



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0112802  
(43) 공개일자 2017년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 33/50 (2010.01)

(52) CPC특허분류  
H01L 33/502 (2013.01)  
H01L 33/504 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0040420  
(22) 출원일자 2016년04월01일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)

(72) 발명자

강보경

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

유영길

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

김경필

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

(74) 대리인

박장원

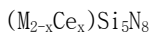
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **형광체 및 이를 이용한 발광 소자 패키지**

**(57) 요약**

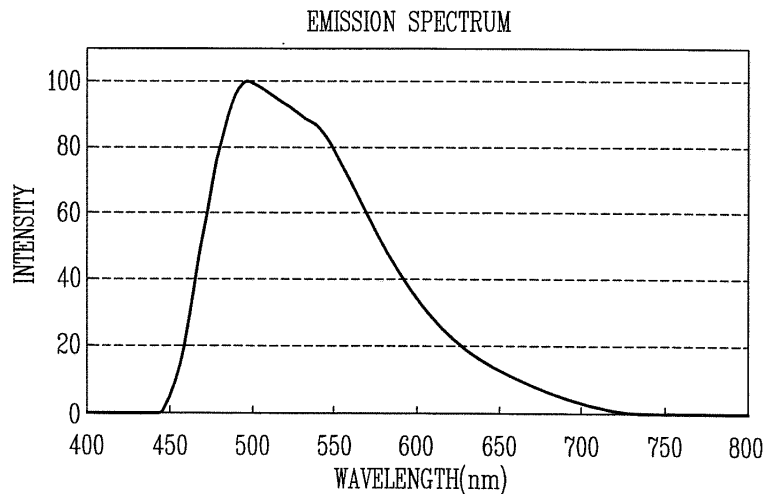
본 발명은 형광체 및 이를 이용한 발광 소자 패키지에 관한 것이다.  $M_2Si_5N_8$  결정구조를 가지고, 하기 화학식 1로 표시되는 형광체를 포함한다.

[화학식 1]



본 발명에 따르면, 청록색 또는 녹색을 발광하는 형광체를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명은 상기 형광체를 이용하여, 발광 소자 패키지의 연색성을 강화할 수 있다.

**대표도** - 도1b



(52) CPC특허분류

*H01L 2924/12041* (2013.01)

*H01L 2933/0041* (2013.01)

---

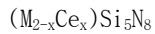
## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

$M_2Si_5N_8$  결정구조를 가지고, 하기 화학식 1로 표시되는 형광체.

[화학식 1]



상기 화학식 1에서 상기 M은 Sr 및 Ca 중 어느 하나이고, 상기 x는 0.001 내지 0.02 이다.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 형광체의 여기 파장은 300nm 내지 500nm인 것을 특징으로 하고,

상기 형광체의 발광 파장은 420nm 내지 730nm인 것을 특징으로 하는 형광체.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 형광체의 발광스펙트럼에서 발광중심파장은 490nm 내지 560nm이고, 반치폭(Full Width at Half Maximum)은 109nm 내지 134nm인 것을 특징으로 하는 형광체.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 형광체는,

상기 x값이 클수록, 상기 발광중심파장의 값이 커지는 것을 특징으로 하는 형광체.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 M은 Sr인 것을 특징으로 하고,

상기 발광중심파장은 493nm 내지 523nm이고, 상기 반치폭은 109nm 내지 123nm인 것을 특징으로 하는 형광체.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 x가 0.001 내지 0.01인 경우, 상기 발광중심파장은 493nm 내지 499nm이고, 상기 반치폭은 109nm 내지 115nm인 것을 특징으로 하고,

상기 x가 0.01 내지 0.04인 경우, 상기 발광중심파장은 499nm 내지 523nm이고, 상기 반치폭은 115 nm 내지 123nm인 것을 특징으로 하는 형광체.

#### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 형광체가 제공하는 광원의 색좌표( $C_x$ ,  $C_y$ )는  $C_x$ 이 0.273 내지 0.335이고,  $C_y$ 이 0.459 내지 0.517인 것을 특징으로 하는 형광체.

**청구항 8**

제3항에 있어서,

상기 M은Ca인 것을 특징으로 하고,

상기 발광중심파장은 495nm 내지 512nm이고, 상기 반치폭은 110 nm 내지 117nm인 것을 특징으로 하는 형광체.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 x가 0.01 내지 0.1인 경우, 상기 발광중심파장은 495nm 내지 501nm이고, 상기 반치폭은 110nm 내지 122nm인 것을 특징으로 하고,

상기 x가 0.1 내지 0.2인 경우, 상기 발광중심파장은 501nm 내지 512nm이고, 상기 반치폭은 110 nm 내지 117nm인 것을 특징으로 하는 형광체.

**청구항 10**

제8항에 있어서,

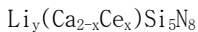
상기 형광체가 제공하는 광원의 색좌표(Cx, Cy)는 Cx이 0.272 내지 0.437이고, Cy이 0.459 내지 0.507인 것을 특징으로 하는 형광체.

**청구항 11**

제8항에 있어서,

상기 형광체는 Li이온을 더 포함하여, 하기 화학식 2로 표시되는 것을 특징으로 하는 형광체.

[화학식 2]



상기 화학식 2에서, 상기 x는 0.01 내지 0.2 이고, 상기 y는 0 내지 4이다.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 발광중심파장은 495nm 내지 529nm이고, 상기 반치폭은 112nm 내지 128nm인 것을 특징으로 하는 형광체.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 형광체는,

상기 y값이 클수록 상기 발광중심파장의 값이 커지는 것을 특징으로 하는 형광체.

**청구항 14**

제11항에 있어서,

상기 형광체가 제공하는 광원의 색좌표(Cx, Cy)는 Cx이 0.272 내지 0.330이고, Cy이 0.463 내지 0.507인 것을 특징으로 하는 형광체.

**청구항 15**

형광체 혼합물; 및

상기 형광체 혼합물에 포함된 형광체들을 여기 시키고, 근 자외선 또는 청색 광을 발광하는 발광 소자를 포함하고,

상기 형광체 혼합물은,

제1형광체;

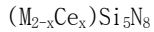
녹색 광을 방출하는 제2형광체;

황색 광을 방출하는 제3형광체; 및

적색 광을 방출하는 제4형광체가 혼합되어 이루어지는 것을 특징으로 하고,

상기 제1형광체는 하기 화학식 1로 표시되는 형광체인 것을 특징으로 하는 발광 소자 패키지.

[화학식 1]



상기 화학식 1에서 상기 M은 Sr 및 Ca 중 어느 하나이고, 상기 x는 0.001 내지 0.02 이다.

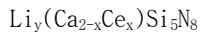
#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 M은 Ca인 것을 특징으로 하고,

상기 제1형광체는 Li 이온을 더 포함하여, 하기 화학식 2로 표시되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 패키지.

[화학식 2]



상기 화학식 2에서, 상기 x는 0.001 내지 0.02 이고, 상기 y는 0 내지 4이다.

#### 청구항 17

제15항에 있어서,

상기 제1형광체의 발광중심파장은 490nm 내지 510nm인 것을 특징으로 하는 발광소자 패키지.

#### 청구항 18

제15항에 있어서,

상기 제2형광체는  $\beta$ -SiAlON, 규산염,  $BaSi_2O_2N_2$  및  $SrSi_2O_2N_2$  중 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하고,

상기 제3형광체는 이트륨 알루미늄 가넷(Yttrium Aluminium Garnet),  $La_3Si_6N_{11}$ , 루테튬 알루미늄 가넷(lutetium Aluminium Garnet) 및 규산염 중 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하고,

상기 제4형광체는 CASN, SCASN,  $(Sr, Ca, Ba)_2Si_5N_8$ ,  $K_2SiF_6$  중 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 소자 패키지.

#### 청구항 19

제15항에 있어서,

상기 발광 소자 패키지의 연색성(Color Rendering Index)는 90 내지 100인 것을 특징으로 하는 발광 소자 패키지.

#### 청구항 20

제15항에 있어서,

상기 발광 소자는 레이저 다이오드, 면 발광 레이저 다이오드, 무기 전계 발광 소자 및 유기 전계 발광 소자 중 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 소자 패키지.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 청록색, 녹색 발광 형광체 및 이를 이용한 발광 소자 패키지에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 반도체의 III-V족 또는 II-VI족 화합물 반도체 물질을 이용한 발광다이오드 (Light Emitting Diode)나 레이저다이오드와 같은 발광 소자는 박막 성장기술 및 소자 재료의 개발로 적색, 녹색, 청색 및 자외선 등 다양한 색을 구현할 수 있으며, 형광체를 이용하거나 색을 조합함으로써 효율이 좋은 백색광도 구현이 가능하며 형광등, 백열등 등 기존의 광원에 비해 저 소비전력, 반영구적인 수명, 빠른 응답속도, 안전성, 환경친화성의 장점을 가진다.

[0003] 한편, 발광다이오드 형광체는 발광다이오드로부터 방출된 광을 흡수하여 빛을 발광하는 역할을 한다. 즉, 발광다이오드 형광체는 흡수한 빛을 다른 파장의 빛으로 바꾸어 방출하는 물질로, 이를 청색 발광다이오드에 적용하면 청색 발광다이오드에서 나오는 청색광과 이에 의해 여기된 형광 물질이 방출하는 다른 색의 빛이 조합되어 청색 외에 다른 색을 만들어 낼 수 있다. 따라서, 형광 물질의 광 변환 효율과 광색에 의해 최종 발광다이오드 광원의 휘도, 연색성, 색온도 등이 결정되기 때문에 조명용 백색 발광다이오드에 있어 적절한 형광체의 사용은 매우 중요하다 할 수 있다.

[0004] 종래의 백색 발광다이오드는 청색 발광다이오드 칩과 황색형광체를 조합한 것으로서, 녹색과 적색 성분이 결여되어 연색성이 낮은 단점이 있다. 연색성을 향상시키기 위해 청색 발광다이오드 칩에 녹색 또는 황색 형광체(520nm 내지 570nm)와 적색 형광체(600nm 내지 650nm)를 조합을 통해 연색성을 개선하여 사용 중에 있다. 그러나 이들 조합은 연색성을 90이상으로 유지하기가 용이하지 않고, 적색 형광체가 상대적으로 많이 들어가기 때문에 발광강도가 낮다는 단점이 있다. 청록색 형광체(490nm 내지 520nm)와 녹색 또는 황색형광체(520nm 내지 570nm) 및 적색 형광체(600nm 내지 650nm)를 조합하면 연색성을 90 이상으로 구현 가능하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

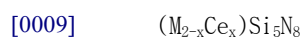
[0005] 본 발명은 근자외선 및 청색 광을 여기 광원으로 하는 청록색, 녹색 발광 형광체를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은 연색성이 우수하고 발광강도가 높은 백색 발광 소자 패키지를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 상기 또는 다른 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은  $M_2Si_5N_8$  결정구조를 가지고, 하기 화학식 1로 표시되는 형광체를 제공한다.

[0008] [화학식 1]



[0010] 상기 화학식 1에서 상기 M은 Sr 및 Ca 중 어느 하나이고, 상기 x는 0.001 내지 0.02 이다.

[0011] 일 실시 예에 있어서, 상기 형광체는 Li 이온을 더 포함하여, 하기 화학식 2로 표시되는 화합물일 수 있다.

[0012] [화학식 2]



[0014] 상기 화학식 2에서, 상기 x는 0.01 내지 0.2 이고, 상기 y는 0 내지 4이다.

[0015] 또한, 본 발명은 형광체 혼합물 및 상기 형광체 혼합물에 포함된 형광체들을 여기 시키고, 근 자외선 또는 청색 광을 발광하는 발광 소자를 포함하고, 상기 형광체는, 제1형광체, 녹색 광을 방출하는 제2 형광체, 황색 광을

방출하는 제3 형광체 및 적색 광을 방출하는 제4 형광체가 혼합되어 이루어지는 것을 특징으로 하고, 상기 제1 형광체는 하기 화학식 1로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 소자 패키지를 제공한다.

[0016] [화학식 1]

[0017]  $(M_{2-x}Ce_x)Si_5N_8$

[0018] 상기 화학식 1에서 상기 M은 Sr 및 Ca 중 어느 하나이고, 상기 x는 0.001 내지 0.02 이다.

**발명의 효과**

[0019] 본 발명에 따르면, 청록색 및 녹색 계열 빛을 발광하는 형광체를 제공할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명은 청록색 또는 녹색 형광체를 이용하여, 발광 소자 패키지의 연색성을 강화할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0021] 도 1a는 본 발명에 따른  $Sr_2Si_5N_8$ 계 형광체의 흡수스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

도 1b는 본 발명에 따른  $Sr_2Si_5N_8$ 계 형광체의 발광스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

도 2는 본 발명에 따른  $Sr_2Si_5N_8$ 계 형광체 및  $Sr_2Si_5N_8$ 의 XRD 그래프이다.

도 3는 본 발명에 따른  $Sr_2Si_5N_8$ 계 형광체의 Ce함량 별 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

도 4는 본 발명에 따른  $Ca_2Si_5N_8$ 계 형광체,  $Ca_2Si_5N_8$ 의 및  $Si_3N_4$ 의 XRD 그래프이다.

도 5a는 본 발명에 따른  $Ca_2Si_5N_8$ 계 형광체에 포함된 Li, Ca 및 Ce의 비율에 따른 흡수 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

도 5b는 본 발명에 따른  $Ca_2Si_5N_8$ 계 형광체에 포함된 Li, Ca 및 Ce의 비율에 따른 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

도 6a 및 6b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 발광 소자 패키지를 나타내는 개념도이다.

도 7은 종래 백색 LED 및 본 발명에 따른 발광 소자 패키지의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 이하에서는 첨부된 도면과 함께 본 발명에 따른 형광체에 대하여 설명한다.

[0024] 본 발명은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물로 이루어진 형광체를 제공한다.

[0025] [화학식 1]

[0026]  $(M_{2-x}Ce_x)Si_5N_8$

[0027] 상기 화학식 1에서 상기 M은 Sr 및 Ca 중 어느 하나이고, 상기 x는 0.001 내지 0.02 이다.

[0028] 여기서,  $(M_{2-x}Ce_x)Si_5N_8$ 은  $M_2Si_5N_8$  결정 구조를 가지며, 상기 M의 일부가 Ce으로 치환된 형태이다. 본 발명에 따른 형광체는 형광체에 포함된 Ce의 비율에 따라 발광 파장이 달라진다.

[0029] 본 발명에 따른 형광체의 여기 파장은 300nm 내지 500nm이고, 발광 파장은 420nm 내지 730nm이다.

- [0030] 한편, 본 발명에 따른 형광체의 발광스펙트럼에서 발광중심파장은 490nm 내지 560nm이고, 반치폭(Full Width at Half Maximum)은 109nm 내지 134nm이다. 여기서, 상기 형광체는 Ce의 함량이 높을수록 상기 발광중심파장의 값이 커진다. 즉, 상기 x값이 클수록, 상기 발광중심파장의 값이 커진다.
- [0031] 한편, 본 발명에 따른 형광체는 상기 M의 종류에 따라, Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체 및 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체로 구분할 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여, M이 Sr 경우, Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub> 계 형광체, M이 Ca인 경우, Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub> 계 형광체라 하며, Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub> 계 형광체 및 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체 각각에 대하여 설명한다.
- [0032] 먼저, 본 발명의 일 실시 예에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub> 계 형광체에 대하여 설명한다.
- [0033] 도 1a는 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub> 계 형광체의 여기 스펙트럼을 나타내는 그래프이고, 도 1b는 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub> 계 형광체의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [0034] 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub> 계 형광체는 화학식 Sr<sub>2-x</sub>Ce<sub>x</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>으로 표시된다. 여기서, x는 0.001 내지 0.04 이다.
- [0035] 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체는 가시광 영역 또는 근자외선 영역의 광을 흡수하여 청록색 파장 영역의 광을 방출할 수 있다. 구체적으로, 도 1a와 같이, 상기 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 여기 파장은 300nm 내지 500nm이다. 또한, 도 1b와 같이, 상기 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 발광 파장은 420nm 내지 730nm이다.
- [0036] 도 1a 및 1b를 비교하면, Peak이 오른쪽으로 이동하였으며, 반치폭(Full Width at Half Maximum)이 감소하였다. 이를 통해, 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체는 후술할 발광소자 패키지에 포함된 발광 소자로부터 발광된 청색 계열의 빛을 흡수하여 청록색 계열의 빛을 발광함을 알 수 있다.
- [0037] 한편, 상기 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 구조는 기 공지된 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>의 구조와 동일하다.
- [0038] 도 2는 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub> 계 형광체 및 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>의 XRD 그래프이다.
- [0039] 도 2의 상단 그래프는 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 XRD 그래프 이고, 하단 그래프는 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>의 XRD 그래프이다. 도 2의 상단 및 하단 그래프를 비교하면, Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체와 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>가 동일한 구조를 가짐을 확인할 수 있다.
- [0040] 한편, Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 발광 스펙트럼은 형광체에 포함된 Ce의 비율에 따라 달라질 수 있다. 구체적으로, 상기 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체는 Sr<sub>3</sub>N<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 및 CeO<sub>2</sub>를 혼합하여 제조할 수 있으며, 하기 표 1은 Ce함량 별 배합 몰 비를 나타낸다. 표 1은 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체에 포함된 Sr, Si, Ce의 비율을 나타낸 것으로, 형광체 합성 시 사용된 반응물의 양은 반응물에 포함된 원자의 당량에 따라 달라질 수 있다. 즉, 하기 표 1에 포함된 CeO<sub>2</sub>에 대응하는 값은 상기 x값에 해당한다.
- [0041] 한편, 상술한 반응물들은 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체를 제조하기 위한 일 실시 예일 뿐, 이에 한정되지 않는다.

**표 1**

[0042]

	Sr <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	CeO <sub>2</sub>
실시예1	1.999	5.000	0.001
실시예2	1.997	5.000	0.003
실시예3	1.995	5.000	0.005
실시예4	1.993	5.000	0.007
실시예5	1.990	5.000	0.01
실시예6	1.960	5.000	0.04

- [0043] 한편, 상술한 실시 예1 내지 6의 형광체는 Sr<sub>3</sub>N<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 및 CeO<sub>2</sub>를 혼합한 후 하기 표 2에 따른 조건으로 가열하여 제조할 수 있다. 다만, 하기 표 2의 반응 조건은 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체를 제조하기 위한 일 실시

예 일 뿐, 이에 한정되지 않는다.

표 2

[0044]	Furnace	온도(℃)	유지시간(h)	분위기	압력(Mpa)
실시예1-6	GPS	1800	3	N <sub>2</sub>	0.9

[0045] 이하에서는 설명의 편의를 위하여 실시 예1 내지 6의 몰 비로 제조된 형광체의 광학적 특성을 설명하지만, 본 발명에 따른 형광체는 이에 한정되지 않는다.

[0046] 도 3은 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 Ce함량 별 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[0047] 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체는 Ce의 함량에 따라 서로 다른 발광 스펙트럼을 가진다. 구체적으로, 상기 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체에서 Ce의 함량이 증가할수록 발광 스펙트럼의 peak이 장파장 쪽으로 이동한다.

[0048] 하기 표 3은 본 발명에 따른 Sr<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 Ce 함량 별 발광 특성을 나타낸다.

표 3

[0049]	중심파장 (nm)	Cx	Cy	반치폭 (nm)
실시예1	493	0.273	0.459	109
실시예2	494	0.274	0.472	108
실시예3	496	0.277	0.483	109
실시예4	497	0.287	0.489	111
실시예5	499	0.298	0.496	115
실시예6	523	0.335	0.517	123

[0050] 표 3에 따르면, 상기 x가 0.001 내지 0.01인 경우, 상기 발광중심파장은 493nm 내지 499nm이고, 상기 반치폭은 109nm 내지 115nm이다. 또한, 상기 x가 0.01 내지 0.04인 경우, 상기 발광중심파장은 499nm 내지 523nm이고, 상기 반치폭은 115 nm 내지 123nm이다.

[0051] 또한, 표 3에 따르면, 상기 형광체가 제공하는 광원의 색좌표(Cx, Cy)는 Cx이 0.273 내지 0.335이고, Cy이 0.459 내지 0.517이다.

[0052] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 형광체는 Ce의 함량에 따라 서로 다른 방출 스펙트럼을 가지며, 형광체에 포함된 Ce의 함량을 조절하여 원하는 파장대의 빛을 발광하는 형광체를 제조할 수 있다.

[0053] 이하에서는, 본 발명의 일 실시 예에 따른 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체에 대하여 설명한다.

[0054] 본 발명에 따른 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체는 화학식 Ca<sub>2-x</sub>Ce<sub>x</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>로 표시된다.

[0055] 여기서, 상기 x는 0.01 내지 0.2이다.

[0056] 본 발명에 따른 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체는 가시광 영역 또는 근자외선 영역의 광을 흡수하여 녹색 파장 영역의 광을 방출할 수 있다. 구체적으로, Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 여기 파장은 300nm 내지 500nm이고, 상기 형광체의 발광 파장은 450nm 내지 730nm이다.

[0057] 한편, Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 구조는 기 공지된 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>의 구조와 동일하다.

[0058] 도4는 본 발명에 따른 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체, Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>의 및 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>의 XRD 그래프이다.

[0059] 도 4의 상단 그래프는 본 발명에 따른 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체의 XRD 그래프 이고, 중단 그래프는 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>의 XRD그래프이고, 하단 그래프는 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>의 XRD 그래프이다. 도 4의 상단 및 중단 그래프를 비교하면, Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광체와 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>가 동일한 구조를 가짐을 확인할 수 있다. 다만, 도 4의 하단 그래프에 따르면, 시료에 Ca<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>계 형광

체 합성 시 사용된 화합물인  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 가 포함된 것을 확인할 수 있다.

[0060] 한편, 상기 녹색 형광체의 발광 스펙트럼은 형광체에 포함된 Ce의 비율에 따라 달라질 수 있다. 구체적으로, 상기 녹색 형광체는  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  및  $\text{CeO}_2$ 를 혼합하여 제조할 수 있으며, 하기 표 4는 상기 반응물들의 배합 물 비를 나타낸다. 표 4는  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체에 포함된 Ca, Si, Ce의 비율을 나타낸 것으로, 형광체 합성 시 사용된 반응물의 양은 반응물에 포함된 원자의 당량에 따라 달라질 수 있다. 즉, 표 4에 포함된  $\text{CeO}_2$ 에 대응하는 값은 상기 x값에 해당한다.

[0061] 한편, 상술한 반응물들은 본 발명에 따른  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체를 제조하기 위한 일 실시 예일 뿐, 이에 한정되지 않는다.

표 4

[0062]

	$\text{Ca}_3\text{N}_2$	$\text{Si}_3\text{N}_4$	$\text{CeO}_2$
실시예7	1.99	5.0	0.01
실시예8	1.90	5.0	0.10
실시예9	1.80	5.0	0.20

[0063] 한편,  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체는 Li이온을 더 포함할 수 있으며,  $\text{Li}_y(\text{Ca}_{2-x}\text{Ce}_x)\text{Si}_5\text{N}_8$ 로 표시되는 화합물 일 수 있다. 여기서, 상기 x는 0.01 내지 0.02 이고, 상기 y는 0 내지 4이다.

[0064] 상기 Li이온이 포함된 형광체의 발광 스펙트럼은 형광체에 포함된 Li이온의 비율에 따라 달라질 수 있다. 구체적으로,  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체는  $\text{Li}_3\text{N}$ ,  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  및  $\text{CeO}_2$ 를 혼합하여 제조할 수 있으며, 하기 표 5는 상기 반응물들의 배합 물 비를 나타낸다. 표 5는  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체에 포함된 Li, Ca, Si, Ce의 비율을 나타낸 것으로, 형광체 합성 시 사용된 반응물의 양은 반응물에 포함된 원자의 당량에 따라 달라질 수 있다. 즉, 표 5에 포함된  $\text{Li}_3\text{N}$ 에 대응하는 값은 상기 y값에 해당한다.

표 5

[0065]

	$\text{Li}_3\text{N}$	$\text{Ca}_3\text{N}_2$	$\text{Si}_3\text{N}_4$	$\text{CeO}_2$
실시예10	1.0	1.99	5.0	0.01
실시예11	1.0	1.90	5.0	0.10
실시예12	1.0	1.80	5.0	0.20
실시예13	1.5	1.99	5.0	0.01
실시예14	1.5	1.90	5.0	0.10
실시예15	1.5	1.80	5.0	0.20
실시예16	2.0	1.00	5.0	0.10

[0066] 한편, 상술한 실시 예7 내지 16의 형광체는  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  및  $\text{CeO}_2$ 를 혼합하거나,  $\text{Li}_3\text{N}$ ,  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  및  $\text{CeO}_2$ 를 혼합한 후 하기 표 6에 따른 조건으로 가열하여 제조할 수 있다. 다만, 하기 표 6의 반응 조건은 본 발명에 따른  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체를 제조하기 위한 일 실시 예일 뿐, 이에 한정되지 않는다.

표 6

[0067]

	Furnace	온도(°C)	유지시간(h)	분위기	압력(Mpa)
실시예7~16	GPS	1800	3	$\text{N}_2$	0.9

[0068] 이하에서는 설명의 편의를 위하여 실시 예7 내지 16의 물 비로 제조된 형광체의 광학적 특성을 설명하지만, 본 발명에 따른  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체는 이에 한정되지 않는다.

[0069] 도 5a는 본 발명에 따른  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체에 포함된 Ce의 비율에 따른 여기 스펙트럼을 나타내는 그래프이고,

도 5b는 본 발명에 따른  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체에 포함된 Li, Ca 및 Ce의 비율에 따른 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[0070] 도 5a 및 5b에 도시된 바와 같이,  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체는 Ce 및 Li의 비율에 따라 서로 다른 흡수 및 발광 스펙트럼을 가진다. 구체적으로,  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체에서 Ca 및 Li의 함량이 증가할수록 흡수 및 발광 스펙트럼의 peak이 장파장 쪽으로 이동한다.

[0071] 하기 표 7은 본 발명에 따른  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체의 발광 특성을 나타낸다.

표 7

	중심파장 (nm)	Cx	Cy	반치폭 (nm)
실시예7	495.6	0.2865	0.4588	122.2
실시예8	500.6	0.274	0.4841	110.8
실시예9	511.6	0.3005	0.5000	117.0
실시예10	495.6	0.2719	0.4626	113.8
실시예11	502.6	0.2837	0.4914	112.4
실시예12	523.6	0.3248	0.5073	124.8
실시예13	497.6	0.2906	0.4689	122.6
실시예14	511.6	0.3094	0.4985	121.8
실시예15	528.6	0.3303	0.5049	127.8
실시예16	560.6	0.4369	0.5051	133.4

[0073] 상기 표 7에 따르면, Li 이온이 포함되지 않은  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체에서, 상기 x가 0.01 내지 0.1인 경우, 상기 발광중심파장은 495nm 내지 501nm이고, 상기 반치폭은 110nm 내지 122nm이고, 상기 x가 0.1 내지 0.2인 경우, 상기 발광중심파장은 501nm 내지 512nm이고, 상기 반치폭은 110 nm 내지 117nm이다.

[0074] 한편, 상기 표 7에 따르면, Li 이온이 포함된  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체에서, 상기 발광중심파장은 495nm 내지 529nm이고, 상기 반치폭은 112nm 내지 128nm이고, Li의 함량이 높을수록 상기 발광중심파장 값이 증가한다.

[0075] 또한, 표 7에 따르면, Li 이온이 포함되지 않은  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체가 제공하는 광원의 색좌표(Cx, Cy)는 Cx이 0.272 내지 0.437이고, Cy이 0.459 내지 0.507이다. 한편, Li 이온이 포함되지 않은  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체가 제공하는 광원의 색좌표(Cx, Cy)는 Cx이 0.272 내지 0.330이고, Cy이 0.463 내지 0.507이다.

[0076] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 형광체는 형광체에 포함된 Li 및 Ce의 비율에 따라 서로 다른 발광 스펙트럼을 가지므로, 형광체에 포함된 Li 및 Ce의 함량을 조절하여 원하는 파장대의 빛을 발광하는 형광체를 제조할 수 있다.

[0077] 이하에서는, 본 발명에 따른 발광 소자 패키지에 대하여 설명한다.

[0078] 도 6a 및 6b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 발광 소자 패키지를 나타내는 개념도이다.

[0079] 도 6a와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 발광 소자 패키지(100)에서는 리드 프레임(140 및 150)과 발광 소자(110)가 와이어(130)에 의하여 전기적으로 연결된다. 또한, 상기 발광 소자(110) 상에는 형광체 혼합물(120)이 몰딩 된다.

[0080] 상기 발광 소자(110)는 근 자외선 또는 청색 광을 발광할 수 있으며, 레이저 다이오드, 면 발광 레이저 다이오드, 무기 전계 발광 소자, 유기 전계 발광 소자 등 일 수 있다. 또한, 발광 소자의 발광 파장은 300nm 내지 500nm일 수 있다.

[0081] 한편, 상기 형광체 혼합물(120)은 제1 형광체, 녹색 광을 방출하는 제2 형광체, 황색 광을 방출하는 제3 형광체 및 적색 광을 방출하는 제4 형광체가 혼합되어 이루어질 수 있으며, 상기 제1 형광체는 본 발명에 따른  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체 및  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 계 형광체 일 수 있다.

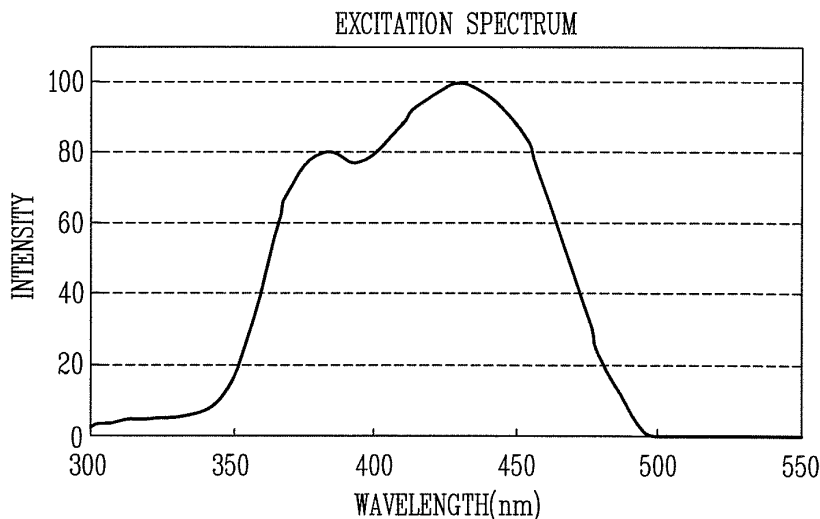
[0082] 여기서, 상기 제1형광체의 발광중심파장은 490nm 내지 510nm일 수 있다. 이를 통해, 본 발명에 따른 발광 소자

패키지는 종래 발광 소자 패키지보다 높은 연색성을 가지게 된다.

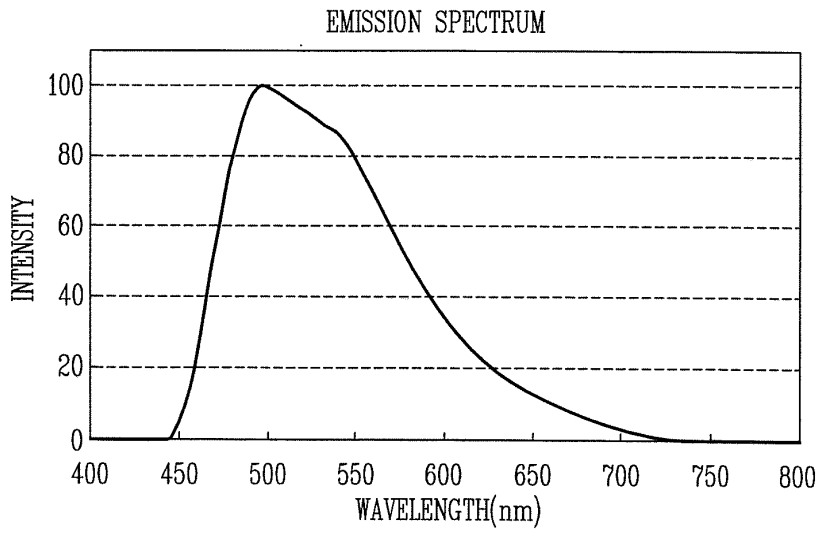
- [0083] 여기서, 상기 제2형광체는  $\beta$ -SiAlON, 규산염,  $BaSi_2O_2N_2$  및  $SrSi_2O_2N_2$  중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0084] 또한, 상기 제3형광체는 이트륨 알루미늄 가넷(Yttrium Aluminium Garnet),  $La_3Si_6N_{11}$ , 루테튬 알루미늄 가넷(lutetium Aluminium Garnet) 및 규산염 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0085] 또한, 상기 제4형광체는 CASN, SCASN,  $(Sr, Ca, Ba)_2Si_5N_8$ ,  $K_2SiF_6$  중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0086] 도 6b와 같이, 발광 소자(110)에서 발광되는 빛이 상기 형광체 혼합물(120)을 통과하며, 상기 형광체 혼합물(120)에 포함된 형광체들을 여기 시킨다. 이에 따라, 상기 형광체 혼합물(120)에 포함된 형광체들에서 상기 발광 소자와는 다른 파장의 빛이 방출된다. 또한, 발광 소자에서 발광된 빛의 일부는 상기 형광체 혼합물(120)을 그대로 투과한다.
- [0087] 이때, 상기 발광 소자(110)에서 발광되는 빛, 상기 형광체 혼합물(120)에서 방출된 빛이 혼합되어 백색광을 이룬다. 구체적으로, 상기 발광 소자(110)에서 발생되는 청색 빛 및 제1 내지 제4형광체에서 방출된 빛이 혼합되어 백색 광을 형성한다.
- [0088] 도 7은 종래 백색 LED 및 본 발명에 따른 발광 소자 패키지의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [0089] 도 7에 도시된 종래 백색 LED의 스펙트럼을 살펴보면, 480nm 내지 580nm 파장 대의 Intensity가 매우 약한 것을 확인할 수 있다. 이는, 종래 백색 LED의 연색성이 낮은 요인이 된다.
- [0090] 한편, 도 7에 도시된 본 발명에 따른 발광 소자 패키지의 발광 스펙트럼은 형광체 혼합물에 포함된 제1형광체가 상기  $Sr_2Si_5N_8$ 계 형광체인 발광 소자 패키지의 발광 스펙트럼이다. 도 7에 따르면, 480nm 내지 580nm 파장 대의 Intensity가 종래 백색 LED와 비교하여 증가한 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 발광 소자 패키지는 가시광선 영역에서 넓은 방출 스펙트럼을 가진다.
- [0091] 이로 인하여, 본 발명에 따른 발광 소자 패키지는 90내지 100의 연색성(Color Rendering Index)을 가진다.
- [0092] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다.
- [0093] 또한, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

**도면**

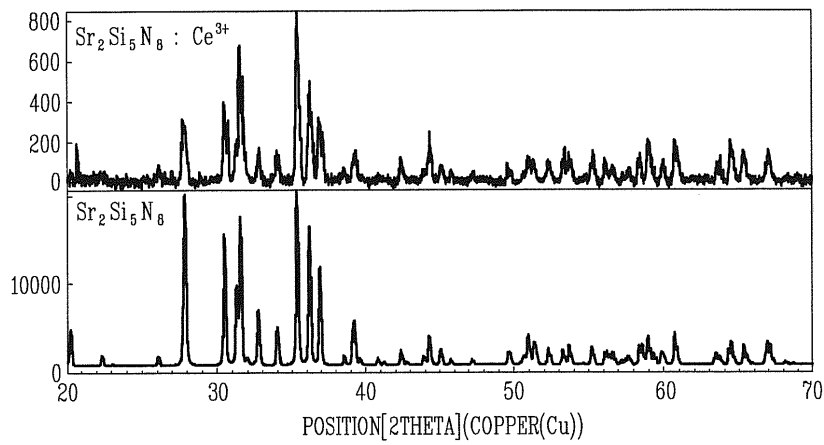
**도면1a**



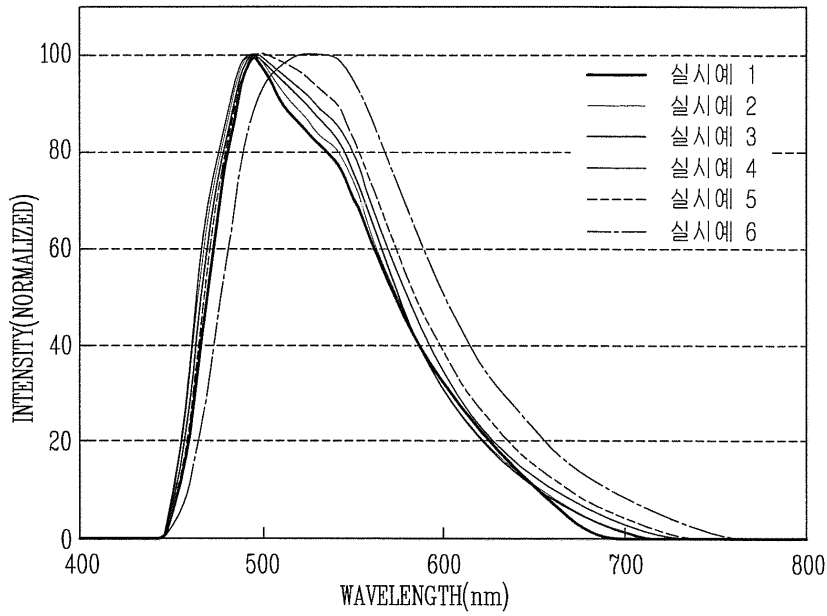
도면1b



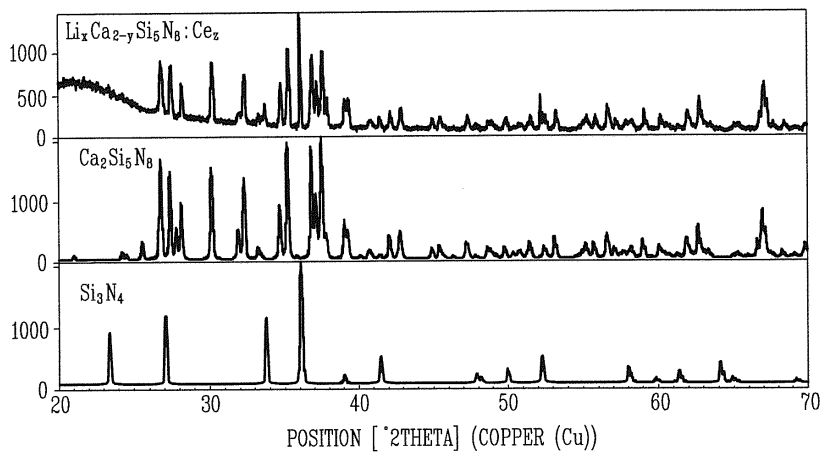
도면2



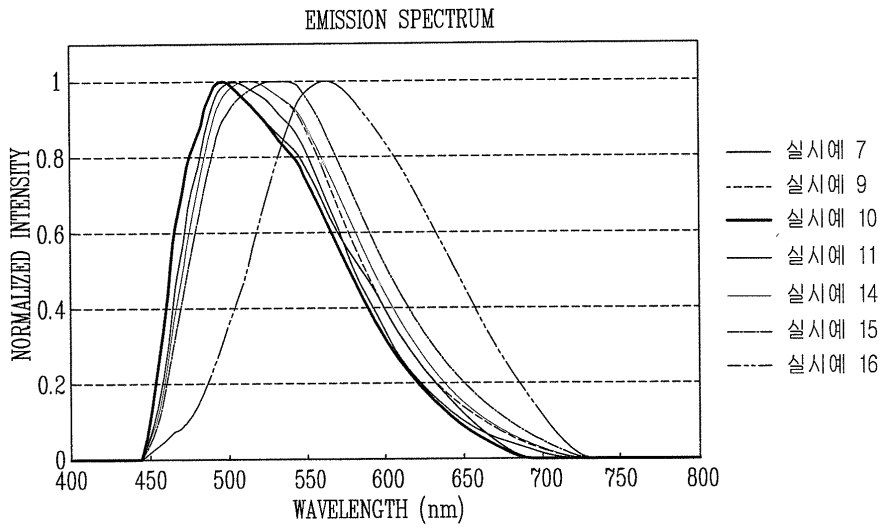
도면3



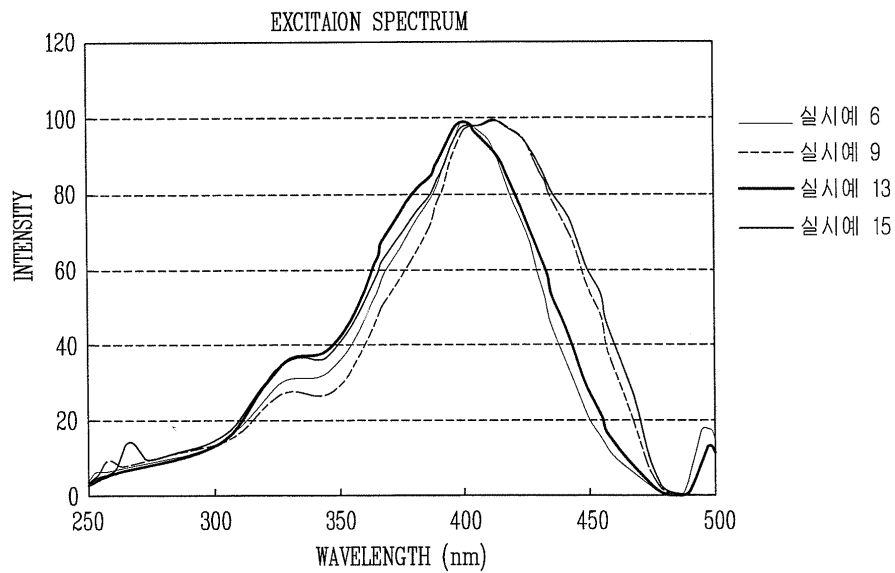
도면4



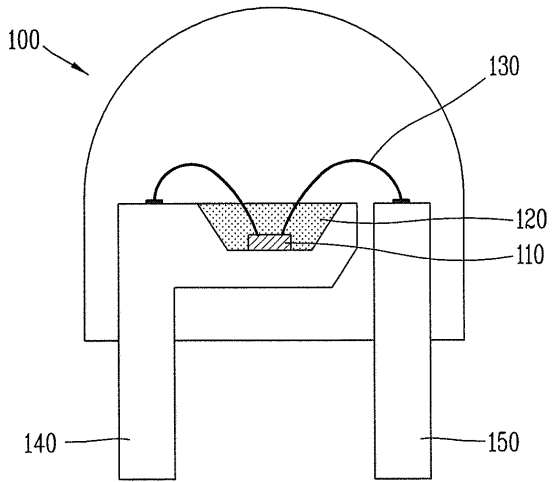
도면5a



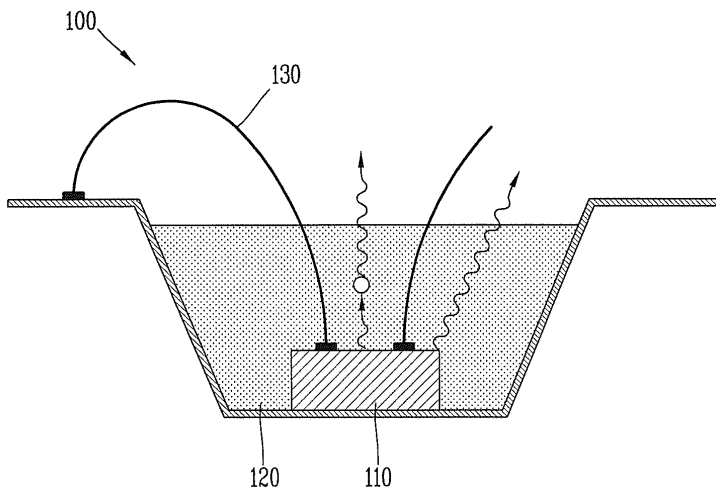
도면5b



도면6a



도면6b



도면7

