



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년09월04일
 (11) 등록번호 10-0754034
 (24) 등록일자 2007년08월24일

(51) Int. Cl.

H01L 33/00(2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0024029
 (22) 출원일자 2006년03월15일
 심사청구일자 2006년03월15일
 (65) 공개번호 10-2006-0101295
 공개일자 2006년09월22일
 (30) 우선권주장 JP-P-2005-00079059 2005년03월18일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌 US2003/030038 A1

(73) 특허권자

가부시키가이샤후지쿠라

일본국 도쿄도 고토쿠 기바 1쵸메 5반 1고

독립행정법인 물질·재료연구기구

일본국 이바라키현 츠클바시 생겐 1쵸메 2-1

(72) 발명자

사쿠마 켄

일본국 치바켄 사쿠라시 무츠자키 1440반치가부시키가이샤후지쿠라 사쿠라지교쇼나이

기무라 나오키

일본국 치바켄 사쿠라시 무츠자키 1440반치가부시키가이샤후지쿠라 사쿠라지교쇼나이

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 21 항

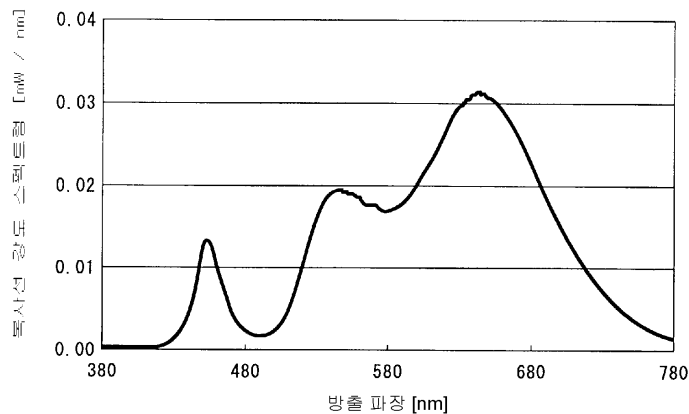
심사관 : 김영진

(54) 발광 소자 및 조명 기구

(57) 요약

청색-남색 또는 청색 광을 방출하는 반도체 발광 요소 및 반도체 발광 요소로부터 방출된 빛의 전부 또는 일부를 흡수하여 상기 빛의 파장과 다른 파장의 형광을 방출하는 형광 물질을 포함하는 발광소자로서, 상기 형광 물질은 녹색 또는 황색-녹색 광을 방출하는 첫번째 형광 물질, 첫번째 형광 물질의 파장보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-녹색, 황색, 또는 황색-적색 광을 방출하는 두번째 형광물질, 및 두번째 형광 물질보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-적색, 또는 적색 광을 방출하는 세번째 형광 물질의 혼합물을 포함하고, 상기 첫번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 β -SiAlON 형광 물질, 상기 두번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 α -SiAlON 형광 물질, 및 상기 세번째 형광 물질은 일반식 $(Ca,Eu)AlSi_3N_7$ 로 표현되는 질화물 결정 적색 형광 물질이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

마스코 고이치로

일본국 치바켄 사쿠라시 무츠자키 1440반치가부시
키가이샤후지쿠라 사쿠라지교쇼나이

히로사키 나오토

일본국 이바라키현 츠클마시 생겐 1쵸메 2-1 도쿠
리츠교세이호진붓시즈자이료켄큐키코나이

특허청구의 범위

청구항 1

청색-남색 또는 청색광을 방출하는 반도체 발광 요소; 및

반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛의 전부 또는 일부를 흡수해서 상기 빛의 파장과 다른 파장의 형광을 방출하는 형광 물질을

포함하는 발광 소자로서,

상기 형광 물질은 녹색 또는 황색-녹색 광을 방출하는 첫번째 형광 물질, 첫번째 형광 물질의 파장보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-녹색, 황색, 또는 황색-적색 광을 방출하는 두번째 형광물질, 및 두번째 형광 물질보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-적색, 또는 적색 광을 방출하는 세번째 형광 물질의 혼합물을 포함하며,

상기 첫번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 β -SiAlON 형광 물질, 상기 두번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 α -SiAlON 형광 물질, 및 상기 세번째 형광 물질은 일반식 $(Ca, Eu)AlSiN_3$ 로 표현되는 질화물 결정 적색 형광 물질인 발광 소자.

청구항 2

청색-남색 또는 청색광을 방출하는 반도체 발광 요소; 및

반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛의 전부 또는 일부를 흡수해서 상기 빛과 다른 파장의 형광을 방출하는 형광 물질을

포함하는 발광 소자로서,

상기 형광 물질은 녹색 또는 황색-녹색 광을 방출하는 첫번째 형광 물질, 첫번째 형광 물질의 파장보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-녹색, 황색, 또는 황색-적색 광을 방출하는 두번째 형광물질, 및 두번째 형광 물질보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-적색, 또는 적색 광을 방출하는 세번째 형광 물질의 혼합물을 포함하며,

상기 첫번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 β -SiAlON 형광 물질, 상기 두번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 α -SiAlON 형광 물질, 및 상기 세번째 형광 물질은 일반식 $(Ca, Eu)AlSiN_3$ 로 표현되는 질화물 결정 적색 형광 물질이며,

상기 α -SiAlON 형광 물질은 일반식 $Ca_qEu_r(Si, Al)_{12}(O, N)_{16}$ 으로 표현되고 q는 0.75 및 1.0 사이의 값이고 r은 0.03 및 0.07 사이의 값이며 α -SiAlON 결정 구조의 주상(primary phase)을 가지는 발광 소자.

청구항 3

청색-남색 또는 청색광을 방출하는 반도체 발광 요소; 및 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛의 전부 또는 일부를 흡수해서 상기 빛과 다른 파장의 형광을 방출하는 형광 물질을 포함하는 발광 소자로서,

상기 형광 물질은 녹색 또는 황색-녹색 광을 방출하는 첫번째 형광 물질, 첫번째 형광 물질의 파장보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-녹색, 황색, 또는 황색-적색 광을 방출하는 두번째 형광물질, 및 두번째 형광 물질보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-적색, 또는 적색 광을 방출하는 세번째 형광 물질의 혼합물을 포함하며,

상기 첫번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 β -SiAlON 형광 물질, 상기 두번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 α -SiAlON 형광 물질, 및 상기 세번째 형광 물질은 일반식 $(Ca, Eu)AlSiN_3$ 로 표현되는 질화물 결정 적색 형광 물질이며,

상기 β -SiAlON 형광 물질은 일반식 $Eu_s(Si, Al)_{6-s}(O, N)_8$ 으로 표현되고 s는 0.011 및 0.019 사이의 값이고 β -SiAlON 결정 구조의 주상을 가지는 발광 소자.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 상기 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합하여 얻어지는 빛이, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표(colorimetric system chromaticity

diagram)에서 좌표 $x = 0.3274$ 및 $y = 0.3673$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.3282$ 및 $y = 0.3297$ 의 두번째 점, 좌표 $x = 0.2998$ 및 $y = 0.3396$ 의 세번째 점, 및 좌표 $x = 0.3064$ 및 $y = 0.3091$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현되는 일광(daylight)색 범위 내의 색도(chromaticity)를 가지는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 5

제 4항에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 $A : B : C$ 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질이 $(7.5 \times C/A) : (1.3 \times C/B) : 1$ 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 6

제 4항에 있어서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 $12 : 2 : 1$ 의 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 7

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 상기 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합하여 얻어지는 빛이, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표 $x = 0.3616$ 및 $y = 0.3875$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.3552$ 및 $y = 0.3476$ 의 두번째 점, 좌표 $x = 0.3353$ 및 $y = 0.3659$ 의 세번째 점, 및 좌표 $x = 0.3345$ 및 $y = 0.3314$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현되는 뉴트랄 화이트(neutral white)의 색 범위 내의 색도(chromaticity)를 가지는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 8

제 7항에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 $A : B : C$ 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 $(6.5 \times C/A) : (1.3 \times C/B) : 1$ 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 9

제 7항에 따른 발광 소자로서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 $10.3 : 2 : 1$ 의 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 10

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 상기 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합하여 얻어지는 빛이, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표 $x = 0.3938$ 및 $y = 0.4097$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.3805$ 및 $y = 0.3642$ 의 두번째 점, 좌표 $x = 0.3656$ 및 $y = 0.3905$ 의 세번째 점, 및 좌표 $x = 0.3584$ 및 $y = 0.3499$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현되는 백색(white)의 색 범위 내의 색도(chromaticity)를 가지는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 11

제 10항에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 $A : B : C$ 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 $(6.3 \times C/A) : (1.9 \times C/B) : 1$ 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 12

제 10항에 있어서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 $10 : 3 : 1$ 의 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 13

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 상기 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합하여 얻어지는 빛이, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표 $x = 0.4341$ 및 $y = 0.4233$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.4171$ 및 $y = 0.3846$ 의 두번째 점, 좌표 $x = 0.4021$ 및 $y = 0.4076$ 의 세번째 점, 및 좌표 $x = 0.3903$ 및 $y = 0.3719$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현되는 난색의 백색(warm white)의 색

범위 내의 색도(chromaticity)를 가지는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 14

제 13항에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 A : B : C 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 $(5.1 \times C/A) : (1.9 \times C/B) : 1$ 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 15

제 13항에 있어서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 8 : 3 : 1 의 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 16

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 상기 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합하여 얻어지는 빛이, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표 $x = 0.4775$ 및 $y = 0.4283$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.4594$ 및 $y = 0.3971$ 의 두번째 점, 좌표 $x = 0.4348$ 및 $y = 0.4185$ 의 세번째 점, 및 좌표 $x = 0.4214$ 및 $y = 0.3887$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현되는 백열 램프(incandescent lamp) 색의 색 범위 내의 색도(chromaticity)를 가지는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 17

제 16항에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 A : B : C 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 $(5.1 \times C/A) : (1.6 \times C/B) : 1$ 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 18

제 16항에 있어서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 8 : 2.5 : 1 의 질량 비 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 19

제 1항에 따른 발광 소자를 광원으로 하는 조명 기구.

청구항 20

제 2항에 따른 발광 소자를 광원으로 하는 조명 기구.

청구항 21

제 3항에 따른 발광 소자를 광원으로 하는 조명 기구.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<15> 본 발명은 조명 분야에서 주로 사용되는 백색 발광 다이오드 램프같은 발광 소자 및 백색 발광 다이오드 램프를 사용하는 조명 기구에 대한 것이다.

<16> 본 발명은 일본 특허 No. 2005-079059(2005년 3월 18일 출원)에 대해 우선권을 주장하며, 상기 출원은 참고 자료로서 여기에 통합된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<17> 조명 분야에서, 고체 조명은, 특히 반도체 발광 다이오드를 사용하는 백색 조명에 기대가 커서, 광범위하고 적

극적인 연구 및 개발 노력의 목표가 된다. 백색 발광 다이오드 램프는 백열 램프와 동등하거나 그 이상의 발광 효율을 달성하였고 추가적인 개선의 잠재성이 있다. 백색 발광 다이오드는 가까운 미래에 자원을 절약하는 조명 기구로서 광범위하게 사용될 것이 예상된다. 백색 발광 다이오드 램프는 수은 같은 환경 부담을 지우는 물질들을 함유하지 않는다는 것이 유리하다. 크기가 작기 때문에 백색 발광 다이오드 램프는 액정 화상 장치의 백라이트 및 휴대폰에 채용되어 광범위하게 사용된다.

<18> 본 발명은 조명 분야에서 사용되는 백색 발광 다이오드 램프 같은 발광 소자에 대한 것으로, 고효율, 뛰어난 장기 신뢰도 및 향상된 칼라 렌더링(rendering)을 위해 일광(daylight), 뉴트랄 화이트(neutral white), 백색, 난색의 백색(warm white), 백열 램프 색과 같은 다양한 방출 색상을 가지는 발광 소자 및 조명기구를 제공한다.

<19> 종래 기술에서, 백색 발광 다이오드 램프(이하 LED라 한다)는 청색광 같은 단파장의 빛을 내는 LED 요소 및 LED 요소에 의해 방출된 빛의 전부 또는 일부를 흡수하여 여기되어 황색 형광같은 더 긴 파장의 형광을 내는 형광(형광체) 물질을 사용하는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 백색 LED 램프는 화합물 반도체 청색 LED 요소 및 청색 광을 흡수해서 청색의 보색인 황색 형광을 내는 세륨-활성화된 이트륨-알루미늄-가닛(garnet)(이하 YAG라 한다) 형광 물질을 포함하는 바, 이는 일본특허 2900928 및 2927292 및 K. Bando, K. SaKano, Y. Noguchi, and Y. Shimizu, "Development of High-bright and Pure-white LED lamps," J. Light & Vis. Env. Vol. 22, No. 1(1998), pp.2-5에 기재되어 있다.

<20> 붉은 색 성분을 보충하기 위해 적색 광 방출 물질을 첨가하는 것은 공지 기술이다. 일본 미심사 특허 출원, 제 1공개 공보 2003-273409에는 $(Sr_{1-x-y-z}Ba_xCa_y)_2Si_5N_8 : Eu^{2+}$ 또는 $SrS : Eu, (Ca_xSr_{1-x})S : Eu^{2+}$ 같은 적색 형광 물질을 청색 LED 요소 및 세륨-활성화된 YAG 형광 물질을 함유하는 백색 LED에 첨가하는 기술이 개시되어 있다. 유사한 기술들이 일본 미심사 특허 출원, 제 1공개 공보 2003-321675 및 M. YAMADA, T. NAITOU, K. IZUNO, H. TAMAKI, Y. MURAZAKI, M. KAMESHIMA, 그리고 T. MUKAI, "Red-Enhanced White-Light-Emitting Diode Using a New Red Phosphor" Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 42, (2003) pp. L20-L23에 개시되어 있다.

<21> 또한, 청색 LED 요소, 청색 광으로 여기되어 녹색 광을 방출하는 형광 물질 및 청색 광으로 여기되어 적색 광을 방출하는 형광 물질을 사용하는 백색 LED를 실현하는 기술이 알려져 있고 예를 들어 일본 미심사 특허 출원, 제 1공개 공보 H10-163535에 개시되어 있다. 또한, 청색 광으로 여기되어 녹색 광을 방출하는 형광 물질 $SrGa_2S_4 : Eu^{2+}$ 및 청색 광으로 여기되어 적색 광을 방출하는 형광 물질 $SrS : Eu^{2+}$ 를 사용하는 백색 LED가 예를 들어 Paul S. Martin, "Performance, Thermal, Cost & Reliability challenges for Solid State Lightning," (OIDA Conference, 2002년 5월 30일)에 개시되어 있다.

<22> 최근, 옥시나이트라이드(oxynitride) 및 나이트라이드(nitride) 형광 물질에 대한 광범위한 연구가 진행되고 있다. 예를 들어, 유로피움(Eu)-활성화된 칼슘(Ca) 도핑된 α -SiAlON 형광 물질은 일본 미심사 특허 출원, 제 1공개 공보 2002-363554에 개시되어 있다. 상기 형광 물질은 청색 광으로 여기되어 황색 광을 방출하며 따라서, 특히 백색 LED 파장 전환 물질로 사용된다. 상기 형광 물질은 예를 들어 R.J.Xie, N.Hirosaki, K. Sakuma, Y. Tamamoto, M. Mitomo, "Eu²⁺-doped Ca- α SiAlON : A yellow phosphor for white light-emitting diodes," Appl. Phys. Lett., Vol. 84, pp 5404-5406(2004)에 상세히 개시되어 있다. 형광 물질을 사용하고 온도 변화에 뛰어난 색 안정성을 보이는 낮은 색온도(color temperature) 백색 LED 램프가 K. Sakuma, K. Omichi, N. Kimura, M. Ohashi, D. TanaKa, N. Hirosaki, Y. Yamamoto, R.-J. Xie, T. Suehiro, "Warm-white light-emitting diode with yellowish orange SiAlON ceramic phosphor," Opt. Lett. Vol. 29, pp. 2001-2003(2004)에 개시되어 있다.

<23> 통상적으로, 형광 물질은 주로 산화물 또는 황화물이며 또한 내구성 및 고온 특성에 있어서 더욱 향상되어야 한다. 최근의 관심은 향상된 장기 신뢰도 및 고온 특성을 가지는 옥시나이트라이드(oxynitride) 및 나이트라이드(nitride) 형광 물질의 개발에 집중되고 있다.

<24> 반도체 발광 요소 및 형광 물질(여기서 산화물 또는 황화물 형광 물질들은 주요 물질이다)의 조합을 사용하는 고체 상태 광 소자에 대한 광범위한 연구가 일어나고 있다. 본 발명의 발명자들은 청색 LED 요소 및 유로피움(Eu)-활성화된 칼슘(Ca) 도핑된 α -SiAlON 형광 물질을 사용해서 백열 램프의 색 범위에서 난색(warm)의 백색 광을 방출하는 백색 LED 램프를 실현하였다. 상기 α -SiAlON 형광 물질은 청색 광으로 여기되어 황색 광을 방출하며 뛰어난 장기 신뢰도와 고온 특성을 가지는 매우 효율적인 옥시나이트라이드 형광 물질이다.

<25> 백열 램프 색 외에 일광(daylight), 뉴트랄 화이트(neutral white), 백색, 난색의 백색(warm white)같은 더 높

은 색도에 대한 발광 소자로서, 옥시나이트라이드 또는 나이트라이드 형광 물질을 사용하여 높은 방출 효율 및 뛰어난 장기 신뢰도 및 고온 특성을 가지는 발광 소자의 개발이 기대된다.

발명의 구성 및 작용

- <26> 본 발명은 상기 상황을 고려하여 만들어졌고 본 발명의 목적은 높은 방출 효율, 뛰어난 장기 신뢰도, 고온 특성 및, 개선된 칼라 렌더링(rendering)을 가지는 발광 소자 및 조명 기구를 제공하는 것이다.
- <27> 상기 사항을 달성하기 위해, 본 발명은 발광 소자를 제공하며, 상기 발광 소자는: 청색-남색 또는 청색 광을 방출하는 반도체 발광 요소; 및 반도체 발광 요소로부터 방출된 빛의 전부 또는 일부를 흡수하여 상기 빛의 파장과 다른 파장의 형광을 방출하는 형광 물질을 포함하고, 상기 형광 물질은 녹색 또는 황색-녹색 광을 방출하는 첫번째 형광 물질, 첫번째 형광 물질의 파장보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-녹색, 황색, 또는 황색-적색 광을 방출하는 두번째 형광물질, 및 두번째 형광 물질보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-적색, 또는 적색 광을 방출하는 세번째 형광 물질의 혼합물을 포함한다. 상기 첫번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 β -SiAlON 형광 물질, 상기 두번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 α -SiAlON 형광 물질, 상기 세번째 형광 물질은 일반식 $(Ca,Eu)AlSiN_3$ 로 표현되는 질화물 결정 적색 형광 물질이다.
- <28> 본 발명은 또한 발광 소자를 제공하며, 상기 발광 소자는: 청색-남색 또는 청색 광을 방출하는 반도체 발광 요소; 및 반도체 발광 요소로부터 방출된 빛의 전부 또는 일부를 흡수하여 상기 빛의 파장과 다른 파장의 형광을 방출하는 형광 물질을 포함하고, 상기 형광 물질은 녹색 또는 황색-녹색 광을 방출하는 첫번째 형광 물질, 첫번째 형광 물질의 파장보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-녹색, 황색, 또는 황색-적색 광을 방출하는 두번째 형광물질, 및 두번째 형광 물질보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-적색, 또는 적색 광을 방출하는 세번째 형광 물질의 혼합물을 포함한다. 상기 첫번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 β -SiAlON 형광 물질, 상기 두번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 α -SiAlON 형광 물질, 및 상기 세번째 형광 물질은 일반식 $(Ca,Eu)AlSiN_3$ 로 표현되는 질화물 결정 적색 형광 물질이며, 상기 α -SiAlON 형광 물질은 일반식 $Ca_qEu_r(Si,Al)_{12}(O,N)_{16}$ 으로 표현되고 q는 0.75 및 1.0 사이의 값이고 r은 0.03 및 0.07 사이의 값이며 α -SiAlON 결정 구조의 주상(主相: primary phase)을 가진다.
- <29> 본 발명은 또한 발광 소자를 제공하며, 상기 발광 소자는: 청색-남색 또는 청색 광을 방출하는 반도체 발광 요소; 및 반도체 발광 요소로부터 방출된 빛의 전부 또는 일부를 흡수하여 상기 빛의 파장과 다른 파장의 형광을 방출하는 형광 물질을 포함하고, 상기 형광 물질은 녹색 또는 황색-녹색 광을 방출하는 첫번째 형광 물질, 첫번째 형광 물질의 파장보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-녹색, 황색, 또는 황색-적색 광을 방출하는 두번째 형광물질, 및 두번째 형광 물질보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-적색, 또는 적색 광을 방출하는 세번째 형광 물질의 혼합물을 포함하는 형광 물질이다. 상기 첫번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 β -SiAlON 형광 물질, 상기 두번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 α -SiAlON 형광 물질, 상기 세번째 형광 물질은 일반식 $(Ca,Eu)AlSiN_3$ 로 표현되는 질화물 결정 적색 형광 물질이며, 상기 β -SiAlON 형광 물질은 일반식 $Eu_s(Si,Al)_6(O,N)_8$ 으로 표현되고 s는 0.011 및 0.019 사이의 값이고 β -SiAlON 결정 구조의 주상을 가진다.
- <30> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합하여 얻어지는 빛은 일광(daylight) 색 범위 내의 색도를 가질 수 있으며, 상기 색도 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표(colorimetric system chromaticity)에서 좌표 $x = 0.3274$ 및 $y = 0.3673$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.3282$ 및 $y = 0.3297$ 의 두번째 점, 좌표 $x = 0.2998$ 및 $y = 0.3396$ 의 세번째 점, 그리고 좌표 $x = 0.3064$ 및 $y = 0.3091$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현된다.
- <31> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 A : B : C 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $(7.5 \times C/A) : (1.3 \times C/B) : 1$ 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <32> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 12 : 2 : 1의 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <33> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합한 결과로 얻어지는 빛은 뉴트랄 화이트(neutral white)의 색 범위 내의 색도를 가질 수 있으며, 상기 색도 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표 $x = 0.3616$ 및 $y = 0.3875$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.3552$ 및 $y =$

0.3476의 두번째 점, 좌표 $x = 0.3353$ 및 $y = 0.3659$ 의 세번째 점, 그리고 좌표 $x = 0.3345$ 및 $y = 0.3314$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현된다.

- <34> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 $A : B : C$ 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $(6.5 \times C/A) : (1.3 \times C/B) : 1$ 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <35> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $10.3 : 2 : 1$ 의 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <36> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합하여 얻어지는 빛은 백색의(white) 색 범위 내의 색도를 가질 수 있으며, 상기 색도 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표 $x = 0.3938$ 및 $y = 0.4097$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.3805$ 및 $y = 0.3642$ 의 두번째 점, 좌표 $x = 0.3656$ 및 $y = 0.3905$ 의 세번째 점, 그리고 좌표 $x = 0.3584$ 및 $y = 0.3499$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현된다.
- <37> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 $A : B : C$ 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $(6.3 \times C/A) : (1.9 \times C/B) : 1$ 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <38> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $10 : 3 : 1$ 의 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <39> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합하여 얻어지는 빛은 난색의 백색(warm white) 범위 내의 색도를 가질 수 있으며, 상기 색도 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표 $x = 0.4341$ 및 $y = 0.4233$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.4171$ 및 $y = 0.3846$ 의 두번째 점, 좌표 $x = 0.4021$ 및 $y = 0.4076$ 의 세번째 점, 그리고 좌표 $x = 0.3903$ 및 $y = 0.3719$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현된다.
- <40> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 $A : B : C$ 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $(5.1 \times C/A) : (1.9 \times C/B) : 1$ 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <41> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $8 : 3 : 1$ 의 질량 비 혼합물을 포함할 수 있다.
- <42> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광을 혼합하여 얻어지는 빛은 백열(incandescent) 램프 색 범위 내의 색도를 가질 수 있으며, 상기 색도 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표 $x = 0.4775$ 및 $y = 0.4283$ 의 첫번째 점, 좌표 $x = 0.4594$ 및 $y = 0.3971$ 의 두번째 점, 좌표 $x = 0.4348$ 및 $y = 0.4185$ 의 세번째 점, 그리고 좌표 $x = 0.4214$ 및 $y = 0.3887$ 의 네번째 점을 연결한 사각형으로 표현된다.
- <43> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 $A : B : C$ 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $(5.1 \times C/A) : (1.6 \times C/B) : 1$ 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <44> 본 발명의 발광 소자에 있어서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $8 : 2.5 : 1$ 의 질량 비 혼합물을 포함할 수 있다.
- <45> 본 발명은 또한 상기 언급한 발광 소자를 광원으로 하는 조명 기구를 제공한다.
- <46> 본 발명은 높은 방출 효율, 뛰어난 장기 신뢰도, 고온 특성 및, 개선된 칼라 렌더링을 가지는 발광 소자 및 조명 기구를 제공한다.
- <47> 본 발명의 발광 소자의 예들이 도면을 참조하여 이하에서 설명된다.
- <48> 본 발명의 상기 발광 소자는 청색-남색 또는 청색 광을 방출하는 반도체 발광 요소 및 반도체 발광 요소로부터 방출된 빛의 전부 또는 일부를 흡수하여 상기 빛의 파장과 다른 파장의 형광을 방출하는 형광 물질을 포함하며, 상기 형광 물질은 녹색 또는 황색-녹색 광을 방출하는 첫번째 형광 물질, 상기 첫번째 형광 물질의 파장보다 더

긴 방출 파장을 가지고 황색-녹색, 황색, 또는 황색-적색 광을 방출하는 두번째 형광물질 및 상기 두번째 형광 물질보다 더 긴 방출 파장을 가지고 황색-적색, 또는 적색 광을 방출하는 세번째 형광 물질의 혼합물을 포함하며, 상기 첫번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 β -SiAlON 형광 물질, 상기 두번째 형광 물질은 유로피움-활성화된 α -SiAlON 형광 물질 그리고 상기 세번째 형광 물질은 일반식 $(Ca, Eu)AlSiN_3$ 로 표현되는 질화물 결정 적색 형광 물질이다. 상기 α -SiAlON 형광 물질은 일반식 $Ca_qEu_r(Si, Al)_{12}(O, N)_{16}$ 으로 표현되고 q는 0.75 및 1.0 사이의 값이고, r은 0.03 및 0.07 사이의 값이며 α -SiAlON 결정 구조의 주상을 가진다.

- <49> 상기 β -SiAlON 형광 물질은 일반식 $Eu_s(Si, Al)_{6-s}(O, N)_8$ 으로 표현되고 s는 0.011 및 0.019 사이의 값이고 β -SiAlON 결정 구조의 주상을 가진다.
- <50> 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광의 혼합 결과의 빛은, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.3274, 0.3673), (0.3282, 0.3297), (0.2998, 0.3396) 및 (0.3064, 0.3091)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현되는 일광(daylight) 색 범위내의 색도를 가질 수 있다.
- <51> 여기서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 A : B : C 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $(7.5 \times C/A) : (1.3 \times C/B) : 1$ 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <52> 여기서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 12 : 2 : 1의 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <53> 또한, 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광의 혼합 결과의 빛은, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.3616, 0.3875), (0.3552, 0.3476), (0.3353, 0.3659) 및 (0.3345, 0.3314)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현되는 뉴트랄 화이트(neutral white)의 색 범위내의 색도를 가질 수 있다.
- <54> 여기서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 A : B : C 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $(6.5 \times C/A) : (1.3 \times C/B) : 1$ 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <55> 여기서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 10.3 : 2 : 1의 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <56> 또한, 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광의 혼합 결과의 빛은, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.3938, 0.4097), (0.3805, 0.3642), (0.3656, 0.3905) 및 (0.3584, 0.3499)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현되는 백색(white)의 색 범위내의 색도를 가질 수 있다.
- <57> 여기서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 A : B : C 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $(6.3 \times C/A) : (1.9 \times C/B) : 1$ 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <58> 여기서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 10 : 3 : 1의 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <59> 또한, 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광의 혼합 결과의 빛은, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.4341, 0.4233), (0.4171, 0.3846), (0.4021, 0.4076) 및 (0.3903, 0.3719)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현되는 난색의 백색(warm white)의 색 범위내의 색도를 가질 수 있다.
- <60> 여기서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 A : B : C 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 $(5.1 \times C/A) : (1.9 \times C/B) : 1$ 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <61> 여기서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 8 : 3 : 1의 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.
- <62> 또한, 반도체 발광 요소로부터 방출되는 빛과 형광 물질로부터 방출되는 형광의 혼합 결과의 빛은, CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.4775, 0.4283), (0.4594, 0.3971), (0.4348, 0.4185) 및 (0.4214,

0.3887)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현되는 백열 램프(incandescent lamp)의 색 범위내의 색도를 가질 수 있다.

<63> 여기서, 형광 분광 광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 방출 피크 강도가 A : B : C 일 경우에, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 (5.1×C/A) : (1.6×C/B) : 1 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.

<64> 여기서, 상기 형광 물질은 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질이 8 : 2.5 : 1의 질량 비의 혼합물을 포함할 수 있다.

<65> 본 발명의 실시예들을 다음에 설명한다.

<66> 실시예 1

<67> 본 발명은 소량의 옥시나이트라이드 녹색 형광 물질 및 나이트라이드 적색 형광 물질을, 청색 LED 요소 및 유로피움(Eu)-활성화된 칼슘(Ca) 도핑된 α-SiAlON 형광 물질을 함유하고 낮은 색온도인, 난색의 백색, 백열광 색 범위에서, 백색 광을 방출하는 백색 LED 램프에 첨가하여 고신뢰도의 백열 갈라 LED 램프의 갈라 렌더링을 향상시킨다.

<68> 첫번째로, 녹색 또는 녹색-황색 광을 방출하는 첫번째 형광 물질 또는 유로피움-활성화된 β-SiAlON 형광 물질의 합성을 설명한다. 일반적으로, 상기 β-SiAlON은 일반식 Si_{6-z}Al_zO₂N_{8-z}로 표현된다. 본 실시에서 세부적으로, β-SiAlON 형광 물질은 일반식 Eu_s(Si,Al)_{6-s}(O,N)₈로 표현되고 베타 Si₃N₄ 또는 β-SiAlON과 동등한 결정 구조를 가지는 나이트라이드 또는 옥시나이트라이드 형광 물질이다.

<69> Si₃N₄, AlN 및 Eu₂O₃를 다른 비율로 함유하는 많은 시료들을 가공하지 않은 분말 상태에서부터 만들어 시료들의 방출 특성들을 비교하였다. 특히 뛰어난 방출 강도는 Si₃N₄ 89 몰 %, AlN 10.7 몰 % 및 Eu₂O₃ 0.3 몰 %를 사용한 경우이다. 표 1은 상기 실험 시료들의 결과의 일부를 보여준다.

<70> <표 1>

	Si ₃ N ₄ [몰 %]	AlN [몰 %]	Eu ₂ O ₃ [몰 %]	방출 강도
시료 G1	89.0	11.0	0.0	209
시료 G2	89.0	10.9	0.1	845
시료 G3	89.0	10.8	0.2	1323
시료 G4	89.0	10.7	0.3	2249
시료 G5	89.0	10.6	0.4	1829
시료 G6	89.0	10.5	0.5	1446
시료 G7	89.0	10.4	0.6	1537
시료 G8	89.0	10.3	0.7	1033

<72> Eu₂O₃ 0.3 몰 %를 함유하는 시료 G4가 가장 큰 방출 강도를 보였다.

<73> 0.25 내지 0.45 몰 %의 Eu₂O₃를 사용하는 경우 뛰어난 방출 강도를 얻을 수 있다는 결론이다. 이것은 일반식 Eu_s(Si,Al)_{6-s}(O,N)₈ 에서 0.011 ≤ s ≤ 0.019 일 때 뛰어난 특성을 보이고 특히 s = 0.013 일 때 뛰어난 특성을 보이는 것에 대응된다.

<74> 실험 결과에 기초해서 Si₃N₄ 89 몰 %, AlN 10.7 몰 % 및 Eu₂O₃ 0.3 몰 %를 함유하는 조성물이 선택되었다. 상기 가공하지 않은 분말은 실리콘 나이트라이드, 알루미늄 나이트라이드, 및 유로피움 옥사이드 분말을 포함했다. 상기 조성물을 얻기 위해, 실리콘 나이트라이드 분말 95.82 중량 %, 알루미늄 나이트라이드 분말 3.37 중량 %, 및 유로피움 옥사이드 분말 0.81 중량 %를 50g 배치(batch)로 무게를 달아 n-헥산을 첨가하여 2 시간 동안 습식 유성 볼 밀(wet planetary ball mill)에서 혼합하였다. 그런 다음, 가공하지 않은 분말성 혼합물은 회전 증발기(rotatory evaporator)에서 건조되었고, 막자 사발(mortar)에서 충분히 분쇄되었고, JIS Z 8801의 방법으로 공칭 구멍(nominal aperture) 125 μm 스테인레스 테스트 시브(sieve)를 사용하여 적당한 입자 크기로 과립화하였고, 뚜껑이 있는 보론 나이트라이드(boron nitride) 용기에 보관하였다. 계속해서, 상기 가공되지 않은 분말이 들어 있는 상기 뚜껑으로 닫은 용기를 기체 압력이 가해지는 소결로에 넣고, 소결 온도 2000 °C에서 그리고 2

시간 동안 1 MPa의 질소 압력하에서 가압시켜 소결시켰고, 다음으로 소결 온도 1700 °C에서 그리고 24 시간 동안 0.5MPa의 질소 압력하에서 가압시켜 소결시켰다. 상기 소결된 가공되지 않은 분말은 덩어리 형태를 가졌고, 작은 힘으로 분말로 분쇄되어 형광 분말이 얻어졌다. Cu의 K α 선을 이용한 X-선 분말 회절 방법(powder diffraction method)로 측정된 차트로 β -SiAlON 결정상임을 확인할 수 있었다.

<75> 첫번째 형광 물질의 과장보다 더 긴 방출 과장을 가지고 황색-녹색, 황색, 또는 황색-적색 광을 방출하는 두번째 형광 물질 또는 유로피움-활성화된 α -SiAlON 형광 물질의 합성을 설명한다. 상기 β -SiAlON 형광 물질은 2가 유로피움(Eu)에 의해 활성화된 칼슘(Ca) 도핑된 α -SiAlON 형광 물질이며 일반식 $Ca_q(Si, Al)_{12}(O, N)_{16} : Eu^{2+}_r$ 로 표현되는 조성을 가진다. 이 실시에서 발명자는 여러 q 및 r값을 갖는 많은 시료들을 만들었고 시료들의 방출 특성을 비교했다. 이들 중에서, $0.75 \leq q \leq 1.0$ 및 $0.03 \leq r \leq 0.07$ 의 조성물이 특히 높은 방출 강도를 보였고 이 조성물들의 발광 색도가 백색 LED 램프에 적합했다.

<76> 실험 결과에 기초해서, q = 0.875 및 r = 0.07의 조성물이 선택되었다. 상기 가공하지 않은 분말은 실리콘 나이트라이드, 알루미늄 나이트라이드, 칼슘 카보네이트 및 유로피움 옥사이드 분말을 포함했다. $Ca_{0.875}Si_{9.06}Al_{2.94}O_{0.98}N_{15.02} : Eu^{2+}_{0.07}$ 형태의 조성물을 얻기 위해, 실리콘 나이트라이드 분말 65.78 중량 %, 알루미늄 나이트라이드 분말 18.71 중량 %, 칼슘 카보네이트 분말 13.59 중량 %, 및 유로피움 옥사이드 분말 1.91 중량 %를 50g 배치(batch)로 무게를 달아 n-헥산을 첨가하여 2 시간 동안 습식 유성 볼 밀(wet planetary ball mill)에서 혼합하였다. 다음으로 상기 가공하지 않은 분말성 혼합물은 회전 증발기(rotatory evaporator)에서 건조되었고, 막자 사발(mortar)에서 충분히 분쇄되었고, JIS Z 8801규격의 공칭 구멍(nominal aperture) 125 μ m 스테인레스 테스트 시브를 사용하여 적당한 입자 크기로 과립화하였고, 뚜껑이 있는 보론 나이트라이드(boron nitride) 용기에 보관하였다. 다음으로, 상기 가공되지 않은 분말이 들어 있는 상기 뚜껑으로 닫은 용기를 가압 소결로에 넣고, 소결 온도 1700 °C에서 그리고 0.5 MPa의 질소 압력하에서 가압시켜 24 시간 동안 소결시켰다. 상기 소결된 가공되지 않은 분말은 덩어리 형태를 가졌고, 작은 힘으로 분말로 분쇄되어 형광 분말이 얻어졌다. Cu의 K α 선을 이용한 X-선 분말 회절 방법(powder diffraction method)로 측정된 차트로 칼슘 도핑된 α -SiAlON 결정상임을 확인할 수 있었다.

<77> 상기 세번째 형광 물질은 나이트라이드 결정 적색 형광 물질로서 두번째 형광 물질보다 더 긴 방출 과장을 가지고 황색-적색, 또는 적색 광을 방출하며 일반식 $(Ca, Eu)AlSiN_3$ 로 표현된다. 세번째 형광 물질의 합성을 이하에서 설명한다. 상기 가공하지 않은 분말은 실리콘 나이트라이드 분말, 알루미늄 나이트라이드 분말, 칼슘 나이트라이드 분말 및 유로피움 금속을 암모늄에서 질화시켜 얻어진 유로피움 나이트라이드이다. $Eu_{0.0005}Ca_{0.9995}AlSiN_3$ 형태의 조성식을 얻기 위해, 실리콘 나이트라이드 분말 34.0735 중량 %, 알루미늄 나이트라이드 분말 29.8705 중량 %, 칼슘 나이트라이드 분말 35.9956 중량 %, 및 유로피움 나이트라이드 분말 0.06048 중량 %를 무게를 달아 마노(agate) 막자 사발과 막자로 30분 동안 혼합하였다. 얻어진 혼합물을 20MPa의 압력에서 금속 몰드(mold)로 몰드하여 반지름 12 mm 및 두께 5 mm의 몰드된 조각을 제조했다. 상기 분말의 무게 측정, 혼합, 및 몰딩은 글로브 박스에서 하였으며, 박스 내부는 1 ppm 이하의 수분을 가진 질소 분위기로 유지시켰으며 산소가 1 ppm 이하가 되도록 유지시켰다. 상기 몰드된 조각을 보론 나이트라이드 도가니에 넣고 흑연 저항 가열 형태의 전기로에 넣었다. 가열하는 동안, 확산 펌프(diffusion pump)를 사용하여 진공 가열 분위기를 만들었고 시간당 500 °C비율로 실온에서 800°C까지 가열하였다. 800 °C에서 부피로 99.999%의 순수 질소를 불어 넣어 1 MPa의 압력이 되게 하고, 시간당 500°C의 비율로 1800°C까지 가열하고, 1800°C에서 2시간 동안 방치하였다. 가열 후, 소결된 조각을 마노 막자 사발과 막자로 분말 형태로 분쇄하여 형광 분말을 얻었다. Cu의 K α 선을 이용한 X-선 분말 회절 방법으로 측정된 차트로 $CaAlSiN_3$ 결정상임을 확인할 수 있었다.

<78> 상기 설명한 대로 제조한 첫번째, 두번째, 세번째 형광 물질의 광학 특성을 이후 설명한다. Hitachi, Ltd 에서 제조한 형광 분광광도측정기 F-4500을 사용하여 측정하였다. 상기 분광광도측정기는 스펙트럼의 보정을 위해 로다민(rhodamine B) 방법 및 표준 광원으로 보정되었다.

<79> 도 8은 첫번째 형광 물질로서 사용된 β -SiAlON 형광 물질의 여기(excitation) 스펙트럼 및 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

<80> 도 9는 두번째 형광 물질로서 사용된 α -SiAlON 형광 물질의 여기(excitation) 스펙트럼 및 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

- <81> 도 10은 세번째 형광 물질로서 사용된 $\text{Ca}_{1-p}\text{AlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}_p$ 형광 물질의 여기(excitation) 스펙트럼 및 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <82> 청색 LED에 의한 여기(excitation)를 가정하여, 450 nm의 여기 파장이 방출 스펙트럼 측정을 위해 사용되었다. 각각의 형광 물질의 방출 파장 피크는 여기 스펙트럼을 측정하기 위한 모니터링 파장으로 사용되었다. 도 8 내지 10 에서 세로축의 방출 강도는 기준 형광 물질의 방출 피크 강도가 1 이 되도록 정규화하였다. 상기 기준 형광 물질은 상업적으로 사용가능한 $(\text{Y}, \text{Gd})_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$ 형광 분말(YAG 형광 물질)로서, 비교예 1에서 사용되었다.
- <83> 450 nm 여기 파장에 대해, 첫번째 형광 물질 또는 $\beta\text{-SiAlON}$ 형광 물질은 539 nm의 중심 방출 파장을 ; 두번째 형광 물질 또는 $\alpha\text{-SiAlON}$ 형광 물질은 585 nm의 중심 방출 파장을 ; 그리고 세번째 형광 물질 또는 $\text{Ca}_{1-p}\text{AlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}_p$ 형광 물질은 655 nm의 중심 방출 파장을 보였다.
- <84> 여기(excitation) 스펙트럼에 대해, 모든 형광 물질들이 청색부터 자외선 빛 범위까지의 아주 넓은 방출 범위를 보였다. 두번째 형광 물질 또는 $\alpha\text{-SiAlON}$ 형광 물질 및 세번째 형광 물질 또는 $\text{Ca}_{1-p}\text{AlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}_p$ 형광 물질은 특히 450 nm 부근의 청색 파장에 의해 매우 효율적으로 여기될 수 있는 것이 발견되었다. 첫번째 형광 물질 또는 $\beta\text{-SiAlON}$ 형광 물질은 450 nm의 파장에 대해 충분히 높은 여기 효율을 보였다. 그러나, 더 높은 여기 효율을 위해 더 짧은 파장이 바람직하게 사용된다는 것을 알았다.
- <85> 기준 물질의 방출 강도 피크가 100%이라고 가정할 때, 첫번째 형광 물질 또는 $\beta\text{-SiAlON}$ 형광 물질은 117%의 방출 강도 피크를 ; 두번째 형광 물질 또는 $\alpha\text{-SiAlON}$ 형광 물질은 116%의 방출 강도 피크를 ; 세번째 형광 물질 또는 $\text{Ca}_{1-p}\text{AlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}_p$ 형광 물질은 184%의 방출 강도 피크를 가졌다. 도 11은 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 방출 스펙트럼을 비교해서 보여주는 그래프이다.
- <86> 실시예 1의 발광 소자로서, 첫번째 내지 세번째 형광 물질을 사용한 백색 LED 램프의 구조를 이하에서 설명한다. 도 13은 칩 형태 발광 다이오드 램프 (11)을 보여준다. 백색 수지 패키지가 다발 (19)는 두 개의 도선 (12) 및 도선 (13)을 죄어서 고정시키고 중앙에 오목한 부분을 가진다. 상기 오목한 부분에, 상기 도선 (12) 및 도선 (13)의 말단부가 노출되어 있고 450 nm의 방출 파장 피크를 가지는 청색 LED 요소 (14)가 위치한다. 상기 청색 LED 요소 (14)의 바닥부분 전극 및 도선 (12)의 말단부가 전도성 페이스트로 전기적으로 연결되어 있다. 상기 청색 LED 요소 (14)의 상부 전극 및 다른 도선 (13)은 얇은 황금선 재질의 결합선 (15)에 의해 전기적으로 연결되어 있다. 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질을 혼합하여 얻어진 형광 분말 (16)은 투명 수지 (17) 내에 분산되어 있고 상기 수지 내에 분산된 상기 형광 분말 (16)을 함유하는 상기 수지 (17)은 상기 청색 LED 요소 (14)를 완전히 덮어서 상기 도선 (12) 및 도선 (13)을 포함하는 오목한 부분 전체를 밀봉한다.
- <87> 상기 청색 LED 요소는 바람직하게 400 내지 480 nm의 중앙 방출 파장을 가지고, 특히 두번째 형광 물질 또는 $\alpha\text{-SiAlON}$ 형광 물질 및 세번째 형광 물질 또는 $\text{Ca}_{1-p}\text{AlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}_p$ 형광 물질을 효과적으로 여기시키는 450 nm의 중앙 방출 파장을 가진다.
- <88> 실시예 1의 발광 소자의 제조 공정을 다음에 설명한다.
- <89> 첫번째 단계에서, 상기 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질의 무게를 측정하여 혼합한다.
- <90> 두번째 단계에서, 450 nm의 방출 파장 피크를 가지는 청색 LED 요소 (14)를 전도성 페이스트를 사용하여 도선 (12)의 말단부에 다이(die) 결합시킨다.
- <91> 세번째 단계에서, 청색 LED 요소 (14)의 최상부 전극 및 다른 도선 (13)을 얇은 황금선으로 선-결합시킨다.
- <92> 네번째 단계에서, 상기 형광 분말 혼합물 (16)이 중량 17%까지 분산된 상기 수지 (17)의 적당량을 상기 오목한 부분에 도포하여 청색 LED 요소 (14)를 덮도록 경화시킨다. 여기서, 상기 적당한 도포량은 실험으로 미리 결정되었다. 상기 수지는 에폭시 수지이다.
- <93> 실시예 1에서 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질을 8 : 2.5 : 1의 혼합 비율로 사용하여, 백열 램프 색의 발광 색도를 얻었다. 상기 백열 램프 색 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.4775, 0.4283), (0.4594, 0.3971), (0.4348, 0.4185) 및 (0.4214, 0.3887)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현된

다.

- <94> 실시예 1의 상기 백열 램프 색 LED 램프는 도 14의 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x,y)가 (0.460, 0.409)인 백열 램프 색을 보여주었고 2690 K의 상응하는 색온도(color temperature)를 가졌다. 투입 전력에 대한 방출 효율은 20.5 lm/W 였고 일반적인 색 표현 지수 Ra는 89 였다. 도 1은 실시예 1의 백열 램프 색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여준다.
- <95> 실시예 1에서 사용된 첫번째 내지 세번째 형광 물질은 향상된 광학 특성에 대해 아직 재검토 과정에 있고 이들의 방출 강도는 장래에 더 향상될 수 있다. 상기 설명한 실시예 1에서 사용된 형광 물질들은 도 11에서 보여지는 관계를 가지는 방출 스펙트럼을 가진다. 만약 상기 형광 물질들 중 어느 하나의 방출 강도가 향상되면 형광 물질들의 비는 바뀌며 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 혼합 비율은 상기 LED 램프가 백열 색의 발광 색도를 나타내기 위해서 재검토되어야 한다. 예를 들어, 형광 분광광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 방출 강도 피크가 A : B : C 라면, 혼합 비율은 $(5.1 \times C/A) : (1.6 \times C/B) : 1$ 일 수 있다.
- <96> 실시예 2
- <97> 실시예 2는 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질을 12 : 2 : 1의 혼합 비율로 사용하여, 일광(daylight) 색의 발광 색도를 얻었다. 일광(daylight) 색 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.3274, 0.3673), (0.3282, 0.3297), (0.2998, 0.3396) 및 (0.3064, 0.3091)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현된다. 형광 물질이 바뀐 혼합 비율로 혼합된 점을 제외하면 백색 LED 램프는 실시예 1에서와 같은 방식으로 제조되었고 실시예 1에서와 같은 방식으로 측정값을 얻었다.
- <98> 실시예 2의 상기 백열 LED 램프는 도 14의 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x,y)가 (0.311, 0.333)인 일광 색을 보여주었고 6580 K의 상응하는 색온도(color temperature)를 가졌다. 투입 전력에 대한 방출 효율은 28.0 lm/W 였고 일반적인 색 표현 지수 Ra는 81 이었다. 도 4는 실시예 2의 백열 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여준다.
- <99> 실시예 2에서 사용된 첫번째 내지 세번째 형광 물질은 향상된 광학 특성에 대해 아직 재검토 과정에 있고 이들의 방출 강도는 장래에 더 향상될 수 있다. 상기 설명한 실시예 2에서 사용된 형광 물질들은 도 11에서 보여지는 관계를 가지는 방출 스펙트럼을 가진다. 만약 상기 형광 물질들 중 어느 하나의 방출 강도가 향상되면 형광 물질들의 비는 바뀌며 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 혼합 비율은 상기 LED 램프가 일광 색의 발광 색도를 나타내기 위해서 재검토되어야 한다. 예를 들어, 형광 분광광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 방출 강도 피크가 A : B : C 라면, 혼합 비율은 $(7.5 \times C/A) : (1.3 \times C/B) : 1$ 일 수 있다.
- <100> 실시예 3
- <101> 실시예 3은 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질을 10.3 : 2 : 1의 혼합 비율로 사용하여, 뉴트랄 화이트(neutral white)의 발광 색도를 얻었다. 뉴트랄 화이트(neutral white)의 색 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.3616, 0.3875), (0.3552, 0.3476), (0.3353, 0.3659) 및 (0.3345, 0.3314)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현된다. 형광 물질이 바뀐 혼합 비율로 혼합된 점을 제외하면 백색 LED 램프는 실시예 1에서와 같은 방식으로 제조되었고 실시예 1에서와 같은 방식으로 측정값을 얻었다.
- <102> 실시예 3의 상기 백열 LED 램프는 도 14의 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x,y)가 (0.345, 0.358)인 뉴트랄 화이트를 보여주었고 5010 K의 상응하는 색온도(color temperature)를 가졌다. 투입 전력에 대한 방출 효율은 25.3 lm/W 였고 일반적인 색 표현 지수 Ra는 82 이었다. 도 5는 실시예 3의 백열 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여준다.
- <103> 실시예 3에서 사용된 첫번째 내지 세번째 형광 물질은 향상된 광학 특성에 대해 아직 재검토 과정에 있고 이들의 방출 강도는 장래에 더 향상될 수 있다. 상기 설명한 실시예 3에서 사용된 형광 물질들은 도 11에서 보여지는 관계를 가지는 방출 스펙트럼을 가진다. 만약 상기 형광 물질들 중 어느 하나의 방출 강도가 향상되면 형광 물질들의 비는 바뀌며 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 혼합 비율은 상기 LED 램프가 일광 색의 발광 색도를 나타내기 위해서 재검토되어야 한다. 예를 들어, 형광 분광광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 방출 강도 피크가 A : B : C 라면, 혼합 비율은 $(6.5 \times C/A) : (1.3 \times C/B) : 1$ 일 수 있다.

- <104> 실시예 4
- <105> 실시예 4는 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질을 10 : 3 : 1의 혼합 비율로 사용하여, 백색(white)의 발광 색도를 얻었다. 백색의 색 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.3938, 0.4097), (0.3805, 0.3642), (0.3656, 0.3905) 및 (0.3584, 0.3449)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현된다. 형광 물질이 바뀐 혼합 비율로 혼합된 점을 제외하면 백색 LED 램프는 실시예 1에서와 같은 방식으로 제조되었고 실시예 1에서와 같은 방식으로 측정값을 얻었다.
- <106> 실시예 4의 상기 백열 LED 램프는 도 14의 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x,y)가 (0.373, 0.370)인 백색의 색을 보여주었고 4160 K의 상응하는 색온도(color temperature)를 가졌다. 투입 전력에 대한 방출 효율은 27.1 lm/W 였고 일반적인 색 표현 지수 Ra는 83 이었다. 도 6은 실시예 4의 백열 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여준다.
- <107> 실시예 4에서 사용된 첫번째 내지 세번째 형광 물질은 향상된 광학 특성에 대해 아직 재검토 과정에 있고 이들의 방출 강도는 장래에 더 향상될 수 있다. 상기 설명한 실시예 4에서 사용된 형광 물질들은 도 11에서 보여지는 관계를 가지는 방출 스펙트럼을 가진다. 만약 상기 형광 물질들 중 어느 하나의 방출 강도가 향상되면 형광 물질들의 비는 바뀌며 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 혼합 비율은 상기 LED 램프가 일광 색의 발광 색도를 나타내기 위해서 재검토되어야 한다. 예를 들어, 형광 분광광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 방출 강도 피크가 A : B : C 라면, 혼합 비율은 $(6.3 \times C/A) : (1.9 \times C/B) : 1$ 일 수 있다.
- <108> 실시예 5
- <109> 실시예 5는 첫번째, 두번째, 및 세번째 형광 물질을 8 : 3 : 1의 혼합 비율로 사용하여, 난색의 백색(warm white)의 색 발광 색도를 얻었다. 난색의 백색 범위는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x, y)로 (0.4341, 0.4233), (0.4171, 0.3846), (0.4021, 0.4076) 및 (0.3903, 0.3719)의 네개의 점을 연결한 사각형으로 표현된다. 형광 물질이 바뀐 혼합 비율로 혼합된 점을 제외하면 백색 LED 램프는 실시예 1에서와 같은 방식으로 제조되었고 실시예 1에서와 같은 방식으로 측정값을 얻었다.
- <110> 실시예 5의 상기 백열 LED 램프는 도 14의 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x,y)가 (0.407, 0.392)인 난색의 백색을 보여주었고 3470 K의 상응하는 색온도(color temperature)를 가졌다. 투입 전력에 대한 방출 효율은 23.7 lm/W 였고 일반적인 색 표현 지수 Ra는 86 이었다. 도 7은 실시예 5의 백열 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여준다.
- <111> 실시예 5에서 사용된 첫번째 내지 세번째 형광 물질은 향상된 광학 특성에 대해 아직 재검토 과정에 있고 이들의 방출 강도는 장래에 더 향상될 수 있다. 상기 설명한 실시예 5에서 사용된 형광 물질들은 도 11에서 보여지는 관계를 가지는 방출 스펙트럼을 가진다. 만약 상기 형광 물질들 중 어느 하나의 방출 강도가 향상되면 형광 물질들의 비는 바뀌며 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 혼합 비율은 상기 LED 램프가 일광 색의 발광 색도를 나타내기 위해서 재검토되어야 한다. 예를 들어, 형광 분광광도계로 보정된 스펙트럼으로 측정되었을 때 첫번째 내지 세번째 형광 물질의 방출 강도 피크가 A : B : C 라면, 혼합 비율은 $(5.1 \times C/A) : (1.9 \times C/B) : 1$ 일 수 있다.
- <112> 상기 설명한 실시예 1 내지 5에서 제조한 상기 백색 LED 램프(발광 소자)는 칩(chip) 형태의 백색 LED 램프였다. 그러나, 상기 백색 LED 램프들은 도 12에서 보여지는 총알 형태 백색 LED 램프 같은 다른 형태의 발광 소자일 수 있다.
- <113> 본 발명의 발광 소자는 그 자체로 또는 기관 위에 많은 발광 소자들을 설치함으로써 조명 기구를 구성하는데 적합할 수 있다. 광원로서 본 발명의 발광 소자를 사용한 조명 기구는 작은 크기, 에너지 절감, 높은 광도(luminance), 긴 수명, 및 높은 칼라 렌더링 등의 장점들을 가진다.
- <114> 비교예 1
- <115> 비교 대상으로서, 도 12에서 보여준 총알 형태 LED 램프를 상업적으로 사용 가능한 YAG 형광 물질을 상기 형광 물질로하여 통상적인 백색 LED 램프로 제조하였다.
- <116> 총알 형태의 LED 램프 (1)은 둥근 최상부를 가지는 대략적인 실린더 모양을 가진다. 바꿔말하면, 총알 형태의 LED 램프 (1)은 총알-같은 모양을 가지며, 두 개의 도선 (2) 및 도선 (3), 청색광을 방출하는 청색 LED 요소 (4), 결합 도선 (5), 형광 물질 (7), 상기 형광 물질 (7)과 혼합된 첫번째 수지 (6), 및 두번째 투명 수지 (8)

을 포함한다. 오목한 부분이 도선 (2)의 상부 말단에 형성되어 있으며 상기 청색 LED 요소 (4)는 상기 오목한 부분에 위치한다. 상기 청색 LED 요소 (4)의 바닥 전극은 상기 도선 (2)에 전기적으로, 예를 들어 전도성 패이스트를 사용하여 다이(die) 결합시킴으로써 연결된다. 상기 청색 LED 요소 (4)의 최상부 전극은 상기 다른 도선 (3)에 전기적으로, 예를 들어 결합 선 (5)를 사용하여 선 결합(wire bonding)시킴으로써 연결된다. 상기 오목한 부분 내의 청색 LED 요소 (4) 및 결합 선 (5)는 상기 형광 물질 (7)과 혼합된 상기 첫번째 수지로 둘러싸인다. 상기 구성 요소들은 도선 (2) 및 도선 (3)의 하단부를 제외하고 상기 투명 수지 (8)로 밀봉되어 총알 형태로 모으드된다.

<117> 비교예 1 에서, 상기 형광 물질 (7)은 상업적으로 입수가능한 (Y, Gd)₃Al₅O₁₂ : Ce³⁺ 형광 분말이다(YAG 형광 물질). 도 2는 비교예 1의 백색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여준다. 상기 방출 색은 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x,y)가 (0.34, 0.36)인 색을 보여주었고 5070 K의 상응하는 색온도(color temperature)를 가졌다. 일반적인 색 표현 지수 Ra는 73 이었고 투입 전력에 대한 발광 효율은 40 lm/W(와트 당 루멘)이었다. 비교예 1의 백색 LED 램프는 효율적으로 백색광을 방출하는 뛰어난 발광 소자이다. 그러나, 상기 YAG 형광 물질을 사용해서는 더 긴 파장의 방출 파장으로 이동하는 것이 어렵다. 따라서, JIS Z 9112-1990에서 정의된 백열 램프 색의 광원 색 색도에서 낮은 색온도의 백색 광을 방출하는 백색 LED 램프는 실현될 수 없다. 상기 YAG 형광 물질이 높은 온도에서 방출 강도를 낮춘다는 것은 알려져 있다. 주위의 온도 변화에 따른 색 변화 역시 문제이다. 칼라 렌더링에 있어 추가적 개선이 요구된다.

<118> 비교예 2

<119> 비교예 2는 상기 형광 물질 7 이 α-SiAlON 형광 물질이었다는 점에서 비교예 1 과 달랐다. 도 3은 조성물 식 Ca_{0.875}(Si, Al)₁₂(O, N)₁₆Eu²⁺_{0.07}을 가지는 β-SiAlON 형광 물질을 사용한 비교예 2의 백색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여준다.

<120> 상기 방출 색은 CIE 1931 XYZ 표색계 색도표에서 좌표(x,y)가 (0.46, 0.41)인 색을 보여주었고 2780 K의 상응하는 색온도(color temperature)를 가졌다. 일반적인 색 표현 지수는 56 이었고 투입 전력에 대한 발광 효율은 36 lm/W(와트 당 루멘)이었다. 알파 SiAlON 형광물질, 또는 옥시나이트라이드 형광물질을 사용한 비교예 2의 발광 소자는 백열 램프 색의 광원 색 색도 범위에서 낮은 색도의 백색을 효과적으로 방출하는 뛰어난 발광 소자이다. 상기 백색 LED 램프는 K. Sakuma, K. Omichi, N. Kimura, M. Ohashi, D. Tanaka, N. Hiroaki, Y. Yamamoto, R.-J. Xie, T. Suehiro, "Warm-white light-emitting diode with yellowish orange SiAlON ceramic phosphor," Opt. Lett., Vol. 29, pp. 2001-2003(2004)에 개시된 바와 같이 온도 변화에 따른 색 안정도 또한 뛰어나다. 그러나, 칼라 렌더링에 있어 일반적인 형광 램프에 약간 뒤떨어지며 개선이 요구된다.

<121> 본 발명의 선호되는 구현예들이 앞에 설명되고 예시되었으나, 이러한 예들은 본 발명의 예시일 뿐이며 본 발명을 제한하는 것으로 이해되어서는 안된다. 본 발명의 정신 또는 범위로 부터 벗어남이 없이 추가, 삭제, 치환, 및 다른 변환들이 가능하다. 따라서, 본 발명은 앞의 설명으로 제한 해석되지 않으며, 첨부되는 청구항에 의해서만 제한된다.

발명의 효과

<122> 본 발명은 높은 방출 효율, 뛰어난 장기 신뢰도 및 고온 특성을 가지며, 색 표현이 개선된 발광 소자 및 조명 기구를 제공한다.

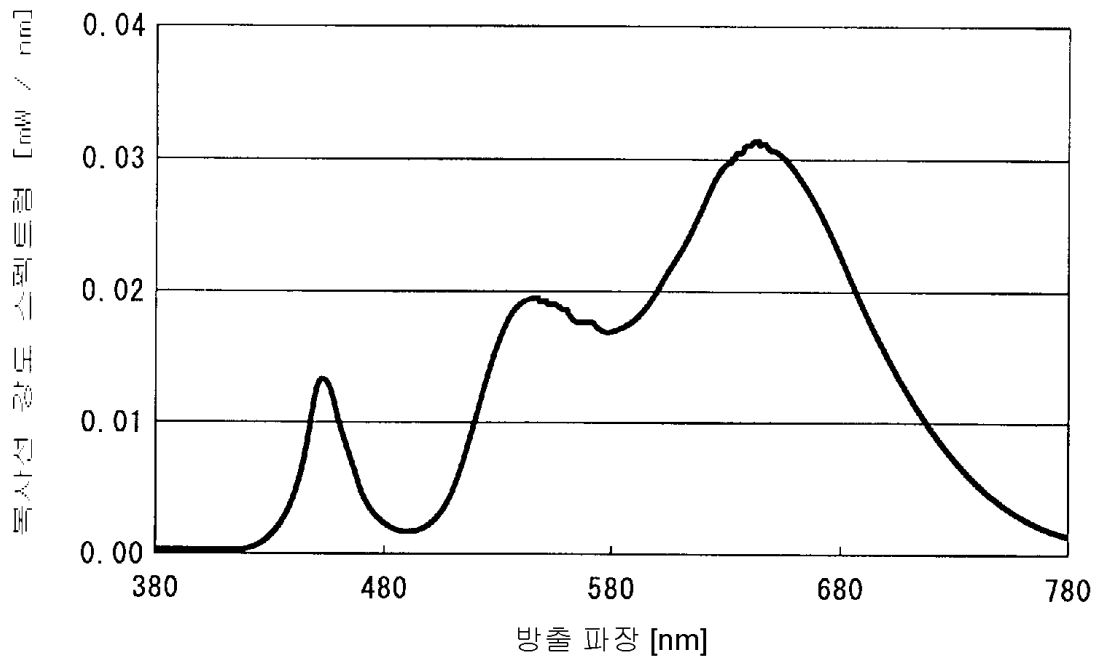
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명의 실시예 1의 높은 칼라 렌더링(rendering) 백색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <2> 도 2는 비교예 1의 통상적인 백색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <3> 도 3은 비교예 2의 통상적인 백색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <4> 도 4는 본 발명의 실시예 2의 높은 칼라 렌더링 백색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <5> 도 5는 본 발명의 실시예 3의 높은 칼라 렌더링 백색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <6> 도 6은 본 발명의 실시예 4의 높은 칼라 렌더링 백색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

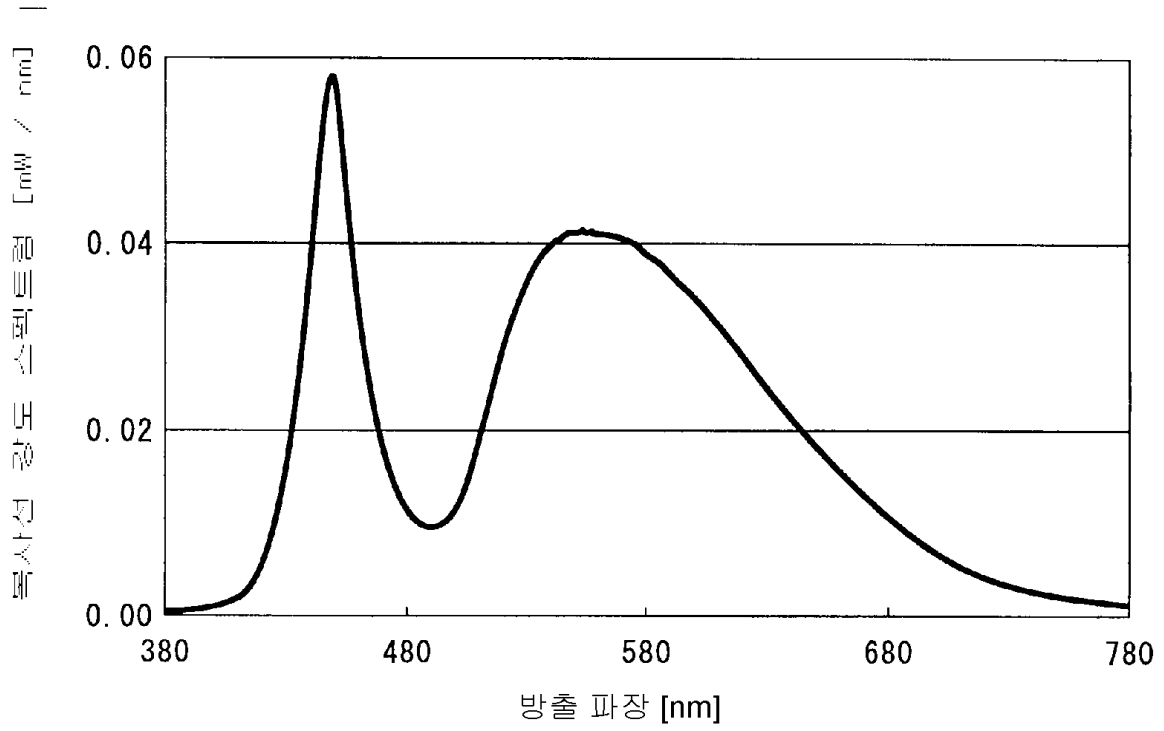
- <7> 도 7은 본 발명의 실시예 5의 높은 칼라 렌더링 백색 LED 램프의 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <8> 도 8은 첫번째 형광 물질로서 사용된 β -SiAlON 형광 물질의 여기 스펙트럼 및 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <9> 도 9는 두번째 형광 물질로서 사용된 α -SiAlON 형광 물질의 여기 스펙트럼 및 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <10> 도 10은 세번째 형광 물질로서 사용된 $\text{Ca}_{1-p}\text{AlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}_p$ 형광 물질의 여기 스펙트럼 및 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <11> 도 11은 β -SiAlON 형광 물질, α -SiAlON 형광 물질 및 $\text{Ca}_{1-p}\text{AlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}_p$ 형광 물질의 방출 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.
- <12> 도 12는 총알 형태 백색 LED 램프의 단면도이다.
- <13> 도 13는 칩 형태 백색 LED 램프의 단면도이다.
- <14> 도 14는 CIE 1931 XYZ 표색계 색도 다이어그램(colorimetric system chromaticity diagram)을 보여주는 그래프이다.

도면

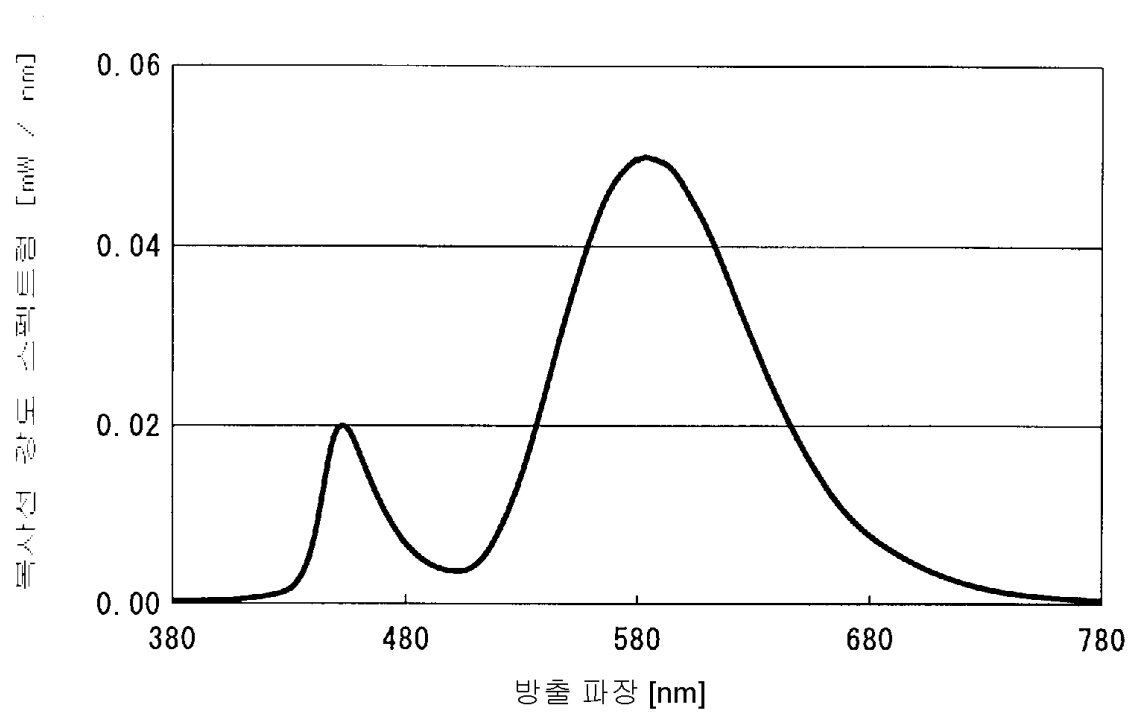
도면1



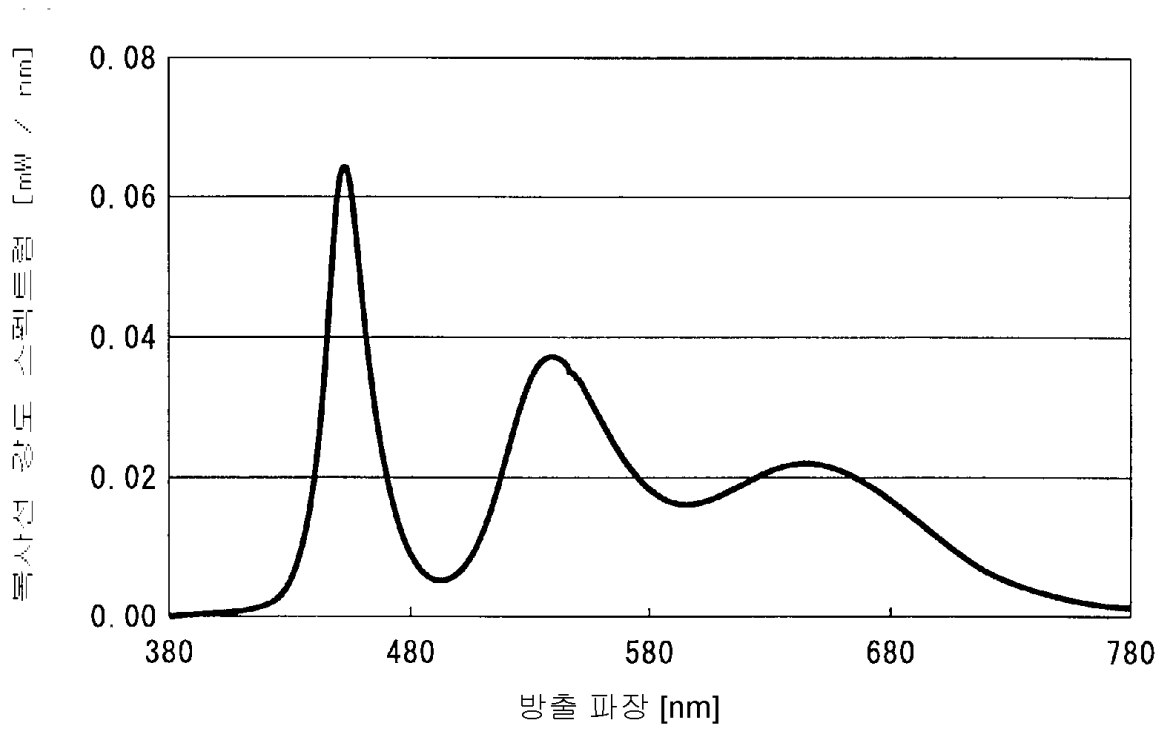
도면2



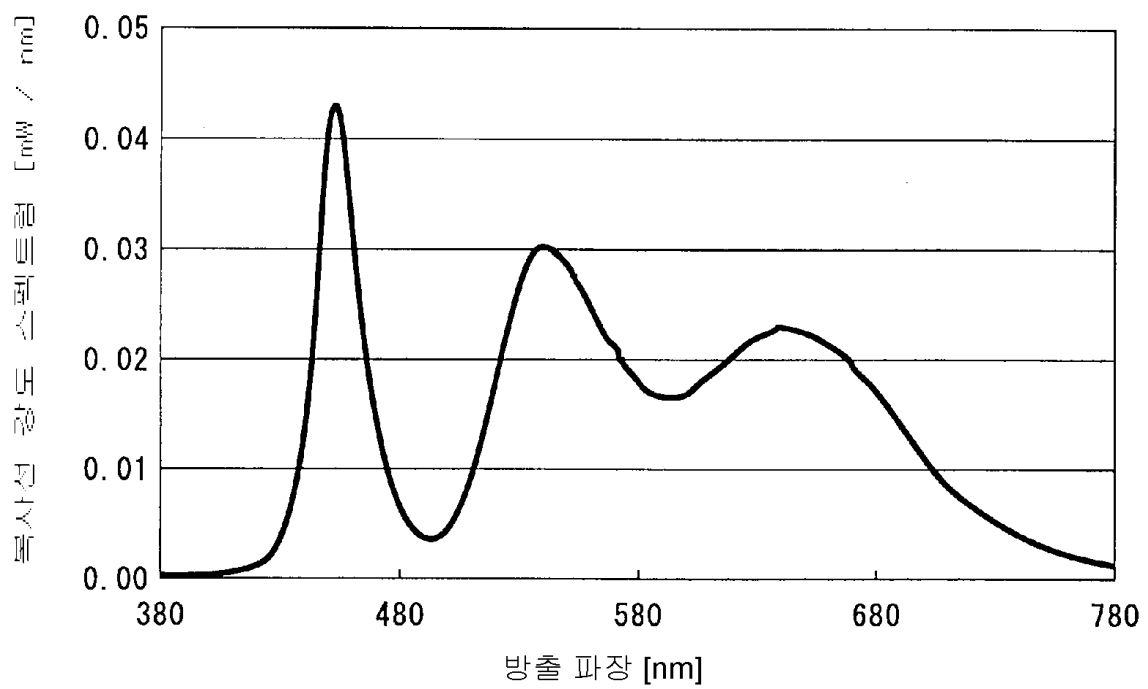
도면3



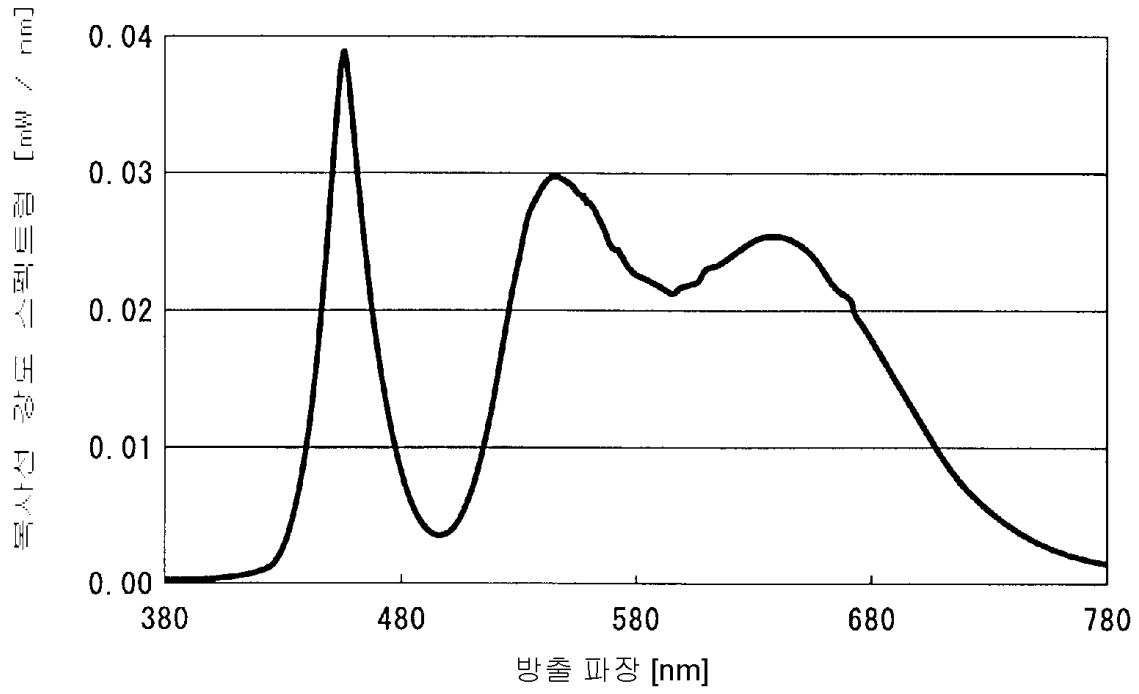
도면4



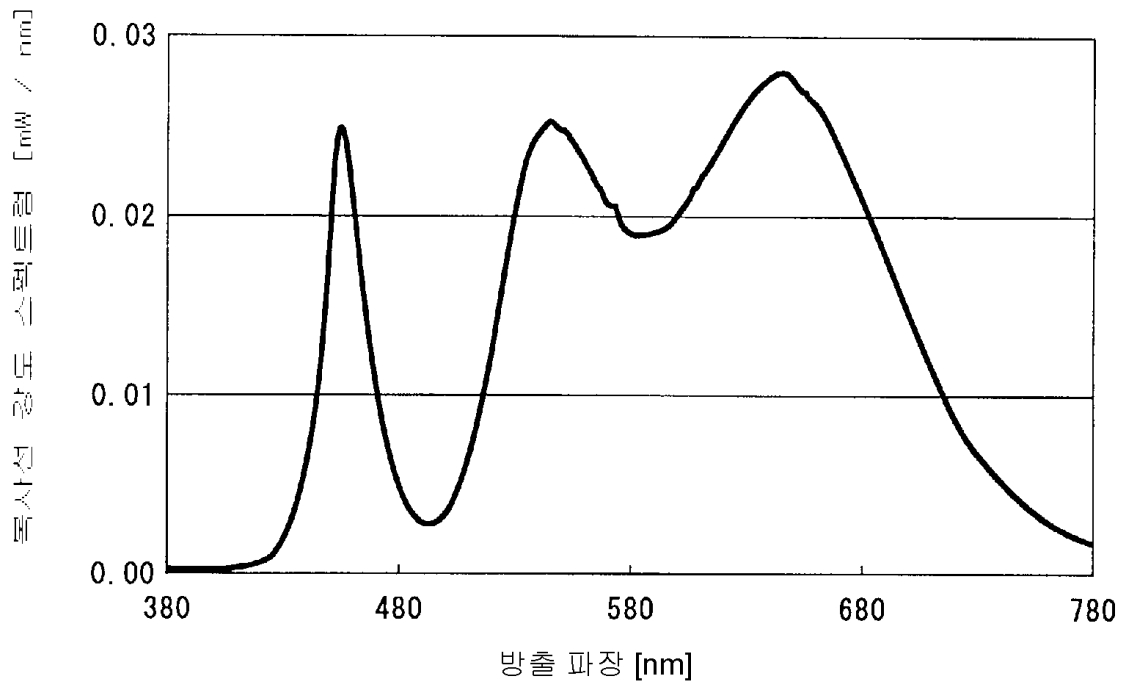
도면5



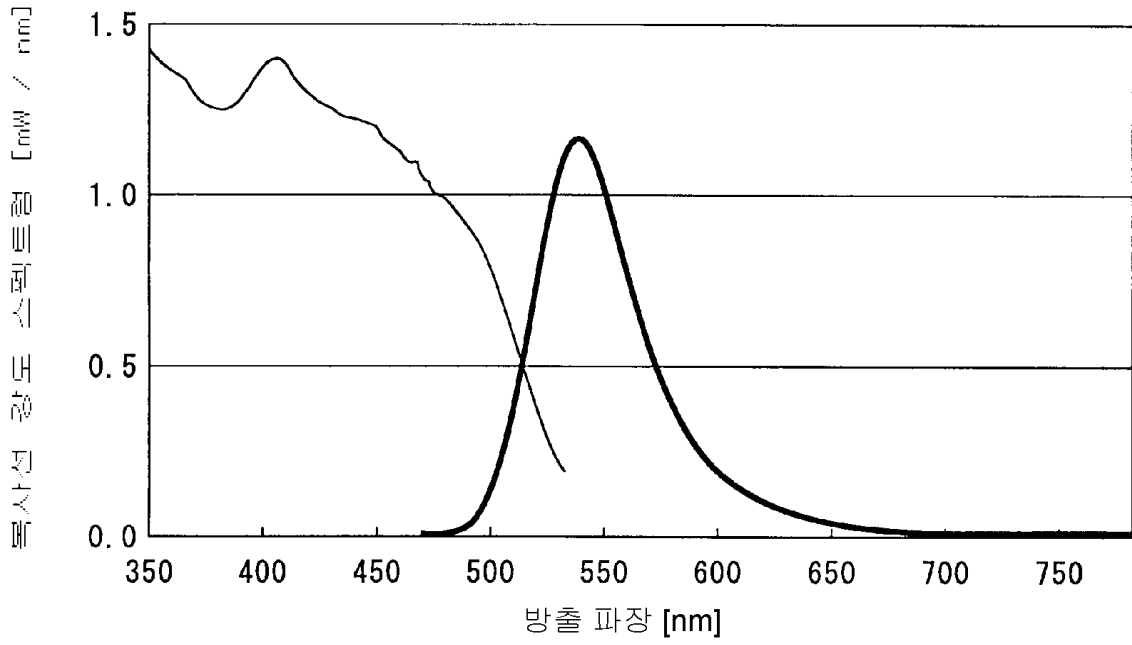
도면6



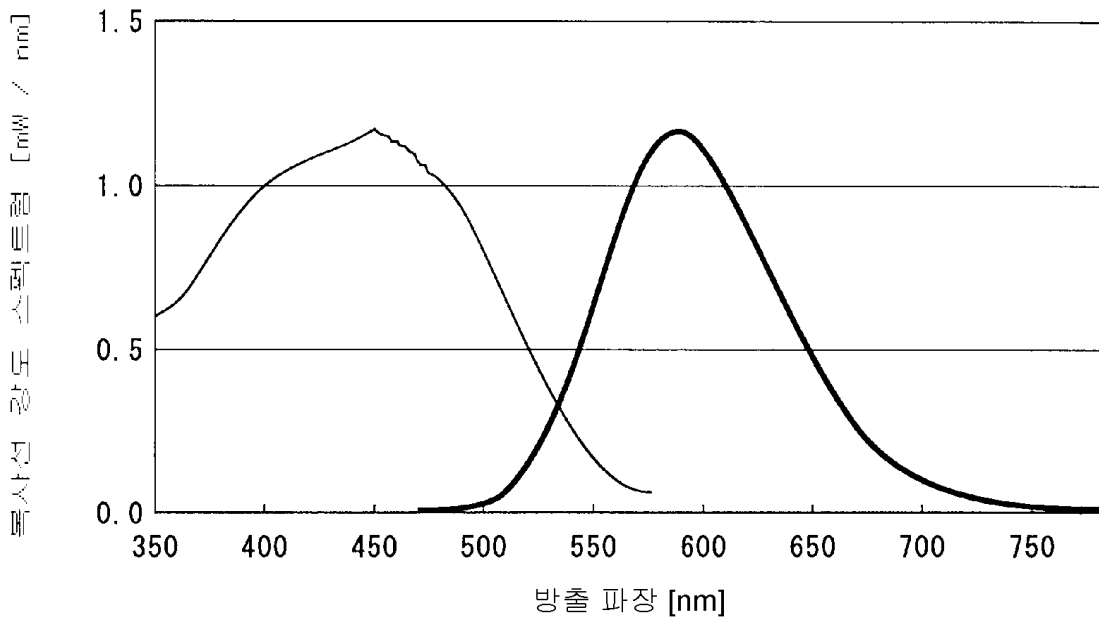
도면7



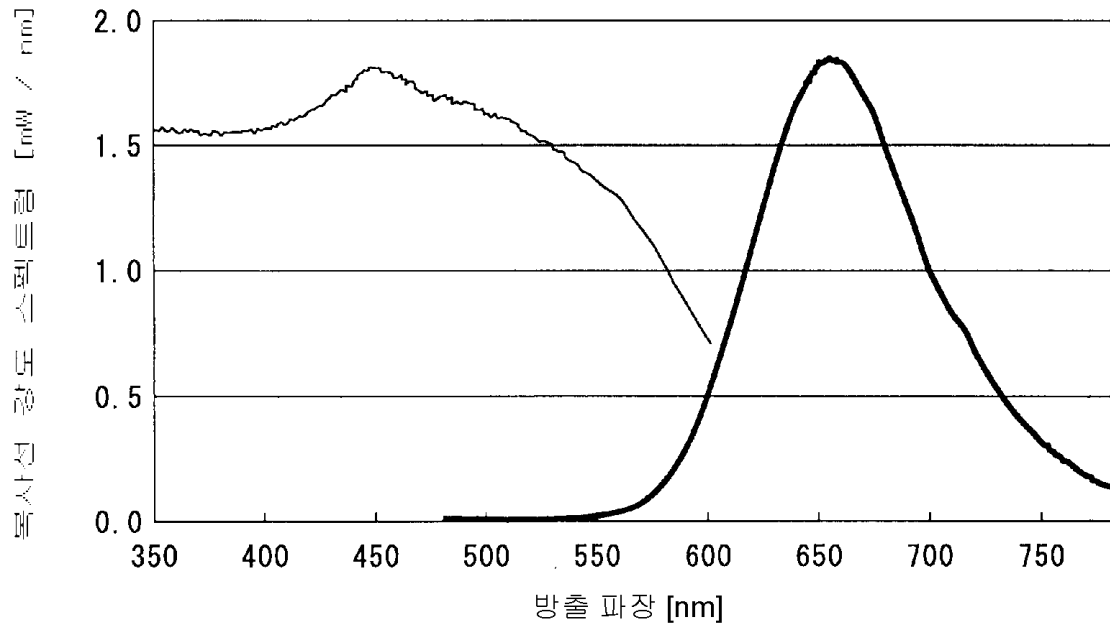
도면8



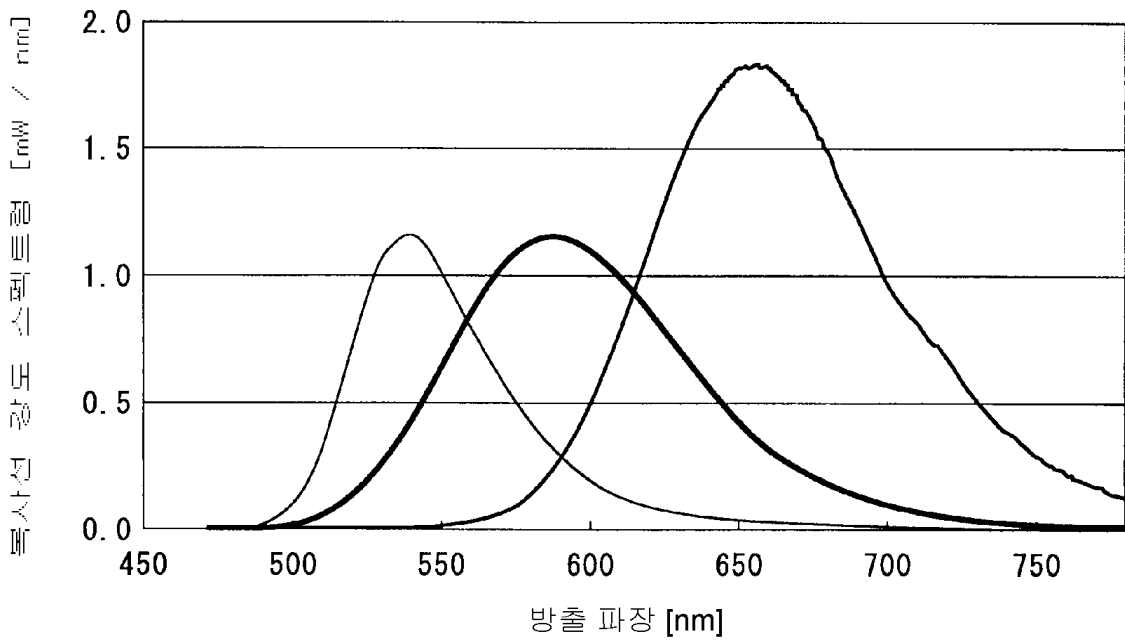
도면9



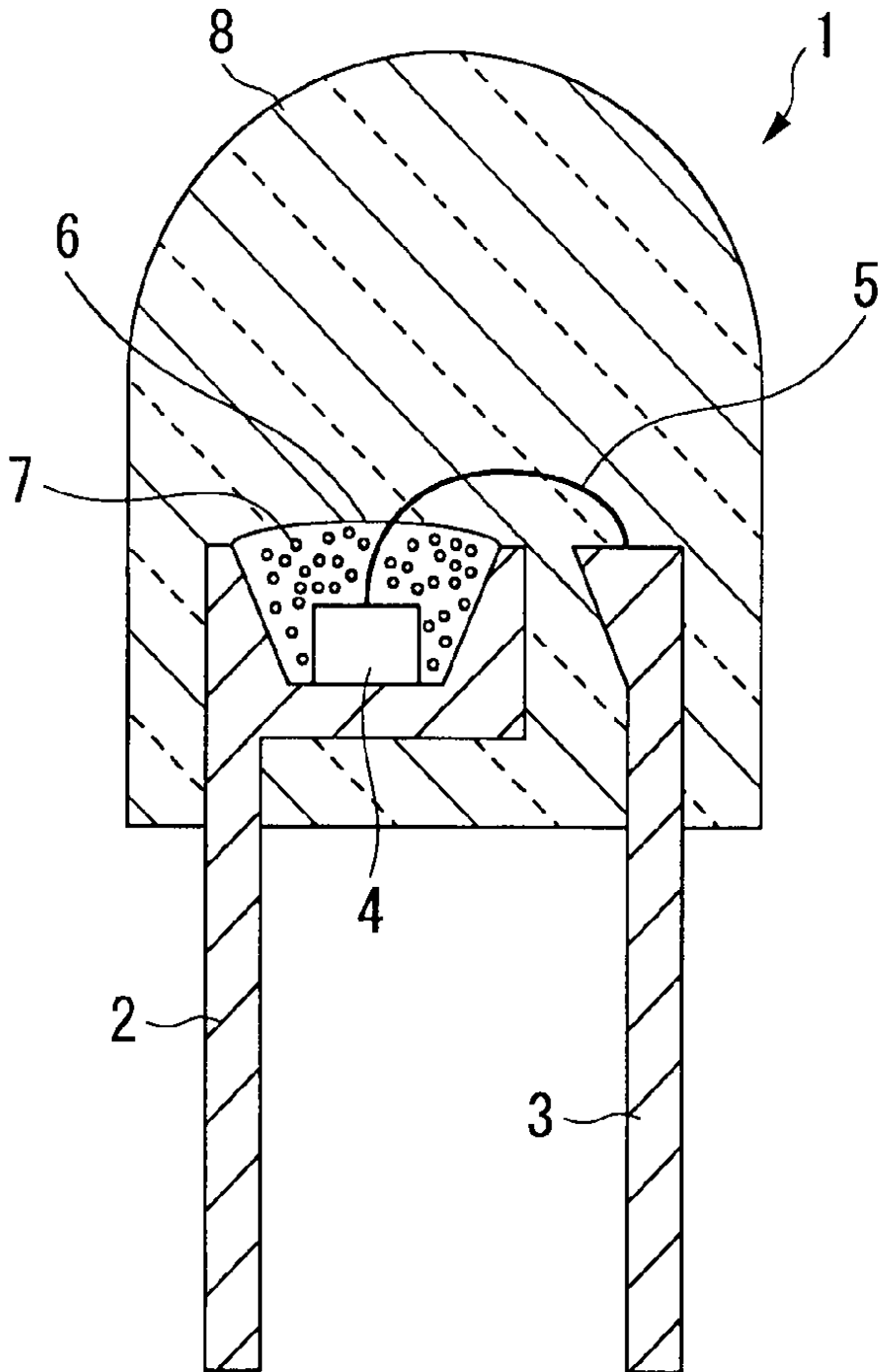
도면10



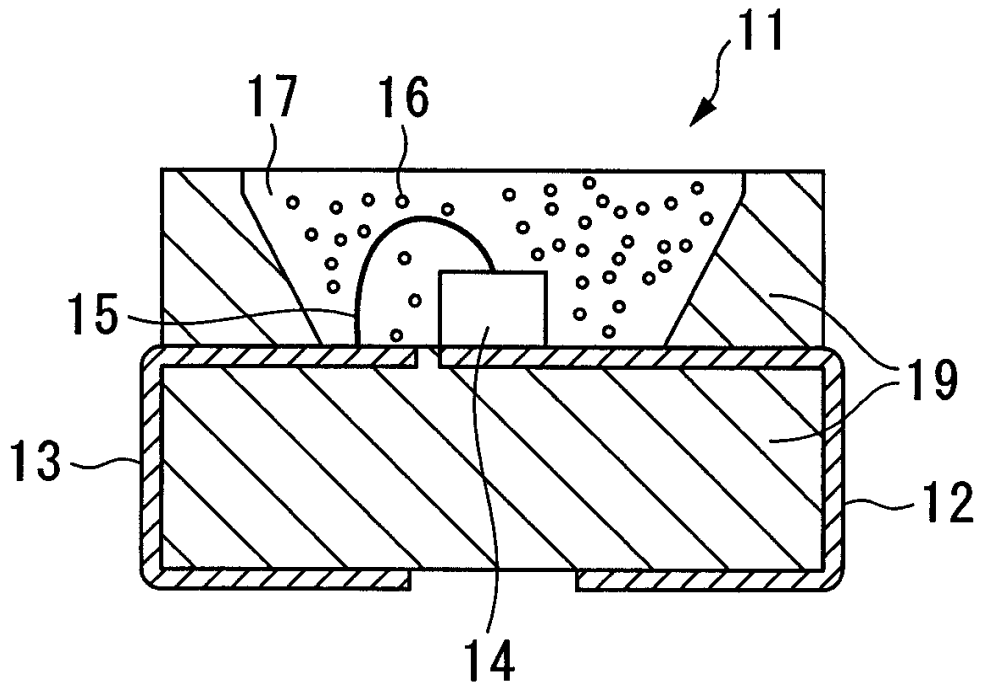
도면11



도면12



도면13



도면14

