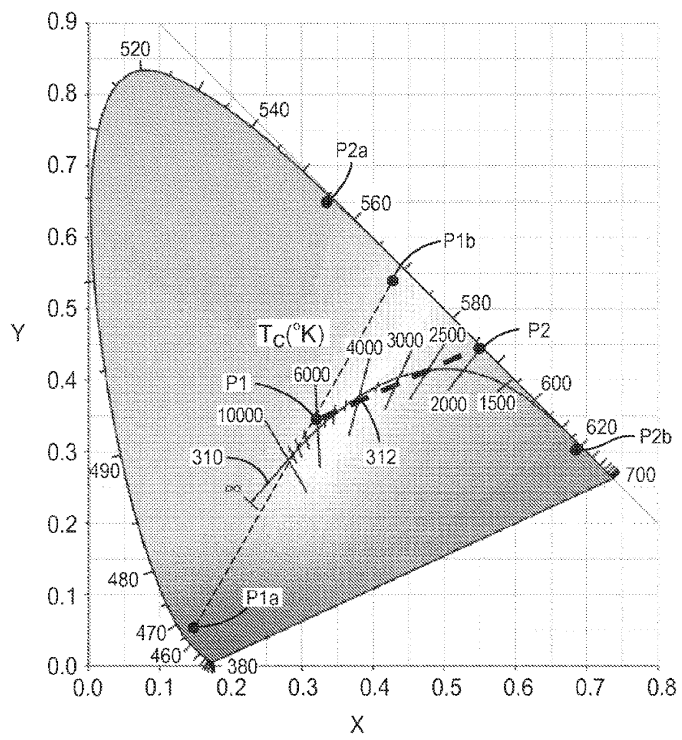
도면1



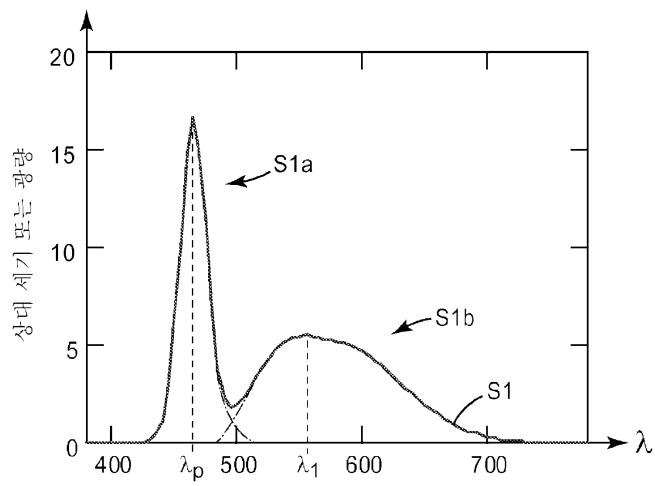
도면2



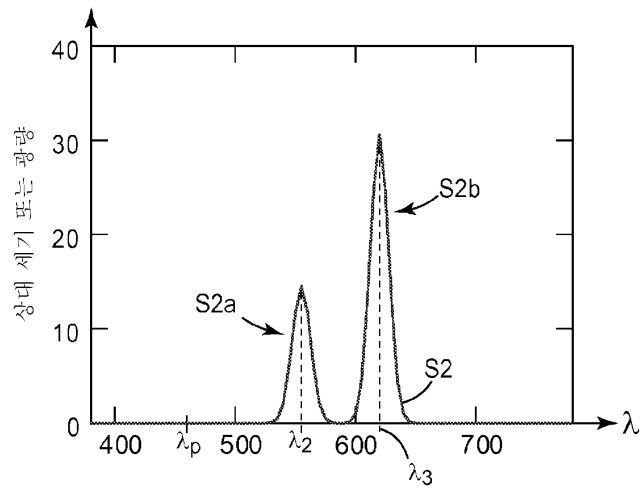
도면3



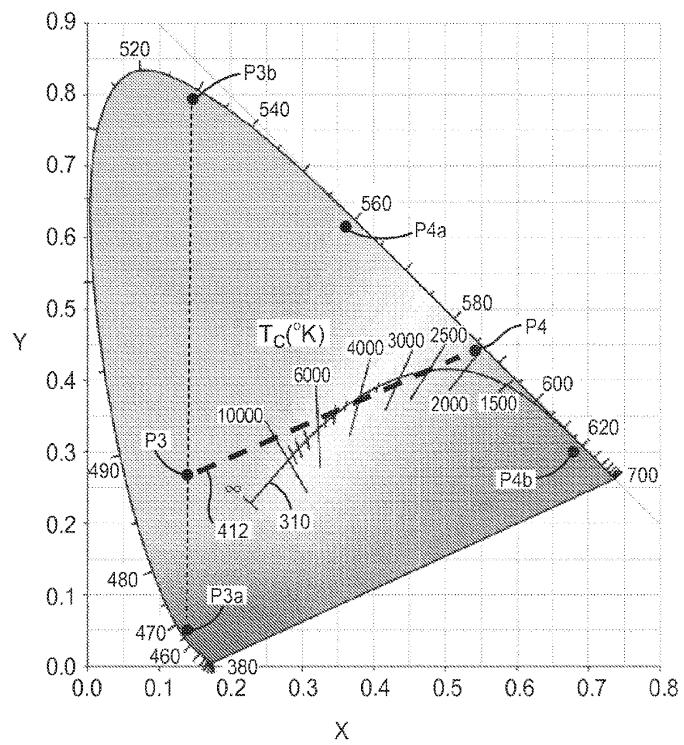
도면3a



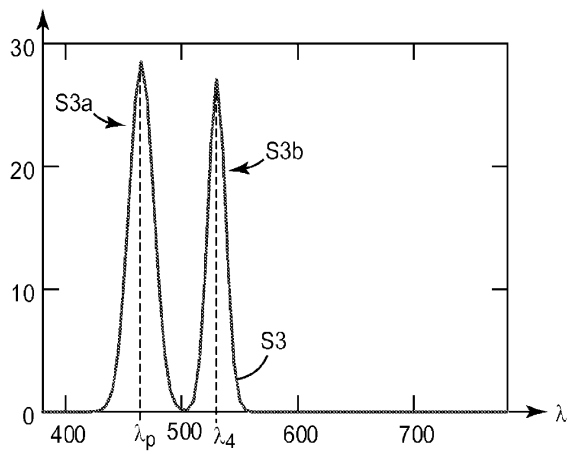
도면3b



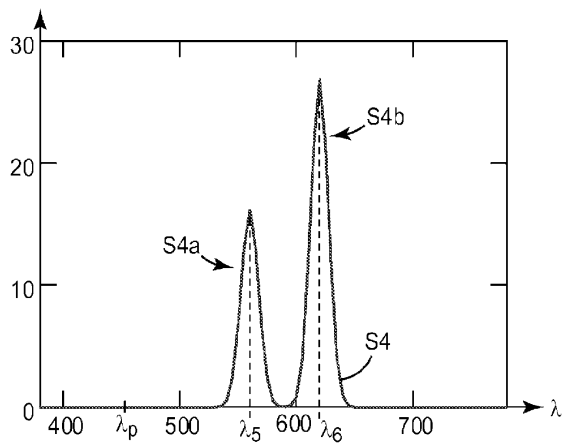
도면4



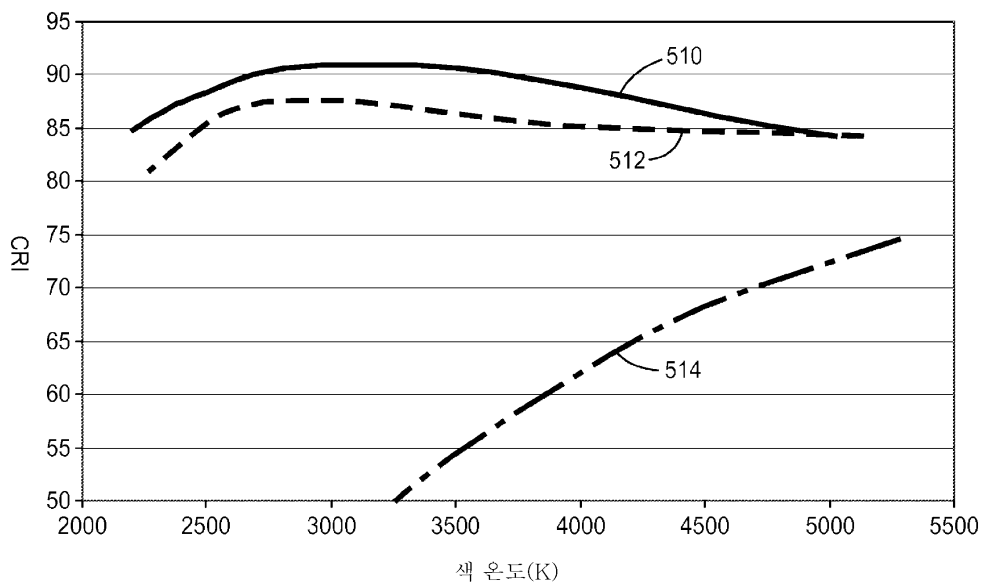
도면4a



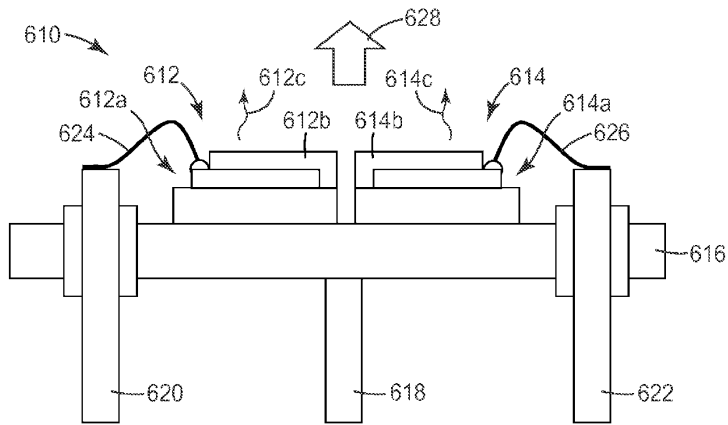
도면4b



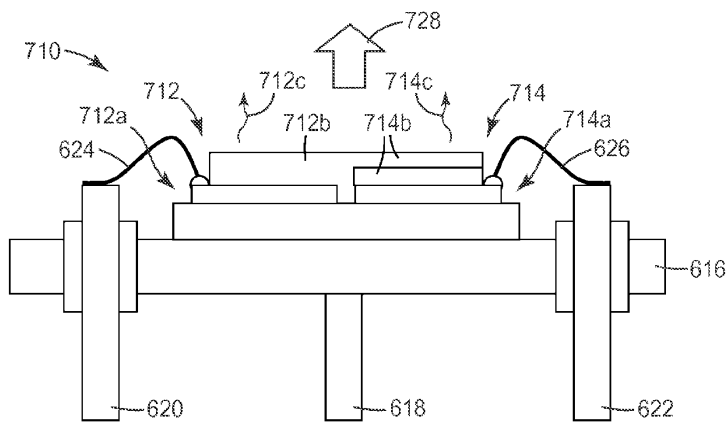
도면5



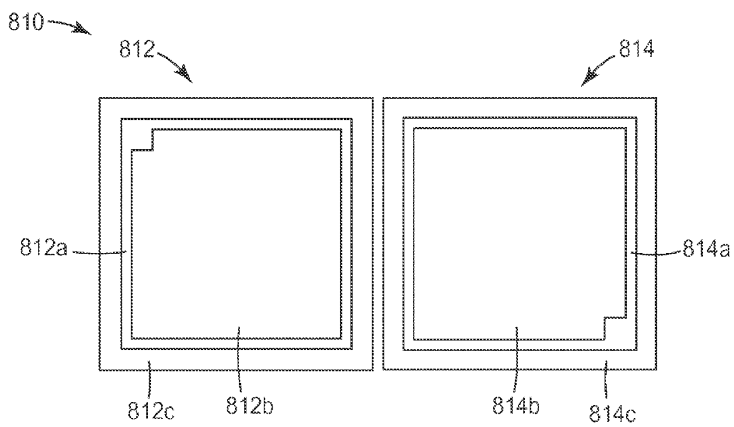
도면6



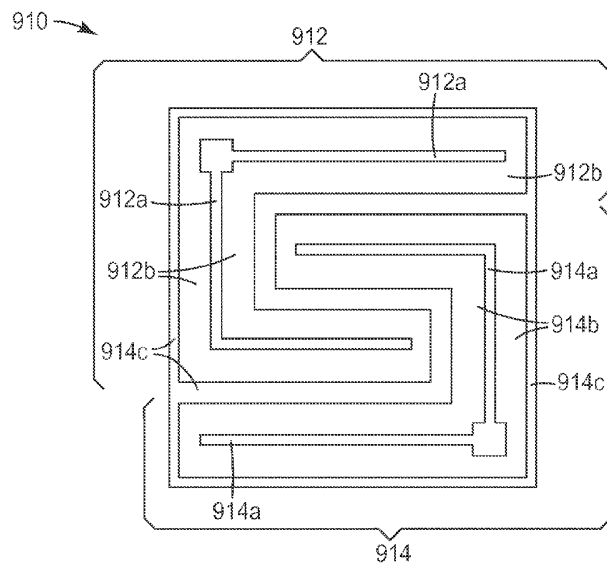
도면7



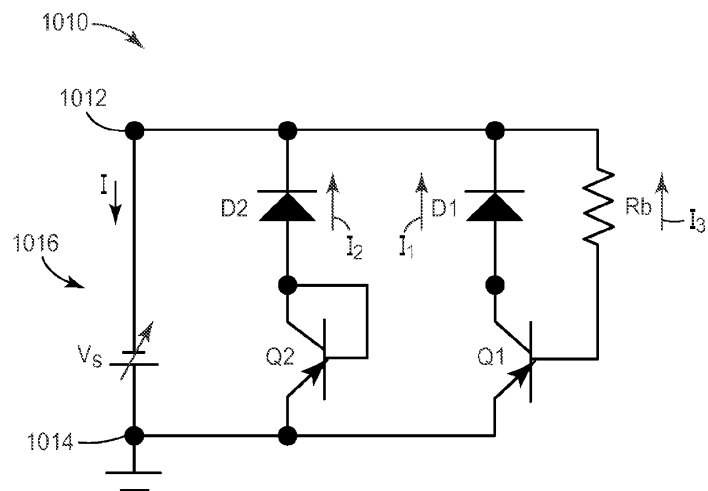
도면8



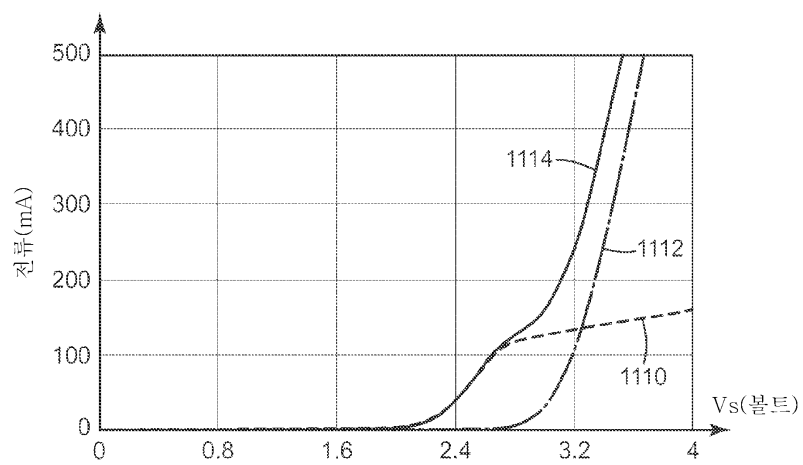
도면9



도면10



도면11a



도면11b

