



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월10일  
(11) 등록번호 10-1459999  
(24) 등록일자 2014년11월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09K 11/06 (2006.01) H01L 33/48 (2010.01)  
(21) 출원번호 10-2008-7028647  
(22) 출원일자(국제) 2007년04월10일  
심사청구일자 2012년04월09일  
(85) 번역문제출일자 2008년11월24일  
(65) 공개번호 10-2009-0013799  
(43) 공개일자 2009년02월05일  
(86) 국제출원번호 PCT/IB2007/051271  
(87) 국제공개번호 WO 2007/122531  
국제공개일자 2007년11월01일  
(30) 우선권주장  
06113086.0 2006년04월25일  
유럽특허청(EPO)(EP)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20040145308 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
코닌클리케 필립스 엔.브이.  
네덜란드, 아인트호벤 5656 에이이, 하이 테크 캠퍼스 5  
(72) 발명자  
슈미트, 페테르  
네덜란드 엔엘-5656 아아 아인트호펜 프로프. 홀스트란 6 내  
베흐텔, 한스-헬무트  
네덜란드 엔엘-5656 아아 아인트호펜 프로프. 홀스트란 6 내  
부셀트, 볼프강  
네덜란드 엔엘-5656 아아 아인트호펜 프로프. 홀스트란 6 내  
(74) 대리인  
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 14 항

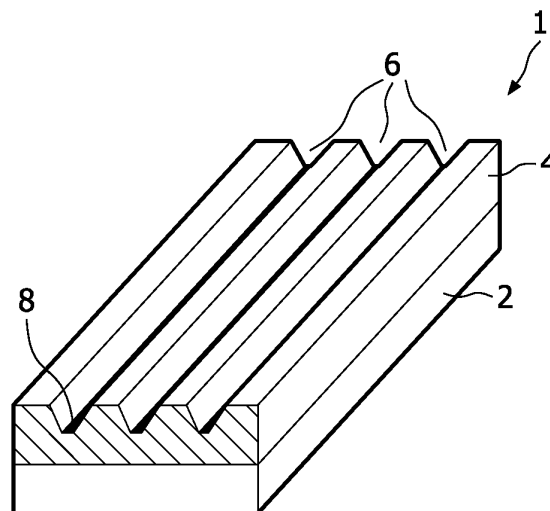
심사관 : 오세주

(54) 발명의 명칭 백색광을 생성하는 형광 조명

(57) 요약

적어도 제1 파장 스펙트럼의 제1 광을 방사할 수 있는 복사 광원(radiation source)(2); 상기 제1 광을 적어도 부분적으로 흡수하고 제2 파장 스펙트럼을 갖는 제2 광을 방사할 수 있는 제1 형광 재료(4); 및 상기 제1 광을 적어도 부분적으로 흡수하고 제3 파장 스펙트럼을 갖는 제3 광을 방사할 수 있는 제2 형광 재료(8)를 포함하고, 상기 제1 형광 재료(4) 또는 상기 제2 형광 재료(8)는 단결정 재료의 밀도의 97 퍼센트를 초과하는 밀도를 갖는 다결정 세라믹이고 각각의 다른 형광 재료는  $100 \text{ nm} < d_{50\%} < 50 \text{ }\mu\text{m}$ 의 중간 입자 크기(median particle size)를 갖는 인광물질 분말인, 발광 시스템(1).

대표도 - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

발광 시스템(1)으로서,

적어도 제1 파장 스펙트럼의 제1 광을 방사할 수 있는 복사 광원(radiation source)(2);

상기 복사 광원(2)의 전방에 배치되고, 상기 제1 광을 적어도 부분적으로 흡수할 수 있으며, 제2 파장 스펙트럼을 갖는 제2 광을 방사할 수 있는 제1 형광 재료(4) - 상기 제1 형광 재료(4)는 단결정 재료의 밀도의 97 퍼센트를 초과하는 밀도를 갖는 다결정 세라믹임 -; 및

상기 제1 광을 적어도 부분적으로 흡수하며, 제3 파장 스펙트럼을 갖는 제3 광을 방사할 수 있는 제2 형광 재료(8)

를 포함하고,

상기 제2 형광 재료(8)는  $100 \text{ nm} < d_{50\%} < 50 \text{ }\mu\text{m}$  범위의 중간 입자 크기(median particle size)를 갖는 인광 물질 분말이고,

적어도 하나의 리세스(recess)(6)는 상기 제1 형광 재료(4)의 제1 표면 내에 배치되고, 상기 제2 형광 재료(8)는 상기 적어도 하나의 리세스(6) 내에 배치되고, 상기 적어도 하나의 리세스(6)의 깊이는 상기 제1 형광 재료(4)의 두께의 적어도 1/2인, 발광 시스템(1).

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 리세스(6)는 상기 리세스(6)의 저부에 블라인드 홀(10)을 갖고, 상기 제2 형광 재료(8)는 상기 블라인드 홀(10) 내에 퇴적되고, 상기 적어도 하나의 리세스(6)는  $45^\circ$  와  $170^\circ$  사이의 개구 각(opening angle)을 갖는, 발광 시스템(1).

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 적어도 하나의 리세스(6)는, 각뿔(pyramid) 또는 끝(peak)이 절단된 각뿔에 의해 형성되는, 발광 시스템(1).

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 형광 재료(4)의 두께 D는  $50\mu\text{m} < D < 850\mu\text{m}$ 인, 발광 시스템(1).

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제2 형광 재료(8)는, 상기 제1 광, 상기 제2 광 및 상기 제3 광의 합성이 6000 K 미만의 상관 색온도(CCT: correlated color temperature)에서 80보다 높은 연색 지수(color rendering index)를 갖도록 상기 제1 형광 재료(4)와 함께 배치되는, 발광 시스템(1).

### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 형광 재료(8)는, 상기 복사 광원(2)의 표면 상에 배치되고, 상기 적어도 하나의 리세스(6)는 상기 복사 광원(2)에서 멀어지는 쪽을 향하는 상기 제1 형광 재료(4)의 표면 상에 배치되는, 발광 시스템(1).

### 청구항 7

제3항에 있어서, 상기 적어도 하나의 리세스(6)는  $15^\circ$  와  $160^\circ$  사이의 개구 각(opening angle)을 갖는, 발광 시스템(1).

### 청구항 8

제1항에 있어서, 복수의 리세스(6)를 갖고, 2개의 리세스들(6) 사이의 거리는 0.1-1 mm인, 발광 시스템(1).

### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제1 형광 재료(4)는 식  $(\text{Lu}_{1-x-y}\text{Y}_x\text{Gd}_y)_{3-a-b}(\text{Al}_{1-m-n}\text{Ga}_m\text{Sc}_n)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}_a\text{Pr}_b$ (여기서,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 0.5$ ,  $0.001 \leq a \leq 0.02$ ,  $0.001 \leq b \leq 0.005$ ,  $0 \leq m \leq 0.5$ ,  $0 \leq n \leq 0.5$ )를 갖는 인광물질을 포함하는, 발광 시스템(1).

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제2 형광 재료(8)는,

A)  $(\text{Ca}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{S}):\text{Eu}_y$ (여기서,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0.0003 \leq y \leq 0.01$ ),

B)  $(\text{Ba}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{Ca}_y)_{2-z}\text{Si}_{5-a}\text{Al}_a\text{N}_{8-a}\text{O}_a:\text{Eu}_z$ (여기서,  $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $0 \leq y \leq 0.8$ ,  $0.0025 \leq z \leq 0.05$ ,  $0 \leq a \leq 1$ ), 또는

C)  $(\text{Ca}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{Mg}_y)_{1-z}\text{Si}_{1-a}\text{Al}_{1+a}\text{N}_{3-a}\text{O}_a:\text{Eu}_z$ (여기서,  $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $0 \leq y \leq 0.2$ ,  $0.003 \leq z \leq 0.05$ ,  $0 \leq a \leq 0.02$ )

의 그룹으로부터 선택될 수 있는, 발광 시스템(1).

#### 청구항 11

제1항의 발광 시스템(1)을 포함하는 조명 장치.

#### 청구항 12

제1항에 따른 발광 시스템(1)을 제조하는 방법으로서,

제1 형광 재료(4)의 표면 내에 리세스들(6)을 형성하는 단계;

상기 형성된 리세스들(6) 내에 제2 형광 재료(8)를 배치하는 단계; 및

복사 광원(2) 상에 상기 제1 형광 재료(4)를 마운팅하는 단계

를 갖는 발광 시스템(1)의 제조 방법.

#### 청구항 13

제1항에 따른 제1 형광 재료(4)를 갖는 발광 시스템(1)을 제조하는 방법으로서,

제2 형광 재료(8)를 갖는 바인더 재료로 포일(foil)을 형성하는 단계; 및

상기 제1 형광 재료(4)를 갖는 복사 광원(2) 상에 상기 제2 형광 재료(8)를 갖는 상기 포일을 퇴적시키는 단계를 갖는 발광 시스템(1)의 제조 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 1 내지 20 중량 퍼센트의 분말 인광물질( $d_{50\%} = 5 \mu\text{m}$ )을, 열가소성 재료들, 열경화성 플라스틱들, 수지들, 바인더들, 베이스 폴리머들(base polymers), 모노머들, 합성 재료들, 및 실리콘 화합물들을 포함하는 바인딩 캐리어 재료(binding carrier material)로서 고도로 점성-탄성이 있는(viscoelastic) 폴리머 겔 내에 분산시키는 단계, 및 몰딩(molding), 주조(casting), 압출 성형(extrusion), 풀트루전(pultrusion), 기계 가공(machining), 열성형(thermal forming) 및 플라스틱 용접(plastic welding)을 포함하는 프로세스들을 통해 포일들을 형성하는 단계를 더 포함하는 발광 시스템(1)의 제조 방법.

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 특허 출원은 일반적으로 인광-변환(phosphor-converted) 반도체 발광 장치에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 발광 다이오드(LED)를 포함하는 반도체 발광 장치는 현재 이용 가능한 가장 효율적인 광원 중 하나이다. 사용되고 있는 LED는 전체 가시 스펙트럼에서 동작 가능하다. LED는 III-V 반도체 그룹, 특히 III-질화물 재료라고도 불리는, 갈륨, 알루미늄, 인듐, 및 질소의 2원, 3원, 및 4원 합금을 포함하는, 반도체를 이용하여 제조될 수 있다.

[0003] LED는, 예를 들면, 조명, 분위기 조명(atmosphere lighting), 광고 조명 등을 위한 다양한 상이한 조명 시스템들에서 일반적으로 사용된다. 양호한 조명 인상을 제공하기 위하여, UV-LED를 이용한 조명 시스템이 제안되었고, 그 시스템에서는 UV-LED로부터 방사된 광이 형광 재료에 의하여 변환된다.

[0004] 청색-UV 광은 가시광의 다른 컬러에 대하여, 보다 높은 광자 에너지, 즉, 보다 짧은 파장을 갖기 때문에, 그러한 광은 보다 긴 파장을 갖는 광을 생성하기 위해 쉽사리 변환될 수 있다. 제1 피크 파장을 갖는 광("제1 광")이 루미네스스(luminescence)로 알려진 프로세스를 이용하여 보다 긴 피크 파장을 갖는 광("제2/제3 광")으로 변환될 수 있다는 것은 당 기술분야에서 잘 알려져 있다. 루미네스스 프로세스는 광발광(photoluminescent) 재료(인광물질이라고도 불림)에 의해 상기 제1 광을 흡수하는 것을 포함하고, 그것은 그 재료의 원자들을 여기시켜, 상기 제2 광을 방사한다. 피크 파장 및 그 주위의 파장들의 대역은 한마디로 파장이라 불릴 수 있다. 상기 제2 광의 파장은 상기 광발광 재료에 의존할 것이다. 광발광 재료의 타입은 특정 피크 파장을 갖는 제2 광을 생성하도록 선택될 수 있다.

[0005] LED를 이용한 조명 시스템의 연색 지수(color-rendering index; CRI)를 향상시키기 위하여, 2색성(dichromatic) 조명 시스템이 이미 제안되었다. 그러한 시스템에서, 청색 LED의 제1 방사는 광발광 재료, 예를 들면 황색 인광물질에 의해 방사된 광과 결합된다. 예를 들면, 광발광 재료로서  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$  인광물질이 사용된다. LED로부터 방사된 청색광의 일부는 인광물질에 의해 황색광으로 변환된다. LED로부터의 청색광의 다른 부분은 인광물질을 통하여 투과된다. 따라서, 이 시스템은 LED로부터 방사된 청색광과, 인광물질로부터 방사된 황색광 모두를 방사한다. 청색 및 황색 방사 대역들의 혼합은 관찰자에 의해 백색광으로서 인지된다. 그 인지된 광은 70과 80 사이의 CRI 및 약 5000 K 내지 약 8000 K의 범위에 있는 색온도를 갖는다.

[0006] 그럼에도 불구하고, 많은 조명 시스템들에서, 80 미만의 CRI는 수용 불가하다. 예를 들면, 비즈니스 조명, 분위기 조명 등에서, 2색성 접근법에 기초한 백색광 LED는, 적색 성분의 부재로 인해 CRI가 빈약하기 때문에, 자주 사용되지 않는다. 특히, 일반적인 조명에서 이용되는 5000 K 미만의 색온도에 대하여, CRI는 2색성 청색-황색 LED 조명 시스템에서 70 미만이다.

[0007] 높은 상관 색온도(correlated color temperature; CCT), 즉  $CCT < 6000$ 에서도 CRI를 더 향상시키기 위하여, 파장 변환된 반도체 발광 장치가 제안되었고, 그 장치에서는 제1 파장 변환 재료 및 제2 파장 변환 재료가 제공된다. 광원의 CCT는 1960년의 CIE u-v 시스템에서 광원의 색점까지의 최소 거리에서 상기 온도를 갖는 완전 방사체(Planckian Emitter)의 색좌표에 따라서 이해될 수 있다.

[0008] 제1 파장 변환 재료(형광 재료)는 제2 파장 변환 재료에 의해 방사되는 광보다 짧은 파장을 갖는 광을 방사한다. 제1 및 제2 파장 변환 재료들은 발광 장치 상에 퇴적(deposit)될 수 있다. 그러나, 알려진 장치들 내에서, 제1 및 제2 파장 변환 재료들이 혼합됨으로써 광의 후방산란 및 손실이 초래되기 때문에 효율은 빈약하다. 또한, 제2 파장 변환 재료는 종종 제1 파장 변환 재료로부터 방사된 광에 의해서만 여기된다. 또한, 원하는 상관 색온도(CCT)의 조절은 매우 빈약하다.

[0009] [발명의 개요]

[0010] 그러므로, 본 출원의 목적은 높은 CRI를 갖는 백색광을 방사하는 조명 시스템을 제공하는 것이다. 본 출원의 다른 목적은 높은 효율, 정의가 명확한 색온도 및 양호한 조명 특성을 갖는 조명 시스템을 제공하는 것이다. 본 출원의 또 다른 목적은 따뜻한 백색광 방사, 즉  $CCT < 6000$  K를 갖는 LED 조명을 제공하는 것이다. 본 출원의 또 다른 목적은 조명 CCT의 조절을 허용하는 것이다.

[0011] 이들 및 다른 목적들은 적어도 제1 파장 스펙트럼의 제1 광을 방사할 수 있는 복사 광원(radiation source), 상기 제1 광을 적어도 부분적으로 흡수하고 제2 파장 스펙트럼을 갖는 제2 광을 방사할 수 있는 제1 형광 재료, 상기 제1 광을 적어도 부분적으로 흡수하고 제3 파장 스펙트럼을 갖는 제3 광을 방사할 수 있는 제2 형광 재료

— 상기 제1 또는 상기 제2 형광 재료는 단결정 재료의 밀도의 97 퍼센트를 초과하는 밀도를 갖는 다결정 세라믹이고 각각의 다른 형광 재료는  $100\text{ nm} < d_{50\%} < 50\text{ }\mu\text{m}$ 의 중간 입자 사이즈(median particle size)를 갖는 인광물질 분말입 — 를 포함하는 발광 시스템에 의해 해결된다.

[0012] 상기 제2 형광 재료는 동일한 조성을 갖는 단결정 재료의 밀도의 97 퍼센트를 초과하는 밀도를 갖는 다결정 세라믹일 수 있다.

[0013] 단결정 재료는 전체 표본의 결정 격자가 표본의 에지들까지 연속적이고, 비틀리지 않고, 부서지지 않고, 결정립계(grain boundary)가 없는 결정질 고체(crystalline solid phase)이다. 그의 밀도는 100%이다.

[0014] 다결정은 정자(crystallite)로 알려진 다수의 보다 작은 결정들로 이루어질 수 있다. 상기 정자들의 밀도는 세공(pore), 유리상(glass phase) 또는 외인성 상(extrinsic phase)의 수에 의해 정의될 수 있다. "다결정 재료"라는 용어는 80 퍼센트를 초과하는 단결정 도메인들 — 각 도메인은 직경이  $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 보다 크고 상이한 결정학적 방위들을 가짐 — 로 이루어진 주요 구성물의 90 퍼센트보다 큰 부피 밀도를 갖는 재료로 이해될 수 있다. 상기 단결정 도메인들은 비결정질 또는 유리질 재료에 의해 또는 추가의 결정질 구성물들에 의해 연결될 수 있다.

[0015] 상기 인광물질 분말은 단결정들 및 다결정들을 포함할 수 있다. 인광물질 분말과 동일한 조성을 갖는 단결정 재료의 밀도의 97 퍼센트를 초과하는 밀도를 갖는 다결정 세라믹들의 조합은 높은 기계적 안정성을 제공함과 동시에 양호한 CRI를 제공한다는 것이 밝혀졌다.

[0016] 상기 높은 밀도 재료는 세라믹으로 이해될 수 있다. 그것은 이론상 밀도의 95% 이상 100% 이하일 수 있다. 따라서, 세라믹은 보다 작은 밀도를 갖는 재료에 비하여 훨씬 향상된 기계적 및 광학적 특성을 제공한다. 바람직하게는, 세라믹 재료는 이론상 밀도의 97% 이상 100% 이하의 밀도를 갖고, 더 바람직하게는 98% 이상 100% 이하의 밀도를 갖는다.

[0017] 상기 복사 광원은 짧은 파장을 갖는, 바람직하게는 UVA에서 청색 스펙트럼 영역까지, 예를 들면, 약 330 nm와 약 470 nm 사이의 파장을 갖는 광을 방사하는 LED일 수 있다. 높은 에너지 광을 방사하는 다른 복사 광원들도 가능하다. 상기 형광 재료들은 상기 복사 광원으로부터의 광을 완전히 또는 부분적으로 흡수하고 그것을 다시 충분히 넓은 대역의 다른 스펙트럼 영역들에서, 그리고 적색의 상당한 부분을 갖는 상기 제2 형광 재료를 이용하여 방사한다. 원하는 백색 색온도 및 CRI를 갖는 전체 방사가 형성된다.

[0018] 상기 제1 광의 파장을 변환하는 상기 제1 형광 재료는 세륨 도핑된 다결정 세라믹 물체일 수 있다. 상기 세라믹은, 예를 들면, 세륨 도핑된  $\text{YAG:Ce}(0.5\%)$  석류석(garnet)일 수 있다. 상기 제1 형광 재료는 황색-녹색 스펙트럼의 광을 방사할 수 있다. 상기 제1 형광 재료는 상기 제1 광에 의해 여기될 수 있다. 예를 들면, 일반식  $(\text{Lu}_{1-x-y}\text{Y}_x\text{Gd}_y)_{3-a-b}(\text{Al}_{1-m}\text{Ga}_m\text{Sc}_n)\text{O}_{12}:\text{Ce}_a\text{Pr}_b$  [ $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 0.5$ ,  $0.001 \leq a \leq 0.02$ ,  $0.001 \leq b \leq 0.005$ ,  $0 \leq m \leq 0.5$ ,  $0 \leq n \leq 0.5$ ]의 녹색-황색 방사 세륨-프라세오디뮴-활성화 루테튬-이트륨-알루미늄-갈륨-스칸듐 석류석 인광물질이 이용될 수 있다. 예를 들면, 상기 석류석 재료는  $(\text{Lu}_{0.2}\text{Y}_{0.8})_{2.994}(\text{Al}_{4.95}\text{Sc}_{0.05})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}_{0.006}$  또는  $(\text{Y}_{0.9}\text{Gd}_{0.1})_{2.994}\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}_{0.006}$ 의 바람직한 조성을 가질 수 있다. 예들은 또한 이상적인 석류석 화학량론으로부터 이탈하는 조성, 예를 들면,  $(\text{Y}_{0.9}\text{Gd}_{0.1})_{2.994}\text{Al}_{5.01}\text{O}_{12.015}:\text{Ce}_{0.006}$ 을 포함할 수도 있다. 가장 바람직하게는, 이상적인 화학량론으로부터의 이탈을 나타내는 조성들은 단일 상(single phase)이다. 그 예들은 또한 붕산염, 실리콘 산화물, 알칼리토류 화합물, 플루오르화물, 또는 알루미늄 질화물 또는 실리콘 질화물과 같은 질화물과 같은 소결 용제(sintering flux)의 사용이 원인이 될 수 있는 추가의 화합물들을 갖는 조성들을 포함할 수도 있다. 이러한 추가의 화합물들은 세라믹 석류석 결정립들에서 용해될 수 있고 또는 결정립계 상(grain boundary phase)과 같은 제2 상으로서 존재할 수 있다.

[0019] 상기 제2 형광 재료는, 예를 들면, 적색 방사 유로퓸-활성화 인광물질과 같은 적색 방사 인광물질일 수 있다. 상기 제2 형광 재료는  $(\text{Ca}_{1-x-y}\text{Sr}_x)\text{S}:\text{Eu}_y$  [ $0 \leq x \leq 1$ ,  $0.0003 \leq y \leq 0.01$ ];  $(\text{Ba}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{Ca}_y)_{2-z}\text{Si}_{5-a}\text{Al}_a\text{N}_{8-a}\text{O}_a:\text{Eu}_z$  [ $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $0 \leq y \leq 0.8$ ,  $0.0025 \leq z \leq 0.05$ ,  $0 \leq a \leq 1$ ]; 또는  $(\text{Ca}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{Mg}_y)_{1-z}\text{Si}_{1-a}\text{Al}_{1+a}\text{N}_{3-a}\text{O}_a:\text{Eu}_z$  [ $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $0 \leq y \leq 0.2$ ,  $0.003 \leq z \leq 0.05$ ,  $0 \leq a \leq 0.02$ ]의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 바람직하게는, 근자외선(near UV)(400 nm)에서 청색-녹색(500 nm)까지 높은 양자 효율로 여기 가능한 높은 색도 적색 인광물질인, 조성  $\text{Ca}_{0.98}\text{Si}_{0.985}\text{Al}_{1.015}\text{N}_{2.99}\text{O}_{0.01}:\text{Eu}_{0.02}$ 의 유로퓸 활성화 갈륨 알루미늄 실리콘 질화물이 이용된다. 제1 LED 광의 발광 변환을 위한 이 인광물질의 최적화된 사용을 위하여, 달성할 광물리적 특성, 예를 들면, 관련 발광 장치의



효능, 색 명세(color specifications) 및 수명을 변경할 필요가 있다. 상기 유로퓸 활성화 칼슘 알루미늄 실리콘 질화물의 색도 및 양자 효율은 격자 내의 N/O 및 Al/Si 비율을 변경함으로써 Ba, Sr, Mg를 포함하는 목록으로부터 칼슘에 대한 이가(divalent) 금속 이온들의 치환을 통하여 변경될 수 있다. 가장 바람직하게는, 상기 적색 방사 유로퓸 활성화 칼슘 알루미늄 실리콘 질화물 재료는 염화암모늄 또는 염화나트륨과 같은 추가된 할로겐 용제(halide flux)와 함께 동시 소결(cofiring)함으로써 생성된다. 상기 할로겐 용제는 상기 인광물질의 필요한 소결 온도를 저하시키고 상기 재료의 광 출력을 대폭 향상시킨다. 잔여 용제의 대부분은 소결 후에 세척에 의해 없어지지만, 소량은 발광 특성을 저하시키지 않고 격자에 포함되어  $\text{Ca}_{0.98}\text{Si}_{0.985}\text{Al}_{1.015}\text{N}_{2.99}\text{O}_{0.01}:\text{Eu}_{0.02}\text{Cl}_x [x \leq 0.0015]$  또는  $\text{Ca}_{0.96}\text{Na}_{0.02}\text{SiAlN}_{2.98}\text{O}_{0.02}:\text{Eu}_{0.02}\text{Cl}_x [x \leq 0.0015]$ 과 같은 공식화로 될 수 있다.

[0020] 실시예들에 따르면, 상기 제2 형광 재료는 적어도 하나의 여분의 층에서 상기 제1 형광 재료와 분리될 수 있다. 상기 여분의 층은 제1 파장 스펙트럼을 방사하는 상기 복사 광원과 제2 파장 스펙트럼을 방사하는 제1 발광 재료 사이에, 또는 제2 파장 스펙트럼을 방사하는 상기 제1 발광 재료의 위에 배치될 수 있다. 상기 제2 형광 재료는 또한 상기 형광 재료의 표면 상의 적어도 하나의 리세스(recess), 바람직하게는 3개 이상의 리세스 내에 배치될 수 있다. 상기 리세스는 상기 복사 광원 전방의 상기 제1 형광 재료 또는 상기 복사 광원 전방의 상기 제2 형광 재료 중 어느 한쪽의 제1 표면 내에 배치될 수 있다. 이로 인해 제3 파장 스펙트럼을 갖는 제3 광이 주로 제1 광에 의해 여기될 수 있다. 상기 리세스는 피트(pit), 홈(groove), 움푹 팬 곳(dent), 공동(cavity), 또는 만입(indentation) 등일 수 있다. 상기 리세스는 상기 복사 광원에 대면하는 표면의 반대편에 있는 표면 상에 배치될 수 있다.

[0021] 상기 제1 형광 재료는 적어도 하나의 편평한 표면을 가질 수 있고 상기 제2 형광 재료는 상기 편평한 표면 상에 제2 발광층을 형성한다. 바람직하게는, 상기 제2 형광층은 광을 산란시킨다. 상기 제1 및 상기 제2 광의 파장을 변환하는 상기 제2 형광 재료는 상기 리세스 내에 배치될 수 있다. 상기 제2 형광 재료는 볼(ball), 축적물(accumulation), 클러스터(cluster), 구슬(beading), 입방체(cube) 등으로서 상기 제1 형광 재료의 표면 상에 퇴적되거나 상기 리세스 내에 배치될 수 있다.

[0022] 상기 제2 형광 재료를 개별 층에 또는 상기 리세스에 배치함으로써, 상기 제1 형광 재료로부터 방사된 상기 제2 광은 최소한으로만 흡수된다. 상기 제1 형광 재료로부터의 광은 상기 제2 형광 재료에 의해 최소로 재흡수되어 방사된다. 또한, 상기 제2 형광 재료는 상기 복사 광원에 가까이 배치됨으로써, 이미 상기 제1 광은 상기 제2 형광 재료를 여기시키고 상기 제1 발광 재료로부터 방사된 광은 상기 제2 발광 재료를 통하여 투과되지 않는다.

[0023] 연색 지수(CRI)로서 표시되는, 백색광 방사 복사 광원의 조명색을 표현함에 있어서의 품질은 실시예들에 따른 조명 시스템에 의해 향상될 것이다. 100의 CRI는 광원으로부터 방사된 광이 380-780 nm의 가시 스펙트럼 범위에서  $\text{CCT} < 5000 \text{ K}$ 에 대한 흑체 광원, 즉, 백열등 또는 할로겐등으로부터의 광과 같다는, 또는 CIE Pub 13.3(CIE 13.3:1995, Method of Measuring and Specifying Colour Rendering Properties of Light Sources.)에 의해 정의된 '태양 같은'(sun-like) 스펙트럼과 동일하다는 표시이다.

[0024] 층 두께, 리세스의 사이즈 및 치수를 조정함으로써, CCT 및 CRI가 조절될 수 있다. 예를 들면, 적어도 2개의 리세스들 사이의 거리는 0.1-1 mm, 바람직하게는 0.5 mm가 되도록 선택될 수 있다. 리세스들은 상기 제1 형광 재료의 표면에 빗 모양으로 형성될 수 있다. 각 리세스의 깊이는 상기 제1 형광 재료의 두께의 적어도 1/2일 수 있다. 리세스는 20  $\mu\text{m}$ 의 깊이를 갖는 것이 바람직하다. 적어도 하나의 다결정 형광 재료의 두께 D는  $50 \mu < D < 850 \mu\text{m}$ , 바람직하게는  $80 \mu < D < 250 \mu\text{m}$ 이다. 빗 모양 리세스들은 상기 제1 형광 재료의 표면 상에 각뿔(pyramid)에 의해 형성될 수 있다. 각뿔의 뾰족한 끝(peak)은 절단될 수 있다.

[0025] 실시예들에 따르면, 상기 제2 형광 재료는 상기 제1 형광 재료의 적어도 하나의 표면 상에 배치될 수 있고 상기 제1 광, 상기 제2 광 및 상기 제3 광의 합성은 6000 K 미만의, 바람직하게는 5000 K 미만의 상관 색온도에서 80보다 높은 연색 지수를 갖는다.

[0026] 예를 들면, 상기 제1 형광 재료의 적어도 하나의 표면 상에 형성된 상기 제2 형광 재료에 의해 형성된 층은  $30\text{cm}^{-1} < s < 1000 \text{ cm}^{-1}$ 의 범위의 산란 계수 s를 갖는다. 그러한 층은  $0.5 \mu\text{m} < d_{50\%} < 20 \mu\text{m}$ 의 중간 직경  $d_{50\%}$ 를 갖는 인광물질 입자들로 이루어질 수 있다. 다른 예에서, 상기 적어도 하나의 리세스의 깊이는 상기 제1 형광 재료의 두께의 적어도 1/2, 바람직하게는 20  $\mu\text{m}$ 일 수 있다. 그에 의해, 상기 제2 형광 재료는 상기 복사 광원에 가까이 배치되고 상기 제1 발광 재료로부터의 광은 상기 제2 형광 재료에 의한 간섭 없이 방사할 수 있다. LED 광원에 의한 상기 제2 형광 재료의 직접 여기를 가능하게 하기 위해, 실시예들은 15°와 160° 사이, 바람

직하계는 90°의 개구 각(opening angle)을 갖는 적어도 하나의 리세스를 제공한다.

- [0027] 본 출원의 다른 양태는 전술한 발광 시스템을 포함하는 조명 장치이다.
- [0028] 본 출원의 추가의 양태는 발광 시스템을 제조하는 방법으로서, 제1 형광 재료의 표면 내에 리세스들을 형성하는 단계, 상기 형성된 리세스들 내에 제2 형광 재료를 퇴적시키는 단계, 복사 광원 상에 상기 제1 형광 재료를 마운팅하는 단계를 갖는다. 특히 전술한 조명 시스템을 생성하기 위한 것이다.
- [0029] 본 출원의 또 다른 양태는 제1 형광 재료를 갖는 발광 시스템을 제조하는 방법으로서, 제2 형광 재료를 갖는 바인더 재료를 갖는 포일(foil)을 형성하는 단계와 상기 제2 형광 재료를 갖는 포일을 상기 제1 발광 재료를 갖는 복사 광원 상에 퇴적시키는 단계를 갖는다. 특히 전술한 조명 시스템을 생성하기 위하여, 포일들은 1 내지 20 중량 퍼센트의 분말 인광물질( $d_{50\%} = 5 \mu\text{m}$ )을 바인딩 캐리어 재료(binding carrier material)로서 고도로 점성-탄성이 있는 폴리머 겔 내에 분산시키는 것에 의해 만들어질 수 있다. 바인딩 재료에 대한 예들은 열가소성 재료, 열경화성 플라스틱, 수지, 바인더, 베이스 폴리머(base polymer), 모노머, 합성 재료, 및 실리콘 화합물을 포함한다. 포일 제조를 위해 요구되는 점성 및 경화 특성을 조절하기 위해 용제(solvent) 첨가물이 이용될 수 있다. 포일들은 몰딩(molding), 주조(casting), 압출 성형(extrusion), 폴트루전(pultrusion), 기계 가공(machining), 열성형(thermal forming) 및 플라스틱 용접(plastic welding) 등의 프로세스를 통하여 형성될 수 있다. 포일들은 상기 제2 형광 재료 상에 퇴적시키기 전에 필요한 사이즈로 형성될 수 있다.

### 발명의 상세한 설명

- [0039] 도 1은 실시예들에 따른 조명 시스템(1)의 측면도를 도시한다. 시스템(1)은, 예를 들면, 청색 발광 LED일 수 있는, 복사 광원(2)을 포함할 수 있다. LED(2)의 표면 상에는 제1 형광 재료(4)가 배치된다. 제1 형광 재료(4)는 제2 형광 재료(8)가 퇴적되는 편평한 표면을 갖는다. 제1 형광 재료(4)는 바람직하게는 단결정 재료의 밀도의 97 퍼센트를 초과하는 밀도를 갖는 다결정 세라믹이다. 제2 형광 재료(8)는 바람직하게는 분말이다. 상기 분말은  $100 \text{ nm} < d_{50\%} < 50 \mu\text{m}$ 의 중간 입자 사이즈  $d_{50\%}$ 를 가질 수 있다. 상기 분말은 살포(dusting), 정전 기식 살포(electrostatic dusting) 또는 소위 포토-테키(photo-tacky) 프로세스에 의해 제1 형광 재료의 표면 상에 도포될 수 있다. 인광물질을 갖는 바인더 재료로 구성된 포일로서 제2 형광 재료(8)를 도포하고 제2 형광 재료를 갖는 포일을 상기 제1 발광 재료를 갖는 복사 광원 상에 퇴적시키는 것도 가능할 수 있다.
- [0040] 도 2는 실시예들에 따른 조명 시스템(1)의 사시도를 도시한다. 시스템(1)은, 예를 들면, UV-LED(2)일 수 있는, 복사 광원을 포함할 수 있다. LED(2)의 표면 상에는 제1 형광 재료(4)가 배치된다. 제1 형광 재료(4)는 리세스들(6)을 갖고, 그 리세스들에는 제2 형광 재료(8)가 퇴적된다.
- [0041] 사용되는 형광 재료(4, 8)는 형광등 및 발광 다이오드에 의해 생성되는 자외선 광, 청색 발광 다이오드에서의 가시광에 응답할 수 있다. 상기 복사 광원은 형광 재료들(4, 8)를 여기시킬 수 있는 파장을 갖는 광을 방사할 필요가 있다. 이들은 방전등 및 발광 다이오드 및 레이저 다이오드 등의 청색- 및 UV-방사 반도체 발광 장치일 수 있다.
- [0042] 복사 광원은 전기적 여기에 응답하여 광 복사를 방사하는 반도체 광 복사 방사체(semiconductor optical radiation emitter) 및 기타 장치를 포함한다. 반도체 광 복사 방사체는 발광 다이오드 LED 칩, 발광 폴리머(LEP), 유기 발광 장치(OLED), 폴리머 발광 장치(PLED) 등을 포함한다.
- [0043] 또한, 수은 저압 및 고압 방전등, 황 방전등, 및 분자 복사체(molecular radiator) 기반의 방전등 등의, 방전등 및 형광등에서 발견되는 것들과 같은 발광 컴포넌트들도 복사 광원으로서의 사용을 위해 고려된다. 최대 방사(emission maximum)가 400 내지 480 nm에 있는 청색 LED(2)에서 특히 양호한 결과가 얻어진다. 사용되는 형광 재료(4, 8)의 여기 스펙트럼을 특히 고려하면, 최적의 범위는 440 내지 460 nm 및 438 내지 456 nm에 있는 것으로 확인되었다.
- [0044] 제1 형광 재료(4)는 녹색/황색 방사 석류석일 수 있다. 예를 들면,  $\text{Ce}^{3+}$  (바람직하게는 0.15%) 도핑된  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ 가 백색광을 요구하는 응용에 유용하다. 종래의  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 의 좁은 여기 스펙트럼은 LED(2)의 방사와 제1 형광 재료(4)의 방사 간의 조합된 스펙트럼에 갭(gap)을 초래한다. 여기 스펙트럼을 넓히는 것은 그 스펙트럼 갭을 적어도 부분적으로 채울 수 있는 파장의 광을 방사하는 LED(2)의 이용을 가능케 하고, 이는 잠재적으로 장치에 의해 방사되는 합성 광의 연색에 유리한 효과를 갖는다. 제1 실시예의 상기 논의에서는 석류석 호스트  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$

가 특별히 언급되었지만, 일반식  $(\text{Lu}_{1-x-y}\text{Y}_x\text{Gd}_y)_{3-a-b}(\text{Al}_{1-m-n}\text{Ga}_m\text{Sc}_n)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}_a\text{Pr}_b)[0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 0.5, 0.001 \leq a \leq 0.02, 0.001 \leq b \leq 0.005, 0 \leq m \leq 0.5, 0 \leq n \leq 0.5]$ 을 갖는 석류석 형광 재료가 이용될 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 이러한 부류의 형광 재료는 입방체 석류석 결정의 활성화된 발광에 기초한다. 석류석은 결정 화학식  $\text{A}_3\text{B}_5\text{X}_{12}$ 를 갖는 재료 부류이다. A 원자들은 Y, Gd, Lu, Tb, Yb, La, Ca, Sr을 포함하는 그룹으로부터 선택될 수 있고, B 원자들은 Al, Mg, Sc, B, Ga, Si, Ge, In을 포함하는 그룹으로부터 선택될 수 있고, X 원자들은 O, N, F, S를 포함하는 그룹으로부터 선택될 수 있다. A 원자들 중 일부는 Ce, Pr, Sm, Eu, Dy, Ho, Er, Tm을 포함하는 그룹으로부터 선택된 도핑 원자들로 치환될 수 있다. 도핑 농도는 A 원자들에 관하여 0.01-10 몰%의 범위에 있을 수 있고, 가장 바람직하게는 0.1-2 몰%의 범위에 있을 수 있다.

[0045] 제2 형광 재료(8)는 적색-방사 인광물질일 수 있다. 적합한 적색-방사 인광물질의 예는,  $\text{Ca}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{AlSiN}_3:\text{Eu}_y$ , 또는  $\text{Sr}_{2-x}\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}_x$ [여기서,  $0.005 < x < 0.05$ ], 또는  $\text{Sr}_{2-y}\text{Si}_{5-x}\text{Al}_x\text{N}_{8-x}\text{O}_x:\text{Eu}_y$ [여기서,  $0 < x < 2, 0.005 < y < 0.05$ ], 또는  $\text{Ba}_{2-x-y}\text{Sr}_x\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}_y$ [여기서,  $0 \leq x \leq 1, 0.005 \leq y \leq 0.05$ ]를 포함한다.

[0046] LED(2)로부터 방사된 광은 제1 형광 재료(4) 및 제2 형광 재료(8) 모두에 의해 그의 파장이 변환된다. LED(2)에 의해 방사된 청색광은 제1 형광 재료(4) 및 제2 형광 재료(8)에 의해 방사된 녹색 및 적색광과 혼합되어 백색광을 만든다. 백색광의 CCT 및 CRI는 제1 형광 재료(4) 및 제2 형광 재료(8)의 디자인을 제어함으로써 제어될 수 있다.

[0047] 형광 재료(4, 8)의 패턴들은 제1 형광 재료(4)의 층 내에 리세스를, 즉, 기계 연마(grinding) 및 절단(sawing) 기법, 종래의 리소그래피 및 에칭 기법을 이용하여, 제공하고, 제2 형광 재료(8)를, 즉, 전기영동 퇴적(electrophoretic deposition)에 의해 퇴적시키는 것에 의해 형성된다. 다르게는, 형광 재료의 패턴들 및 층들은 스크린 인쇄 또는 잉크젯 인쇄 또는 살포, 정전기식 살포 또는 소위 포토-태키 프로세스에 의해 퇴적될 수 있다. 결국, 제1 형광 재료(4) 및 제2 형광 재료(8)의 패키지가 LED(2) 상에 배치될 수 있다.

[0048] 실시예들에 따르면, 제2 형광 재료(8)는 제1 형광 재료(4)의 리세스들(6) 내에 퇴적된다. 리세스들(6)은 피트(pit), 홈(groove), 움푹 팬 곳(dent), 공동(cavity), 만입(indentation)으로서 형성될 수 있다. 도 1에서 도시된 바와 같이, 리세스들은 제1 형광 재료의 길이를 따라 길이를 따라 서로 평행인 홈들에 배치된다.

[0049] 실시예들에 따른 다른 배치가 도 3에 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 리세스들(6)은 제1 형광 재료(4)의 표면에 걸쳐서 고르게 분포되는, 만입들로서 배치된다. 리세스들(6)은 그 안에 블라인드 홀(blind hole)이 배치될 수 있는 저부(bottom)를 갖는다. 리세스들(6)의 저부 상의 블라인드 홀은 제2 형광 재료(8)를 퇴적시키는데 이용될 수 있다.

[0050] 리세스들(6)의 단면도가 도 4에 도시되어 있다. 제2 형광 재료(8)는 리세스(6)의 블라인드 홀(10) 내에 퇴적된다. 블라인드 홀(10)은 리세스(6)의 저부 표면 상에 배치된다. 각도  $\alpha$ 는  $45^\circ$  와  $170^\circ$  사이이고, 바람직하게는  $90^\circ$  이다. 사이즈 E는 바람직하게는  $170 \mu\text{m}$ 이다. 리세스(6) 및 블라인드 홀(10)의 깊이는 바람직하게는  $180 \mu\text{m}$ 이다. 전체 두께 D는 바람직하게는  $350 \mu\text{m}$ 이다. 2개의 리세스(6) 사이의 거리는 바람직하게는  $0.5 \text{ mm}$ 이다.

[0051] 리세스의 사이즈 및 치수를 조정함으로써, CCT가 조절될 수 있다. 예를 들면, 적어도 2개의 리세스 사이의 거리는  $0.1\text{--}1 \text{ mm}$ , 바람직하게는  $0.5 \text{ mm}$ 가 되도록 선택될 수 있다. 리세스들은 제1 형광 재료의 표면에 빗 모양으로 형성될 수 있다. 각 리세스의 깊이는  $180 \mu\text{m}$ 일 수 있고 제1 형광 재료의 두께는  $350 \mu\text{m}$ 일 수 있다. 빗 모양 리세스들은 제1 형광 재료의 표면 상에 각뿔(pyramid)에 의해 형성될 수 있다. 각뿔의 뾰족한 끝은 절단될 수 있다.

[0052] 실시예들에 따르면, 제2 형광 재료는 상기 제1 형광 재료의 적어도 하나의 리세스 상에 배치될 수 있고 제1 광, 제2 광 및 제3 광의 합성은 6000 K 미만의, 바람직하게는 5000 K 미만의 상관 색온도에서 80보다 높은 연색지수를 갖는다.

[0053] 예를 들면, 적어도 하나의 리세스의 깊이는 제1 형광 재료의 두께의 적어도  $1/2$ 일 수 있다. 그에 의해, 제2 형광 재료는 복사 광원에 가까이 배치된다. 제3 광은 제1 형광 재료에 의한 간섭 없이 광의 방향으로 방사할 수 있다. 또한, 제2 광은 제2 형광 재료에 의한 간섭 없이 광의 방향으로 방사할 수 있다.

[0054] 광의 방향으로 제3 광의 자유로운 방사를 가능하게 하기 위해, 실시예들은  $45^\circ$  와  $120^\circ$  사이, 바람직하게는  $90^\circ$  의 개구 각(opening angle)을 갖는 적어도 하나의 리세스를 제공한다. 리세스(6) 내의 제2 형광 재료(8)의



도시된 배치는 제1 형광 재료(4)로부터 방사된 광의 최소량만을 흡수하는 것을 가능하게 한다. 또한, 제2 형광 재료는 LED(2)에 가까이 배치됨으로써, 이미 LED(2)로부터의 광은 제2 형광 재료(8)를 여기시킨다. 제1 형광 재료(4) 내의 각별 형성된 개구는 제2 형광 재료로부터 방사된 광이 뒤틀림 없이 광의 방향으로 방사될 수 있게 한다. 도 4에서 도시된 바와 같이, 리세스는 빗 모양일 수 있다. 각각의 리세스는 각별 모양을 갖는다. 각별의 뾰족한 끝은 절단되어 제1 형광 재료(4) 상의 고른 표면을 제공할 수 있다.

[0055] 도 5-7은 방사 및 흡수 스펙트럼을 도시한다. LED(2)의 정규화된 방사 스펙트럼(12), 제1 형광 재료(4)의 방사 스펙트럼(14), 및 제2 형광 재료(8)의 방사 스펙트럼(16)이 도시되어 있다. 또한, 제1 형광 재료(4)의 흡수 스펙트럼(k)(18) 및 제2 형광 재료(8)의 흡수 스펙트럼(20)이 도시되어 있다.

[0056] 도 5는 제2 형광 재료(8)  $\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$  [여기서,  $0 < x < 1$ ]의 방사 스펙트럼(16) 및 제1 형광 재료(4)로서 YAG:Ce(0,3%) 석류석으로부터의 방사 스펙트럼(14)을 도시한다. 제2 형광 재료(8)  $\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$  [여기서,  $0 < x < 1$ ]의 흡수 스펙트럼(20) 및 제1 형광 재료(4)로서 YAG:Ce(0,3%) 석류석으로부터의 흡수 스펙트럼(18)이 도시되어 있다.

[0057] 도 6은 제2 형광 재료(8)  $\text{Sr}_{2-y}\text{Si}_{5-x}\text{Al}_x\text{N}_{8-x}\text{O}_x:\text{Eu}_y$  [여기서,  $0 < x < 2$ ,  $0.005 < y < 0.05$ ]의 방사 스펙트럼(16) 및 제1 형광 재료(4)로서 YAG:Ce(0,2%) 석류석으로부터의 방사 스펙트럼(14)을 도시한다. 제2 형광 재료(8)  $\text{Sr}_{2-y}\text{Si}_{5-x}\text{Al}_x\text{N}_{8-x}\text{O}_x:\text{Eu}_y$  [여기서,  $0 < x < 2$ ,  $0.005 < y < 0.05$ ]의 흡수 스펙트럼(20) 및 제1 형광 재료(4)로서 YAG:Ce(0,2%) 석류석으로부터의 흡수 스펙트럼(18)이 도시되어 있다.

[0058] 도 7은 제2 형광 재료(8)  $\text{Sr}_{2-x}\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}_x$  [여기서,  $0.005 < x < 0.05$ ]의 방사 스펙트럼(16) 및 제1 형광 재료(4)로서 YAG:Ce(0,5%) 석류석으로부터의 방사 스펙트럼(14)을 도시한다. 제2 형광 재료(8)  $\text{Sr}_{2-x}\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}_x$  [여기서,  $0.005 < x < 0.05$ ]의 흡수 스펙트럼(20) 및 제1 형광 재료(4)로서 YAG:Ce(0,5%) 석류석으로부터의 흡수 스펙트럼(18)이 도시되어 있다.

[0059] 도 8은 실시예들에 따른 조명 시스템(1)의 방사 스펙트럼을 도시한다. 그래프(22)는 도 2에서 도시된 조명 시스템의 방사 스펙트럼을 도시한다. 그래프(26)는 도 1에서 도시된 조명 시스템의 방사 스펙트럼을 도시한다. 결국, 그래프(24)는 제2 형광 재료(8)가 LED(2)와 제1 형광 재료(4) 사이에 삽입되어 있는 조명 시스템의 방사 스펙트럼을 도시한다.

[0060] 본 발명의 리세스 및 퇴적물의 배치는 6000K 미만의, 바람직하게는 5000K 미만의 색온도에서 80보다 높은 CRI를 갖는 백색광의 생성을 제공한다.

## 도면의 간단한 설명

[0030] 본 출원의 이들 및 다른 이점들은 다음의 도면들로부터 명백할 것이고 이 도면들을 참조하여 설명될 것이다.

[0031] 도 1은 조명 시스템의 제1 실시예의 측면도를 도시한다.

[0032] 도 2는 조명 시스템의 제2 실시예의 사시도를 도시한다.

[0033] 도 3은 조명 시스템의 제3 실시예의 사시도를 도시한다.

[0034] 도 4는 조명 시스템의 실시예들의 측면도를 도시한다.

[0035] 도 5는 실시예들에 따른 조명 시스템의 컴포넌트들의 방사 및 흡수 스펙트럼을 도시한다.

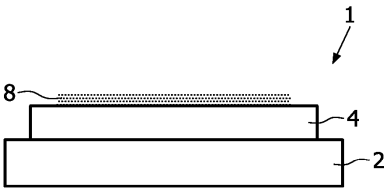
[0036] 도 6은 실시예들에 따른 조명 시스템의 컴포넌트들의 다른 방사 및 흡수 스펙트럼을 도시한다.

[0037] 도 7은 실시예들에 따른 조명 시스템의 컴포넌트들의 또 다른 방사 및 흡수 스펙트럼을 도시한다.

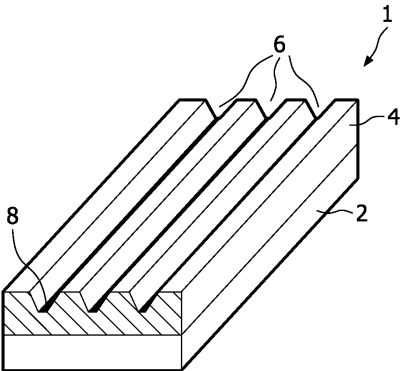
[0038] 도 8은 실시예들에 따른 조명 시스템의 상이한 배치들에 대한 방사 스펙트럼을 도시한다.

도면

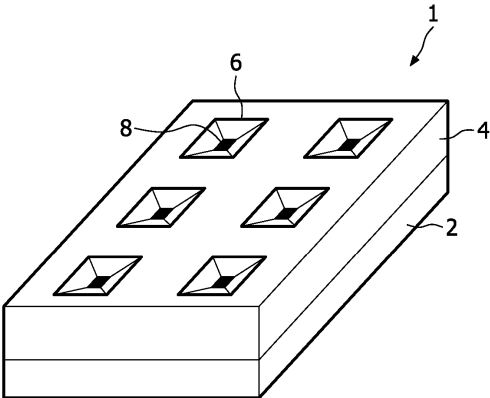
도면1



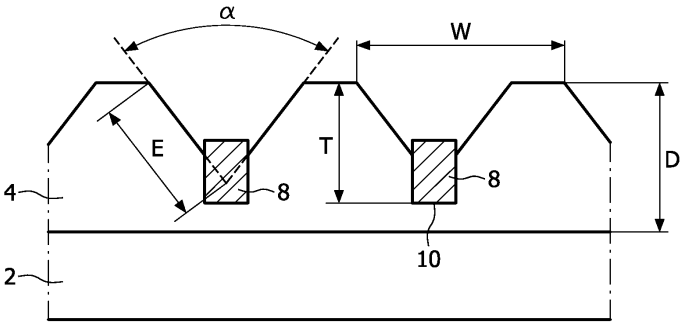
도면2



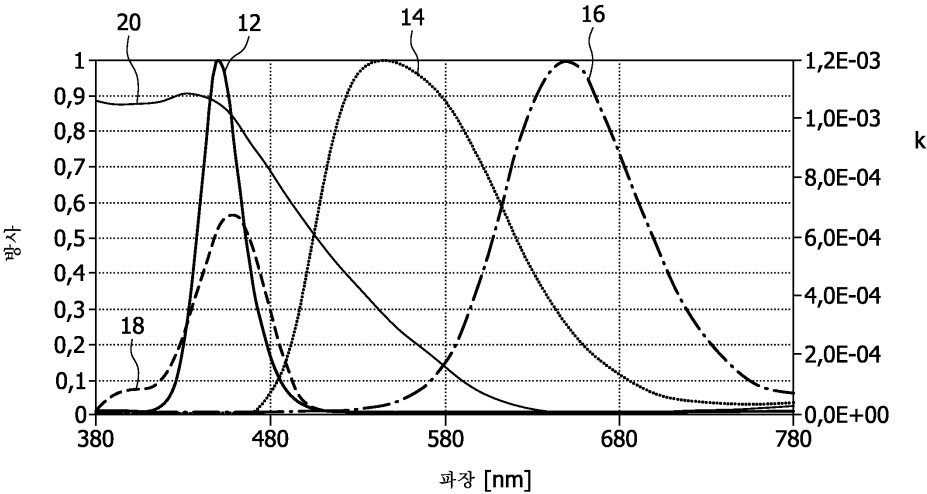
도면3



도면4

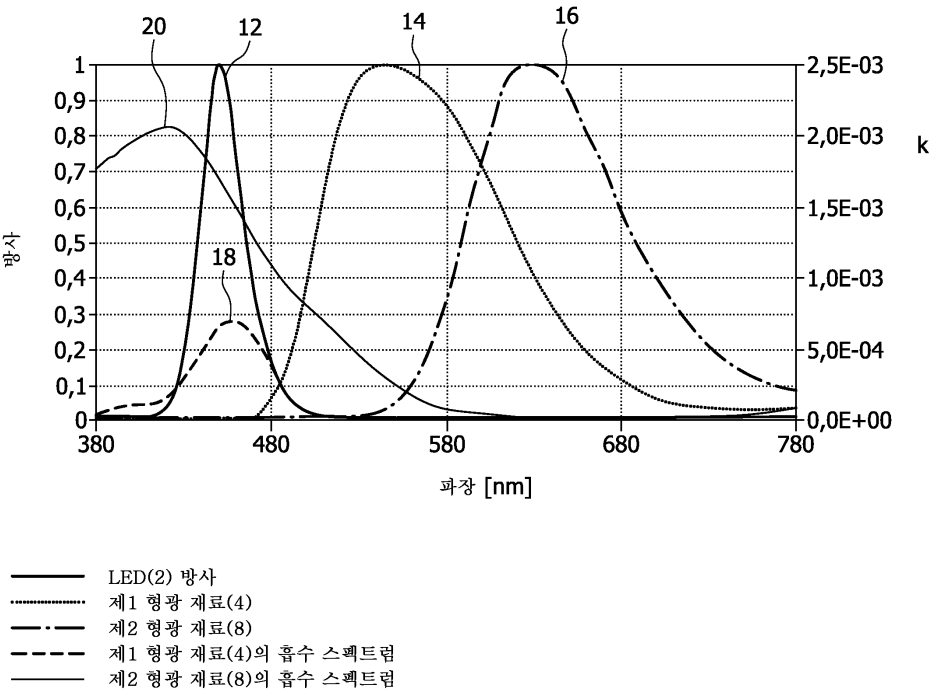


도면5

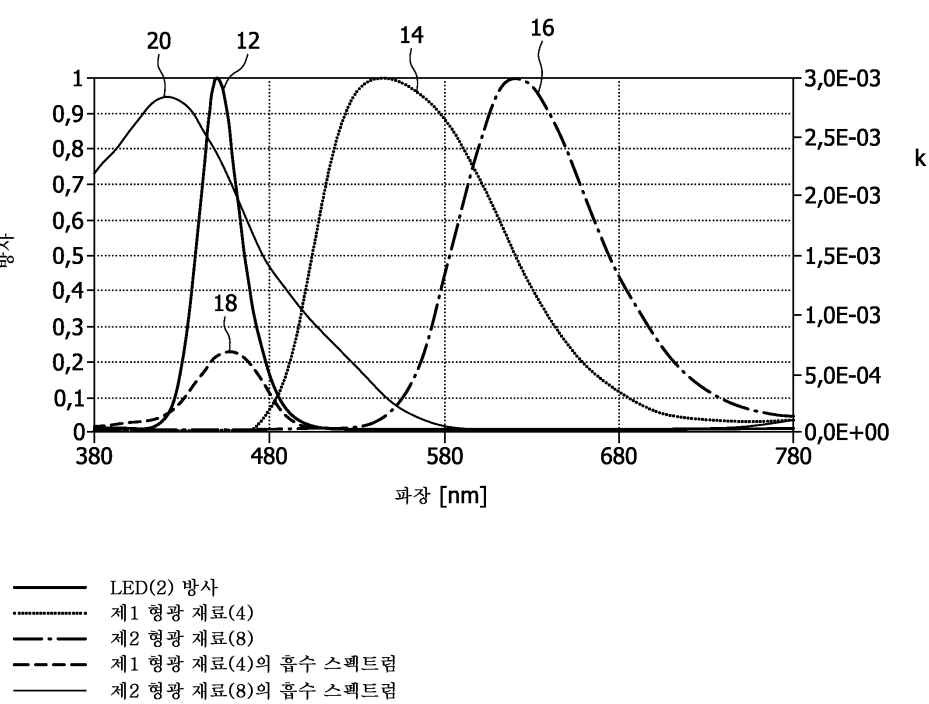


- LED(2) 방사
- ..... 제1 형광 재료(4)
- · - 제2 형광 재료(8)
- 제1 형광 재료(4)의 흡수 스펙트럼
- 제2 형광 재료(8)의 흡수 스펙트럼

도면6



도면7



도면8

