



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년07월16일  
(11) 등록번호 10-0908170  
(24) 등록일자 2009년07월09일

(51) Int. Cl.

C09K 11/77 (2006.01) C09K 11/02 (2006.01)  
C09K 11/00 (2006.01) H01L 33/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7022130(분할)

(22) 출원일자 1997년09월22일

심사청구일자 2008년09월10일

(85) 번역문제출일자 2008년09월10일

(65) 공개번호 10-2008-0086557

(43) 공개일자 2008년09월25일

(62) 원출원 특허 10-2007-7013838

원출원일자 2007년06월19일

심사청구일자 2007년06월19일

(86) 국제출원번호 PCT/DE1997/002139

(87) 국제공개번호 WO 1998/12757

국제공개일자 1998년03월26일

(30) 우선권주장

196 38 667.5 1996년09월20일 독일(DE)

(56) 선행기술조사문현

JP05152609 A

US04716337 A1

전체 청구항 수 : 총 36 항

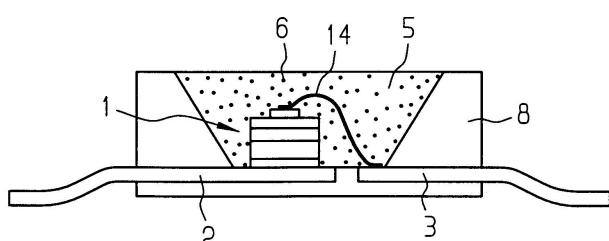
심사관 : 오현식

(54) 파장을 변환시키는 밀봉 재료, 상기 밀봉 재료의 용도 및 제조 방법

### (57) 요약

본 발명은, 발광 물질과 혼합되는 투과성 에폭시 캐스트 수지의 베이스상에 배치되고, 특히 자외선, 청색광 또는 녹색광을 방출하는 몸체(1)를 포함하는 전기 발광 구성 부품에 사용하기 위한, 파장을 변환시키는 밀봉 재료(5)에 관한 것이다. 일반식이  $A_3B_5X_{12}:M$ 인 포스포르기로 구성된 발광 색소(6)를 포함하는 무기 발광 색소 분말이 투과성 에폭시 캐스트 수지내로 분산되는데, 상기 발광 색소의 입자 크기는  $\leq 10\mu\text{m}$  이하이고, 평균 입자 직경은  $d_{50} \leq 5\mu\text{m}$ 이다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

**슐로터, 폐터**

독일 데-79113 프라이부르크 캄퍼탈슈트라쎄 8아

**슈미트, 랄프**

독일 데-79279 쾤트슈테텐 월렌슈트라쎄 14

---

**슈나이더, 위르겐**

독일 데-79199 키르히차르텐 노이호이저 슈트라쎄

62

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

발광 물질과 혼합된 투과성 에폭시 캐스트 수지를 기재로 하고, 청색 또는 녹색의 광선을 방출하는 반도체 몸체(1)를 포함하는 전기 발광 소자를 위한 밀봉 재료(5)에 있어서,

상기 투과성 에폭시 캐스트 수지 내에는 희토류로 도핑된 가넷(garnet), 희토류로 도핑된 티오갈레이트(thiogallate), 희토류로 도핑된 알루미네이트 및 희토류로 도핑된 오르토실리케이트(orthosilicate)의 그룹의 적어도 하나로부터의 무기 발광 색소(6)가 함유되어 있으며,

밀봉 재료 내에서 상기 발광 색소의 입자 크기는 0 초과  $20 \mu\text{m}$  이하고,  $d_{50}$ 은 0 초과  $5\mu\text{m}$  이하며,

상기 밀봉 재료는 청색 또는 녹색 광선의 일부분을 투과시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 발광 색소(6)는 구형 또는 비늘이 겹쳐진 모양(imbricated)인 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발광 색소(6)의  $d_{50}$ 은 1 내지  $2 \mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 밀봉 재료는:

- a) 60 중량% 이상 100 중량% 미만의 에폭시 캐스트 수지,
- b) 0 초과 25 중량% 이하의 발광 색소,
- c) 0 이상 10 중량% 이하의 틱소트로픽제,
- d) 0 이상 10 중량% 이하의 광물성 확산체,
- e) 0 이상 3 중량% 이하의 처리 보조제,
- f) 0 이상 3 중량% 이하의 소수성(hydrophobic) 처리제, 및
- g) 0 이상 2 중량% 이하의 접착제

로 조성되는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

발광 색소로서 YAG:Ce-입자가 사용되는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

### 청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 밀봉 재료의 철 함량이 0 이상  $20 \text{ ppm}$  이하인 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

### 청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발광 색소(6)에 실리콘(silicone) 코팅이 제공되는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

#### 청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 밀봉 재료는 발열성 규산을 틱소트로픽제로서 함유하는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

#### 청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 밀봉 재료는  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$  및  $\text{BaSO}_4$ 에 의해서 형성되는 그룹으로부터 선택된 확산체를 함유하는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

#### 청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 밀봉 재료는 글리콜에테르를 처리 보조제로서 함유하는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

#### 청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 밀봉 재료는 작용기성 알록시실록산을 접착제로서 함유하는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료.

#### 청구항 12

에폭시 캐스트 수지를 기재로 하는 투과성 밀봉 재료를 제공하는 단계;

무기 발광 색소를 제공하는 단계;

상기 발광 색소를 투과성 밀봉 재료와 혼합하는 단계를 포함하는,

동작 중에 적어도 청색 또는 녹색 스펙트럼 범위에서의 광선을 방출하는 반도체 몸체를 포함하는 전기 발광성 소자를 위한 밀봉 재료를 제조하기 위한 방법에 있어서,

상기 무기 발광 색소(6)는 희토류로 도핑된 가넷(garnet), 희토류로 도핑된 티오갈레이트(thiogallate), 희토류로 도핑된 알루미네이트 및 희토류로 도핑된 오르토실리케이트(orthosilicate)의 그룹의 적어도 하나로부터 선택되며,

상기 발광 색소는 상기 밀봉 재료 내에서 0 초과 20  $\mu\text{m}$  이하의 입자 크기 및 0 초과 5  $\mu\text{m}$  이하의  $d_{50}$ 을 가지며,

상기 밀봉 재료는 청색 또는 녹색 광선의 일부분을 투과시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료의 제조 방법.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 에폭시 캐스트 수지와의 혼합 이전에, 상기 발광 색소를 알코올에서 세광(elutriation)한 다음에 건조하는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료의 제조 방법.

#### 청구항 14

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서,

상기 에폭시 캐스트 수지와의 혼합 이전에, 상기 발광 색소에 소수성 실리콘 왁스(silicone wax)를 첨가하는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료의 제조 방법.

#### 청구항 15

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서,

상기 발광 색소를 60°C 이상의 온도의 에폭시 캐스트 수지 내에서 알코올, 글리콜에테르 및 실리콘으로 표면 변형시키는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료의 제조 방법.

#### 청구항 16

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서,

상기 에폭시 캐스트 수지와의 혼합 이전에, 상기 발광 색소를 200 °C 이상의 온도에서 템퍼링하는 것을 특징으로 하는 밀봉 재료의 제조 방법.

#### 청구항 17

발광 색소와 혼합된 투과성 에폭시 캐스트 수지를 기재로 하는 밀봉 재료 그리고 소자의 동작 중에 전자기 광선을 방출하는 반도체 몸체(1)를 포함하는 발광 소자에 있어서,

상기 투과성 에폭시 캐스트 수지 내에는 희토류로 도핑된 가넷(garnet), 희토류로 도핑된 티오갈레이트(thiogallate), 희토류로 도핑된 알루미네이트 및 희토류로 도핑된 오르토실리케이트(orthosilicate)의 그룹의 적어도 하나로부터의 무기 발광 색소(6)가 함유되어 있으며,

상기 발광 색소는 밀봉 재료 내에서 0 초과 20  $\mu\text{m}$  이하의 입자 크기를 갖고,  $d_{50}$ 은 0 초과 5  $\mu\text{m}$  이하이며,

상기 반도체 몸체(1)는 소자의 동작 중에 청색 또는 녹색 스펙트럼 범위에서의 또는 청색 및 녹색 스펙트럼 범위에서의 전자기 광선을 방출하기에 적합한 반도체 연속층(7)을 가지며,

상기 밀봉 재료는 청색 또는 녹색 광선의 일부분을 투과시킬 수 있으며,

상기 발광 색소는 상기 스펙트럼 범위로부터 유래하는 광선의 일부분을 더 큰 파장의 광선으로 변환시킴으로써, 상기 소자가 상기 더 큰 파장의 광선 및 청색 또는 녹색 스펙트럼 범위에서의 또는 청색 및 녹색 스펙트럼 범위에서의 광선으로 이루어진 혼합 광선을 방출하도록 하는, 발광 소자.

#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 소자는 혼색의 광을 방출하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

#### 청구항 19

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 밀봉 재료는 상기 반도체 몸체(1)의 적어도 한 부분을 둘러싸는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

#### 청구항 20

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 반도체 몸체(1)로부터 청색 스펙트럼 범위에서 방출되는 광선은  $\lambda = 430 \text{ nm}$ 에서 또는  $\lambda = 450 \text{ nm}$ 에서 최대 발광 강도를 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

#### 청구항 21

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 반도체 몸체(1)는 베이스 하우징(8)의 한 리세스(9) 안에 배치되어 있으며,

상기 리세스(9)는 밀봉 재료(5)에 의해서 적어도 부분적으로 채워지는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

#### 청구항 22

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 밀봉 재료(5)에는 다양한 종류의 발광 색소(6)가 제공되는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 23**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

반도체 몸체(1)로부터 방출되는 광선 스펙트럼은 0 nm보다 큰 파장에서 그리고 520 nm보다 작거나 같은 파장에서 최대 강도를 갖고, 발광 색소에 의해서 스펙트럼적으로 선택적으로 흡수된 파장 범위는 상기 최대 강도 밖에 있는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 24**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

반도체 몸체(1)로부터 방출되는 광선 스펙트럼은 420 nm 내지 460 nm의 파장에서 최대 강도를 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 25**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

반도체 몸체(1)로부터 방출되는 광선 스펙트럼은 430 nm 또는 450 nm에서 최대 강도를 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 26**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 반도체 몸체는  $Ga_xAl_{1-x}N$ 을 기재로 하여 제조되거나 또는  $Ga_xIn_{1-x}N$ 을 기재로 하여 제조되고, 여기서,  $x$ 는 0 보다 크고 1보다 작거나 같은, 발광 소자.

**청구항 27**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 밀봉 재료(5) 내에는 상이한 파장에서 방출하는 다수의 다양한 종류의 발광 재료 입자가 함유된 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 28**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 반도체 몸체(1)는 반사체로서 형성된 전기 접속부(2)의 부분(16) 안에 고정되어 있고, 상기 연결부는 적어도 부분적으로 밀봉 재료(5)로 채워지는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 29**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 반도체 몸체(1) 상에는 밀봉 재료로 이루어진 층(4)이 적층되는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 30**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 반도체 몸체(1)의 자유 표면은 밀봉 재료(5)로 덮이고, 그 위에 재차 추가의 투과성 코팅(10)이 제공되는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 31**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 반도체 몸체가 청색 광선을 방출하고, 상기 발광 색소가 청색 광선을 황색 광선으로 변환시킴으로써, 백색의 광을 방출하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 32**

제 31 항에 있어서,

방출 스펙트럼은 400 내지 430 nm에서 그리고 550 내지 580 nm에서 각각 최대값을 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 33**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 반도체 몸체가 청색 광선을 방출하고, 상기 발광 색소가 청색 광선을 녹색 및 적색 광선으로 변환시킴으로써, 백색의 광을 방출하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 34**

제 33 항에 있어서,

방출 스펙트럼은 430 nm에서, 500 nm에서 그리고 615 nm에서 각각 최대값을 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 35**

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 밀봉 재료에 추가로 광을 산란시키는 입자가 첨가되는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**청구항 36**

제 30 항에 있어서,

상기 투과성 코팅(10)에 광을 산란시키는 입자가 첨가되는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

**명세서****발명의 상세한 설명****기술 분야**

&lt;1&gt;

본 발명은 발광 물질과 혼합되는 투과성 에폭시 캐스트 수지를 기재로 하고, 특히 자외선, 청색광 또는 녹색광을 방출하는 몸체를 포함하는 전기 발광 구성 소자에 사용하기 위한, 광장을 변환시키는 밀봉 재료에 관한 것이다.

**배경 기술**

&lt;2&gt;

상기 방식의 구성 소자는 예를 들어 독일 공개 공보 DE 38 04 293호에 공지되어 있다. 상기 공보에는 다이오드로부터 발산되는 방출 스펙트럼이 광을 변화시키는 형광 유기 색소와 혼합된 플라스틱 컴포넌트에 의해 더 큰 광장으로 이동되도록 구성된 전기 발광 다이오드 또는 레이저 다이오드를 구비한 장치가 기술되어 있다. 따라서, 상기 장치로부터 발산되는 광은 발광 다이오드로부터 방출되는 색과 다른 색을 갖는다. 플라스틱에 첨가되는 색소의 종류에 따라, 상이한 색을 발하는 발광 다이오드 장치를 동일한 발광 다이오드 타입으로 제조할 수 있다.

&lt;3&gt;

예를 들어 자동차-계기판 영역의 디스플레이 부재, 비행기 및 자동차 조명 그리고 완전 칼라(full color)에 적합한 LED-디스플레이와 같은 발광 다이오드의 다수인 잠재적 적용 분야에서는 혼색광, 특히 백색광을 발생시키는 발광 다이오드 장치에 대한 요구가 강하게 제기된다.

&lt;4&gt;

그러나 유기 발광 물질을 포함하는, 지금까지 공지된 서문에 언급된 유형의 밀봉 재료는 온도 부하 및 온도-습도 부하에서는 색 위치(colour location)의 이동, 즉 전기 발광 소자로부터 발산되는 광의 색 이동이 나타난다.

&lt;5&gt;

JP-07 176 794-A호에는 백색광을 방출하는 평탄한 광원이 기술되어 있는데, 이 경우 투과성 플레이트의 전면에

는 2개의 청색광을 방사하고 광을 투과성 플레이트 내부로 방출하는 다이오드가 배치되어 있다. 상기 투과성 플레이트의 서로 대향하는 2개의 주표면 중에서 하나의 표면은 형광 물질로 코팅되는데, 상기 물질은 다이오드의 청색광에 의해 상기 물질이 여기되는 경우에 광을 방사한다. 형광 물질로부터 방사되는 광은 상기 다이오드로부터 방사되는 청색광의 파장과 다른 파장을 갖는다. 공지된 상기 소자에서는, 광원이 균일한 백색광을 발산하는 방식 및 방법으로 상기 형광 물질을 제공하는 것은 매우 어렵다. 또한, 대량 생산에서의 재현성(reproducibility)도 큰 문제를 야기하는데, 그 이유는 예컨대 투과성 플레이트 표면의 비평탄성 때문에 형광층의 약간의 두께 변동이 발산되는 광의 백색톤의 변동을 야기하기 때문이다.

### 발명의 내용

- <6> 본 발명의 목적은, 균일한 혼색광을 발산하고 적당한 기술 비용과 최대로 재생 가능한 컴포넌트 특성으로써 대량 생산을 가능하게 하는 전기 발광 소자를 제조할 수 있는 서문에 언급된 방식의 밀봉 재료를 개발하는 것이다. 발산된 광은 온도 부하 및 온도-습도 부하에서도 색이 변하지 않아야 한다. 또한, 본 발명의 목적은 상기 밀봉 재료의 제조 방법을 제공하는 것이다.
- <7> 상기 목적은 청구항 1의 특징에 의해 달성된다. 상기 밀봉 재료의 바람직한 실시예 및 적용예는 종속 청구범위의 대상이다.
- <8> 본 발명에 따르면, 투과성 에폭시 캐스트 수지내에 가넷 주격자를 기재로 하는 일반식이  $A_3B_5X_{12}\cdot M$ 인 무기-광물성 발광 재료 색소 분말이 분산되며, 상기 발광 재료 색소의 입자 크기는  $20\mu\text{m}$  이하이고, 평균 입자 직경( $d_{50}$ )은  $5\mu\text{m}$  이하이다. 평균 입자 직경( $d_{50}$ )은 1 내지  $2\mu\text{m}$ 가 매우 바람직하다. 입자 크기가 상기와 같은 경우에 우수한 제조 수율이 얻어질 수 있다.
- <9> 무기-광물성 발광 재료는 최대로 온도에 안정적이고 온도-습도에 대단히 안정적이다.
- <10> 본 발명에 따른 바람직한 개선예에서 밀봉 재료는 하기의 조성을 갖는다:
- <11> a) 60 중량% 이상의 에폭시 캐스트 수지,
- <12> b) 25 중량% 이하의 발광 색소,
- <13> c) 10 중량% 이하의 틱소트로픽제(thixotropic agent),
- <14> d) 10 중량% 이하의 광물성 확산체,
- <15> e) 3 중량% 이하의 처리 보조제(processing adjuvant),
- <16> f) 3 중량% 이하의 소수성(hydrophobic) 처리제,
- <17> g) 2 중량% 이하의 접착제.
- <18> 적합한 에폭시 캐스트 수지는 예컨대 DE-OS 26 42 465호의 4 페이지 내지 9 페이지, 특히 실시예 1 내지 4 및 EP 0 039 017호의 2 페이지 내지 5 페이지, 특히 실시예 2 내지 5에 기술되어 있으며, 상기 간행물에 공개된 내용을 본 명세서에서 재인용하였다.
- <19> 틱소트로픽제로서는 예컨대 발열성 규산이 있다. 상기 틱소트로픽제는 발광 색소 분말의 침강을 줄이기 위해서 에폭시 캐스트 수지를 젤로 만들기 위해 이용된다. 또한, 캐스트 수지를 가공하기 위해서 유동 특성 및 습윤 특성이 설정된다.
- <20> 컴포넌트의 광 형성을 최적화하기 위한 광물성 확산체로서는 바람직하게  $\text{CaF}_2$ 가 사용된다.
- <21> 처리 보조제로서는 예를 들어 글리콜에테르가 적합하다. 상기 물질은 에폭시 캐스트 수지와 발광 색소 분말 사이의 호환성을 개선해주기 때문에 발광 색소 분말 - 에폭시 캐스트 수지의 분산을 안정화하기 위해 이용된다. 상기 목적을 위해 또한 표면 변형체가 실리콘 베이스상에 사용될 수도 있다.
- <22> 예를 들어 액체 실리콘 왁스와 같은 소수성 처리제도 마찬가지로 색소 표면을 변형시키기 위해, 특히 유기 수지로써 무기 색소 표면의 내구성 및 습윤 가능성을 개선하기 위해 이용된다.
- <23> 예를 들어 작용기성 알록시 실록산과 같은 접착제는 밀봉 재료가 경화된 상태에서 색소와 에폭시 수지 사이의 접착 상태를 개선시킨다. 따라서, 예를 들어 온도 변동시에도 에폭시 수지와 색소 사이의 경계면이 파

괴되지 않는다. 에폭시 수지와 색소 사이의 갭은 컴포넌트내에서 광 손실을 야기할 수 있다.

<24> 특히 활성 옥시란 3원자 고리를 갖는 에폭시 캐스트 수지는 바람직하게 단일 작용기성 및/또는 다작용 기성 에폭시 캐스트 수지계(80 중량% 이상; 예컨대 비스페놀-A-디글리시딜에테르), 활성 희석제(10 중량% 이하; 예컨대 방향족 모노글리시딜에테르), 다작용기성 알코올(5 중량% 이하), 실리콘 베이스상의 탈가스제(1 중량% 이하) 및 색 번호를 조절하기 위한 표백 성분(1 중량% 이하)을 포함한다.

<25> 밀봉이 매우 바람직하게 개선되는 경우는 발광 색소가 구형 또는 박편 모양인 경우이다. 상기 유형의 색소들은 덩어리 형성 경향이 바람직하게 매우 작다.  $H_2O$ -함량은 2%이하이다.

<26> 무기 발광 색소 분말로 에폭시 캐스트 수지 성분을 제조하고 가공할 때는 일반적으로 습윤의 문제 이외에 침전의 문제가 나타난다. 특별히  $d_{50}$ 이 5 $\mu m$  이하인 발광 색소 분말은 덩어리 형성 경향이 강하다. 밀봉 재료의 조성 중에서 마지막으로 언급된 조성에서 발광 색소는 바람직하게 상술한 입자 크기에서 실제로 덩어리를 형성하지 않고 에폭시 캐스트 수지내로 균일하게 분산될 수 있다. 상기 분산은 밀봉 재료가 오랫동안 저장되더라도 안정적이다. 습윤의 문제 및/또는 침전의 문제는 거의 나타나지 않는다.

<27> 발광 색소로서는 Ce-도핑된 가넷으로 구성된 입자, 특히 YAG:Ce-입자를 사용하는 것이 매우 바람직하다. 바람직한 도편트 농도는 예를 들어 1%이고, 바람직한 발광 물질 농도는 예를 들어 12%이다. 또한, 특히 순도가 높은 발광 색소 분말은 바람직하게 5ppm 이하의 철을 함유한다. 높은 철 함량은 컴포넌트내에서 높은 광 손실을 야기한다. 상기 발광 색소 분말은 매우 연마적이다. 따라서 밀봉 재료의 철 함량은 밀봉 재료의 제조시에 상당히 증가될 수 있다. 밀봉 재료내에 함유된 철 함량은 20ppm 이하가 바람직하다.

<28> 무기 발광 물질 YAG:Ce의 장점은, 특히 본 경우에 약 1.84의 굴절 지수를 갖는 비가용성 색소를 사용한다는 점이다. 상기 장점에 의해 파장 변환 외에도 분산 및 산란 효과가 나타나는데, 이러한 분산 및 산란 효과에 의해서 청색 다이오드 광선 및 황색 변환 광선이 양호하게 혼합된다.

<29> 또한, 무기 발광 색소를 사용하는 경우에 에폭시 수지내의 발광 물질 농도는 유기 색소에서와 같이 가용성에 의해 제한되지 않는 것이 매우 바람직하다.

<30> 덩어리 형성 경향을 더욱 감소시키기 위해서 발광 색소에는 바람직하게 실리콘(silicone) 코팅이 제공될 수 있다.

<31> \* 본 발명에 따른 밀봉 물질을 제조하기 위한 바람직한 방법에서 발광 색소 분말은 에폭시 캐스트 수지와 혼합하기 전에 예컨대 약 10 시간 동안 200°C 이상의 온도에서 템퍼링 된다. 그럼으로써 덩어리를 형성하는 경향도 감소될 수 있다.

<32> 대안적으로 또는 부가적으로 상기 발광 색소 분말은 에폭시 캐스트 수지와 혼합하기 전에 비등점이 비교적 높은 알코올에서 혼탁 분리된 후 건조된다. 덩어리 형성을 줄일 수 있는 다른 가능성은, 에폭시 캐스트 수지와 혼합하기 전에 상기 발광 색소 분말에 소수성 처리 실리콘 왁스를 첨가하는 것이다. 포스포르의 표면은 글리콜에테르의 존재하에서 예를 들어  $T > 60^\circ C$ 에서 16시간 동안 색소를 가열함으로써 매우 바람직하게 안정화된다.

<33> 발광 색소를 분산시킬 때 마멸에 의해 야기되는 장애적인 오염을 피하기 위하여, 반응 용기, 교반 장치 그리고 확산 장치 및 유리, 코런덤, 카바이드 제작 재료 그리고 질화물 제작 재료로 이루어진 를 제분기 및 특수하게 경화된 강철 그레이팅이 사용된다. 덩어리를 형성하지 않는 발광 물질 분산은 초음파 방법 또는 여과기의 사용 및 유리 세라믹 프릿(frit)들에 의해 이루어진다.

<34> 백색의 광을 발하는 광전 소자를 제조하기 위한 특히 바람직한 무기 발광 물질은 포스포르 YAG:Ce( $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ )이다. 상기 물질은 통상적으로 LED-기술에서 사용되는 투과성 에폭시 캐스트 수지에 간단한 방법으로 혼합된다. 발광 물질로서는 또한, 예를 들어  $Y_3Ga_5O_{12}:Ce^{3+}$ ,  $Y(Al, Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$  및  $Y(Al, Ga)_5O_{12}:Tb^{3+}$ 와 같은 희토류 원소 산화물로 도핑된 티오갈레이트가 적합하다. 상기 목적을 위해서는 또한, 예를 들어  $YAlO_3:Ce^{3+}$ ,  $YGaO_3:Ce^{3+}$ ,

<35> 그밖에, 혼색광을 형성하기 위해서는 특히 예를 들어  $CaGa_2S_4:Ce^{3+}$  및  $SrGa_2S_4:Ce^{3+}$ 와 같은 희토류 원소 산화물로 도핑된 티오갈레이트가 적합하다. 상기 목적을 위해서는 또한, 예를 들어  $YAlO_3:Ce^{3+}$ ,  $YGaO_3:Ce^{3+}$ ,

$Y(Al, Ga)O_3:Ce^{3+}$ 와 같은 희토류 원소 산화물로 도핑된 알루미네이트 및 예를 들어  $Y_2SiO_5:Ce^{3+}$ 와 같은 희토류 원소 산화물로 도핑된 오르토실리케이트( $M_2SiO_5:Ce^{3+}$ (M:Sc, Y, Sc))의 사용도 생각할 수 있다. 모든 이트륨 화합물에서 이트륨은 원칙상 스칸듐 또는 란탄으로 대체될 수도 있다.

&lt;36&gt;

광선을 방사하는 반도체 몸체에서 본 발명에 따른 밀봉 재료에는 특히, 동작시 자외선, 청색 및/또는 녹색 스펙트럼 범위로 이루어진 전자기 광선을 방출하는  $Ga_xIn_{1-x}N$  또는  $Ga_xAl_{1-x}N$ 으로 구성된 하나의 활성 반도체 층 또는 활성 반도체 연속층이 사용된다. 밀봉 재료내에 함유된 발광 물질 입자는 상기 스펙트럼 범위로부터 유래하는 광선의 일부분을 더 큰 스펙트럼 범위를 갖는 광선으로 변환시키는데, 변환 방식은 반도체 소자가 혼합 광선, 특히 상기 광선 및 자외선, 청색 및/또는 녹색 스펙트럼 범위로 구성된 광선으로 이루어진 혼색광을 방출하도록 하는 방식이다. 예를 들어 말하면, 상기 발광 물질 입자는 반도체 몸체로부터 송출된 광선의 일부분을 스펙트럼으로 선택적으로 흡수하여 상기 광선을 비교적 긴 파장 범위로 방사한다. 반도체 몸체로부터 방출된 광선은 바람직하게  $\lambda = 520nm$ 의 파장에서 상대적인 최대 강도를 가지며, 발광 물질 입자로부터 스펙트럼에 의해 선택적으로 흡수된 파장 범위는 상기 최대 강도의 범위 밖에 있다.

&lt;37&gt;

또한, 상이한 파장에서 방사하는 상이한 종류의 다수의 발광 물질 입자들도 바람직하게 밀봉 재료내에서 분산될 수 있다. 상기 분산은 상이한 격자내에서 상이한 도핑에 의해 이루어지는 것이 바람직하다. 그럼으로써 컴포넌트로부터 방사되는 광선의 여러 가지 색 혼합 및 색 온도가 형성될 수 있다. 이것은 완전 칼러(full color)에 적합한 LED에서 매우 중요하다.

&lt;38&gt;

본 발명에 따른 밀봉 재료의 바람직한 사용예에서 광선을 방사하는 반도체 몸체(예컨대 LED-칩)는 적어도 부분적으로 상기 밀봉 재료로 감싸져 있다. 이 경우 밀봉 재료는 바람직하게 동시에 부품 외장(하우징)으로서도 사용된다. 상기 실시예에 따른 반도체 소자의 장점은 실제로, 상기 소자를 제조할 때 통상적인 발광 다이오드(예컨대 방사-발광 다이오드)를 제조하기 위해 사용되는 생산 라인을 사용할 수 있다는 점이다. 부품 외장으로서는, 통상적인 발광 다이오드에서 상기 부품 외장으로서 사용되는 투과성 플라스틱 대신에 밀봉 재료가 간단히 사용된다.

&lt;39&gt;

본 발명에 따른 밀봉 재료에 의해서는, 오직 단색의 광원, 특별히 단지 청색광을 발산하는 반도체 몸체를 갖는 발광 다이오드에 의해 혼색광, 특히 백색광이 간단히 형성될 수 있다. 예를 들어 청색광을 방출하는 반도체 몸체로 백색광을 발생시키기 위해서, 상기 반도체 몸체로부터 방출되는 광선의 일부분이 무기 발광 물질 입자에 의해 청색 스펙트럼 범위로부터 상기 청색의 보색인 황색 스펙트럼 범위로 변환된다.

&lt;40&gt;

이 경우 백색광의 색 온도 또는 색 위치는 발광 물질의 적절한 선택, 상기 발광 물질의 입자 크기 및 농도에 의해 변동될 수 있다. 또한, 발광 물질 혼합물도 사용될 수 있는데, 상기 혼합물에 의해서는 바람직하게 발산된 광의 원하는 색 위치가 매우 정확하게 설정될 수 있다.

&lt;41&gt;

상기 밀봉 재료는, 방출된 광선 스펙트럼이 420nm 내지 460nm의 파장 범위, 특히 430nm(예컨대  $Ga_xAl_{1-x}N$ 을 기재로 하는 반도체 몸체) 또는 450nm( $Ga_xIn_{1-x}N$ 을 기재로 하는 반도체 몸체)의 파장 범위에서 최대 강도를 갖는, 광선을 방사하는 반도체 몸체에서 사용하는 것이 매우 바람직하다. 상기 방식의 반도체 소자에 의해서는 바람직하게 거의 모든 색 및 C.I.E-색표의 혼색을 형성할 수 있다. 전기 발광 반도체 재료로 구성된, 광선을 방사하는 반도체 몸체 대신에 예컨대 중합체 재료와 같은 다른 전기 발광 재료를 사용할 수도 있다.

&lt;42&gt;

상기 밀봉 재료는, 전기 발광 반도체 몸체가 리드 프레임을 갖는 미리 제조된 하우징의 리세스내에 배치되고, 상기 하우징에는 밀봉 재료가 제공되는 발광 반도체 소자(예를 들어 발광 다이오드)에 매우 적합하다. 상기 방식의 반도체 소자는 종래의 생산 라인에서 대량으로 제조될 수 있다. 또한, 상기 밀봉 재료는 반도체 몸체가 하우징내에 장치된 후에 리세스내에 채워져야 한다.

&lt;43&gt;

백색광을 발산하는 반도체 소자는 본 발명에 따른 밀봉 재료에 의해, 반도체 몸체로부터 방출된 청색광이 보상적인 파장 범위를 갖는 특히 청색 및 황색으로 또는 예컨대 청색, 녹색 그리고 적색과 같은 부가의 3색으로 변환되도록 발광 물질이 선택되는 방식으로 제조된다. 이 경우 황색광 또는 녹색광 및 적색광은 상기 발광 물질을 통해 발생된다. 그렇게 발생된 백색광의 색 위치(CIE-색표에서의 색 위치)는 혼합 및 농도를 고려한 발광 물질의 적절한 선택에 의해 변동될 수 있다.

&lt;44&gt;

전기 발광 반도체 몸체로부터 방출된 광선과 발광 물질에 의해 변환된 광선을 완전 혼합함으로써 컴포넌트로부터 방사된 광의 색 균일성을 개선하기 위하여, 본 발명에 따른 밀봉 재료의 바람직한 실시예에서는 부

가직으로 청색을 발광하는 색소가 첨가되는데, 상기 색소는 반도체 몸체로부터 방출되는 광선의 소위 방향 특성을 약화시킨다. 방향 특성하에서는 반도체 몸체로부터 방출되는 광선이 발광 방향을 갖는다는 사실을 알 수 있다.

<45> 청색광을 방사하는 전기 발광 반도체 몸체를 포함하고 백색광을 발산하는 본 발명에 따른 반도체 소자는, 밀봉 재료를 위해 사용된 에폭시 수지에 무기 발광 물질  $YAG:Ce(Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+})$ 을 혼합함으로써 실현된다. 반도체 몸체로부터 방출된 청색광의 일부분이 무기 발광 물질( $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ )로부터 황색 스펙트럼 범위로 이동됨으로써 청색의 보색 파장 범위로 이동된다. 이 때 백색광의 색조(CIE-색표에서의 색의 위치)는 색소의 농도를 적절하게 선택함으로써 변화될 수 있다.

<46> 밀봉 재료에는 부가적으로 광을 산란시키는 입자, 소위 확산체가 첨가될 수 있다. 그럼으로써, 색 효과 및 반도체 소자의 방사 특성이 더욱 최상으로 될 수 있다.

<47> 본 발명에 따른 밀봉 재료에 의해서는 바람직하게, 가시광선 외에 전기 발광 반도체 몸체로부터 방출되는 자외선 또한 가시광선으로 변환될 수 있다. 따라서, 반도체 몸체로부터 방출되는 광의 명도가 확실하게 증가된다.

<48> 발광 변환 색소로서 특히  $YAG:Ce$ 가 사용되는 백색광을 발산하는 본 발명에 따른 반도체 소자의 장점은, 상기 발광 물질이 청색광에 의한 여기 상태에서 흡수와 방출 중간에 약 100nm의 스펙트럼 시프트를 야기한다는 점이다. 상기 시프트에 의해 발광 물질로부터 방사되는 광의 재흡수가 대부분 감소되어 보다 높은 광 수율이 얻어진다. 그밖에,  $YAG:Ce$ 가 바람직하게 (유기 발광 물질 보다 훨씬 더 높은) 높은 열적 안정성 및 광화학적 안정성(예컨대 UV-안정성)을 가짐으로써, 외부 사용용의 및/또는 높은 온도 범위용의 백색광 발광 다이오드를 제조할 수도 있다.

<49>  $YAG:Ce$ 는 재흡수, 광수득율, 열적 안정성 및 광화학적 안정성 그리고 가공 가능성 면에서 지금까지 가장 적합한 발광 재료로 나타났다. 그러나,  $Ce$ -도핑된 포스포르(phosphor), 특히  $Ce$ -도핑된 가넷 타입의 사용도 생각할 수 있다.

<50> 1차 방사선의 파장 변환은 격자내에서 활성 전이 금속 중심의 결정 필드 분할에 의해 결정된다.  $Y_3Al_5O_{12}$ -가넷 격자내에서 Y를  $Gd$  및/또는  $Lu$ 로 또는  $Al$ 을  $Ga$ 로 치환함으로써 도핑 방식에 의한 것과 상이한 방법으로 방출 파장이 시프트될 수 있다.  $Ce^{3+}$ -중심을  $Eu^{3+}$  및/또는  $Cr^{3+}$ 로 치환함으로써 상응하는 시프트가 이루어질 수 있다. 더욱이,  $Nd^{3+}$  및  $Er^{3+}$ 에 의한 상응하는 도핑은 더 큰 이온 반지름 및 그에 따른 보다 더 적은 결정 필드 분할 때문에 IR을 방사하는 컴포넌트를 가능하게 한다.

<51> 본 발명의 다른 특징, 장점 및 합목적성은 도 1 내지 도 8과 관련된 2개의 실시예를 참조하여 하기에 기술된다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<52> 도면은 상이하지만 동일 부분 또는 동일한 작용을 하는 부분은 동일한 도면 부호로 표기하였다.

<53> 도 1의 발광 반도체 소자에서 반도체 몸체(1)의 후면 콘택(11)은 예를 들어 금속 땜납 또는 접착제와 같은 도전성 결합 부재에 의해 제 1전기 접속부(2)상에 고정된다. 전면 콘택(12)은 본딩 와이어(14)에 의해 제 2전기 접속부(3)와 접속된다.

<54> 반도체 몸체(1)의 노출 표면 및 전기 접속부(2 및 3)의 부분 영역은 파장을 변화시키는 경화된 밀봉 재료(5)에 의해 직접 둘러싸여 있다. 상기 밀봉 재료는 바람직하게 80 - 90 중량%의 에폭시 캐스트 수지, 15 중량% 이하의 발광 색소( $YAG:Ce$ ), 2 중량% 이하의 디에틸렌글리콜모노메틸에테르, 2 중량% 이하의 테고프렌6875-45, 5 중량% 이하의 에로실200을 포함한다.

<55> 도 2에 도시된 본 발명에 따른 반도체 소자의 실시예는, 반도체 몸체(1) 및 전기 접속부(2 및 3)의 부분 영역이 파장을 변환시키는 밀봉 재료 대신 투과성 외장(15)에 의해 둘러싸여 있다는 점에서 도 1의 실시예와 상이하다. 상기 투과성 외장(15)은 반도체 몸체(1)로부터 방출되는 광선의 파장 변동을 야기하지 않으며, 예를 들어 발광 다이오드 기술에서 통상적으로 사용되는 에폭시 수지, 실리콘(silicone) 수지 혹은 아크릴레이트 수지 또는 예컨대 무기질 유리와 같은 적합한 다른 광투과성 재료로 구성된다.

<56> 상기 투과성 외장(15)상에는, 광장을 변환시키는 밀봉 재료로 구성되고 도 2에 도시된 바와 같이 외장(15)의 전체 표면을 덮고 있는 하나의 층(4)이 제공된다. 상기 층(4)은 외장 표면의 단 하나의 부분 영역만을 덮을 수도 있다. 상기 층(4)은 예를 들어 발광 물질 입자(6)와 혼합된 투과성 에폭시 수지로 이루어진다. 이 경우에도 백색광을 발하는 반도체 소자용 발광 물질로서는 바람직하게 YAG:Ce가 적합하다.

<57> 본 발명에 따른 밀봉 재료를 포함하는 도 3에 도시된 바람직한 소자에서, 제 1 및 제 2전기 접속부(2, 3)는 경우에 따라 미리 제조되는 광을 투과하지 않는 베이스 하우징(8)내에 리세스(9)와 함께 끼워진다. "미리 제조된"이라는 용어를 통해, 상기 베이스 하우징(8)은 반도체 몸체가 상기 접속부(2)상에 조립되기 전에 예를 들어 사출 성형에 의해 접속부(2, 3)에 미리 형성된다는 것을 알 수 있다. 베이스 하우징(8)은 예를 들어 광 투과성 플라스틱으로 구성되고, 리세스(9)는 형상면에 있어서 반도체 몸체에 의해 동작 상태에서 방출되는 광선 용 반사기(17)로서 (경우에 따라서는 리세스(9)의 내벽을 적절하게 코팅함으로써) 형성된다. 베이스 하우징(8)은 특히 프린트 기판상에 표면 조립될 수 있는 발광 다이오드에서 사용된다. 상기 베이스 하우징은 반도체 몸체를 조립하기 전에 전기 접속부(2, 3)를 포함하는 리드 프레임상에 예를 들어 사출 성형에 의해 제공된다.

<58> 리세스(9)는 밀봉 재료(5)에 의해 채워지는데, 상기 밀봉 재료의 조성은 도 1과 관련하여 기술된 조성과 일치한다.

<59> 도 4에는 소위 방사 다이오드가 도시되어 있다. 방사 다이오드에서 전기 발광 반도체 몸체(1)는 반사기로서 형성된 제 1 전기 접속부(2)의 부분(16)내에 예를 들어 납땜 또는 접착에 의해 고정된다. 상기와 같은 하우징의 구조적 형상은 발광 다이오드 기술에서 공지되어 있기 때문에 자세한 설명은 더 이상 하지 않겠다.

<60> 반도체 몸체(1)의 노출 표면은 발광 물질 입자(6)를 갖는 밀봉 재료(5)에 의해 직접 커버링되고, 상기 밀봉 재료는 재차 다른 하나의 투과성 외장(10)에 의해 감싸져 있다.

<61> 도면의 개관을 명확히 하기 위해, 물론 도 4에 따른 구조적 형상에서도 도 1에 따른 소자와 유사하게 발광 물질 입자(6)를 갖는 경화된 밀봉 재료(5)로 구성된 일체형의 외장이 사용될 수 있음을 상기 장소에서 알 수 있다.

<62> 도 5의 실시예에서는 (전술된 바와 동일한 재료의) 층(4)이 직접 반도체 몸체(1)상에 제공된다. 상기 반도체 몸체 및 전기 접속부(2, 3)의 일부 영역은 다른 하나의 투과성 외장(10)에 의해 감싸져 있는데, 상기 외장은 층(4)을 통과하는 광의 광장을 변동을 야기하지 않으며, 예를 들어 발광 다이오드 기술에서 사용될 수 있는 투과성 에폭시 수지 또는 유리로 제조된다.

<63> 층(4)을 포함하고 외장이 없는 상기 반도체 몸체(1)는 물론 바람직하게 발광 다이오드 기술에 공지된 하우징의 전체적인 구조적 형상(예컨대 SMD-하우징, 방사-하우징)에서 사용될 수 있다(도 4와 비교).

<64> 전술한 전체 컴포넌트에서 발산된 광의 색 효과를 최상화하고 발산 특성을 매칭시키기 위해 상기 밀봉 재료(5), 경우에 따라서는 투과성 외장(15), 및/또는 다른 투과성 외장(10)은 광을 산란시키는 입자, 바람직하게는 소위 확산체를 포함한다. 상기 확산체의 예로서는 광물성 충전제, 특히  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$  혹은  $\text{BaSO}_4$  또는 유기 밀봉 재료가 있다. 상기 물질들은 간단한 방식으로 에폭시 수지에 첨가될 수 있다.

<65> 도 6, 7 및 도 8은 청색광을 발산하는 반도체 몸체(도 6)( $\lambda \sim 430 \text{ nm}$ 에서 최대 발광) 또는 상기 반도체 몸체에 의해 제조되고 백색광을 발산하는 반도체 소자(도 7 및 도 8)의 방출 스펙트럼이다. 횡좌표상에는 각각 광장이  $\text{nm}$ 로 그리고 종좌표상에는 각각 상대적인 전기 발광(EL)-강도가 도시되어 있다.

<66> 반도체 몸체로부터 방출되는 도 6에 따른 광선에 의해서는 비교적 광장 범위에 있는 일부분만이 변환됨으로써, 혼색으로서 백색광이 발생된다. 도 7의 광선(30)은, 2가지 상보적인 광장 범위로부터 나오는 광선(청색과 황색) 그리고 그에 의해 전체적으로 백색광을 방출하는 반도체 소자의 방출 스펙트럼들을 나타낸다. 상기 방출 스펙트럼들은 약 400 nm(청색)의 광장 및 약 550 nm(황색)의 광장에서 각각 최대값을 갖는다. 실선(31)은 3가지 광장 범위(청색, 녹색 그리고 적색으로 이루어진 부가의 3색)로 구성된 백색을 혼합하는 하나의 반도체 소자의 방출 스펙트럼들을 나타낸다. 상기 방출 스펙트럼들은 예를 들어 약 430nm(청색), 약 500nm(녹색), 및 약 615nm(적색)의 광장에서 각각 최대값을 갖는다.

<67> 도 8은 도 6에 따른 방출 스펙트럼을 방출하는 반도체 몸체가 제공되고 발광 물질로서 YAG:Ce가 사용되는 백색광을 방사하는 반도체 소자의 방출 스펙트럼들을 보여준다. 도 6에 따라 반도체 몸체로부터 방출되는 광선에 의해서는 비교적 광장 범위에 있는 일부분만이 변환됨으로써, 혼색으로서의 백색광이 발생된다.

도 8의 상이한 종류의 2개의 파선(30 및 33)은 밀봉 재료(5)의 에폭시 수지가 상이한 YAG:Ce 농도를 갖는 본 발명에 따른 반도체 소자의 방출 스펙트럼을 나타낸다. 각각의 방출 스펙트럼들은  $\lambda = 420\text{nm}$  내지  $\lambda = 430\text{nm}$ 에서, 즉 청색 스펙트럼 범위, 및  $\lambda = 520\text{nm}$  내지  $\lambda = 545\text{nm}$ 에서, 즉 녹색 스펙트럼 범위에서 각각 최대 세기를 가지며, 이 경우 비교적 장파의 최대 세기를 갖는 방출 대역은 대부분 황색 스펙트럼 범위에 있다. 도 8의 다이아그램을 통해, 본 발명에 따른 반도체 소자에서 에폭시 수지내의 발광 물질 농도를 변동시킴으로써 백색광의 CIE-색위치를 간단히 변동시킬 수 있다는 사실을 알 수 있다.

<68> 전술한 컴포넌트를 참조하여 기술된 본 발명의 설명은 당연히 본 발명을 상기 소자에만 한정하지는 않는다. 예를 들어 발광 다이오드-칩 또는 레이저 다이오드-칩과 같은 반도체 몸체로서는 예컨대 상응하는 방출 스펙트럼을 방사하는 중합체-LED가 이용될 수도 있다.

<69> 본 발명에 의해, 균일한 혼색광을 발산하고 적당한 기술 비용과 최대로 재생 가능한 컴포넌트 특성으로써 대량 생산을 가능케 하는 전기 발광 소자를 제조할 수 있는 밀봉 재료를 개발할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

<70> 도 1은 본 발명에 따른 밀봉 재료를 갖는 제 1반도체 소자의 개략적인 단면도이고,

도 2는 본 발명에 따른 밀봉 재료를 갖는 제 2반도체 소자의 개략적인 단면도이며,

도 3은 본 발명에 따른 밀봉 재료를 갖는 제 3반도체 소자의 개략적인 단면도이고,

도 4는 본 발명에 따른 밀봉 재료를 갖는 제 4반도체 소자의 개략적인 단면도이며,

도 5는 본 발명에 따른 밀봉 재료를 갖는 제 5반도체 소자의 개략적인 단면도이고,

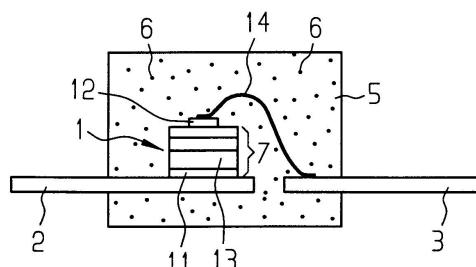
도 6은 GaN 베이스상에 연속층을 갖고 청색광을 발산하는 반도체 몸체의 방출 스펙트럼의 개략도이며,

도 7은 백색광을 발산하는 본 발명에 따른 밀봉 재료를 갖는 2개의 반도체 소자의 방출 스펙트럼이고,

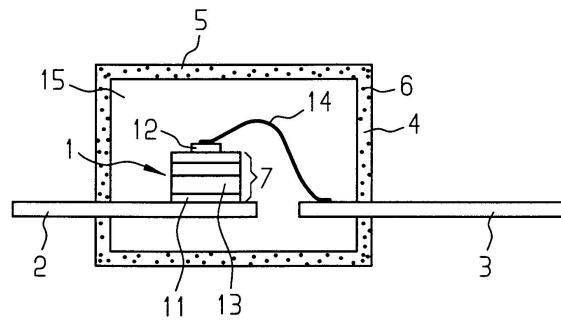
<77> 도 8은 백색광을 발산하는 다른 반도체 소자의 방출 스펙트럼의 개략도이다.

### 도면

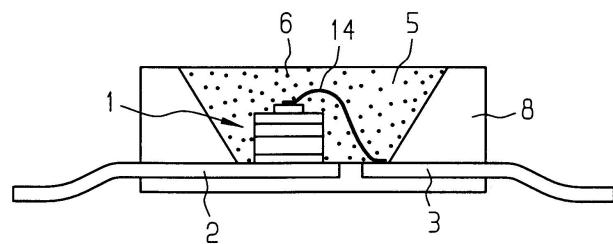
#### 도면1



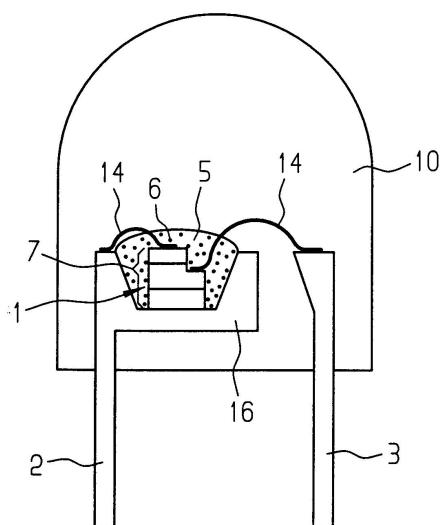
도면2



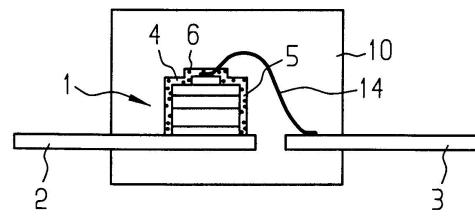
도면3



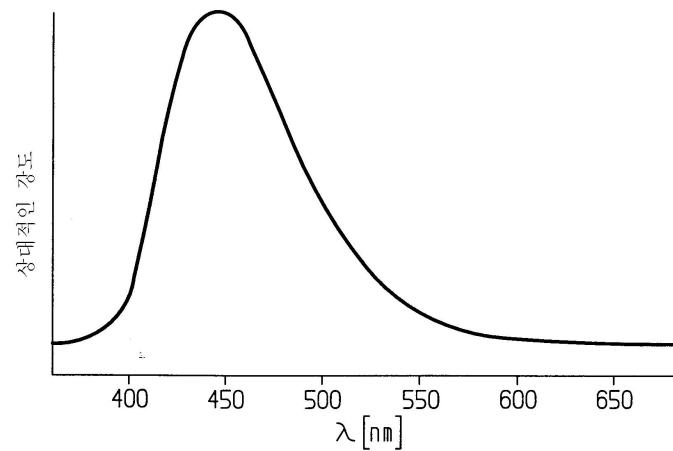
도면4



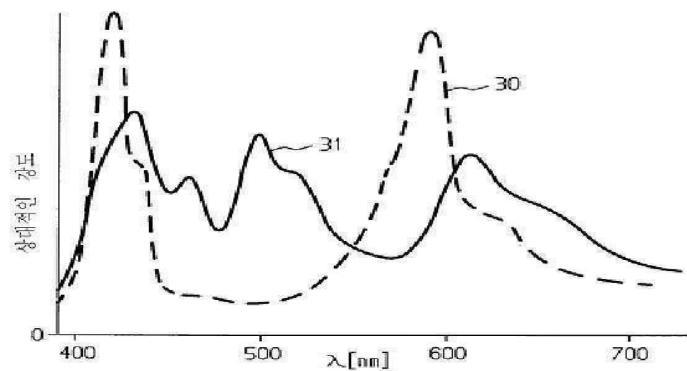
도면5



도면6



도면7



도면8

