



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2013-0103360  
 (43) 공개일자 2013년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 33/50 (2010.01) H01L 33/48 (2010.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0020225  
 (22) 출원일자 2013년02월26일  
 심사청구일자 2013년02월26일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2012-053378 2012년03월09일 일본(JP)

(71) 출원인  
 가부시끼가이샤 도시바  
 일본국 도쿄도 미나토구 시바우라 1쥬메 1방 1고  
 (72) 발명자  
 핫토리 야스시  
 일본 도쿄도 미나토구 시바우라 1쥬메 1방 1고 가  
 부시끼가이샤 도시바 지적재산부 내  
 오카다 아오이  
 일본 도쿄도 미나토구 시바우라 1쥬메 1방 1고 가  
 부시끼가이샤 도시바 지적재산부 내  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 박충범, 장수길, 이중희

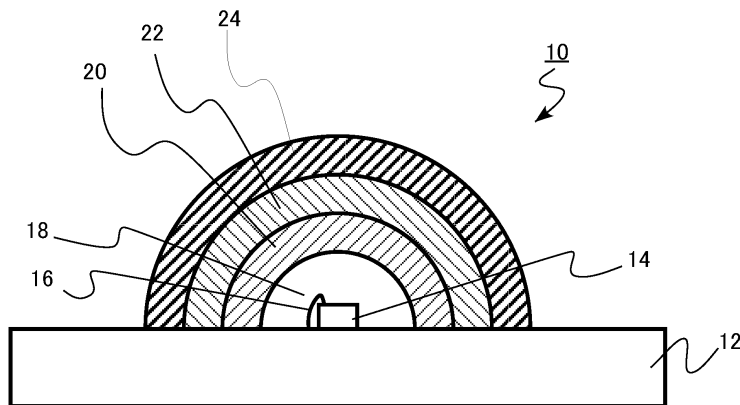
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **백색 발광 장치**

**(57) 요약**

본 발명은, 높은 연색성과, 높은 발광 효율을 양립하는 백색 발광 장치를 제공한다. 실시 형태의 백색 발광 장치는, 430nm 이상 470nm 이하의 파장 영역에 피크 파장을 갖는 발광 소자와, 525nm 이상 560nm 이하의 제1 피크 파장의 광을 발광하는 제1 형광체와, 제1 피크 파장보다 긴 제2 피크 파장의 광을 발광하는 제2 형광체와, 제2 피크 파장보다 긴 620nm 이상 750nm 이하의 제3 피크 파장의 광을 발광하는 제3 형광체를 구비한다. 그리고, 제1 형광체와 제2 형광체가,  $MSi_aO_bN_y$ 의 조성을 갖고, 제1 피크 파장을  $\lambda_1(\text{nm})$ , 제2 피크 파장을  $\lambda_2(\text{nm})$ 로 하는 경우에,  $1100 \leq \lambda_1 + \lambda_2$  및  $\lambda_2 - \lambda_1 \leq 60$ 이다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**히라마츠 료스케**

일본 도쿄도 미나토꾸 시바우라 1쵸메 1방 1고 가  
부시끼가이샤 도시바 지적재산부 내

**이시다 구니오**

일본 도쿄도 미나토꾸 시바우라 1쵸메 1방 1고 가  
부시끼가이샤 도시바 지적재산부 내

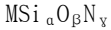
**가토 마사히로**

일본 도쿄도 미나토꾸 시바우라 1쵸메 1방 1고 가  
부시끼가이샤 도시바 지적재산부 내

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

430nm 이상 470nm 이하의 파장 영역에 피크 파장을 갖는 발광 소자와,  
 525nm 이상 560nm 이하의 제1 피크 파장의 광을 발광하는 제1 형광체와,  
 상기 제1 피크 파장보다 긴 제2 피크 파장의 광을 발광하는 제2 형광체와,  
 상기 제2 피크 파장보다 긴 620nm 이상 750nm 이하의 제3 피크 파장의 광을 발광하는 제3 형광체를 구비하고,  
 상기 제1 형광체와 상기 제2 형광체가,



(단, M은 Eu를 포함하고, Sr 또는 Ba를 반드시 포함하고, Ca, Mg, Zn을 더 포함해도 된다. 또한, M은 Ti, Pb, Mn, As, Al, Pr, Tb 및 Ce를 포함하는 군으로부터 선택되는 원소를 활성제로서 함유해도 된다. 또한,  $\alpha, \beta,$  및  $\gamma$ 는  $1.8 \leq \alpha \leq 2.4, 1.8 \leq \beta \leq 2.2, 1.8 \leq \gamma \leq 2.2$ 를 만족시킨다.)

의 조성을 갖고,

상기 제1 피크 파장을  $\lambda 1(\text{nm})$ , 상기 제2 피크 파장을  $\lambda 2(\text{nm})$ 로 하는 경우에,  
 $1100 \leq \lambda 1 + \lambda 2$  및  $\lambda 2 - \lambda 1 \leq 60$ 의 조건을 만족시키는 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,  
 $30 \leq \lambda 2 - \lambda 1$ 을 만족시키는 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,  
 $1110 \leq \lambda 1 + \lambda 2$ 를 만족시키는 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서,  
 $530 \leq \lambda 1 \leq 540$ 을 만족시키는 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

**청구항 5**

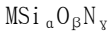
제1항에 있어서,  
 상기 발광 소자가 청색 LED 칩인 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

**청구항 6**

기판과,  
 상기 기판에 실장되는 430nm 이상 470nm 이하의 파장 영역에 피크 파장을 갖는 발광 소자와,  
 상기 발광 소자 상에 형성되며, 525nm 이상 560nm 이하의 제1 피크 파장의 광을 발광하는 제1 형광체를 포함하는 제1 형광체층과,  
 상기 제1 형광체층 상에 형성되며, 상기 제1 피크 파장보다 긴 제2 피크 파장의 광을 발광하는 제2 형광체를 포함하는 제2 형광체층과,  
 상기 제2 형광체층 상에 형성되며, 상기 제2 피크 파장보다 긴 620nm 이상 750nm 이하의 제3 피크 파장의 광을

발광하는 제3 형광체를 포함하는 제3 형광체층을 구비하고,

상기 제1 형광체와 상기 제2 형광체가,



(단, M은 Eu를 포함하고, Sr 또는 Ba를 반드시 포함하고, Ca, Mg, Zn을 더 포함해도 된다. 또한, M은 Ti, Pb, Mn, As, Al, Pr, Tb 및 Ce를 포함하는 군으로부터 선택되는 원소를 활성제로서 함유해도 된다. 또한,  $\alpha, \beta,$  및  $\gamma$ 는  $1.8 \leq \alpha \leq 2.4, 1.8 \leq \beta \leq 2.2, 1.8 \leq \gamma \leq 2.2$ 를 만족시킨다.)

의 조성을 갖고,

상기 제1 피크 파장을  $\lambda 1(\text{nm})$ , 상기 제2 피크 파장을  $\lambda 2(\text{nm})$ 로 하는 경우에,

$1100 \leq \lambda 1 + \lambda 2$  및  $\lambda 2 - \lambda 1 \leq 60$ 의 조건을 만족시키는 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

$30 \leq \lambda 2 - \lambda 1$ 을 만족시키는 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

#### 청구항 8

제6항에 있어서,

$1110 \leq \lambda 1 + \lambda 2$ 를 만족시키는 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

#### 청구항 9

제6항에 있어서,

$530 \leq \lambda 1 \leq 540$ 을 만족시키는 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

#### 청구항 10

제6항에 있어서,

상기 발광 소자가 청색 LED 칩인 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

#### 청구항 11

제6항에 있어서,

상기 발광 소자와 상기 제1 형광체층 사이에 투명 수지로 이루어지는 소자 밀봉 투명층을 구비하는 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

#### 청구항 12

제6항에 있어서,

상기 제1, 제2 및 제3 형광체층이, 상기 기판의 평면에 대하여 수직인 단면에 있어서의 외주 형상이 반구 형상인 것을 특징으로 하는 백색 발광 장치.

### 명세서

#### 기술분야

[0001] 본 발명의 실시 형태는, 백색 발광 장치에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002] 발광 다이오드(Light Emitting Diode : LED)를 사용한 발광 장치는, 주로 여기 광원으로서의 LED 칩과 형광체의 조합으로 구성된다. 그리고, 그 조합에 의해 다양한 색의 발광색을 실현할 수 있다.

[0003] 백색광을 방출하는 백색 LED 발광 장치에는, 예를 들면 청색광을 방출하는 LED 칩과 형광체의 조합이 사용되고 있다. 형광체로서는 주로 청색의 보색인 황색 형광체가 사용되어, 의사 백색광 LED로서 사용되고 있다. 그 밖에도 청색광을 방출하는 LED 칩과, 녹색 또는 황색 형광체 및 적색 형광체가 사용되고 있는 3파장형 백색 LED가 개발되어 있다.

[0004] 백색 발광 장치에서는, 자연광에 가까운 색을 재현하기 위해서 높은 연색성, 특히, 높은 평균 연색 평가수(Ra)를 실현하는 것이 요망된다. 또한, 저소비 전력화를 위해서 높은 발광 효율의 양립이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명은, 상기 사정을 고려하여 이루어진 것이며, 그 목적으로 하는 바는, 높은 연색성과, 높은 발광 효율을 양립하는 백색 발광 장치를 제공하는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 실시 형태의 백색 발광 장치는, 430nm 이상 470nm 이하의 파장 영역에 피크 파장을 갖는 발광 소자와, 525nm 이상 560nm 이하의 제1 피크 파장의 광을 발광하는 제1 형광체와, 상기 제1 피크 파장보다 긴 제2 피크 파장의 광을 발광하는 제2 형광체와, 상기 제2 피크 파장보다 긴 620nm 이상 750nm 이하의 제3 피크 파장의 광을 발광하는 제3 형광체를 구비한다. 그리고, 제1 형광체와 제2 형광체가,  $MSi_{\alpha}O_{\beta}N_{\gamma}$ (단, M은 Eu를 포함하고, Sr 또는 Ba를 반드시 포함하고, Ca, Mg, Zn을 더 포함해도 된다. 또한, Ti, Pb, Mn, As, Al, Pr, Tb 및 Ce를 포함하는 군으로부터 선택되는 원소를 활성제로서 함유해도 된다. 또한,  $1.8 \leq \alpha \leq 2.4$ ,  $1.8 \leq \beta \leq 2.2$ ,  $1.8 \leq \gamma \leq 2.2$ 를 만족시킨다)의 조성을 갖고, 상기 제1 피크 파장을  $\lambda 1$ (nm), 상기 제2 피크 파장을  $\lambda 2$ (nm)로 하는 경우에,  $1100 \leq \lambda 1 + \lambda 2$  및  $\lambda 2 - \lambda 1 \leq 60$ 이다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 도 1은 제1 실시 형태의 발광 장치의 모식 단면도.

도 2는 SION계 형광체가 1종인 경우의 시뮬레이션 결과를 도시하는 도면.

도 3은 시뮬레이션에 의해 얻어진 발광 스펙트럼의 일례를 도시하는 도면.

도 4는 본 실시 형태의 시뮬레이션 결과를 도시하는 도면.

도 5는 실시 형태의 작용·효과를 설명하는 도면.

도 6은 제2 실시 형태의 발광 장치의 모식 단면도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0008] 이하, 도면을 사용하여 실시 형태에 대하여 설명한다.

[0009] (제1 실시 형태)

[0010] 본 실시 형태의 백색 발광 장치는, 430nm 이상 470nm 이하의 파장 영역에 피크 파장을 갖는 발광 소자와, 525nm 이상 560nm 이하의 제1 피크 파장의 광을 발광하는 제1 형광체와, 제1 피크 파장보다 긴 제2 피크 파장의 광을 발광하는 제2 형광체와, 제2 피크 파장보다 긴 620nm 이상 750nm 이하의 제3 피크 파장의 광을 발광하는 제3 형광체를 구비한다. 그리고, 제1 형광체와 제2 형광체가,

[0011]  $MSi_{\alpha}O_{\beta}N_{\gamma}$

[0012] (단, M은 Eu를 포함하고, Sr 또는 Ba를 반드시 포함하고, Ca, Mg, Zn을 더 포함해도 된다. 또한, Ti, Pb, Mn, As, Al, Pr, Tb 및 Ce를 포함하는 군으로부터 선택되는 원소를 활성제로서 함유해도 된다. 또한,  $1.8 \leq \alpha \leq 2.4$ ,  $1.8 \leq \beta \leq 2.2$ ,  $1.8 \leq \gamma \leq 2.2$ 를 만족시킨다.)

[0013] 의 조성을 갖고, 제1 피크 파장을  $\lambda 1$ (nm), 제2 피크 파장을  $\lambda 2$ (nm)로 하는 경우에,  $1100 \leq \lambda 1 + \lambda 2$  및  $\lambda 2 - \lambda 1 \leq 60$ 이다.

- [0014] 본 실시 형태의 백색 발광 장치는, 상기 구성을 구비함으로써, 높은 연색성, 특히 높은 평균 연색 평가수 Ra와, 높은 발광 효율을 실현하는 것이 가능하게 된다. 즉, 청색광을 발하는 발광 소자와, 피크 파장이 상이한 2종의 동일 모체의 황녹 내지 주황색 형광체와, 적색 형광체를 조합함으로써, 높은 연색성과 높은 발광 효율의 양립이 가능하게 된다.
- [0015] 도 1은 본 실시 형태의 발광 장치의 모식 단면도이다. 이 발광 장치(10)는 백색광을 발하는 백색 발광 장치이다. 특히, 발광색이 전구색(2800K)으로 되는 백색 발광 장치이다.
- [0016] 백색 발광 장치(10)는, 발광 소자를 실장하는 평면을 갖는 기판(12)을 구비하고 있다. 기판(12)에는, 예를 들면 고반사 재료가 사용된다.
- [0017] 그리고, 파장 430nm 이상 470nm 이하의 피크 파장의 광을 발하는 발광 소자(14)로서, 예를 들면 청색 LED 칩이 기판(12)의 평면 상에 실장되어 있다. 청색 LED 칩은, 예를 들면 금의 와이어(16)를 통하여 도시하지 않은 배선에 접속되어 있다. 그리고, 이 배선을 통하여 외부로부터 구동 전류가 청색 LED 칩에 공급됨으로써, 청색 LED 칩이 여기용의 청색광을 발생한다.
- [0018] 청색 LED 칩은, 예를 들면 발광층을 GaInN으로 하는 AlGaInN계 LED이다.
- [0019] 발광 소자(14) 상에는, 반구 형상의 투명 수지로 이루어지는 소자 밀봉 투명층(18)이 형성되어 있다. 투명 수지는 예를 들면 실리콘 수지이다.
- [0020] 또한, 소자 밀봉 투명층(18)을 덮도록, 평면에 대하여 수직인 단면에 있어서의 외주 형상이 반원 형상인 제1 형광체층(20)이 형성되어 있다. 제1 형광체층(20)에는, 발광 소자(14)로부터 출사되는 광을 여기광으로 하여, 525nm 이상 560nm 이하의 제1 피크 파장의 광을 발광하는 제1 형광체가 함유된다.
- [0021] 제1 형광체(이하, Y1의 약칭도 사용함)는, 황녹 내지 황색 형광체이다. 제1 형광체층(20)은, 예를 들면 황녹 내지 주황색 형광체의 입자가, 예를 들면 투명한 실리콘 수지 중에 분산되어 형성된다. 제1 형광체층(20)은, 청색 LED로부터 발생된 청색광을 흡수하여 황녹 내지 황색광으로 변환한다.
- [0022] 제1 형광체층(20)을 덮도록, 평면에 대하여 수직인 단면에 있어서의 외주 형상이 반원 형상인 제2 형광체층(22)이 형성되어 있다. 제2 형광체층(22)에는, 발광 소자(14)로부터 출사되는 광을 여기광으로 하여, 제1 피크 파장보다 긴 제2 피크 파장의 광을 발광하는 제2 형광체가 함유된다.
- [0023] 제2 형광체(이하, Y2의 약칭도 사용함)는, 황 내지 주황색 형광체이다. 제2 형광체층(22)은, 예를 들면 황 내지 주황색 형광체의 입자가, 예를 들면 투명한 실리콘 수지 중에 분산되어 형성된다. 제2 형광체층(22)은, 청색 LED로부터 발생된 청색광을 흡수하여 황 내지 주황색광으로 변환한다.
- [0024] 제1 형광체 및 제2 형광체는 모두,
- [0025]  $MSi_{\alpha}O_{\beta}N_{\gamma}$
- [0026] (단, M은 유로퓸(Eu)을 포함하고, 스트론튬(Sr) 또는 바륨(Ba)을 반드시 포함하는 2종 이상의 금속이며, 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 아연(Zn)을 더 포함해도 된다. 또한, 티타늄(Ti), 납(Pb), 망간(Mn), 비소(As), 알루미늄(Al), 프라세오디뮴(Pr), 테르븀(Tb) 및 세륨(Ce)을 포함하는 군으로부터 선택되는 원소를 활성제로서 함유해도 된다. 또한,  $1.8 \leq \alpha \leq 2.4$ ,  $1.8 \leq \beta \leq 2.2$ ,  $1.8 \leq \gamma \leq 2.2$ 를 만족시킨다)의 조성을 구비하는 소위 SION계 형광체이다.
- [0027] 또한, 보다 바람직하게는,  $2.0 \leq \alpha \leq 2.2$ ,  $1.8 \leq \beta \leq 2.1$ ,  $1.9 \leq \gamma \leq 2.2$ 이다.
- [0028] 또한, 바람직하게는 제1 형광체 및 제2 형광체는 모두,
- [0029]  $(Sr_{(1-x-y-z)}Ba_xCa_yEu_z)Si_2O_7N_2$
- [0030] (단,  $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0.01 \leq z \leq 0.2$ )
- [0031] 의 조성을 구비한다. 이 식에 의해 나타내어지는 Si를 포함하는 산질화물 형광체 재료는, 예를 들면 x 및 y의 조성을 변경함으로써 발광 파장을 조정하는 것이 가능하고, 동일 모체에 있어서 복수의 발광 파장을 갖는 형광체를 얻을 수 있다. 또한, 결정 구조를 안정화하거나, 발광 강도를 높이거나 하기 위해서, 스트론튬(Sr), 바륨(Ba) 및 칼슘(Ca)의 일부를 Mg 및 Zn 중 적어도 어느 하나로 치환해도 된다. 또한, Ti, Pb, Mn, As, Al, Pr, Tb 및 Ce를 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1개의 원소를 활성제로서 미량 함유해도 된다.

- [0032] SION계 형광체는, 25℃ 내지 150℃에서의 발광 효율의 변화가 약 10% 이하로 우수한 온도 특성을 구비한다. 따라서, 고온 동작 시의 백색 발광 장치의 색 편차를 억제하는 것이 가능하다.
- [0033] 또한, 제2 형광체층(22)을 덮도록, 평면에 대하여 수직인 단면에 있어서의 외주 형상이 반원 형상인 제3 형광체층(24)이 형성되어 있다. 제3 형광체층(24)에는, 발광 소자(14)로부터 출사되는 광을 여기광으로 하여, 제2 피크 파장보다 긴 620nm 이상 750nm 이하의 제3 피크 파장의 광을 발광하는 제3 형광체가 함유된다.
- [0034] 제3 형광체(이하, R의 약칭도 사용함)는 적색 형광체이다. 제3 형광체층(24)은, 예를 들면 적색 형광체의 입자가, 예를 들면 투명한 실리콘 수지 중에 분산되어 형성된다. 제3 형광체층(24)은, 청색 LED로부터 발생된 청색 광을 흡수하여 적색광으로 변환한다.
- [0035] 제3 형광체는, 예를 들면  $\text{Ca}_2\text{Si}_y\text{Al}_{(12-y)}\text{O}_z\text{N}_{(16-z)} : \text{Eu}$ , 소위 CASN계 형광체이다.
- [0036] 이하, 본 실시 형태의 작용·효과를 나타내는 시뮬레이션 결과에 대하여 설명한다. 시뮬레이션에서는, 백색 발광 장치의 연색성과 발광 효율을 구하였다.
- [0037] 시뮬레이션은 실측한 청색 LED의 스펙트럼과, 청색 LED에 의해 여기된 SION계 황색 형광체의 발광 스펙트럼과, 청색 LED에 의해 여기된 CASN계 적색 형광체의 발광 스펙트럼을 서로 더함으로써 계산을 행하였다. SION계 황색 형광체의 발광 스펙트럼은 피크 파장 563nm의 것을 사용하였다. CASN계 적색 형광체의 발광 스펙트럼은 피크 파장 653nm의 것을 사용하였다.
- [0038] 또한, 발광 효율에 대해서는, 발광 소자의 효율이나, 형광체의 효율을 무시하기 위해서, 발광 효율의 이론값, 즉, 루멘 당량을 지표로서 사용하였다.
- [0039] 우선, 비교를 위해서, 청색 발광 소자와 1종의 SION계 황색 내지 주황색 형광체, 적색 형광체의 조합에 대하여, 연색성과 발광 효율의 시뮬레이션을 행하였다.
- [0040] 발광 파장 455nm의 청색 LED의 스펙트럼에, 황색 내지 주황색 형광체의 피크 파장을 변수로 하여, 합계한 스펙트럼의 색도가 2800K의 전구색( $C_x=0.4519, C_y=0.4087$ )으로 되도록 황색 내지 주황색 형광체의 피크 파장과 피크 강도비, 적색 형광체의 피크 강도비를 조정하였다. 황색 내지 주황색 형광체의 스펙트럼은, 피크 파장 563nm의 황색 형광체의 실측 스펙트럼을 시프트시켜 사용하였다.
- [0041] 도 2는 SION계 형광체가 1종인 경우의 시뮬레이션 결과를 도시하는 도면이다. 횡축은 평균 연색 평가수 Ra, 종축은 루멘 당량(lm/W)이다.
- [0042] 1종의 SION계 형광체에서는, 도 2에 도시한 바와 같은 Ra와 발광 효율의 상관관계를 나타내는 특성 곡선이 얻어졌다. 1종의 SION계 형광체에서는, 피크 파장을 563nm로부터 장파장측으로 어긋나게 함으로써, Ra는 저하되지만 발광 효율이 향상된다. 또한, 피크 파장을 563nm로부터 단파장측으로 어긋나게 하면 Ra는 향상되지만 발광 효율은 저하된다.
- [0043] 이어서, 청색 발광 소자와, 황색 내지 주황색의 SION계 형광체로부터 선택되는 피크 파장이 상이한 2종의 형광체의 조합에 대하여, 연색성과 발광 효율의 시뮬레이션을 행하였다. 이후, 피크 파장이 단파장측의 형광체를 Y1, 장파장측의 형광체를 Y2라 칭한다.
- [0044] 발광 파장 455nm의 청색 LED의 스펙트럼에, 2종의 황색 내지 주황색 형광체, 적색 형광체의 각 스펙트럼을 서로 더한 스펙트럼의 색도가, 2800K의 전구색( $C_x=0.4519, C_y=0.4087$ )으로 되도록, 황색 내지 주황색 형광체의 피크 파장과 피크 강도비, 적색 형광체의 피크 강도비를 조정하였다. 형광체 Y1, Y2 각각의 피크 파장  $\lambda_1, \lambda_2$ 를 변수로 하였다.
- [0045] 구체적인 시뮬레이션의 수순으로서는, 우선, Y1의 피크 파장을 520nm 내지 565nm 사이를 2nm씩, Y2의 피크 파장을 Y1의 피크 파장으로부터 차분이 60nm까지의 사이를 2nm씩 변화시켰다. 그리고, 각각의 피크 파장의 조합에 있어서, 스펙트럼의 색도가 2800K의 전구색으로 되도록 Y1, Y2, R의 강도비를 조정하였다. 그 결과 얻어지는 스펙트럼으로부터, 연색성 및 발광 효율을 구하였다. 반값 폭에 대해서는, SION 형광체의 전형적인 값을 사용하였다. 즉, 단파장측의 Y1은 100nm, 장파장측의 Y2는 80nm로 하였다.
- [0046] 도 3은 시뮬레이션에 의해 얻어진 발광 스펙트럼의 일례를 도시하는 도면이다. 도 3에 도시한 스펙트럼은 상기 계산 결과에 의한 일례로, 단파장측의 형광체의 발광 피크 파장  $\lambda_1$ 이 541nm, 장파장측의 형광체의 발광 피크 파장  $\lambda_2$ 가 599nm일 때의 전구색에 맞춘 스펙트럼이다. 루멘 당량이 264lm/W, Ra가 91로 되어 있다.

- [0047] 도 4는 본 실시 형태의 시뮬레이션 결과를 도시하는 도면이다. 도 4의 (a)가 시뮬레이션 결과, 도 4의 (b)가 작용·효과의 설명도이다.
- [0048] 도 4에는, 비교를 위해서, 도 2에 도시한 SION계 1종의 경우의 특성 곡선도 실선으로 나타내고 있다. 또한, 플롯된 각 점이 2종의 SION계 형광체 Y1, Y2를 적용한 경우의 특성 곡선이다. 동일한 마크는 형광체 Y1의 피크 파장  $\lambda_1$ 이 동일한 경우를 나타낸다. 도 4로부터 명백해지는 바와 같이, 2종의 형광체를 조합함으로써, 1종의 형광체보다 특성이 향상되는 영역이 있는 것이 발견되었다.
- [0049] 도 4의 (b) 중, 사선으로 해칭한 영역이, 실용적인 특성을 구비하고 및 1종의 형광체보다도 특성이 향상되는 영역이다. 즉, 일반적으로 실용상 필요로 되는 Ra가 70 이상(점선 A의 우측의 영역)이고, SION계 형광체 1종의 경우보다도 동일한 Ra에서 높은 발광 효율을 실현하거나(실선보다 위의 영역), 또는 SION계에 의해 실현할 수 없는 Ra를 실현하는(점선 B의 우측의 영역) 영역이다.
- [0050] 도 4의 (b) 중, 사선으로 해칭한 영역에 특성이 들어가기 위해서는, 시뮬레이션 결과로부터, 제1 SION계 형광체 Y1의 제1 피크 파장을  $\lambda_1(\text{nm})$ , 제2 SION계 형광체 Y2의 제2 피크 파장을  $\lambda_2(\text{nm})$ 로 하는 경우에,  $525 \leq \lambda_1 \leq 560$ ,  $1100 \leq \lambda_1 + \lambda_2$  및  $\lambda_2 - \lambda_1 \leq 60$ 의 조건을 만족시키는 것이 필요로 된다.
- [0051] 도 5는 실시 형태의 작용·효과를 설명하는 도면이다.
- [0052] 백색 발광 장치는,  $30 \leq \lambda_2 - \lambda_1$ 의 조건을 충족시키는 것이 바람직하다. 이 조건을 충족시킴으로써, 도 5에서 도시한 점선 C보다도 우측 상측의 영역의 특성이 얻어진다. 즉, 실시 형태의 특성 곡선의 변곡점보다도 우측 상측의 영역에 들어가, SION계 형광체 1종의 경우보다도 특성이 더욱 향상된다.  $40 \leq \lambda_2 - \lambda_1$ 인 것이 발광 효율을 향상시키는 데 있어서 보다 바람직하다.
- [0053] 백색 발광 장치는,  $1110 \leq \lambda_1 + \lambda_2$ 의 조건을 충족시키는 것이 바람직하다. 이 조건을 충족시킴으로써, 도 5에서 도시한 점선 D보다도 상측의 영역의 특성이 얻어진다. 즉, SION계 형광체 1종에 의해 최고의 Ra를 달성하는 경우보다도 항상 발광 효율이 높은 영역에 들어가, SION계 형광체 1종의 경우보다도 특성이 더욱 향상된다.
- [0054] 또한, 백색 발광 장치는,  $530 \leq \lambda_1 \leq 540$ 의 조건을 충족시키는 것이 바람직하다. 이 조건을 충족시킴으로써, 도 5에서 도시한 점선 B보다도 항상 우측의 영역의 특성이 얻어진다. 즉, 항상, Ra가 90 이상의 영역에 들어가, SION계 형광체 1종의 경우보다도 특성이 더욱 향상된다.
- [0055] 또한, 실시 형태의 2종의 황녹 내지 주황색 형광체, 1종의 적색 형광체의 합계 3종의 형광체에, 다른 종류의 형광체를 더 구비하는 것도 가능하다. 그러나, 형광체의 종류를 4종 이상으로 하면, 형광체간의 재흡수 등에 의해 발광 효율이 저하될 우려가 있다. 따라서, 형광체층에 포함되는 형광체는, 2종의 황녹 내지 주황색 형광체, 1종의 적색 형광체의 합계 3종만인 것이 바람직하다.
- [0056] 본 실시 형태에 의하면, 높은 연색성과 높은 발광 효율을 실현할 수 있는 백색 발광 장치가 제공된다. 또한, 고온 동작에서의 색 편차가 억제된 백색 발광 장치가 제공된다.
- [0057] 비교를 위해서, YAG : Ce 형광체에 대해서도 마찬가지로의 시뮬레이션을 행하였다. 반값 폭에 대해서는, YAG : Ce 형광체의 전형적인 값을 사용하였다. 즉, 단파장측의 Y1, 장파장측의 Y2 모두 110nm로 하였다.
- [0058] 이 결과, YAG : Ce 형광체의 경우는 형광체를 2종 조합해도, 1종의 경우보다 특성이 향상되는 일은 없었다.
- [0059] 이 차이는, 하나는 조합하는 형광체의 반값 폭이 좁음으로써, 발광 효율이 향상되는 것이 생각된다. 특히, 장파장측의 반값 폭을 좁게 하는 것이 유효하다고 생각된다.
- [0060] 따라서, 단파장측의 Y1은 100nm 이하인 것이 바람직하다. 또한, 장파장측의 Y2는 100nm 이하인 것이 바람직하고, 80nm 이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0061] (제2 실시 형태)
- [0062] 본 실시 형태의 백색 발광 장치는, 2종의 SION계 형광체가, 혼합되어 1층의 형광체층에 함유되는 것 이외는 제1 실시 형태와 마찬가지로이다. 따라서, 제1 실시 형태와 중복되는 내용에 대해서는, 기술을 생략한다.
- [0063] 도 6은 본 실시 형태의 발광 장치의 모식 단면도이다. 이 발광 장치(20)는 백색광을 발하는 백색 발광 장치이다.
- [0064] 발광 장치(20)는, 제1 실시 형태의 제1 형광체층(20), 제2 형광체층(22) 대신에 형광체층(26)을 구비하고 있다.

형광체층(26)에는, 발광 소자(14)로부터 출사되는 광을 여기광으로 하여, 525nm 이상 560nm 이하의 제1 피크 파장의 광을 발광하는 제1 형광체와, 발광 소자(14)로부터 출사되는 광을 여기광으로 하여, 제1 피크 파장보다 긴 제2 피크 파장의 광을 발광하는 제2 형광체가 혼합되어 함유되어 있다.

[0065] 본 실시 형태에 의하면, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 높은 연색성과 높은 발광 효율을 실현할 수 있는 백색 발광 장치가 제공된다. 또한, 고온 동작에서의 색 편차가 억제된 백색 발광 장치가 제공된다. 또한, 형광체층의 형성이 간이하기 때문에, 백색 발광 장치의 제조가 용이해진다.

[0066] 이상, 구체예를 참조하면서 본 발명의 실시 형태에 대하여 설명하였다. 상기의 실시 형태는 어디까지나 예로서 예시되어 있을 뿐이고, 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 실시 형태의 설명에 있어서는, 백색 발광 장치, 형광체 등에서, 본 발명의 설명에 직접 필요로 하지 않는 부분 등에 대해서는 기재 생략하였지만, 필요로 되는 백색 발광 장치, 형광체 등에 관계되는 요소를 적절히 선택하여 사용할 수 있다.

[0067] 예를 들면, 실시 형태에 있어서는, 발광층을 GaInN으로 하는 AlGaIn계 LED를 사용하는 경우를 예로 들어 설명하였다. 발광층(활성층)으로서, III-V족 화합물 반도체인 질화알루미늄갈륨인듐(AlGaInN), 혹은 II-VI족 화합물 반도체인 산화마그네슘아연(MgZnO) 등을 사용한 LED를 사용할 수 있다. 예를 들면, 발광층으로서 사용하는 III-V족 화합물 반도체는, Al, Ga 및 In을 포함하는 군으로부터 선택된 적어도 1종을 포함하는 질화물 반도체이다. 이 질화물 반도체는, 구체적으로는,  $Al_xGa_yIn_{(1-x-y)}N(0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq (x+y) \leq 1)$ 으로 나타내어지는 것이다. 이와 같은 질화물 반도체에는, AlN, GaN 및 InN의 2원계,  $Al_xGa_{(1-x)}N(0 < x < 1)$ ,  $Al_yIn_{(1-y)}N(0 < y < 1)$  및  $Ga_yIn_{(1-y)}N(0 < y < 1)$ 의 3원계, 또한 모두를 포함하는 4원계 모두가 포함된다. Al, Ga 및 In의 조성 x, y, (1-x-y)에 기초하여, 자외로부터 청까지의 범위의 발광 피크 파장이 결정된다. 또한, III족 원소의 일부를 붕소(B), 탈륨(Tl) 등으로 치환할 수 있다. 또한, V족 원소의 N의 일부를 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb), 비스무트(Bi) 등으로 치환할 수 있다.

[0068] 마찬가지로, 발광층으로서 사용하는 II-VI족 화합물 반도체는, Mg 및 Zn 중 적어도 1종을 포함하는 산화물 반도체로 할 수 있다. 구체적으로는,  $Mg_zZn_{(1-z)}O(0 \leq z \leq 1)$ 로 나타내어지는 것이 있고, Mg 및 Zn의 조성 z, (1-z)에 기초하여, 자외 영역의 발광 피크 파장이 결정된다.

[0069] 또한, 형광체층의 투명 기재로서는, 실리콘 수지를 예로 들어 설명하였지만, 여기광의 투과성이 높고, 또한 내열성이 높은 임의의 재료를 사용할 수 있다. 그와 같은 재료로서, 예를 들면, 실리콘 수지 이외에, 에폭시 수지, 우레아 수지, 불소 수지, 아크릴 수지, 폴리이미드 수지 등이 사용 가능하다. 특히, 입수하기 쉽고, 취급하기 쉽고, 또한 저렴하기 때문에, 에폭시 수지나 실리콘 수지가 적절하게 사용된다. 또한, 수지 이외라도, 유리, 소결체 등을 사용할 수도 있다.

[0070] 또한, 적색 형광체로서는, 이하에 나타내는, 산질화물 외에, 질화물계 광체, 산황화물 형광체 등을 사용할 수 있다.

[0071] 질화물계 형광체(주로 실리콘나이트라이드계 형광체) 및 산질화물계 형광체 :  $L_xSi_yN_{(2x/3+4y/3)}$  : Eu, 또는  $L_xSi_yO_zN_{(2x/3+4y/3-2z/3)}$  : Eu(L은 Sr, Ca, Sr 및 Ca를 포함하는 군을 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1개의 원소) :

[0072] 상기 조성에 있어서, x=2 또한 y=5, 또는 x=1 또한 y=7인 것이 바람직하지만, x 및 y는 임의의 값으로 할 수 있다. 상기 식에 의해 나타내어지는 질화물계 형광체로서, Mn이 활성제로서 첨가된  $(Sr_xCa_{(1-x)})_2Si_5N_8$  : Eu,  $Sr_2Si_5N_8$  : Eu,  $Ca_2Si_5N_8$  : Eu,  $Sr_xCa_{(1-x)}Si_7N_{10}$  : Eu,  $SrSi_7N_{10}$  : Eu,  $CaSi_7N_{10}$  : Eu 등의 형광체를 사용하는 것이 바람직하다. 이들 형광체에는, Mg, Sr, Ca, Ba, Zn, B, Al, Cu, Mn, Cr, 및 Ni를 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1개의 원소가 함유되어도 된다. 또한, Ce, Pr, Tb, Nd 및 La를 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1개의 원소를, 활성제로서 함유해도 된다. 또한 Si의 일부를 Al로 치환한 사이알론계 형광체 :  $L_xSi_yAl_{(12-y)}O_zN_{(16-z)}$  : Eu(L은 Sr, Ca, Sr 및 Ca를 포함하는 군을 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1개의 원소)를 사용해도 된다.

[0073] 산황화물 형광체 재료 :  $(Ln_{(1-x)}Eu_x)_2O_2S(Ln$ 은 Sc, Y, La, Gd 및 Lu를 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1개의 원소, x는  $0 \leq x \leq 1$ 을 충족시키는 수치)

[0074] 또한, Tb, Pr, Mg, Ti, Nb, Ta, Ga, Sm 및 Tm을 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을, 활성제로서 함유

해도 된다.

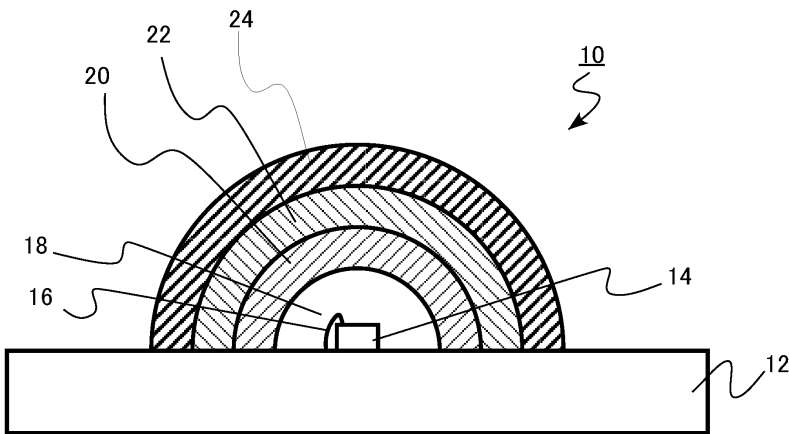
[0075] 그 외, 본 발명의 요소를 구비하고, 당업자가 적절히 설계 변경할 수 있는 모든 백색 발광 장치는, 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명의 범위는, 특히 청구 범위 및 그 균등물의 범위에 의해 정의되는 것이다.

**부호의 설명**

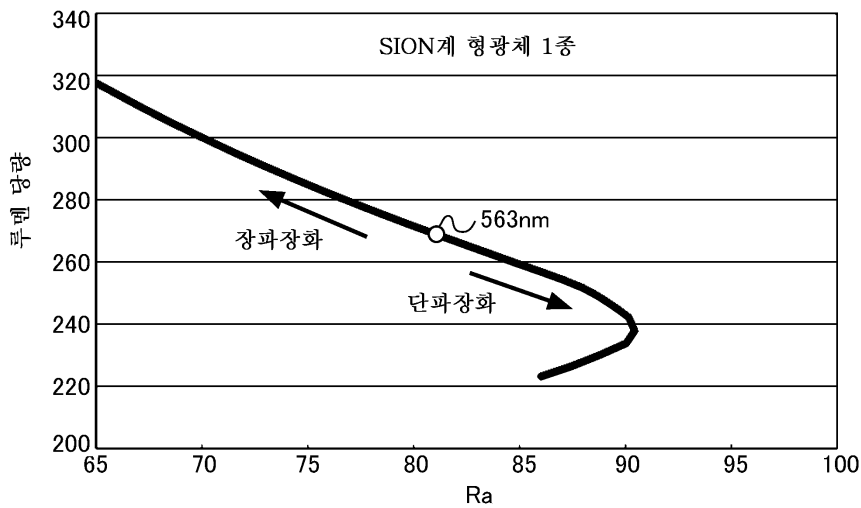
- [0076] 10 : 백색 발광 장치
- 14 : 발광 소자
- 20 : 제1 형광체층
- 22 : 제2 형광체층
- 24 : 제3 형광체층

**도면**

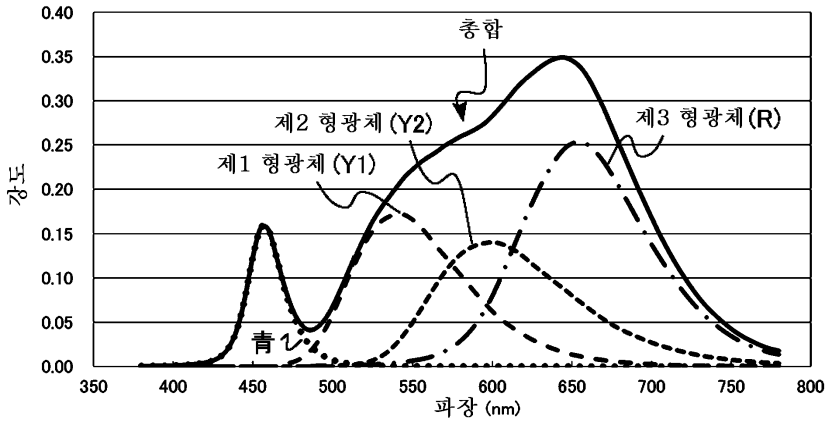
**도면1**



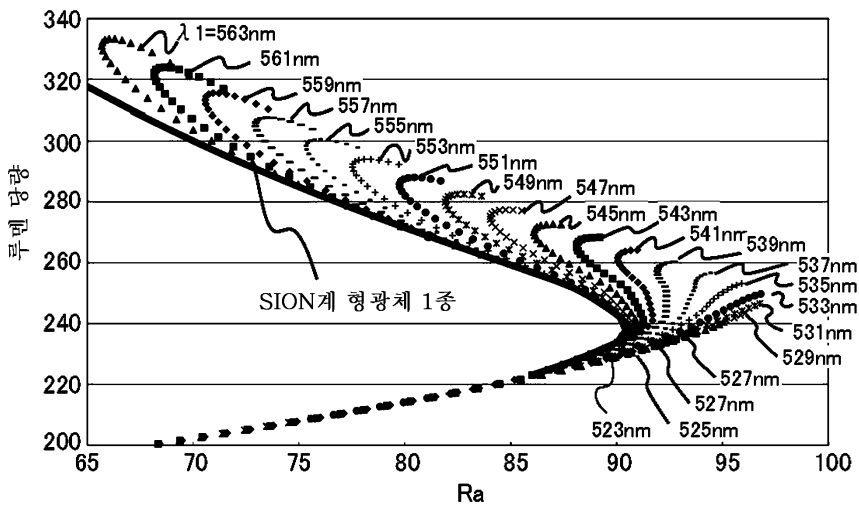
**도면2**



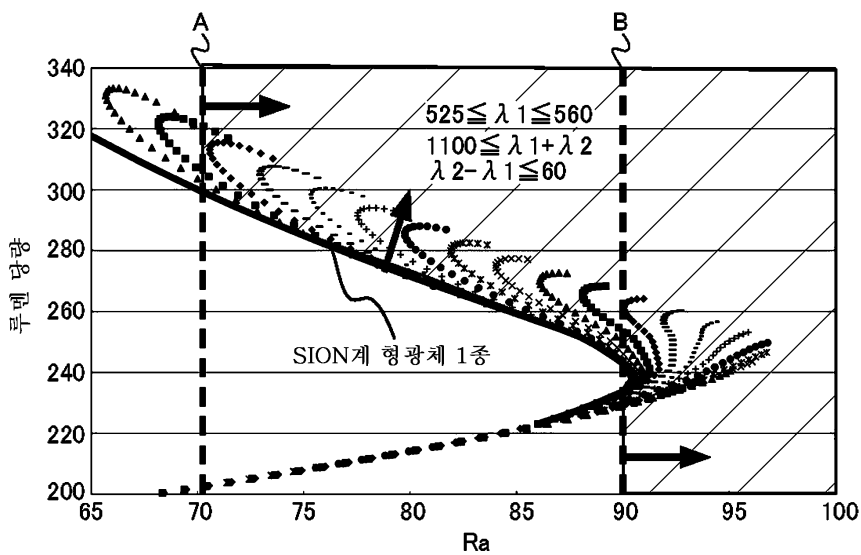
도면3



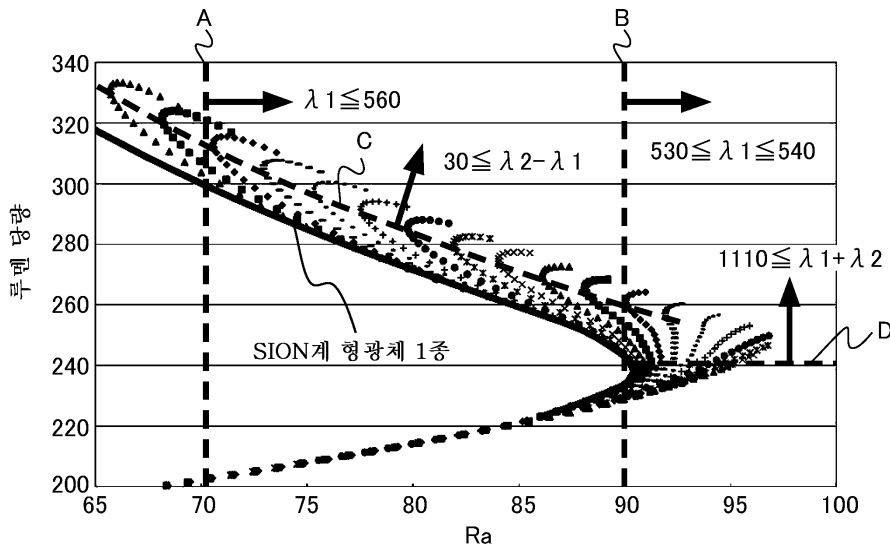
도면4a



도면4b



도면5



도면6

