



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년07월09일
(11) 등록번호 10-1163902
(24) 등록일자 2012년07월02일

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
<i>H01L 33/50</i> (2010.01) <i>C09K 11/08</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2010-0077071</p> <p>(22) 출원일자 2010년08월10일
심사청구일자 2010년08월10일</p> <p>(65) 공개번호 10-2012-0014853</p> <p>(43) 공개일자 2012년02월20일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
JP2005048105 A*
JP2007326914 A*
KR1020080061565 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자
엘지이노텍 주식회사
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)</p> <p>(72) 발명자
김창수
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)</p> <p>(74) 대리인
서교준</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

전체 청구항 수 : 총 31 항

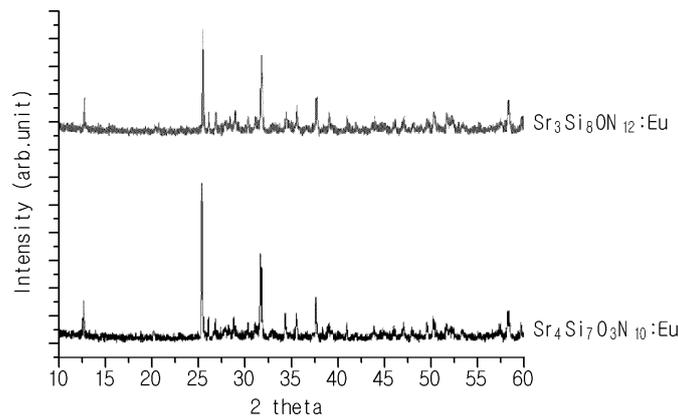
심사관 : 구영희

(54) 발명의 명칭 **발광 소자**

(57) 요약

실시예에 따른 발광 소자는 바디; 상기 바디 상에 발광 다이오드; 상기 발광 다이오드에 전원을 제공하는 전극; 상기 발광 다이오드 상에 투광성 수지에 포함된 형광체를 포함하고, 상기 형광체는 350nm 내지 480nm의 파장 영역의 광을 여기원으로 하고, 510nm 내지 550nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 녹색 형광체와, 590nm 내지 650nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 적색 형광체 중 적어도 어느 하나를 포함하고, 상기 녹색 형광체와 적색 형광체 중 적어도 하나는 $M_aSi_bO_cN_d:Eu$ 의 화학식으로 표현된다. (M은 Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be 으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속 이온이고, $1 \leq a \leq 7$, $2 \leq b \leq 13$, $1 \leq c \leq 18$ 및 $0 < d \leq 16$ 이다.)

대표도 - 도25



특허청구의 범위

청구항 1

바디;

상기 바디 상에 발광 다이오드;

상기 발광 다이오드에 전원을 제공하는 전극;

상기 발광 다이오드 상에 투광성 수지에 포함된 형광체를 포함하고,

상기 형광체는 350nm 내지 480nm의 파장 영역의 광을 여기원으로 하고, 510nm 내지 550nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 녹색 형광체와, 590nm 내지 650nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 적색 형광체 중 적어도 어느 하나를 포함하고,

상기 녹색 형광체와 적색 형광체 중 적어도 하나는 $M_aSi_bO_cN_d: Eu$ 의 화학식으로 표현되는 발광 소자.

(M은 Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속 이온이고, $1 \leq a \leq 7$, $2 \leq b \leq 13$, $1 \leq c \leq 18$ 및 $0 < d \leq 16$ 이다.)

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 적색 형광체는 상기 투광성 수지 100 중량부에 대하여 0.1 내지 60 중량부로 첨가되는 발광 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 녹색 형광체는 상기 투광성 수지 100 중량부에 대하여 3 내지 50 중량부로 첨가되는 발광 소자.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 형광체는 황색광을 방출하는 형광체를 더 포함하고, 상기 황색광을 방출하는 형광체는 상기 투광성 수지 100 중량부에 대하여 0.1 내지 20 중량부로 첨가되는 발광 소자.

청구항 5

바디;

상기 바디 상에 전극;

상기 바디 상에 배치되고 상기 전극과 전기적으로 연결되는 발광 다이오드;

상기 발광 다이오드 상에 형광체 및 봉지재를 포함하고,

상기 형광체는 적어도 제1 형광체와 제2 형광체를 포함하고, 상기 봉지재는 광 투과 수지를 포함하며,

상기 제1 형광체 및 제2 형광체 중 적어도 어느 하나는 옥시나이트라이드(ON)계 형광체이고, 상기 발광 다이오드에서 방출되는 광은 반치폭이 15nm-40nm이며,

상기 제1 형광체 및 제2 형광체 중 적어도 어느 하나는 350nm 내지 480nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 여기원으로 하고 480nm 내지 680nm의 파장 영역에서 녹색, 황색, 적색 파장 중 어느 하나의 파장을 중심 파장으로 하는 광을 방출하는 $M_aSi_bO_cN_d: Eu$ 의 화학식으로 표현되는 형광체를 포함하는 발광 소자.

(M은 Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속 이온이고, $1 \leq a \leq 7$, $2 \leq b \leq 13$, $1 \leq c \leq 18$ 및 $0 < d \leq 16$ 이다.)

청구항 6

삭제

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 발광 다이오드는 청색광을 방출하는 청색 발광 다이오드이고, 상기 제1 형광체는 황색광을 방출하는 황색 형광체이며, 상기 제2 형광체는 녹색광을 방출하는 녹색 형광체인 발광 소자.

청구항 8

제 5항에 있어서,

상기 발광 다이오드는 청색광을 방출하는 청색 발광 다이오드이고, 상기 제1 형광체는 황색광을 방출하는 황색 형광체이며, 상기 제2 형광체는 적색광을 방출하는 적색 형광체인 발광 소자.

청구항 9

제 5항에 있어서,

상기 발광 다이오드는 청색광을 방출하는 청색 발광 다이오드이고, 상기 제1 형광체는 적색광을 방출하는 적색 형광체이며, 상기 제2 형광체는 녹색광을 방출하는 녹색 형광체인 발광 소자.

청구항 10

제 5항에 있어서,

상기 형광체는 제3 형광체를 더 포함하는 발광 소자.

청구항 11

제 5항에 있어서,

상기 발광 다이오드는 돌출 패턴이 형성된 기판, 상기 기판 상에 제1 도전형의 반도체층, 상기 제1 도전형의 반도체층 상에 활성층, 상기 활성층 상에 제2 도전형의 반도체층을 포함하고,

상기 제1 도전형의 반도체층과 상기 활성층 사이에는 제1 도전형의 InGa_N/Ga_N 슈퍼래티스 구조 또는 InGa_N/InGa_N 슈퍼래티스 구조를 포함하고,

상기 제2 도전형의 반도체층과 상기 활성층 사이에는 제2 도전형의 AlGa_N층을 포함하는 발광 소자.

청구항 12

제 5항에 있어서,

상기 발광 다이오드는 전도성 지지기판, 상기 전도성 지지기판 상에 제2 도전형의 반도체층, 상기 제2 도전형의 반도체층 상에 활성층, 상기 활성층 상에 광 추출 구조를 포함하는 제1 도전형의 반도체층을 포함하고,

상기 제1 도전형의 반도체층과 상기 활성층 사이에는 제1 도전형의 InGa_N/Ga_N 슈퍼래티스 구조 또는 InGa_N/InGa_N 슈퍼래티스 구조를 포함하고,

상기 제2 도전형의 반도체층과 상기 활성층 사이에는 제2 도전형의 AlGa_N층을 포함하는 발광 소자.

청구항 13

제 5항에 있어서,

상기 제1 형광체 및 제2 형광체 중 어느 하나는 상기 발광 다이오드와 접촉하고 다른 하나는 상기 발광 다이오드와 이격되는 발광 소자.

청구항 14

제 5항에 있어서,

상기 제1 형광체 및 제2 형광체는 상기 발광 다이오드와 이격되는 발광 소자.

청구항 15

바다;

상기 바다 상에 전극;

상기 바다 상에 배치되고 상기 전극과 전기적으로 연결되는 발광 다이오드;

상기 발광 다이오드 상에 형광체 및 봉지재를 포함하고,

상기 형광체는 제1 형광체, 제2 형광체, 및 제3 형광체를 포함하고, 상기 봉지재는 광 투과 수지를 포함하며,

상기 발광 다이오드는 제1 도전형의 반도체층, 상기 제1 도전형의 반도체층 상에 활성층, 상기 활성층 상에 제2 도전형의 반도체층, 상기 제1 도전형의 반도체층과 상기 활성층 사이에 슈퍼래티스 구조, 및 상기 제2 도전형의 반도체층과 상기 활성층 사이에 AlGaIn층을 포함하며.

상기 제1 형광체, 제2 형광체, 및 제3 형광체 중 적어도 어느 하나는 350nm 내지 480nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 여기원으로 하고 480nm 내지 680nm의 파장 영역에서 녹색, 황색, 적색 파장 중 어느 하나의 파장을 중심 파장으로하는 광을 방출하는 $M_aSi_bO_cN_d: Eu$ 의 화학식으로 표현되는 형광체를 포함하는 발광 소자.

(M은 Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속 이온이고, $1 \leq a \leq 7$, $2 \leq b \leq 13$, $1 \leq c \leq 18$ 및 $0 < d \leq 16$ 이다.)

청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 발광 다이오드는 청색광을 방출하는 청색 발광 다이오드이고, 상기 제1 형광체는 녹색광을 방출하는 녹색 형광체이고, 상기 제2 형광체는 황색광을 방출하는 황색 형광체이며, 상기 제3 형광체는 적색광을 방출하는 적색 형광체인 발광 소자.

청구항 17

제 15항에 있어서,

상기 발광 다이오드는 UV 광을 방출하는 UV 발광 다이오드이고, 상기 제1 형광체는 청색광을 방출하는 청색 형광체이고, 상기 제2 형광체는 녹색광을 방출하는 녹색 형광체이며, 상기 제3 형광체는 적색광을 방출하는 적색 형광체인 발광 소자.

청구항 18

제 16항에 있어서,

상기 녹색 형광체는 옥시나이트라이드(ON)계 형광체 또는 실리케이트계 형광체이고, 상기 황색 형광체는 YAG 형광체, TAG 형광체, 또는 실리케이트계 형광체 중 어느 하나이고, 상기 적색 형광체는 옥시나이트라이드(O N)계 형광체 또는 나이트라이드(N)계 형광체인 발광 소자.

청구항 19

제 16항에 있어서,

상기 형광체 중 상기 황색 형광체의 양이 가장 많이 포함되고, 상기 적색 형광체의 양이 가장 적게 포함되고, 상기 녹색 형광체의 양이 상기 황색 형광체의 양보다 적고 상기 적색 형광체의 양보다 많이 포함되는 발광 소자.

청구항 20

제 16항에 있어서,

상기 녹색 형광체는 반치폭이 50-100nm인 광을 방출하고, 상기 황색 형광체는 반치폭이 50-100nm 또는 120nm 이상인 광을 방출하고, 상기 적색 형광체는 반치폭이 70-120nm인 광을 방출하는 발광 소자.

청구항 21

제 15항에 있어서,

상기 제1 형광체는 옥시나이트라이드계 형광체이고, 상기 제2 형광체는 YAG 형광체이고, 상기 제3 형광체는 나이트라이드계 형광체인 발광 소자.

청구항 22

제 15항에 있어서,

상기 제1 형광체는 실리케이트계 형광체이고, 상기 제2 형광체는 실리케이트계 형광체이고, 상기 제3 형광체는 나이트라이드계 형광체 또는 옥시나이트라이드계 형광체인 발광 소자.

청구항 23

제 15항에 있어서,

상기 제1 형광체는 실리케이트계 형광체이고, 상기 제2 형광체는 YAG 형광체이고, 상기 제3 형광체는 옥시나이트라이드계 형광체인 발광 소자.

청구항 24

제 15항에 있어서,

상기 제1 형광체는 YAG 형광체 또는 실리케이트계 형광체이고, 상기 제2 형광체는 옥시나이트라이드계 형광체이고, 상기 제3 형광체는 옥시나이트라이드계 형광체인 발광 소자.

청구항 25

제 15항에 있어서,

상기 봉지재는 제1 봉지재, 제2 봉지재, 제3 봉지재, 제4 봉지재를 포함하고,

상기 제1 봉지재는 상기 발광 소자를 포위하고, 상기 제1 형광체는 상기 제1 봉지재 상에 배치되고, 상기 제2 봉지재는 상기 제1 형광체 상에 배치되고, 상기 제2 형광체는 상기 제2 봉지재 상에 배치되고, 상기 제3 봉지재는 상기 제2 형광체 상에 배치되고, 상기 제3 형광체는 상기 제3 봉지재 상에 배치되고, 상기 제4 봉지재는 상기 제3 형광체 상에 배치되는 발광 소자.

청구항 26

제 15항에 있어서,

상기 제1 형광체는 상기 발광 다이오드의 상면 및 측면 방향에 배치되어 상기 발광 다이오드를 포위하고, 상기 제2 형광체는 상기 제1 형광체 상에 배치되어 상기 발광 다이오드의 상면 및 측면 방향에 배치되어 상기 발광 다이오드를 포위하고, 상기 제3 형광체는 상기 제2 형광체 상에 배치되어 상기 발광 다이오드의 상면 및 측면 방향에 배치되어 상기 발광 다이오드를 포위하고, 상기 봉지재는 상기 제1,2,3 형광체를 포위하는 발광 소자.

청구항 27

제 15항에 있어서,

상기 제1 형광체는 상기 발광 다이오드의 상면 및 측면 방향에 배치되어 상기 발광 다이오드를 포위하고, 상기 제2 형광체는 상기 제1 형광체 상에 배치되어 상기 발광 다이오드의 상면 방향에 배치되고, 상기 제3 형광체는 상기 제2 형광체 상에 배치되어 상기 발광 다이오드의 상면 방향에 배치되고, 상기 봉지재는 상기 제1,2,3 형광체를 포위하는 발광 소자.

청구항 28

제 15항에 있어서,

상기 봉지재는 상기 발광 다이오드를 포위하고, 상기 제1 형광체, 제2 형광체, 상기 제3 형광체는 상기 봉지

재에 분산되어 분포하는 발광 소자.

청구항 29

제 15항에 있어서,

상기 봉지재는 상기 발광 다이오드를 포위하고, 상기 제1 형광체는 상기 봉지재 상에 배치되고, 상기 제2 형광체는 상기 제1 형광체 상에 배치되고, 상기 제3 형광체는 상기 제2 형광체 상에 배치되는 발광 소자.

청구항 30

제 15항에 있어서,

상기 봉지재는 제1 봉지재, 제2 봉지재, 제3 봉지재를 포함하고,

상기 제1 봉지재는 상기 발광 소자를 포위하고, 상기 제1 형광체는 상기 제1 봉지재 상에 배치되고, 상기 제2 봉지재는 상기 제1 형광체 상에 배치되고, 상기 제2 형광체는 상기 제2 봉지재 상에 배치되고, 상기 제3 봉지재는 상기 제2 형광체 상에 배치되고, 상기 제3 형광체는 상기 제3 봉지재 상에 배치되는 발광 소자.

청구항 31

제 15항에 있어서,

상기 제1 형광체는 상기 발광 다이오드의 상면에 배치되고, 상기 제2 형광체는 상기 제1 형광체 상에 배치되어 상기 발광 다이오드의 상면 방향에 배치되고, 상기 제3 형광체는 상기 제2 형광체 상에 배치되어 상기 발광 다이오드의 상면 방향에 배치되며, 상기 봉지재는 상기 발광 다이오드 및 제1,2,3 형광체를 포위하는 발광 소자.

청구항 32

제 15항에 있어서,

상기 봉지재는 제1 봉지재와 제2 봉지재를 포함하고,

상기 제1 형광체는 상기 발광 다이오드의 상면에 배치되고, 상기 제1 봉지재는 상기 발광 다이오드 및 상기 제1 형광체를 포위하고, 상기 제2 형광체는 상기 제1 봉지재 상에 배치되고, 상기 제2 봉지재는 상기 제1 형광체 상에 배치되고, 상기 제3 형광체는 상기 제2 봉지재 상에 배치되는 발광 소자.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 발광 소자에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 형광체는 여기원의 에너지를 가시광의 에너지로 전환시키는 매개체 역할을 하며, 다양한 디스플레이 소자의 이미지 구현에 필수적인 동시에 형광체의 효율이 디스플레이 제품의 효율과 직접 연관되는 주요 요소이다.

[0003] 백색광을 방출하는 발광 소자들 중의 하나로 청색 발광 다이오드를 이용한 발광 소자가 있다. 청색 발광 다이오드를 이용한 발광 소자는 청색 빛을 방출하는 발광 다이오드에 청색광을 여기원으로 하여 황색광을 방출하는 황색 형광체를 도포시킴으로써, 상기 청색 발광 다이오드에서 나오는 청색광과 황색 형광체에서 방출되는 황색광이 혼합되어 백색을 구현하고 있다.

[0004] 즉, 백색광을 방출하는 발광 소자는 청색 발광 다이오드에 형광체를 도포하여 발광 다이오드에서 나오는 청색광과 형광체로부터 방출되는 2차 광원을 이용하는 방법으로서, 청색 발광 다이오드에 황색을 내는 YAG:Ce형광체를 도포하여 백색광을 얻는 방식이 사용되고 있다.

[0005] 그러나, 상기 방법은 2차광을 이용하면서 발생하는 양자결손(quantum deficits) 및 재방사 효율에 기인한 효율감소가 수반되고, 색 렌더링이 용이하지 않다는 단점이 있다. 따라서, 종래의 백색 발광 소자는 청색 발광 다이오드와 황색 형광체를 조합한 것으로서, 녹색과 적색 성분이 결여되어 부자연스러운 색상을 표현할 수밖에 없어 휴대 전화, 노트북 PC의 화면에 이용하는 정도로 한정되어 적용되고 있다. 그럼에도 불구하고 구동이

용이하고 가격이 현저히 저렴하다는 이점 때문에 널리 상용화되어 있다.

[0006] 일반적으로 형광체는 모체 재료에 규산염, 인산염, 알루미늄산염, 또는 황화물을 사용하고, 발광 중심에 천이 금속 또는 희토류 금속을 사용한 것이 널리 알려져 있다.

[0007] 한편, 백색광을 방출하는 발광 소자에 관해서는 자외선 또는 청색광 등의 높은 에너지를 갖는 여기원에 의해 여기되어 가시광선을 발광하는 형광체에 대한 개발이 주류를 이루어 왔다. 그러나, 종래 형광체는 여기원에 노출되면, 형광체의 휘도가 저하된다는 문제가 있어, 최근에는 휘도 저하가 적은 형광체로서, 질화 규소 관련 세라믹스를 호스트 결정으로 한 형광체의 연구를 진행한 결과, 결정 구조가 안정적이고, 여기광이나 발광을 장파장 측에 시프트할 수 있는 재료로서, 질화물 또는 산화질화물 형광체가 주목을 받고 있다.

[0008] 특히, 2002년에는 YAG 형광체보다 발광 특성이 뛰어난 α -SiAlON:Eu 황색 형광체가 개발되었으며, 2004년 8월에는 순질화물인 CaAlSiN₃:Eu 적색 형광체에 이어, 2005년 3월에는 β -SiAlON:Eu 녹색 형광체가 개발되었다. 이러한 형광체가 청색 발광 다이오드와 조합하면 색 순도가 좋은 발색을 하게 되고, 특히, 내구성이 뛰어난 온도 변화가 작은 특징이 있어 발광 다이오드 광원의 장기 수명화와 신뢰성의 향상에 기여할 수 있다.

[0009] 최근에 개발된 새로운 발광 소자는 청색 발광 다이오드와 β -SiAlON:Eu 녹색 형광체와 CaAlSiN₃:Eu 적색 형광체를 개량해 조합하여, UV 또는 청색 발광 다이오드가 발하는 파장 460nm의 광을, 녹색 또는 황색 형광체 540~570nm, 적색 형광체 650nm로 변환해 3원색 성분을 발생시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 실시예는 새로운 구조를 갖는 발광 소자를 제공한다.

[0011] 실시예는 새로운 형광체를 포함하는 발광 소자를 제공한다.

[0012] 실시예는 백색광을 방출하는 새로운 발광 소자를 제공한다.

[0013] 실시예는 적어도 두 종류 이상의 형광체를 조합하여 백색광을 방출하는 백색 발광 소자를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0014] 실시예에 따른 발광 소자는 바디; 상기 바디 상에 발광 다이오드; 상기 발광 다이오드에 전원을 제공하는 전극; 상기 발광 다이오드 상에 투광성 수지에 포함된 형광체를 포함하고, 상기 형광체는 350nm 내지 480nm의 파장 영역의 광을 여기원으로 하고, 510nm 내지 550nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 녹색 형광체와, 590nm 내지 650nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 적색 형광체 중 적어도 어느 하나를 포함하고, 상기 녹색 형광체와 적색 형광체 중 적어도 하나는 $M_aSi_bO_cN_d:Eu$ 의 화학식으로 표현된다. (M은 Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속 이온이고, $1 \leq a \leq 7$, $2 \leq b \leq 13$, $1 \leq c \leq 18$ 및 $0 < d \leq 16$ 이다.)

[0015] 실시예에 따른 발광 소자는 바디; 상기 바디 상에 전극; 상기 바디 상에 배치되고 상기 전극과 전기적으로 연결되는 발광 다이오드; 상기 발광 다이오드 상에 형광체 및 봉지재를 포함하고, 상기 형광체는 적어도 제1 형광체와 제2 형광체를 포함하고, 상기 봉지재는 광 투과 수지를 포함하며, 상기 제1 형광체 및 제2 형광체 중 적어도 어느 하나는 옥시나이트라이드(ON)계 형광체이고, 상기 발광 다이오드에서 방출되는 광은 반치폭이 15nm-40nm이다.

[0016] 실시예에 따른 발광 소자는 바디; 상기 바디 상에 전극; 상기 바디 상에 배치되고 상기 전극과 전기적으로 연결되는 발광 다이오드; 상기 발광 다이오드 상에 형광체 및 봉지재를 포함하고, 상기 형광체는 제1 형광체, 제2 형광체, 및 제3 형광체를 포함하고, 상기 봉지재는 광 투과 수지를 포함하며, 상기 발광 다이오드는 제1 도전형의 반도체층, 상기 제1 도전형의 반도체층 상에 활성층, 상기 활성층 상에 제2 도전형의 반도체층, 상기 제1 도전형의 반도체층과 상기 활성층 사이에 슈퍼래티스 구조, 및 상기 제2 도전형의 반도체층과 상기 활성층 사이에 AlGaN층을 포함하며, 상기 제1 형광체, 제2 형광체, 및 제3 형광체 중 적어도 어느 하나는 나이트라이드(N)를 포함한다.

발명의 효과

- [0017] 실시예는 새로운 구조를 갖는 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0018] 실시예는 새로운 형광체를 포함하는 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0019] 실시예는 백색광을 방출하는 새로운 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0020] 실시예는 적어도 두 종류 이상의 형광체를 조합하여 백색광을 방출하는 백색 발광 소자를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1 내지 도 13은 본 발명의 발광 소자의 실시예들을 설명하는 도면.
- 도 14 및 도 15는 본 발명의 발광 소자에 사용될 수 있는 발광 다이오드의 실시예들을 설명하는 도면.
- 도 16은 본 발명에 따른 실시예 1의 $\text{Sr}_2\text{Si}_4\text{ON}_6:\text{Eu}$ 형광체로 구현되는 녹색 형광체의 여기 스펙트럼.
- 도 17은 본 발명에 따른 실시예 1의 $\text{Sr}_2\text{Si}_4\text{ON}_6:\text{Eu}$ 형광체로 구현되는 녹색 형광체의 발광 스펙트럼.
- 도 18은 본 발명에 따른 실시예 1의 $\text{Sr}_2\text{Si}_4\text{ON}_6:\text{Eu}$ 형광체로 구현되는 녹색 형광체의 XRD 스펙트럼을 나타낸 결과.
- 도 19는 본 발명에 따른 실시예 1의 $\text{Sr}_2\text{Si}_4\text{ON}_6:\text{Eu}$ 형광체로 구현되는 적색 형광체의 여기 스펙트럼.
- 도 20은 본 발명에 따른 실시예 1의 $\text{Sr}_2\text{Si}_4\text{ON}_6:\text{Eu}$ 형광체로 구현되는 적색 형광체의 발광 스펙트럼.
- 도 21은 본 발명에 따른 실시예 1의 $\text{Sr}_2\text{Si}_4\text{ON}_6:\text{Eu}$ 형광체로 구현되는 적색 형광체의 XRD 스펙트럼을 나타낸 결과.
- 도 22는 본 발명에 따른 실시예 2의 $(\text{Sr},\text{Ba})_3\text{Si}_7\text{ON}_{10}:\text{Eu}$ 녹색 형광체에서, 알칼리 토금속의 몰비변화에 따른 여기 스펙트럼.
- 도 23은 본 발명에 따른 실시예 2의 $(\text{Sr},\text{Ba})_3\text{Si}_7\text{ON}_{10}:\text{Eu}$ 녹색 형광체에서, 알칼리 토금속의 몰비변화에 따른 발광 스펙트럼.
- 도 24는 본 발명에 따른 실시예 2의 $(\text{Sr},\text{Ba})_3\text{Si}_7\text{ON}_{10}:\text{Eu}$ 녹색 형광체에서, 알칼리 토금속의 몰비변화에 따른 XRD 스펙트럼을 비교 관찰한 결과.
- 도 25는 본 발명에 따른 실시예 3의 $\text{Sr}_3\text{Si}_8\text{ON}_{12}:\text{Eu}$ 의 녹색 형광체와, 실시예 4의 $\text{Sr}_4\text{Si}_7\text{O}_3\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 녹색 형광체간의 XRD 스펙트럼을 비교한 결과.
- 도 26은 본 발명에 따른 실시예 5에 따른 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 적색 형광체의 여기 스펙트럼.
- 도 27은 본 발명에 따른 실시예 5에 따른 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 적색 형광체의 발광 스펙트럼.
- 도 28은 본 발명에 따른 실시예 5에 따른 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 적색 형광체 대비 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{N}_8:\text{Eu}$ 의 상용형광체와의 XRD 스펙트럼 비교결과.
- 도 29는 본 발명에 따른 실시예 5에 따른 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 적색 형광체 입자를 주사전자현미경으로 관찰한 사진.
- 도 30은 본 발명의 실시예 6에 따른 $\text{Sr}_{2.6}\text{Ba}_{0.2}\text{Si}_6\text{O}_3\text{N}_8:\text{Eu}_{0.2}$ 녹색 형광체의 여기 스펙트럼.
- 도 31은 본 발명의 실시예 6에 따른 $\text{Sr}_{2.6}\text{Ba}_{0.2}\text{Si}_6\text{O}_3\text{N}_8:\text{Eu}_{0.2}$ 녹색 형광체의 발광 스펙트럼.
- 도 32는 본 발명의 실시예 6에 따른 $\text{Sr}_{2.6}\text{Ba}_{0.2}\text{Si}_6\text{O}_3\text{N}_8:\text{Eu}_{0.2}$ 녹색 형광체의 XRD 스펙트럼 결과.
- 도 33은 본 발명의 실시예 6에 따른 $\text{Sr}_{2.6}\text{Ba}_{0.2}\text{Si}_6\text{O}_3\text{N}_8:\text{Eu}_{0.2}$ 녹색 형광체 입자를 주사전자현미경으로 관찰한 사진.
- 도 34는 본 발명의 실시예 6에 따른 $\text{Sr}_{2.6}\text{Ba}_{0.2}\text{Si}_6\text{O}_3\text{N}_8:\text{Eu}_{0.2}$ 녹색 형광체의 온도 특성을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 발광 소자에 대해 상세히 설명하도록 한다.
- [0023] 도 1 내지 도 13은 본 발명의 발광 소자의 실시예들을 설명하는 도면이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 백색 발광 소자는 청색 파장영역에서 중심 파장을 갖는 광자를 방출시키는 발광 다이오드(110)을 성장시키고, 상기 봉지재(150)에 실시예에 따른 SiON계 형광체(151) 중, 적색 형광체 및 녹색 형광체를 에폭시 수지 또는 실리콘 수지와 혼합 산재시켜 제조할 수 있다. 상기 봉지재(150)를 청색광을 방출시키는 발광 다이오드(110) 상에 도포 또는 박막형으로 올린 후, 100 내지 160℃에서 1시간 동안 경화시켜 제조된다.
- [0025] 또한, 상기 적색 형광체 및 녹색 형광체 외에, 본 발명의 실시예에 따른 제조방법에 의해 제조되는 황색 형광체를 더 함유하여 소자의 광효율을 높일 수도 있다. 또한, 황색 형광체로서 Garnet계 형광체(YAG:Ce, TAG:Ce 등) 및/또는 실리케이트계 형광체를 사용하는 것도 가능하다.
- [0026] 또한, 상기 적색 형광체 및 녹색 형광체 대신 본 발명의 실시예에 따른 제조방법에 의해 제조되는 황색 형광체를 함유하여 백색 발광 소자를 제조하는 것도 가능하다.
- [0027] 상기 청색 파장영역에서 중심 파장을 갖는 광을 방출하는 발광 다이오드(110)는 450nm 내지 480nm 대역의 파장 영역, 바람직하게 465nm의 파장영역에서 중심 파장을 갖고 반치폭이 15-40nm인 청색광을 방출하는 GaN 기반 발광 다이오드를 사용할 수 있다.
- [0028] 상기 발광 다이오드(110)는 은 페이스트 등을 이용하여 전극(131) 또는 바디(120)에 접촉 고정시킨다. 상기 발광 다이오드(110)는 상기 전극(131) 중 어느 하나와 은 페이스트 등을 통해 전기적으로 연결되고 다른 하나와 와이어(140)를 통해 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0029] 상기 봉지재(150)는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지에 본 발명의 실시예에 따라 합성된 형광체(151)를 분산시켜 제작될 수도 있고, 이후 제작된 봉지재(150)를 발광 다이오드(110) 상에 도포 또는 박막형으로 올린 후, 100 내지 160℃에서 1시간 동안 경화하고 고정시켜 제작한다.
- [0030] 이때, 에폭시 수지 또는 실리콘 수지 100 중량부에 대하여, 본 발명의 실시예에 따른 SiON계 형광체 중 적색 형광체의 첨가량은 원하는 색 좌표에 따라 조절될 수 있으나, 0.1 내지 60 중량부가 바람직하고, 더욱 바람직하게는 1 내지 30 중량부로 함유되는 것이다. 더욱 상세하게는, 상기 봉지재(150)에는 백색 구현을 위하여 본 발명의 실시예에 따른 SiON계 형광체 중, 녹색 형광체를 더 혼합하여 사용한다. 이때, 녹색 형광체는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지 100 중량부에 대하여, 3 내지 50 중량부로 함유될 수 있다.
- [0031] 아울러, 백색 발광 소자 제조 시, 소자의 광효율을 높이기 위하여 통상의 황색 형광체를 더 함유할 수 있음은 당업자로부터 용이하게 이해될 수 있을 것이다.
- [0032] 본 발명에서 백색 구현을 위하여 첨가되는 황색 형광체의 첨가량은 에폭시 수지 또는 실리콘 수지 100 중량부에 대하여, 0.1 내지 20 중량부를 사용할 수 있다.
- [0033] 특히, 상기 봉지재(150) 내부의 본 발명의 실시예에 따른 적색 형광체는 발광 다이오드(110)에서 방출되는 청색광을 여기원으로 하여, 480~680nm의 파장 대역에서 중심 파장을 갖는 가시광으로 광변환된다.
- [0034] 이때, 봉지재(150)에 함유되어 있는 형광체(151)들과 발광 다이오드(110)와는 광의 경로차가 감소되어 광변환 백색 발광 소자의 광효율을 향상시킬 수 있다. 따라서, 종래 청색광을 여기광원으로 하여 단일 황색 형광체를 사용하여 백색을 구현하는 경우보다, 색의 연색성이 저하되는 문제점을 최소화하여 색순도가 뛰어나고 광효율이 높은 백색 발광 소자를 제조할 수 있다.
- [0035] 또한, 상기 발광 다이오드는 UV(Ultraviolet) 광을 방출하는 발광 다이오드로 구비될 수 있으며, 이 경우 상기 형광체(151)는 녹색 형광체, 적색 형광체, 청색 형광체를 포함할 수도 있다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 백색 발광 소자의 다른 예이다.
- [0037] 도 2에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 1에 도시된 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0038] 도 2를 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 발광 다이오드(110)에 전원을

제공하는 전기적으로 절연된 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131)을 전기적으로 연결하는 와이어(140)와, 상기 발광 다이오드(110)를 몰딩하는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지로 형성된 광 투과 수지에 분산된 형광체(151)와, 상기 발광 다이오드(110), 바디(120), 형광체(151), 와이어(140)를 포위하는 봉지재(150)를 포함할 수 있다. 상기 형광체(151)는 도 1에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예에서 설명되는 형광체가 사용될 수 있다.

- [0039] 도 3은 본 발명의 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0040] 도 3에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 1에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0041] 도 3을 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 패터닝되어 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)와, 상기 발광 다이오드(110)를 몰딩하는 광 투과 수지에 분산된 형광체(151)와, 상기 바디(120) 상에 배치되어 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 봉지재(150)를 포함할 수 있다. 상기 형광체(151)는 도 1에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예에서 설명되는 형광체가 사용될 수 있다.
- [0042] 도 4는 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0043] 도 4에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 1에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0044] 도 4를 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120)를 관통하여 일측은 상기 바디(120)에 형성된 캐비티 내에 배치되고 타측은 상기 바디(120)의 하면에 배치되어 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)와, 상기 발광 다이오드(110)를 몰딩하는 광 투과 수지를 포함하는 봉지재(150)와, 상기 바디(120) 및/또는 상기 봉지재(150) 상에 배치되는 형광체(151)를 포함할 수 있다. 상기 형광체(151)는 도 1에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예에서 설명되는 형광체가 사용될 수 있다.
- [0045] 상기 형광체(151)는 광 투과 수지에 분산되어 형성될 수도 있으며, 상기 바디(120) 및/또는 봉지재(150) 상에 균일한 두께로 형성될 수 있다. 즉, 상기 형광체(151)는 컨포멀 코팅에 의해 형성될 수도 있다.
- [0046] 상기 발광 다이오드(110)는 상기 바디(120)에 형성된 캐비티 내에 배치될 수 있으며, 상기 형광체(151)와 이격되어 배치된다.
- [0047] 도 5는 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0048] 도 5에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 1에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0049] 도 5를 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 패터닝되어 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)와, 상기 발광 다이오드(110) 상에 형성된 형광체(151)와, 상기 바디(120) 상에 배치되어 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 봉지재(150)를 포함할 수 있다. 상기 형광체(151)는 도 1에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예에서 설명되는 형광체가 사용될 수 있다.
- [0050] 상기 형광체(151)는 상기 발광 다이오드(110)의 표면에 균일한 두께로 형성될 수 있으며, 상기 발광 다이오드(110)의 상면 및 측면과 접촉할 수도 있다.
- [0051] 도 6은 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0052] 도 6에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 1에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0053] 도 6을 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 상기 발광 다이

오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)를 포함한다. 상기 발광 다이오드(110)는 상기 두개의 전극(131) 중 다른 하나의 위에 형성되어 전기적으로 연결될 수도 있다.

[0054] 또한, 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 제1 봉지재(150a)와, 상기 제1 봉지재(150a) 상에 형성되는 제1 형광체(151a)와, 상기 제1 형광체(151a) 상에 형성되는 제2 봉지재(150b)와, 상기 제2 봉지재(150b) 상에 형성되는 제2 형광체(151b)와, 상기 제2 형광체(151b) 상에 형성되는 제3 봉지재(150c)와, 상기 제3 봉지재(150c) 상에 형성되는 제3 형광체(151c)와, 상기 제3 형광체(151c) 상에 형성되는 제4 봉지재(150d)를 포함할 수 있다. 상기 제1,2,3 형광체(151a,151b,151c)는 상기 발광 다이오드(110)와 이격될 수 있으며, 상기 제1,2,3 형광체(151a,151b,151c)는 서로 이격될 수 있다.

[0055] 예를 들어, 상기 제1,2,3,4 봉지재(150a,150b,150c,150d)는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지로 형성될 수 있다.

[0056] 상기 백색 발광 소자는 적어도 2종류의 형광체가 포함되며, 실시예에서는 3종류의 형광체가 제1,2,3 형광체(151a,151b,151c)로 예시되어 있다.

[0057] 예를 들어, 상기 발광 다이오드(110)가 청색광을 방출하는 청색 발광 다이오드인 경우, 상기 제1 형광체(151a) 및 제2 형광체(151b)만 구비될 수도 있으며, 이 경우 상기 제1 형광체(151a) 및 제2 형광체(151b)는 황색광을 방출하는 황색 형광체와 녹색광을 방출하는 녹색 형광체가 되거나, 황색광을 방출하는 황색 형광체와 적색광을 방출하는 적색 형광체가 될 수 있다. 또한, 적색광을 방출하는 적색 형광체와 녹색광을 방출하는 녹색 형광체가 될 수도 있다.

[0058] 예를 들어, 상기 발광 다이오드(110)가 청색광을 방출하는 청색 발광 다이오드인 경우, 상기 제1 형광체(151a), 제2 형광체(151b), 제3 형광체(151c)가 구비될 수 있으며, 이 경우 상기 제1 형광체(151a), 제2 형광체(151b), 제3 형광체(151c)는 황색광을 방출하는 황색 형광체, 녹색광을 방출하는 녹색 형광체, 적색광을 방출하는 적색 형광체가 될 수도 있다.

[0059] 예를 들어, 상기 발광 다이오드(110)가 UV광을 방출하는 UV 발광 다이오드인 경우, 상기 제1 형광체(151a), 제2 형광체(151b), 제3 형광체(151c)가 구비될 수 있으며, 이 경우 상기 제1 형광체(151a), 제2 형광체(151b), 제3 형광체(151c)는 청색광을 방출하는 청색 형광체, 녹색광을 방출하는 녹색 형광체, 적색광을 방출하는 적색 형광체가 될 수도 있다.

[0060] 상기 제1 형광체(151a), 제2 형광체(151b), 제3 형광체(151c)는 상기 발광 다이오드(110)에서 방출되는 광 경로 상에 배치될 수 있으며, 상기 발광 다이오드(110)에 인접할수록 단파장의 광을 방출하는 형광체가 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 발광 다이오드(110)가 청색 발광 다이오드인 경우 상기 제1 형광체(151a)는 녹색 형광체가 사용될 수 있고, 상기 제2 형광체(151b)는 황색 형광체가 사용될 수 있고, 상기 제3 형광체(151c)는 적색 형광체가 사용될 수 있다. 또한, 예를 들어, 상기 발광 다이오드(110)가 UV 발광 다이오드인 경우 상기 제1 형광체(151a)는 청색 형광체가 사용될 수 있고, 상기 제2 형광체(151b)는 녹색 형광체가 사용될 수 있고, 상기 제3 형광체(151c)는 적색 형광체가 사용될 수 있다.

[0061] 상기 녹색 형광체는 옥시나이트라이드(ON)계 형광체 또는 실리케이트계 형광체가 사용될 수 있고, 상기 황색 형광체는 YAG 형광체, TAG 형광체, 또는 실리케이트계 형광체가 사용될 수 있으며, 상기 적색 형광체는 옥시나이트라이드(ON)계 형광체 또는 나이트라이드(N)계 형광체가 사용될 수 있다. 여기서, 본 발명의 실시예에서 설명되는 $M_aSi_bO_cNi_d:Eu$ 의 화학식으로 표현되는 형광체(M은 Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속 이온이고, $1 \leq a \leq 7$, $2 \leq b \leq 13$, $1 \leq c \leq 18$ 및 $0 < d \leq 16$ 이다.)는 녹색, 황색, 또는 적색 형광체로 사용될 수 있기에 별도로 언급하지는 않는다.

[0062] 상기 제1 형광체(151a), 제2 형광체(151b), 제3 형광체(151c)가 각각 녹색 형광체, 황색 형광체, 적색 형광체인 경우, 상기 황색 형광체의 양이 가장 많이 포함되고, 그 다음 상기 녹색 형광체의 양이 많이 포함되고, 상기 적색 형광체의 양이 가장 적게 포함될 수 있다.

[0063] 상기 녹색 형광체는 반치폭이 50-100nm, 바람직하게 60-90nm인 광을 방출하는 형광체가 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 녹색 형광체는 반치폭이 60-100nm인 광을 방출하는 실리케이트계 형광체로서 $(Sr,Ba,Mg,Ca)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 가 사용되거나, 반치폭이 50-70nm인 광을 방출하는 옥시나이트라이드(NO)계 형광체로서 $Si_{6-x}Al_xO_{8-x}:Eu^{2+}$ ($0 < x < 6$) 형광체가 사용될 수도 있다. 여기서, 실리케이트계 형광체의 경우 Ba가 Sr의

몰비보다 같거나 클 경우 녹색 파장 대역의 광을 방출할 수 있고, Sr이 Ba의 몰비보다 클 경우 황색 파장 대역의 광을 방출할 수 있다. 또한, Mg 및 Ca 중 적어도 어느 하나만 선택적으로 사용할 수도 있다.

[0064] 상기 황색 형광체는 반치폭이 50-100nm 또는 120nm 이상인 광을 방출하는 형광체가 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 황색 형광체는 반치폭이 120nm 이상인 광을 방출하는 YAG 형광체로서 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 형광체 또는 TAG 형광체로서 $Tb_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 가 사용되거나 반치폭이 60-100nm인 광을 방출하는 실리케이트계 형광체로서 $(Sr, Ba, Mg, Ca)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 가 사용될 수도 있다.

[0065] 상기 적색 형광체는 반치폭이 80-110nm, 바람직하게 90-100nm인 광을 방출하는 나이트라이드(N)계 형광체가 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 적색 형광체는 반치폭이 90-100nm인 광을 방출하는 $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$ 형광체가 사용될 수도 있다.

[0066] 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 옥시나이트라이드계(ON) 형광체로 구비되고, 상기 제2 형광체(151b)는 YAG 형광체로 구비되고, 상기 제3 형광체(151c)는 나이트라이드(N)계 형광체로 구비될 수 있다.

[0067] 또한, 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 실리케이트계 형광체로 구비되고, 상기 제2 형광체(151b)는 실리케이트계 형광체로 구비되고, 상기 제3 형광체(151c)는 나이트라이드(N)계 또는 옥시나이트라이드계(ON) 형광체로 구비될 수 있다.

[0068] 또한, 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 실리케이트계 형광체로 구비되고, 상기 제2 형광체(151b)는 YAG 형광체로 구비되고, 상기 제3 형광체(151c)는 옥시나이트라이드계(ON) 형광체로 구비될 수 있다.

[0069] 또한, 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 YAG 형광체 또는 실리케이트계 형광체로 구비되고, 상기 제2 형광체(151b)는 옥시나이트라이드(ON)계 형광체로 구비되고, 상기 제3 형광체(151c)는 옥시나이트라이드계(ON) 형광체로 구비될 수 있다.

[0070] 또한, 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 옥시나이트라이드계(ON) 형광체로 구비되고, 상기 제2 형광체(151b)는 옥시나이트라이드(ON)계 형광체로 구비되고, 상기 제3 형광체(151c)는 옥시나이트라이드계(ON) 형광체로 구비될 수 있으며, 이후 실시예에서 설명되는 형광체와 같이, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)는 350nm 내지 480nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 여기원으로 하고 480nm 내지 680nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 가시광을 방출하는 $M_aSi_bO_cN_d:Eu$ 의 화학식으로 표현되는 형광체(M은 Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속 이온이고, $1 \leq a \leq 7$, $2 \leq b \leq 13$, $1 \leq c \leq 18$ 및 $0 < d \leq 16$ 이다.)가 사용될 수도 있다.

[0071] 따라서, 도 6에 도시된 백색 발광 소자는 적어도 2종류 이상의 형광체를 포함하므로써, 백색 발광을 구현할 수 있다.

[0072] 도 7은 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.

[0073] 도 7에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 6에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.

[0074] 도 7을 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)를 포함한다. 상기 발광 다이오드(110)는 상기 두개의 전극(131) 중 다른 하나의 위에 형성되어 전기적으로 연결될 수도 있다.

[0075] 또한, 상기 발광 다이오드(110)의 상면 및 측면 방향에 배치되어 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 제1 형광체(151a)와, 상기 제1 형광체(151a) 상에 배치되고 상기 발광 다이오드(110)의 상면 및 측면 방향에 배치되어 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 제2 형광체(151b)와, 상기 제2 형광체(151b) 상에 배치되고 상기 발광 다이오드(110)의 상면 및 측면 방향에 배치되어 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 제3 형광체(151c)를 포함하고, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)를 포위하는 봉지재(150)를 포함할 수 있다.

[0076] 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 상기 발광 다이오드(110)와 접촉할 수도 있고, 상기 제2 형광체(151b)는 상기 제1 형광체(151a)와 접촉하고 상기 발광 다이오드(110)와 이격될 수도 있고, 상기 제3 형광체(151c)는

상기 제2 형광체(151b)와 접촉하고 상기 발광 다이오드(110)와 이격될 수도 있다.

- [0077] 상기 봉지재(150)는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지로 형성될 수 있으며, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)는 도 6에 대한 설명과 동일하다.
- [0078] 도 8은 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0079] 도 8에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 6에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0080] 도 8을 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)를 포함한다. 상기 발광 다이오드(110)는 상기 두개의 전극(131) 중 다른 하나의 위에 형성되어 전기적으로 연결될 수도 있다.
- [0081] 또한, 상기 발광 다이오드(110)의 상면 및 측면 방향에 배치되어 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 제1 형광체(151a)와, 상기 제1 형광체(151a) 상에 배치되고 상기 발광 다이오드(110)의 상면 방향에 배치되는 제2 형광체(151b)와, 상기 제2 형광체(151b) 상에 배치되고 상기 발광 다이오드(110)의 상면 방향에 배치되는 제3 형광체(151c)를 포함하고, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)를 포위하는 봉지재(150)를 포함할 수 있다.
- [0082] 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 상기 발광 다이오드(110)의 상면 및 측면과 접촉할 수 있고, 상기 제2 형광체(151b)는 상기 발광 다이오드(110)와 이격되어 상기 제1 형광체(151a)와 접촉할 수 있고, 상기 제3 형광체(151c)는 상기 발광 다이오드(110)와 이격되어 상기 제2 형광체(151b)와 접촉할 수도 있다.
- [0083] 상기 봉지재(150)는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지로 형성될 수 있으며, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)는 도 6에 대한 설명과 동일하다.
- [0084] 도 9는 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0085] 도 9에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 6에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0086] 도 9를 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)를 포함한다. 상기 발광 다이오드(110)는 상기 두개의 전극(131) 중 다른 하나의 위에 형성되어 전기적으로 연결될 수도 있다.
- [0087] 또한, 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 봉지재(150)와, 상기 봉지재(150) 내에 분산되어 분포되는 제1 형광체(151a), 제2 형광체(151b), 및 제3 형광체(151c)를 포함한다.
- [0088] 상기 봉지재(150)는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지로 형성될 수 있으며, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)는 도 6에 대한 설명과 동일하다.
- [0089] 도 10은 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0090] 도 10에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 6에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0091] 도 10을 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)를 포함한다. 상기 발광 다이오드(110)는 상기 두개의 전극(131) 중 다른 하나의 위에 형성되어 전기적으로 연결될 수도 있다.
- [0092] 또한, 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 봉지재(150)와, 상기 봉지재(150) 상에 제1 형광체(151a)와, 상기 제1 형광체(151a) 상에 제2 형광체(151b)와, 상기 제2 형광체(151b) 상에 제3 형광체(151c)를 포함한다.
- [0093] 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 상기 발광 다이오드(110)와 이격되어 상기 봉지재(150) 상에 형성되고, 상기 제2 형광체(151b)는 상기 제1 형광체(151a)와 접촉하고, 상기 제3 형광체(151c)는 상기 제2 형광체

(151b)와 접촉할 수도 있다.

- [0094] 상기 봉지재(150)는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지로 형성될 수 있으며, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)는 도 6에 대한 설명과 동일하다.
- [0095] 도 11은 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0096] 도 11에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 6에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0097] 도 11을 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)를 포함한다. 상기 발광 다이오드(110)는 상기 두개의 전극(131) 중 다른 하나의 위에 형성되어 전기적으로 연결될 수도 있다.
- [0098] 또한, 상기 발광 다이오드(110)를 포위하는 제1 봉지재(150a)와, 상기 제1 봉지재(150a) 상에 제1 형광체(151a)와, 상기 제1 형광체(151a) 상에 제2 봉지재(150b)와, 상기 제2 봉지재(150b) 상에 제2 형광체(151b)와, 상기 제2 형광체(151b) 상에 제3 봉지재(150c)와, 상기 제3 봉지재(150c) 상에 제3 형광체(151c)를 포함한다.
- [0099] 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 상기 발광 다이오드(110)와 이격되고, 상기 제2 형광체(151b)는 상기 제1 형광체(151a)와 이격되고, 상기 제3 형광체(151c)는 상기 제2 형광체(151b)와 이격될 수 있다.
- [0100] 상기 제1,2,3 봉지재(150a, 150b, 150c)는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지로 형성될 수 있으며, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)는 도 6에 대한 설명과 동일하다.
- [0101] 도 12는 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0102] 도 12에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 6에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0103] 도 12를 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)를 포함한다. 상기 발광 다이오드(110)는 상기 두개의 전극(131) 중 다른 하나의 위에 형성되어 전기적으로 연결될 수도 있다.
- [0104] 또한, 상기 발광 다이오드(110)의 상면 방향에 배치되는 제1 형광체(151a)와, 상기 제1 형광체(151a) 상에 배치되고 상기 발광 다이오드(110)의 상면 방향에 배치되는 제2 형광체(151b)와, 상기 제2 형광체(151b) 상에 배치되고 상기 발광 다이오드(110)의 상면 방향에 배치되는 제3 형광체(151c)를 포함하고, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)를 포위하는 봉지재(150)를 포함할 수 있다.
- [0105] 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 상기 발광 다이오드(110)와 접촉할 수 있고, 상기 제2 형광체(151b)는 상기 발광 다이오드(110)와 이격되어 상기 제1 형광체(151a)와 접촉할 수 있고, 상기 제3 형광체(151c)는 상기 제2 형광체(151b)와 접촉할 수도 있다.
- [0106] 상기 봉지재(150)는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지로 형성될 수 있으며, 상기 제1,2,3 형광체(151a, 151b, 151c)는 도 6에 대한 설명과 동일하다.
- [0107] 도 13은 본 발명의 백색 발광 소자의 또 다른 예이다.
- [0108] 도 13에 도시된 백색 발광 소자를 설명함에 있어서 도 6에 도시된 백색 발광 소자에 대한 설명과 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0109] 도 13을 참조하면, 백색 발광 소자는 발광 다이오드(110)와, 상기 발광 다이오드(110)를 지지하고 상기 발광 다이오드(110)에서 방출된 광을 상측 방향으로 반사시키는 바디(120)와, 상기 바디(120) 상에 상기 발광 다이오드(110)에 전원을 제공하는 두개의 전극(131)과, 상기 발광 다이오드(110)와 상기 두개의 전극(131) 중 어느 하나를 전기적으로 연결하는 와이어(140)를 포함한다. 상기 발광 다이오드(110)는 상기 두개의 전극(131) 중 다른 하나의 위에 형성되어 전기적으로 연결될 수도 있다.

- [0110] 또한, 상기 발광 다이오드(110)의 상면 방향에 배치되는 제1 형광체(151a)와, 상기 발광 다이오드(110) 및 제1 형광체(151a)를 포위하는 제1 봉지재(150a)와, 상기 제1 봉지재(150a) 상에 배치되는 제2 형광체(151b)와, 상기 제2 형광체(151b) 상에 배치되는 제2 봉지재(150b)와, 상기 제2 봉지재(150b) 상에 배치되는 제3 형광체(151c)를 포함한다.
- [0111] 예를 들어, 상기 제1 형광체(151a)는 상기 발광 다이오드(110)와 접촉할 수 있고, 상기 제2 형광체(151b)는 상기 제1 형광체(151a)와 이격되어 상기 제1 봉지재(150a) 상에 형성될 수 있고, 상기 제3 형광체(151c)는 상기 제2 형광체(151b)와 이격되어 상기 제2 봉지재(150b) 상에 형성될 수도 있다.
- [0112] 상기 제1,2 봉지재(150a,150b)는 에폭시 수지 또는 실리콘 수지로 형성될 수 있으며, 상기 제1,2,3 형광체(151a,151b,151c)는 도 6에 대한 설명과 동일하다.
- [0113] 도 14는 본 발명의 백색 발광 소자에 사용될 수 있는 발광 다이오드의 예이다.
- [0114] 실시예에 따른 발광 다이오드는 기판(10) 상에 언도프트 반도체층(20), 상기 언도프트 반도체층(20) 상에 제1 도전형의 반도체층(30), 활성층(40), 제2 도전형의 반도체층(50)을 포함하는 발광 구조층이 형성되고, 상기 제1 도전형의 반도체층(30) 상에 제1 전극(60)이 형성되고, 상기 제2 도전형의 반도체층(50) 상에 제2 전극(90)이 형성된다.
- [0115] 또한, 상기 제1 도전형의 반도체층(30)과 상기 활성층(40) 사이에는 제1 도전형의 InGa_n/Ga_n 슈퍼레이스 구조 또는 InGa_n/InGa_n 슈퍼레이스 구조(35)가 형성될 수도 있다.
- [0116] 또한, 상기 제2 도전형의 반도체층(50)과 상기 활성층(40) 사이에는 제2 도전형의 AlGa_n층(55)이 형성될 수도 있다.
- [0117] 상기 기판(10)은 예를 들어, 사파이어 기판(Al₂O₃), SiC, GaAs, GaN, ZnO, Si, GaP, InP, Ge 중 적어도 하나로 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다. 예를 들어, 상기 기판(10)은 상기 발광 구조층이 성장되는 성장 기판으로서 기능을 하며, 상기 사파이어 기판이 사용될 수도 있다.
- [0118] 상기 기판(10)에는 복수의 돌출 패턴(11)이 형성될 수 있으며, 상기 돌출 패턴(11)은 상기 활성층(40)에서 방출된 광을 산란시켜 광 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0119] 예를 들어, 상기 돌출 패턴(11)은 반구 형상, 다각형 형상, 삼각뿔 형상, 나노 기둥 형상 중 어느 하나의 형상으로 형성될 수도 있다.
- [0120] 상기 언도프트 반도체층(20)은 의도적으로 제1 도전형의 불순물을 주입하지는 않았으나, 제1 도전형의 전도 특성을 가질 수도 있는 질화물층이며, 예를 들어, 상기 언도프트 질화물층(20)은 Undoped-GaN층으로 형성될 수도 있다. 상기 언도프트 반도체층(20)과 상기 기판(10) 사이에 버퍼층이 형성될 수도 있다. 또한, 상기 언도프트 반도체층(20)은 반드시 형성되어야 하는 것은 아니며, 형성되지 않을 수도 있다.
- [0121] 상기 제1 도전형의 반도체층(30)은 예를 들어, n형 반도체층을 포함할 수 있다. 상기 제1 도전형의 반도체층(30)은 In_xAl_yGa_{1-x-y}N (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ x+y ≤ 1)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGa_n, Ga_n, AlGa_n, AlIn_n, InGa_n, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다.
- [0122] 상기 활성층(40)은 상기 제1 도전형의 반도체층(30)을 통해서 주입되는 전자(또는 정공)와 상기 제2 도전형의 반도체층(50)을 통해서 주입되는 정공(또는 전자)이 서로 만나서, 상기 활성층(40)의 형성 물질에 따른 에너지 밴드(Energy Band)의 밴드갭(Band Gap) 차이에 의해서 빛을 방출하는 층이다.
- [0123] 상기 활성층(40)은 단일 양자 우물 구조, 다중 양자 우물 구조(MQW : Multi Quantum Well), 양자점 구조 또는 양자선 구조 중 어느 하나로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0124] 상기 활성층(40)은 In_xAl_yGa_{1-x-y}N (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ x+y ≤ 1)의 조성식을 갖는 반도체 재료로 형성될 수 있다. 상기 활성층(40)이 상기 다중 양자 우물 구조로 형성된 경우, 상기 활성층(40)은 복수의 우물층과 복수의 장벽층이 적층되어 형성될 수 있으며, 예를 들어, InGa_n 우물층/Ga_n 장벽층의 주기로 형성될 수 있다.
- [0125] 상기 활성층(40)의 위 및/또는 아래에는 n형 또는 p형 도펀트가 도핑된 클래드층(미도시)이 형성될 수도 있으며, 상기 클래드층(미도시)은 AlGa_n층 또는 InAlGa_n층으로 구현될 수 있다.
- [0126] 상기 제2 도전형의 반도체층(50)은 예를 들어, p형 반도체층으로 구현될 수 있다. 상기 제2 도전형의 반도체

층(50)은 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGaN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInN, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다.

- [0127] 한편, 상기 제1 도전형의 반도체층(30)이 p형 반도체층을 포함하고 상기 제2 도전형의 반도체층(50)이 n형 반도체층을 포함할 수도 있다. 또한, 상기 제2 도전형의 반도체층(50) 상에는 n형 또는 p형 반도체층을 포함하는 제3 도전형의 반도체층(미도시)이 형성될 수도 있으며, 이에 따라, 상기 발광 구조층은 np, pn, npn, pnp 접합 구조 중 적어도 어느 하나를 가질 수 있다. 또한, 상기 제1 도전형의 반도체층(30) 및 상기 제2 도전형의 반도체층(50) 내의 불순물의 도핑 농도는 균일 또는 불균일하게 형성될 수 있다. 즉, 상기 발광 구조층의 구조는 다양하게 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0128] 상기 제1 전극(60)은 상기 제1 도전형의 반도체층(30) 상에 배치되고 상기 제2 전극(70)은 상기 제2 도전형의 반도체층(50) 상에 배치되어 각각 상기 활성층(40)에 전원을 제공한다.
- [0129] 상기 발광 다이오드는 450nm 내지 480nm 대역의 파장 영역, 바람직하게 465nm의 파장영역에서 중심 파장을 갖고 반치폭이 15-40nm인 청색광을 방출하는 GaN 기반 발광 다이오드가 될 수 있다.
- [0130] 도 15는 본 발명의 백색 발광 소자에 사용될 수 있는 발광 다이오드의 다른 예이다. 도 15에 도시된 발광 다이오드를 설명함에 있어서 도 14에 도시된 발광 다이오드와 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0131] 도 15를 참조하면, 발광 다이오드는 전도성 지지기판(80)과, 상기 전도성 지지기판(80) 상에 제1 도전형의 반도체층(30), 활성층(40), 및 제2 도전형의 반도체층(50)을 포함하는 발광 구조층과, 상기 제1 도전형의 반도체층(30) 상에 형성되는 제1 전극(60)을 포함할 수 있다.
- [0132] 또한, 상기 제1 도전형의 반도체층(30)과 상기 활성층(40) 사이에는 제1 도전형의 InGaN/GaN 슈퍼래티스 구조 또는 InGaN/InGaN 슈퍼래티스 구조(35)가 형성될 수도 있다.
- [0133] 또한, 상기 제2 도전형의 반도체층(50)과 상기 활성층(40) 사이에는 제2 도전형의 AlGaIn층(55)이 형성될 수도 있다.
- [0134] 또한, 상기 제1 도전형의 반도체층(30)에는 기둥 또는 홀 형태의 광 추출 구조(31)가 형성될 수 있으며, 상기 광 추출 구조(30)는 상기 활성층(40)에서 방출된 광이 효과적으로 외부로 추출될 수 있도록 한다.
- [0135] 예를 들어, 상기 광 추출 구조(31)는 반구 형상, 다각형 형상, 삼각뿔 형상, 나노 기둥 형상 중 어느 하나의 형상으로 형성될 수 있으며, 상기 광 추출 구조(31)는 광 결정(photonic crystal)으로 형성될 수도 있다.
- [0136] 상기 전도성 지지기판(80)은 상기 발광 구조층을 지지하며, 상기 제1 전극(60)과 함께 상기 발광 구조층에 전원을 제공할 수 있다.
- [0137] 상기 전도성 지지기판(175)은 지지층, 반사층, 오믹접촉층을 포함할 수 있으며, 상기 지지층은 구리, 금, 니켈, 몰리브덴, 구리-텅스텐 합금, 또는 캐리어 웨이퍼(예를 들어, Si, Ge, GaAs, ZnO, SiC 등) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한, 상기 반사층은 Ag 또는 Al을 포함하는 금속으로 형성될 수 있으며, 상기 오믹접촉층은 상기 제2 도전형의 반도체층(50)과 오믹 접촉을 하는 물질로 형성되며, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), IZTO(indium zinc tin oxide), IAZO(indium aluminum zinc oxide), IGZO(indium gallium zinc oxide), IGTO(indium gallium tin oxide), AZO(aluminum zinc oxide), ATO(antimony tin oxide), GZO(gallium zinc oxide), IrO_x , RuO_x , RuO_x/ITO , Ni, Ag, Ni/ IrO_x /Au, 또는 Ni/ IrO_x /Au/ITO 중 하나 이상을 이용하여 단층 또는 다층으로 구현할 수 있다.
- [0138] 상기 발광 구조층은 복수의 III족 내지 V족 원소의 화합물 반도체층을 포함할 수 있다.
- [0139] 상기 제1 도전형의 반도체층(30)은 예를 들어, n형 반도체층을 포함할 수 있다. 상기 제1 도전형의 반도체층(30)은 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGaN, GaN, AlGaN, AlInN, InGaN, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다.
- [0140] 상기 활성층(40)은 상기 제1 도전형의 반도체층(30)을 통해서 주입되는 전자(또는 정공)와 상기 제2 도전형의 반도체층(50)을 통해서 주입되는 정공(또는 전자)이 서로 만나서, 상기 활성층(40)의 형성 물질에 따른 에너지 밴드(Energy Band)의 밴드갭(Band Gap) 차이에 의해서 빛을 방출하는 층이다.

- [0141] 상기 활성층(40)은 단일 양자 우물 구조, 다중 양자 우물 구조(MQW : Multi Quantum Well), 양자점 구조 또는 양자선 구조 중 어느 하나로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0142] 상기 활성층(40)은 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료로 형성될 수 있다. 상기 활성층(40)이 상기 다중 양자 우물 구조로 형성된 경우, 상기 활성층(40)은 복수의 우물층과 복수의 장벽층이 적층되어 형성될 수 있으며, 예를 들어, InGaN 우물층/GaN 장벽층의 주기로 형성될 수 있다.
- [0143] 상기 활성층(40)의 위 및/또는 아래에는 n형 또는 p형 도펀트가 도핑된 클래드층(미도시)이 형성될 수도 있으며, 상기 클래드층(미도시)은 AlGaIn층 또는 InAlGaIn층으로 구현될 수 있다.
- [0144] 상기 제2 도전형의 반도체층(50)은 예를 들어, p형 반도체층으로 구현될 수 있다. 상기 제2 도전형의 반도체층(50)은 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGaIn, GaN, AlGaIn, InGaIn, AlInN, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다.
- [0145] 한편, 상기 제1 도전형의 반도체층(30)이 p형 반도체층을 포함하고 상기 제2 도전형의 반도체층(50)이 n형 반도체층을 포함할 수도 있다. 또한, 상기 제2 도전형의 반도체층(50) 상에는 n형 또는 p형 반도체층을 포함하는 제3 도전형의 반도체층(미도시)이 형성될 수도 있으며, 이에 따라, 상기 발광 구조층은 np, pn, npn, pnp 접합 구조 중 적어도 어느 하나를 가질 수 있다. 또한, 상기 제1 도전형의 반도체층(30) 및 상기 제2 도전형의 반도체층(50) 내의 불순물의 도핑 농도는 균일 또는 불균일하게 형성될 수 있다. 즉, 상기 발광 구조층의 구조는 다양하게 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0146] 또한, 상기 제2 도전형의 반도체층(50)과 상기 전도성 지지기판(80) 사이에는 상기 제1 전극(60)과 적어도 일부분이 오버랩되는 위치에 전류 차단 영역(미도시)이 형성될 수 있으며, 상기 전류 차단 영역은 상기 전도성 지지기판(80)보다 전기 전도도가 낮은 물질 또는 전기 절연성 물질로 형성되거나 상기 제2 도전형의 반도체층(50)에 플라즈마 데미지를 가하여 형성될 수 있다. 상기 전류 차단 영역은 전류가 넓게 퍼져 흐르도록 하여 상기 활성층(40)의 광 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0147] 상기 발광 다이오드는 450nm 내지 480nm 대역의 파장 영역, 바람직하게 465nm의 파장영역에서 중심 파장을 갖고 반치폭이 15-40nm인 청색광을 방출하는 GaN 기반 발광 다이오드가 될 수 있다.
- [0148] 도 16 내지 도 34는 본 발명의 실시예에 따른 형광체 및 그 제조방법을 설명하는 도면이다.
- [0149] 본 발명의 실시예는 350~480nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 여기원으로 하고, 480~680nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 가시광을 방출하는 하기 화학식 1로 표시되는 SiON계 형광체를 제공한다.
- [0150] 화학식 1
- [0151] $M_aSi_bO_cN_d:Eu$
- [0152] (상기에서, M은 Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속 이온이고, $1 \leq a \leq 7$, $2 \leq b \leq 13$, $1 \leq c \leq 18$ 및 $0 < d \leq 16$ 이다.)
- [0153] 본 발명에서 개시하고 있는 SiON계 형광체는 제1 실시형태로서 $Sr_2Si_4ON_6:Eu$ 형광체, 제2 실시형태로서 $Sr_3Si_7ON_{10}:Eu$ 형광체, 제3 실시형태로서 $Sr_3Si_8ON_{12}:Eu$ 형광체, 제4 실시형태로서 $Sr_4Si_7O_3N_{10}:Eu$ 형광체, 제5 실시형태로서 $Sr_2Si_3O_2N_4:Eu$ 형광체, 및 제6 실시형태로서 $Sr_{2.6}Ba_{0.2}Si_6O_3N_8:Eu_{0.2}$ 형광체를 포함한다.
- [0154] 본 발명의 실시예에 따른 SiON계 형광체는 350~480nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 여기원으로 하고, 510nm 내지 550nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 방출하는 녹색 형광체, 550nm 내지 580nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 방출하는 황색 형광체, 또는 590nm 내지 650nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 방출하는 적색 형광체로서의 발광 스펙트럼을 충족한다.
- [0155] 따라서, 동일 조성 성분으로 이루어지더라도, 녹색, 황색, 적색의 3원색 중에서, 원하는 파장 대역에서 중심 파장을 선택적으로 발현할 수 있으며, XRD 스펙트럼 비교결과, 녹색 형광체 및 적색 형광체간의 결정구조가 현저히 상이한 형광체임을 확인함에 따라, 본 발명의 SiON계 형광체가 녹색, 황색, 적색의 3원색 중에서, 원하는 파장 대역에서 중심 파장을 선택적으로 발현할 수 있다는 것이 확인되었다[도 16 내지 도 21 참조].
- [0156] 본 발명의 실시예에 따른 형광체는 동일조성의 형광체라 하더라도 제조공정의 제어에 따라, 녹색, 황색, 적색

의 3원색 중에서, 원하는 파장 대역에서 중심 파장을 갖는 형광체로 선택적으로 제조될 수 있다.

- [0157] 예를 들어, 도 22 내지 도 24는 본 발명의 실시예에 따른 $(\text{Sr}, \text{Ba})_3\text{Si}_7\text{O}_{10}:\text{Eu}$ 의 형광체 중 알칼리 토금속염에서 알칼리 토금속간의 몰비가 $\text{Sr}_{3-n}, \text{Ba}_n$ 에서 n 이 0 내지 1일 경우, 동일한 결정구조를 갖는 고순도의 녹색 형광체 제조를 확인할 수 있다.
- [0158] 특히, 본 발명의 제5 실시형태인 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_9\text{N}_4:\text{Eu}$ 조성의 적색 형광체는 상용 형광체인 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 적색 형광체 대비 대등한 광방출특성(PL emission)을 보이고, 제6 실시형태의 $\text{Sr}_{2.6}\text{Ba}_{0.2}\text{Si}_6\text{O}_9\text{N}_8:\text{Eu}_{0.2}$ 의 녹색 형광체는 75°C 온도영역에서까지도 광 방출특성이 잘 유지되는 것을 확인할 수 있다[도 34 참조].
- [0159] 본 발명의 실시예에 따른 SiON계 형광체의 모체를 형성하기 위한 원료염으로서, 금속원소 M은 알칼리 토금속의 2가 금속이온이며, 더욱 바람직하게는 Sr, Ba 또는 Ca에서 선택되는 적어도 하나 이상을 사용하는 것이다. 이때, 금속원소 M은 각각의 수용성 금속염 또는 이들 금속을 포함하는 산화물 또는 질화물로 이루어진 군에서 선택된 단독 또는 2종 이상의 이온을 포함할 수 있다. 더욱 구체적으로, 금속원소 M의 산화물을 생성할 수 있는 화합물은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 고순도 화합물의 입수 용이성, 대기 중에서의 취급 용이성 및 가격 측면에서 유리한 알칼리 토금속류의 탄산염, 수산염, 질산염, 황산염, 초산염, 산화물, 과산화물, 수산화물 중에서 선택되는 적어도 하나 이상의 알칼리 토금속류 화합물이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 알칼리 토금속류의 탄산염, 수산염, 산화물, 수산화물이다. 특히 바람직하게는 알칼리 토금속류 화합물은 탄산염(MCO_3) 형태를 사용하는 것이다. 또한, 알칼리 토금속류 화합물의 성장 역시 특별히 한정되지 않으나, 고성능의 형광체를 제조하기 위해서는 분말상이 덩어리상보다 바람직하다.
- [0160] 알칼리 토금속류 금속화합물 이외에, 본 발명의 실시예에 따른 형광체의 원료염으로 사용되는 질화규소(Si_3N_4), 실리콘 디아미드($\text{Si}(\text{NH})_2$) 또는 산화규소(SiO_2) 원료염의 성장 역시 고성능의 형광체를 제조하기 위해서는 분말상의 성상이 바람직하다. 또한, 상기 원료염끼리의 반응성을 높이기 위해서, 소성 시, 플럭스(flux)를 첨가하여 반응시킬 수 있으며, 플럭스로는 알칼리 금속 화합물(Na_2CO_3 , NaCl , LiF) 또는 클로라이드 또는 플로라이드 계열의 할로젠 화합물(SrF_2 , CaCl_2 등) 및 인산염, 황화물 계열에서 적절히 선택하여 이용할 수 있으며, 특히, 본 발명의 실시예에서는 포스페이트 계열의 플럭스를 사용하면 현저히 좋은 효과를 관찰할 수 있었으며 산화물의 질화를 위해 황이 매우 유용하다.
- [0161] 본 발명의 실시예에서 규소 화합물은 본 발명의 실시형태의 형광체 조성물을 형성할 수 있는 규소 화합물이면, 특별히 한정되지 않으나, 고성능의 형광체를 제조하기 위한 요건으로 바람직하게는, 질화규소(Si_3N_4), 실리콘디아미드($\text{Si}(\text{NH})_2$) 또는 산화규소(SiO_2)를 사용하는 것이다.
- [0162] 본 발명의 실시예에 따른 형광체에서, 발광 중심 이온을 첨가하기 위한 원료로는 각종 희토금속이나 전이 금속, 또는 이들 화합물을 이용한다. 이러한 원소로는 원자 번호 58~60, 또는 62~71의 란타나이드나 전이 금속, 특히 Ce, Pr, Eu, Tb, Mn등이 있다.
- [0163] 이러한 원소를 포함하는 화합물로는 상기 란타나이드나 전이 금속의 산화물, 질화물, 수산화물, 탄산염, 수산염, 질산염, 황산염, 할로겐화물, 인산염 등이 있다.
- [0164] 구체적인 일례로는 탄산세륨, 산화유로퓸, 질화유로퓸, 금속테르븀, 탄산망간 등이다. 발광 중심 이온으로서, 즉, Ce^{3+} , Eu^{2+} , Tb^{3+} , Mn^{2+} 등의 이온을 많이 생성하기 위해서는 환원 분위기가 바람직하다.
- [0165] 더욱 상세하게는 본 발명에서 사용되는 Eu의 첨가량은 알칼리 토금속의 2가 금속에 대비하여 0.001 내지 0.95몰을 함유하는 것이 바람직하며, 0.001몰 미만이면, 활성화가 부족하여 바람직하지 않고, 0.95몰을 초과하면, 농도 소광(concentration quenching)이 발생하여 휘도가 감소하는 문제가 있다.
- [0166] 본 발명의 실시예는 동일조성의 형광체가 제조공정에 따라, 녹색, 황색, 적색의 3원색 중에서 원하는 파장 대역에서 중심 파장을 갖는 광을 선택 발광하는 SiON계 형광체의 제조방법을 제공한다.
- [0167] 이에, 본 발명의 실시예에 따른 형광체 제조방법에 있어서, 제1 실시형태는 1) Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속의 2가 금속이온, Si 이온, 및 Eu 이온을 포함하고 있는 금속염을 정량한 후, 혼합하여 시료를 준비하는 단계; 및
- [0168] 2) 상기 혼합된 원료염을 1300 내지 1400°C 및 환원가스 100 내지 300scm으로 제어된 환원분위기에서 열처리

하는 단계로 수행되는 것으로서, 510nm 내지 550nm의 파장 대역에서 중심 파장을 갖는 광을 방출하는 녹색 형광체 및 550nm 내지 580nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 방출하는 황색 형광체의 제조방법을 제공한다.

- [0169] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 형광체 제조방법에 있어서, 제2 실시형태는 상기 제조방법 중, 2) 단계에서 제조된 SiON계 형광체를 1450 내지 1700℃ 및 환원가스 400 내지 1000sccm로 제어된 환원분위기에서 추가 열처리함으로써, 610nm 내지 650nm의 파장 대역에서 중심 파장을 갖는 광을 방출하는 적색 형광체의 제조방법을 제공한다.
- [0170] 또는 본 발명의 실시예에 따른 제3 실시형태의 제조방법은 1) Ra, Ba, Sr, Ca, Mg 및 Be으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 1개 이상의 알칼리토금속의 2가 금속이온, Si 이온, 및 Eu 이온을 포함하고 있는 금속염을 정량한 후, 혼합하여 시료를 준비하는 단계; 및
- [0171] 2) 상기 혼합된 원료염을 1500 내지 1700℃ 및 환원가스 400 내지 1000sccm으로 제어된 환원분위기에서 열처리하는 단계로 수행하여, 590nm 내지 650nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광을 방출하는 적색 형광체의 제조방법을 제공한다.
- [0172] 일반적인 형광체 제조공정에 있어서, 소성온도는 1300℃ 내지 2000℃에서 수행되고, 형광체의 고성능화의 목적으로, 바람직하게는 1600℃ 내지 2000℃, 보다 바람직하게는 1700℃ 내지 1900℃에서 수행한다. 한편, 대량 생산의 목적으로는, 1400℃ 내지 1800℃, 보다 바람직하게는 1600℃ 내지 1700℃에서 수행한다.
- [0173] 반면에, 본 발명은 일반적인 소성을 단계별로 수행하고, 환원 가스의 유량을 제어함으로써, 결정구조가 다른 형광체를 제조할 수 있으며, 특히, 녹색, 황색 및 적색의 발광을 선택적으로 제어할 수 있는 고순도의 형광체를 제조할 수 있다.
- [0174] 즉, 본 발명의 실시예는 SiON계 형광체를 모체로 사용하되, 소성온도가 1300 내지 1400℃에서 환원 가스가 100 내지 300sccm으로 제어되면, 최적의 발색효율을 가지는 녹색 및 황색 형광체가 제조된다. 이때, 상기에서 소성온도 및 환원 가스의 유량 조건 미만이면, 반응이나 환원이 불충분하게 되어, 색순도가 저하되어 고품질의 형광체를 얻을 수 없다.
- [0175] 이어, 본 발명의 실시예는 상기 동일조성 성분의 SiON계 형광체의 녹색 및 황색 형광체를 소성온도 1500 내지 1700℃에서 환원 가스 400 내지 1000sccm 조건 하에서 다시 열처리하면, 적색 형광체를 제조할 수 있다. 즉, 공정상의 소성온도 및 환원 가스의 유량의 제어를 통해 제조된 녹색 형광체는 적색 형광체로 변환 가능하다.
- [0176] 또한, 적색 형광체를 제조하는 다른 방법으로는 원료염을 출발물질로 하여, 소성온도 1500 내지 1700℃ 및 환원 가스유량 400 내지 1000sccm으로 수행하더라도 고순도의 적색 형광체를 제조할 수 있다.
- [0177] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 형광체의 제조방법은 형광체 제조공정 상, 소성온도 및 환원 가스의 유량을 단계별 또는 개별적으로 수행하여 원하는 발광효율 및 발색의 형광체를 용이하게 제조할 수 있다.
- [0178] 이때, 본 발명은 혼합 원료염을 환원 분위기 하에서 소성하되, 질소 및 수소의 혼합가스에 의해 조성된 환원 가스 분위기 및 상압 조건에서 수행하는 것이다.
- [0179] 이때, 혼합가스는 질소 및 수소의 혼합비율이 95:5 내지 90:10로 이루어지는 것이 바람직하며, 특히 소성온도 및 혼합가스의 공급속도에 따라, 형광체의 발색 및 효율을 제어할 수 있다. 본 발명의 제조방법에서, 소성 시간은 생산성을 고려하면 30분 내지 12시간 범위 내에서 수행하는 것이 바람직하다.
- [0180] 본 발명의 실시예에 따른 형광체 제조방법에 있어서, SiON계 형광체는 Eu^{2+} 이온으로 활성화되며, Eu^{2+} 이온의 미량이 첨가되어 알칼리토금속 자리에 치환하는 구조이다. 이때, Eu^{2+} 이온을 포함하는 화합물은 0.001 내지 0.95의 몰농도로 함유된다.
- [0181] 본 발명의 실시예에 따른 형광체 제조방법에 의해 비교적 간단한 방법으로, 원하는 발광영역을 선택적으로 제어 가능한 형광체를 제조할 수 있으며, 특히, 고순도의 녹색, 황색, 적색의 3원색 중에서 어느 하나를 선택 발광하는 SiON계 형광체를 제공할 수 있다.
- [0182] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하고자 한다.
- [0183] 본 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것이며, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것

은 아니다.

- [0184] <실시예 1> $Sr_2Si_4ON_6:Eu$ 제조
- [0185] 단계 1: 녹색 형광체 제조
- [0186] Sr, Si 및 Eu의 이온을 포함하고 있는 금속염을 정량하고, 800~1200℃의 온도에서 2시간 산화 처리한 후, 볼 밀 통에 넣어 2~24 시간 동안 아세톤을 용매로 하여 볼밀링한 후 건조하였다. 이후, 1300℃의 온도에서 4~10시간 동안 수소/질소가스(95:5v/v)의 공급속도가 100~300sccm의 유량으로 제어된 환원분위기 하에서 소성하여, $Sr_2Si_4ON_6:Eu$ 형광체를 제조하였다. 이때, 상기 제조된 형광체는 도 16의 여기 스펙트럼에 도시된 바와 같이 380~470nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광에 여기되어, 도 17의 발광 스펙트럼에 도시된 바와 같이 525~545nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 가시광을 방출하고, 도 18에 도시된 XRD 스펙트럼에 도시된 바와 같은 결과를 보이는 녹색 형광체이다. 상기 녹색 형광체는 반치폭(Full width at half maximum,FWHM)이 50nm 내지 100nm인 발광 스펙트럼을 갖고, 바람직하게는 50nm 내지 80nm인 발광 스펙트럼을 갖는다.
- [0187] 단계 2: 적색 형광체 제조
- [0188] 상기 단계 1에서 제조된 $Sr_2Si_4ON_6:Eu$ 녹색 형광체를 건조한 후, 1500℃의 온도에서 4~10시간 동안 수소/질소가스(95:5v/v)의 공급속도가 400sccm이상의 유량으로 제어된 환원분위기 하에서 소성하였다.
- [0189] 상기 소성 후, 얻어진 형광체는 도 19의 여기 스펙트럼에 도시된 바와 같이 395~470nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광에 여기되어, 도 20의 발광 스펙트럼에 도시된 바와 같이 610~640nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 가시광을 방출하고, 도 21에 도시된 XRD 스펙트럼에 도시된 바와 같은 결과를 보이는 적색 형광체이다. 상기 적색 형광체는 반치폭이 70nm 내지 120nm인 발광 스펙트럼을 갖고, 바람직하게는 80nm 내지 100nm인 발광 스펙트럼을 갖는다.
- [0190] 또한, 상기 $Sr_2Si_4ON_6:Eu$ 적색 형광체의 XRD 스펙트럼 결과는, 단계 1에서 제조된 녹색 형광체의 XRD 스펙트럼 결과와 현저히 상이한 결정구조를 확인하였다. 상기 결과로부터, 본 발명은 동일 조성의 형광체라 하더라도 제조 공정상의 소성온도 조건을 단계별로 실시하고, 환원가스의 유량을 제어함에 따라, 녹색 형광체 또는 적색 형광체를 선택적으로 제조할 수 있으며, 특히, 이러한 방법을 통해 녹색 형광체는 적색 형광체로 전환 가능하다.
- [0191] 상기 실시예 1의 $Sr_2Si_4ON_6:Eu$ 형광체로 녹색 형광체, 적색 형광체 및 황색 형광체를 구현할 수 있으며, 따라서, 본 발명은 동일조성의 형광체라 하더라도 제조공정의 제어에 따라, 녹색, 황색, 적색의 3원색 중에서, 원하는 파장 대역에서 중심 파장을 가지는 SiON계 형광체를 선택적으로 제조할 수 있음을 확인하였다.
- [0192] <실시예 2> $Sr_3Si_7ON_{10}:Eu$ 제조
- [0193] 단계 1: 녹색 형광체 및 황색 형광체 제조
- [0194] Sr, Ba, Si 및 Eu의 이온을 포함하고 있는 금속염에 대하여, 알칼리 금속염에 대한 정량비를 변화하여 각각 칭량한 후, 1300℃의 온도에서 4~10시간 동안 수소/질소가스의 혼합가스(90:10v/v)를 100~300sccm의 유량으로 유지된 환원분위기하에서 소성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 $(Sr,Ba)_3Si_7ON_{10}:Eu$ 형광체를 제조하였다.
- [0195] 이때, 상기 제조된 $(Sr,Ba)_3Si_7ON_{10}:Eu$ 의 형광체에서, 도 22의 여기 스펙트럼에 도시된 바와 같이 알칼리 금속염에 따른 여기 스펙트럼의 변화를 확인하였고, 도 23의 발광 스펙트럼에 도시된 바와 같이, 녹색 형광체 및 황색 형광체가 제조되었음을 확인하였다. 또한, 도 24에 도시된 XRD 스펙트럼에 도시된 바와 같이 각 녹색 형광체 및 황색 형광체의 XRD 스펙트럼을 비교 관찰한 결과를 도시하였다.
- [0196] 상기 스펙트럼 관찰결과, $(Sr,Ba)_3Si_7ON_{10}:Eu$ 형광체에서, 알칼리 토금속간의 몰비가 Sr_{3-n}, Ba_n 에서 n이 0 내지 1일 경우, 동일한 결정구조를 갖는 고순도의 녹색 형광체가 제조됨을 확인하였고, n이 1.5 내지 2일 경우, 황색 형광체가 제조되는 것을 확인할 수 있다.

- [0197] 상기 녹색 형광체는 반치폭이 50nm 내지 80nm이고, 상기 황색 형광체는 반치폭이 60nm 내지 100nm인 발광 스펙트럼을 갖는다.
- [0198] 단계 2: 적색 형광체 제조
- [0199] 상기 단계 1에서 $(\text{Sr}, \text{Ba})_3\text{Si}_7\text{O}_{10}:\text{Eu}$ 형광체 중, 고순도의 녹색 형광체인 $\text{Sr}_3\text{Si}_7\text{O}_{10}:\text{Eu}$ 를 건조한 후, 1500°C의 온도에서 4~10시간 동안 수소/질소가스의 혼합가스(90:10v/v)를 400sccm 이상의 유량으로 유지된 환원분위기 하에서 소성한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 수행하였다.
- [0200] <실시예 3> $\text{Sr}_3\text{Si}_8\text{O}_{12}:\text{Eu}$ 제조
- [0201] 단계 1: 녹색 형광체 제조
- [0202] Sr, Si 및 Eu의 이온을 포함하고 있는 각각의 금속염을 칭량하여 원료조성물을 사용하고, 1300°C의 온도에서 10시간 동안 수소/질소가스의 혼합가스(90:10v/v)를 100~300sccm의 유량으로 유지된 환원분위기 하에서 소성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여, $\text{Sr}_3\text{Si}_8\text{O}_{12}:\text{Eu}$ 의 형광체를 제조하였다. 상기 제조된 $\text{Sr}_3\text{Si}_8\text{O}_{12}:\text{Eu}$ 의 형광체는 395~475nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 것이 여기 스펙트럼이 관찰되었으며 [미도시], 520~550nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 가시광을 방출하는 발광 스펙트럼 결과를 보임으로써 [미도시], 고순도의 녹색 형광체가 제조되었음을 확인하였다.
- [0203] 단계 2: 적색 형광체 제조
- [0204] Sr, Si 및 Eu의 이온을 포함하고 있는 각각의 금속염을 칭량하여 원료조성물을 사용하고, 1500°C의 온도에서 12시간 동안 수소/질소가스의 혼합가스(90:10v/v)를 500sccm 이상의 유량으로 유지된 환원분위기 하에서 소성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여, $\text{Sr}_3\text{Si}_8\text{O}_{12}:\text{Eu}$ 의 형광체를 제조하였다. 상기 $\text{Sr}_3\text{Si}_8\text{O}_{12}:\text{Eu}$ 의 형광체의 여기 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 통해[미도시] 고순도의 적색 형광체가 제조되었음을 확인하였다.
- [0205] <실시예 4> $\text{Sr}_4\text{Si}_7\text{O}_3\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 제조
- [0206] 단계 1: 녹색 형광체 제조
- [0207] Sr, Si 및 Eu의 이온을 포함하고 있는 각각의 금속염을 칭량하여 원료조성물을 사용하고, 1300°C의 온도에서 10시간 동안 수소/질소가스의 혼합가스(90:10v/v)를 100~300sccm의 유량으로 유지된 환원분위기 하에서 소성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 고순도의 $\text{Sr}_4\text{Si}_7\text{O}_3\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 녹색 형광체를 제조하였다.
- [0208] 단계 2: 적색 형광체 제조
- [0209] Sr, Si 및 Eu의 이온을 포함하고 있는 각각의 금속염 칭량하여 원료조성물을 사용하고, 1500°C의 온도에서 12시간 동안 수소/질소가스의 혼합가스(90:10v/v)를 500sccm 이상의 유량으로 유지된 환원분위기 하에서 소성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여, 고순도의 $\text{Sr}_4\text{Si}_7\text{O}_3\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 적색 형광체를 제조하였다.
- [0210] 도 25는 상기 실시예 3에서 제조된 $\text{Sr}_3\text{Si}_8\text{O}_{12}:\text{Eu}$ 의 녹색 형광체와, 실시예 4에서 제조된 $\text{Sr}_4\text{Si}_7\text{O}_3\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 녹색 형광체간의 XRD 스펙트럼을 통해 결정구조를 관찰한 결과이다. 상기 결과로부터, 조성이 다르더라도, 여기 및 발광 스펙트럼 상, 녹색 형광체로 관찰된 녹색 형광체의 동일한 패턴의 XRD 스펙트럼을 보이므로, 동일한 결정구조를 확인하였다.

- [0211] <실시예 5> $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 제조
- [0212] 단계 1: 녹색 형광체 제조
- [0213] SrCO_3 0.7222g, Si_3N_4 1.3817g 및 Eu_2O_3 0.0479g의 형광체 원료를 각각 정량하고, 800~1200℃의 온도에서 2시간 산화 처리한 후, 불밀 통에 넣어 15시간 동안 아세톤을 용매로 하여 불밀링한 후 건조하였다. 이후, 1300~1400℃의 온도에서 4~10시간 동안 수소/질소가스(95:5v/v)의 공급속도가 100~300sccm의 유량으로 제어된 환원분위기 하에서 소성하였다. 상기 소성시 플럭스로서, 황화물 계열 플럭스를 사용하였으며, 소성 후, 합성된 형광체 분말을 물과 함께 혼합하여 150rpm 이하에서 40분 정도 돌리고, 불밀 후 오븐에 건조하였다. 상기 건조된 형광체를 결합이나 불순물 제거를 위하여 1100℃에서 3~5시간 동안 소결하였다. 이때, 염산과 물의 비율이 2:8 이내로 혼합하여 세척하여, $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 형광체를 제조하였다.
- [0214] 이때, 상기 제조된 형광체는 380~470nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 여기 스펙트럼, 525~545nm의 파장 대역에서 중심 파장을 갖는 가시광을 방출하는 발광 스펙트럼 및 XRD 스펙트럼 결과를 통해, 녹색 형광체 제조를 확인하였다.
- [0215] 단계 2: 적색 형광체 제조
- [0216] SrCO_3 0.7222g, Si_3N_4 1.3817g 및 Eu_2O_3 0.0479g의 형광체 원료를 각각 정량하고, 800~1200℃의 온도에서 2시간 산화 처리한 후, 불밀 통에 넣어 15시간 동안 아세톤을 용매로 하여 불 밀링한 후 건조하였다. 이후, 1500℃의 온도에서 6시간 동안 수소/질소가스(95:5v/v)의 공급속도가 400sccm이상의 유량으로 제어된 환원분위기 하에서 소성하였다. 상기 소성시 플럭스로서, 황화물 계열 플럭스를 사용하였으며, 소성 후, 합성된 형광체 분말을 물과 함께 혼합하여 150rpm 이하에서 40분 정도 돌리고, 불밀 후 오븐에 건조하였다. 상기 건조된 형광체를 결합이나 불순물 제거를 위하여 1100℃에서 3~5시간 동안 소결하였다. 이때, 염산과 물의 비율이 2:8 이내로 혼합하여 세척하여, $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 형광체를 제조하였다. 상기 제조된 형광체는 도 26의 여기 스펙트럼에 도시된 바와 같이 395~470nm 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 광에 여기되어, 도 27의 발광 스펙트럼에 도시된 바와 같이 610~650nm의 파장 영역에서 중심 파장을 갖는 가시광을 방출하고, 반치폭(Full width at half maximum,FWHM)이 76.7nm의 발광 스펙트럼을 가지는 적색 형광체임을 확인하였다.
- [0217] 도 28의 XRD 스펙트럼에 도시된 바와 같이 공지된 적색 형광체인 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ 질화물계 형광체[JCPAS:85-0101]와 일치된 피크의 결정구조를 확인함으로써, 상기 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 적색 형광체의 제조를 확인하였다.
- [0218] 또한, 도 29는 상기 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 적색 형광체 분말의 표면을 주사전자현미경(SEM 모델명: 필립스 모델 515)으로 관찰한 사진으로, 상기 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_2\text{N}_4:\text{Eu}$ 적색 형광체가 20 μm 크기의 미세 입자가 고르게 분포되어 있음을 확인하였다.
- [0219] <실시예 6> $\text{Sr}_{2.6}\text{Ba}_{0.2}\text{Si}_6\text{O}_4\text{N}_8:\text{Eu}_{0.2}$ 제조
- [0220] SrCO_3 0.7222g, BaCO_3 0.1137g, Si_3N_4 1.3817g 및 Eu_2O_3 0.0479g의 형광체 원료를 각각 정량하고, 800~1200℃의 온도에서 2시간 산화 처리한 후, 불밀 통에 넣어 15시간 동안 아세톤을 용매로 하여 불 밀링한 후 건조하였다. 이후, 1350℃의 온도에서 6시간 동안 수소/질소가스(95:5v/v)의 공급속도가 100~300sccm의 유량으로 제어된 환원분위기 하에서 소성하였다. 상기 소성시 플럭스로서, 포스페이트 계열 플럭스를 사용하였으며, 소성 후, 합성된 형광체 분말을 물과 함께 혼합하여 150rpm 이하에서 40분 정도 돌리고, 불밀 후 오븐에 건조하였다.
- [0221] 상기 제조된 형광체는 도 30의 여기 스펙트럼에 도시된 바와 같이, 395~470nm 파장의 넓은 영역에 걸쳐 근자외선 영역(a)과 청색 영역(b)의 여기밴드가 관찰되며, 도 31의 발광 스펙트럼에 도시된 바와 같이, 500~580nm의 파장 대역 중, 최대흡수파장 피크가 541.5nm에서 관찰되고, 그 반치폭(FWHM) 값이 76.7nm인 녹색 형광체 제조를 확인하였다.
- [0222] 또한, 도 32에 도시된 XRD 스펙트럼에 도시된 바와 같이, $\text{Sr}_{2.6}\text{Ba}_{0.2}\text{Si}_6\text{O}_3\text{N}_8:\text{Eu}_{0.2}$ 는 공지된 녹색 형광체인

SrSi₂O₂N₂ 형광체의 결정구조와 일치함을 확인함으로써, 녹색 형광체 제조를 확인하였고, 도 33의 표면 주사전자현미경(SEM 모델명: 필립스 모델 515)결과로부터, Sr_{2.6}Ba_{0.2}Si₆O₃N₈:Eu_{0.2}의 녹색 형광체가 3~7 μ m 크기의 미세 입자가 고르게 분포된 것을 확인하였다.

[0223] <실험예 1> Sr₂Si₃O₂N₄:Eu 적색 형광체를 사용한 백색 LED의 광특성

[0224] 상기 실시예 5에서 제조된 Sr₂Si₃O₂N₄:Eu 적색 형광체를 이용한 백색 발광 소자의 광방출특성(PL emission)과 CaAlSiN:Eu²⁺ 조성으로 이루어진 상용 적색 형광체(비교예1)의 특성에 대한 비교결과를 하기 표 1에 도시하였다.

표 1

형광체	EL	CIE _x	CIE _y	색재현성(vs NTSC)		효율	Lm
				1931	1976		
비교예 1	100%	0.231	0.215	83.6	101.4	55lm/W	10.53
실시예 5	95%	0.2367	0.201	81.6	101.9	51lm/W	10.04

[0226] 그 결과, 본 발명의 Sr₂Si₃O₂N₄:Eu 적색 형광체는 상용 형광체와 대등한 광방출특성(PL emission)을 확인하였으므로 대체 사용이 가능하다.

[0227] <실험예 2> Sr_{2.6}Ba_{0.2}Si₆O₃N₈:Eu_{0.2}의 녹색 형광체의 광특성

[0228] 상기 실시예 6에서 제조된 Sr_{2.6}Ba_{0.2}Si₆O₃N₈:Eu_{0.2} 녹색 형광체에 대한 온도변화에 따른 광방출특성(PL emission)을 측정하였으며, 그 결과를 도 34에 도시하였다. 그 결과, 본 발명의 Sr_{2.6}Ba_{0.2}Si₆O₃N₈:Eu_{0.2} 녹색 형광체는 25℃ 내지 75℃의 다양한 온도 영역에서 광방출특성(PL emission)이 변화없이 유지되었다.

[0229] 상기에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 동일조성으로 이루어지되, 녹색, 황색, 적색의 3원색 중에서, 원하는 파장 대역에서 중심 파장을 갖는 광을 선택적으로 발현할 수 있는 SiON계 형광체를 제공하였다.

[0230] 또한, 본 발명의 형광체는 상용 형광체 제품 대비, 대등한 광방출 특성 뿐만 아니라, 특히, Sr_{2.6}Ba_{0.2}Si₆O₃N₈:Eu_{0.2} 녹색 형광체는 25℃ 내지 75℃의 다양한 온도 영역에서 광방출 특성이 유지되므로, 대체 사용이 가능하다.

[0231] 본 발명은 제조공정 상, 종래의 소성온도 조건을 단계별로 실시하고, 환원가스의 유량을 특정하는 방법으로, 동일조성의 형광체가 녹색, 황색, 적색의 3원색 중에서, 원하는 파장 대역에서 중심 파장을 갖는 광을 방출하는 형광체를 선택적으로 제조할 수 있는 제조방법을 제공하였다.

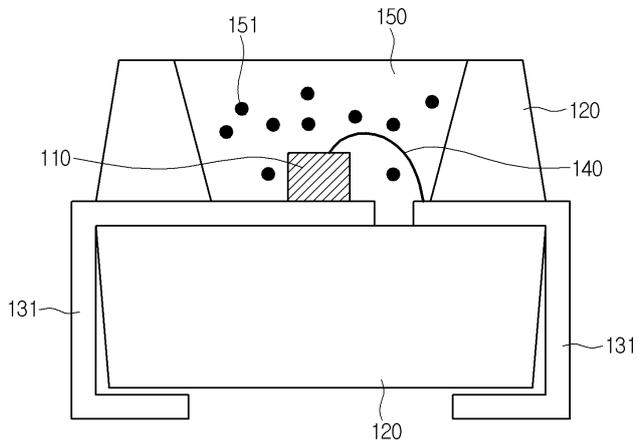
[0232] 이에, 본 발명은 실시예로서 상기 SiON계 형광체를 이용하여, 색순도가 뛰어나고 색의 연색성이 뛰어난 백색 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0233] 본 발명은 실시예로서 상기 녹색, 황색, 적색을 선택적으로 구현하는 SiON계 형광체를 이용하여, 색순도가 뛰어나고 색의 연색성이 뛰어난 백색 발광 소자를 제공한다.

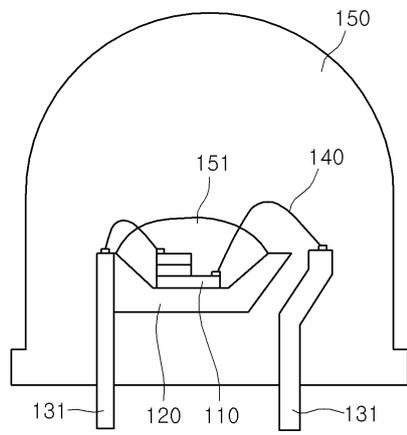
[0234] 이상에서 본 발명은 기재된 구체 예에 대해서만 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

도면

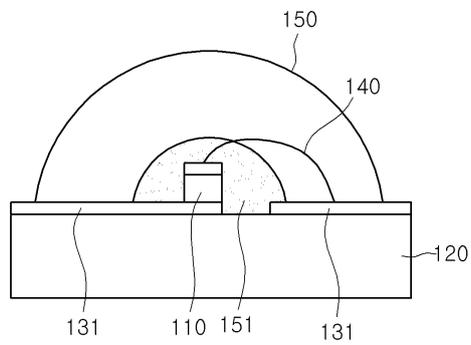
도면1



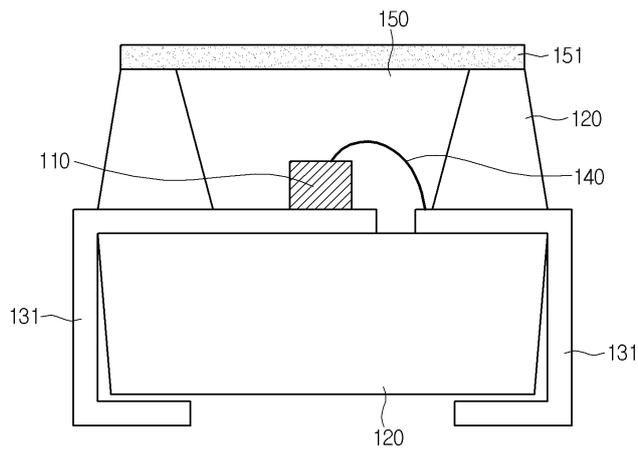
도면2



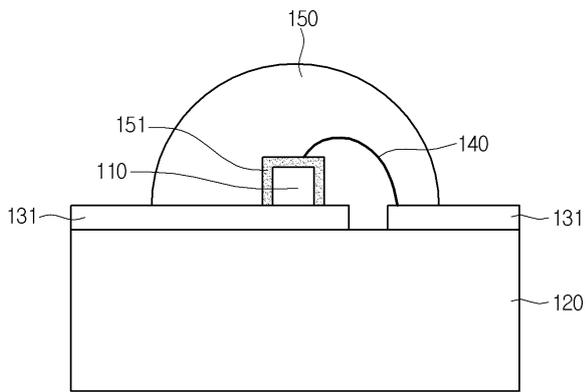
도면3



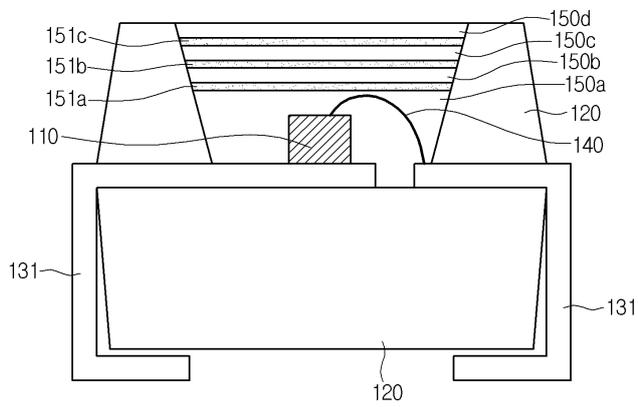
도면4



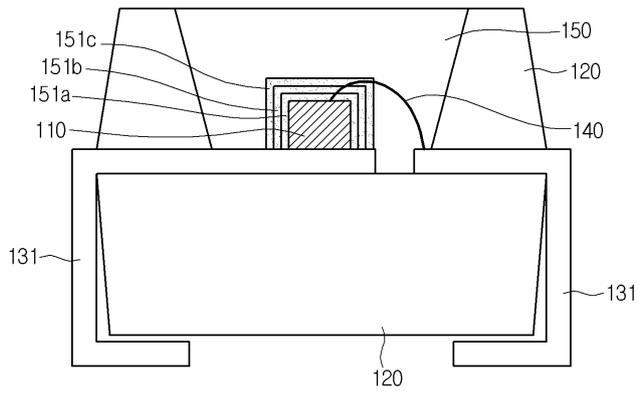
도면5



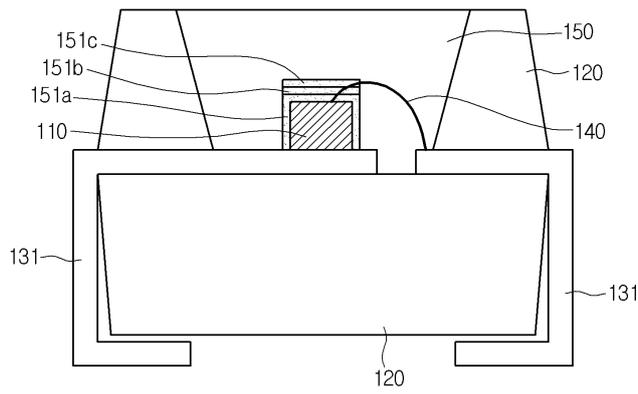
도면6



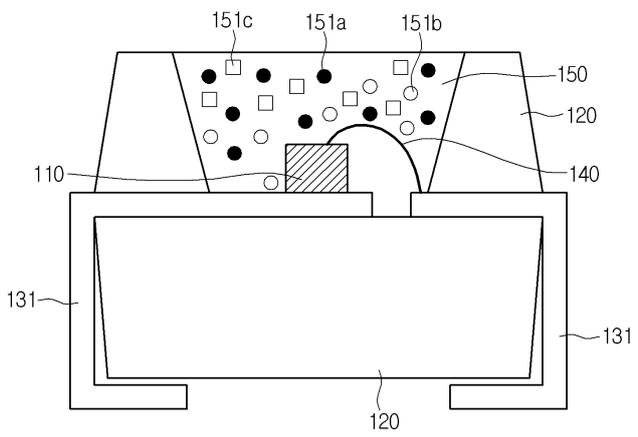
도면7



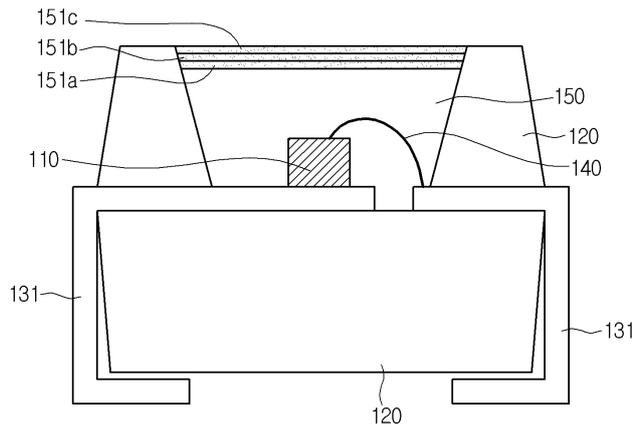
도면8



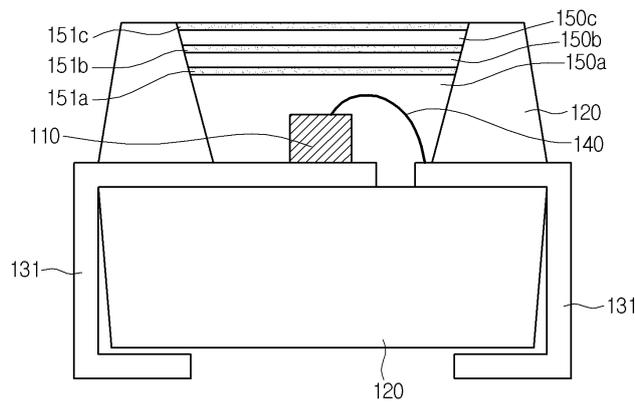
도면9



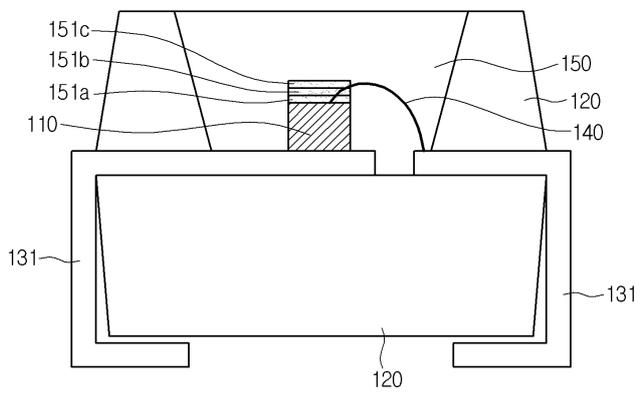
도면10



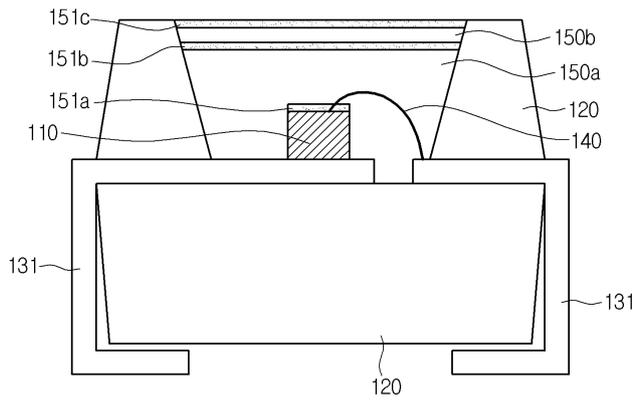
도면11



도면12

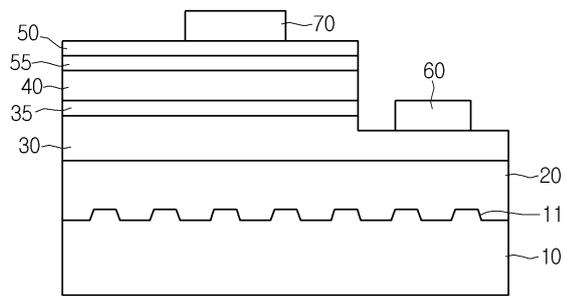


도면13

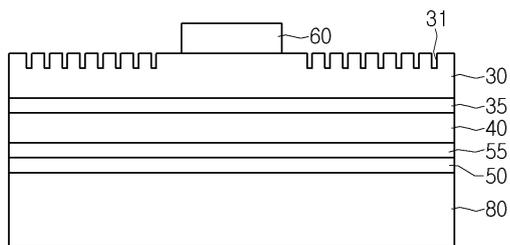


도면14

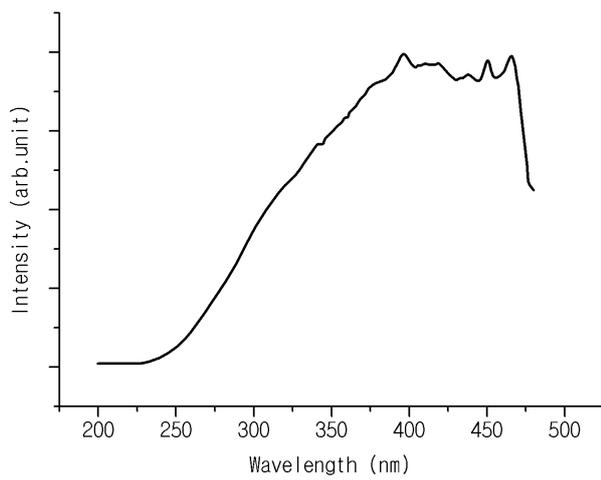
110



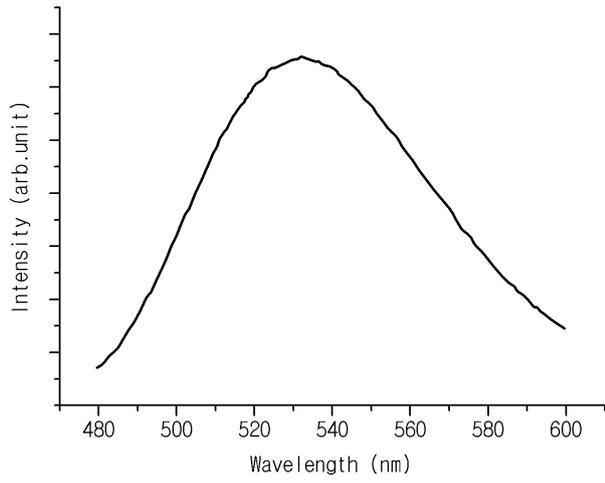
도면15



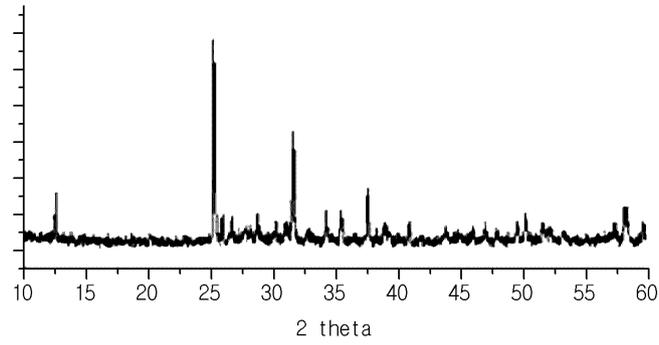
도면16



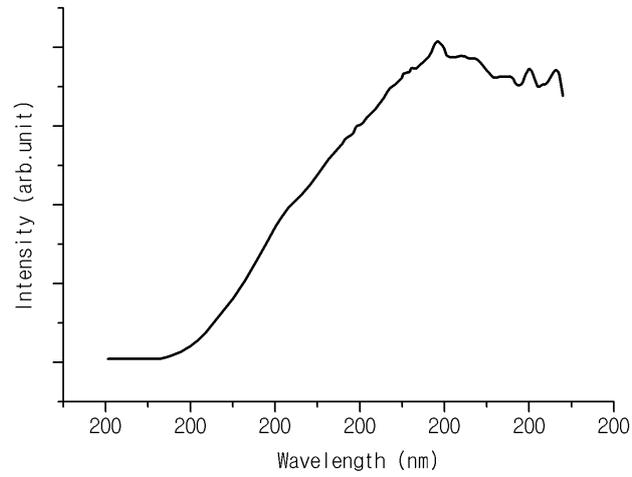
도면17



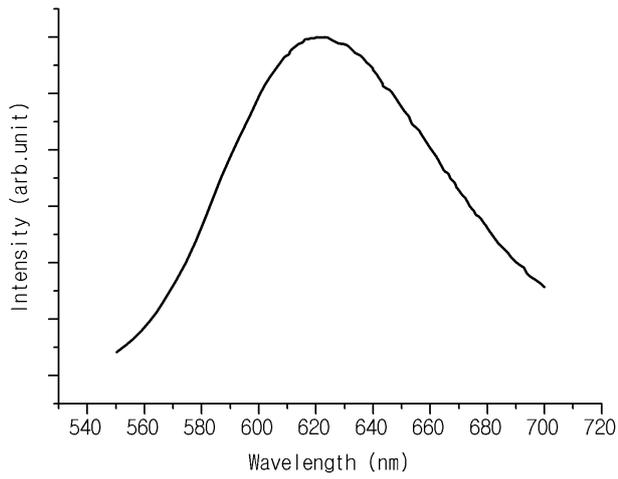
도면18



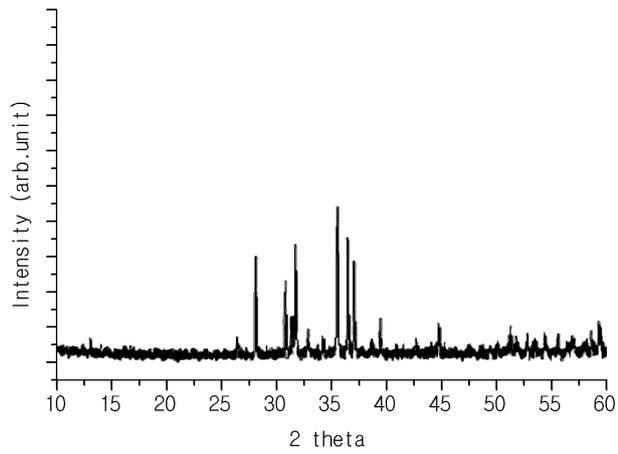
도면19



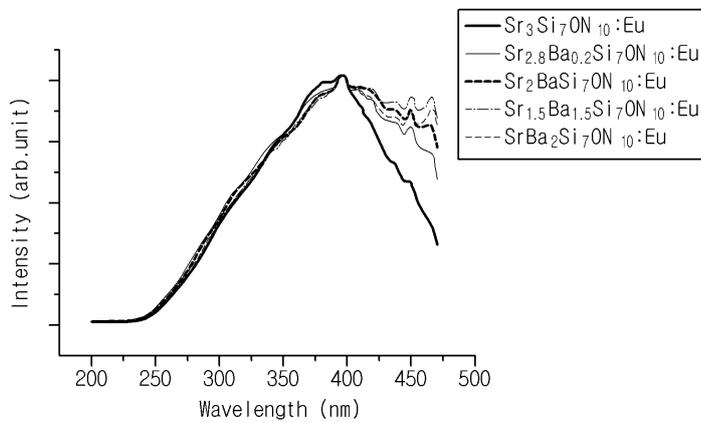
도면20



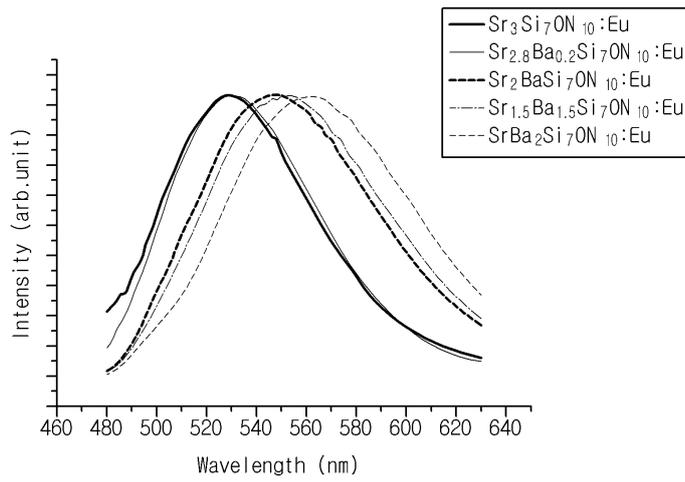
도면21



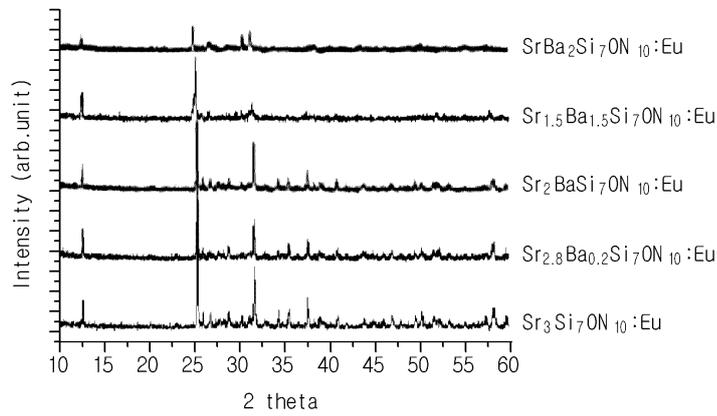
도면22



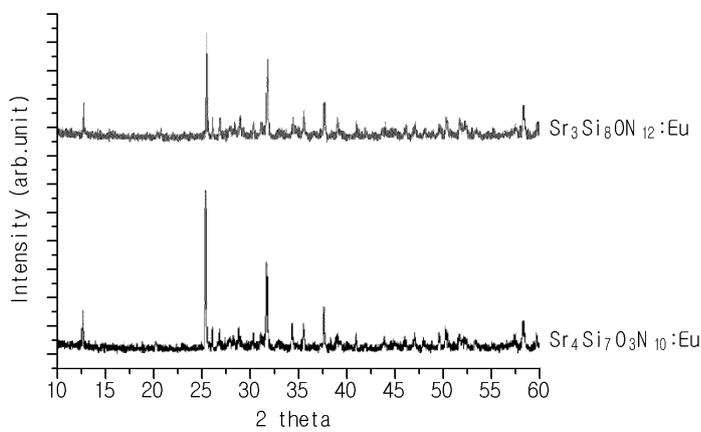
도면23



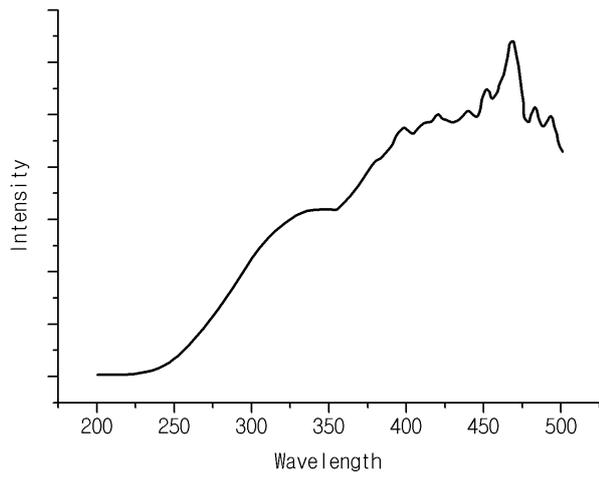
도면24



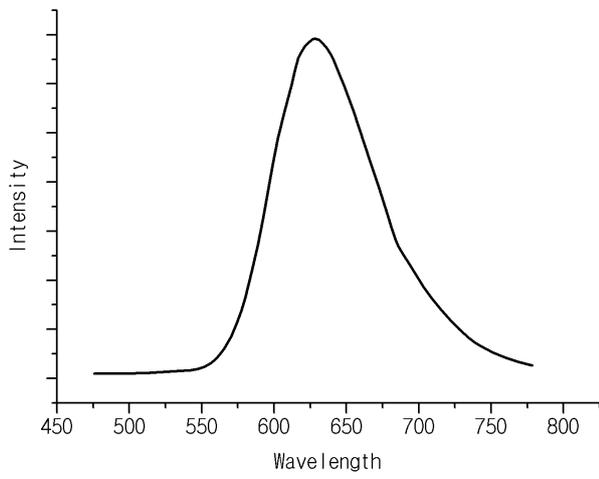
도면25



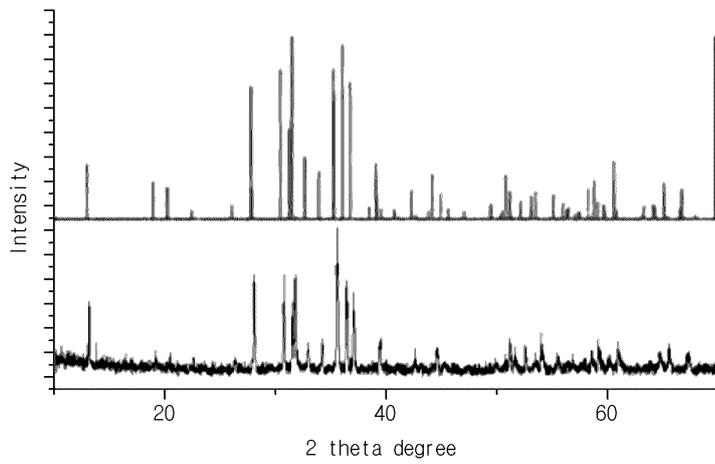
도면26



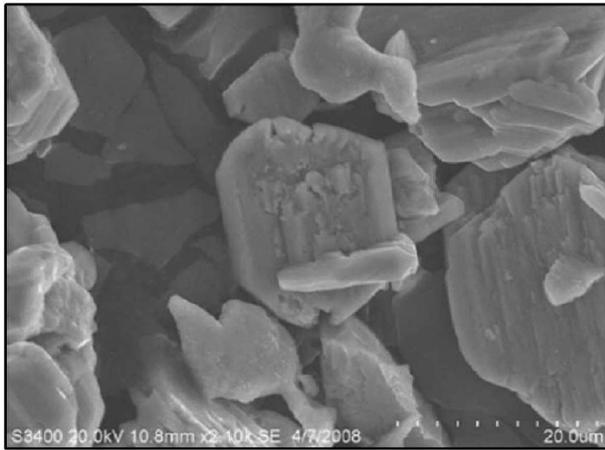
도면27



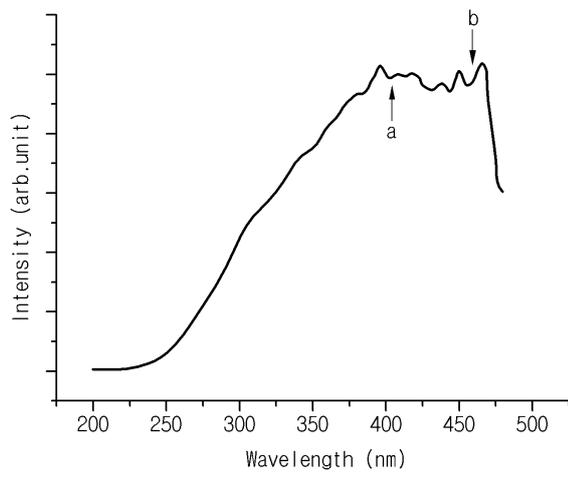
도면28



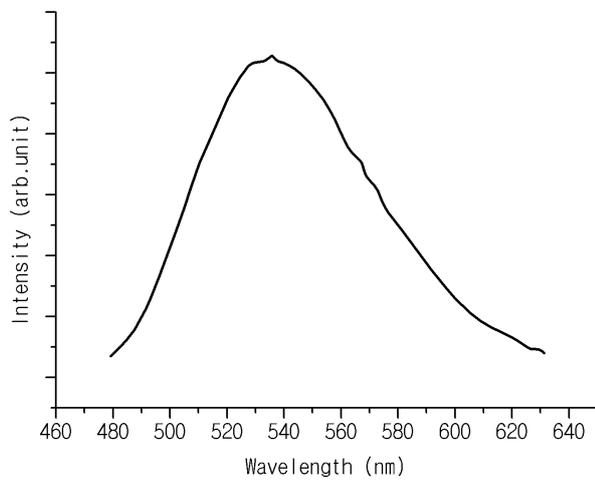
도면29



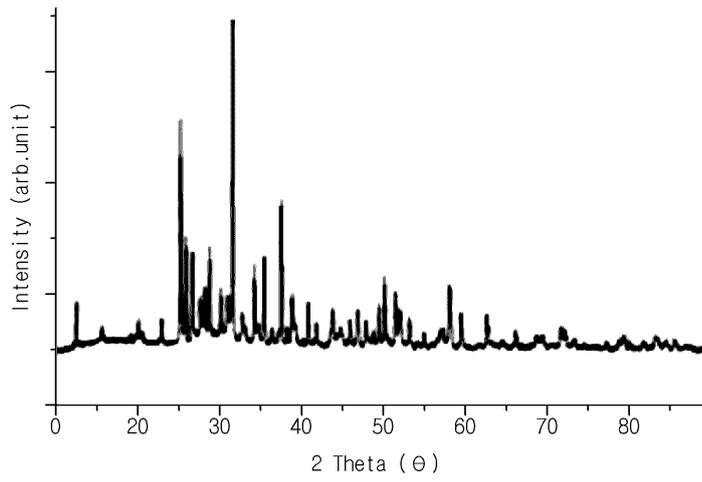
도면30



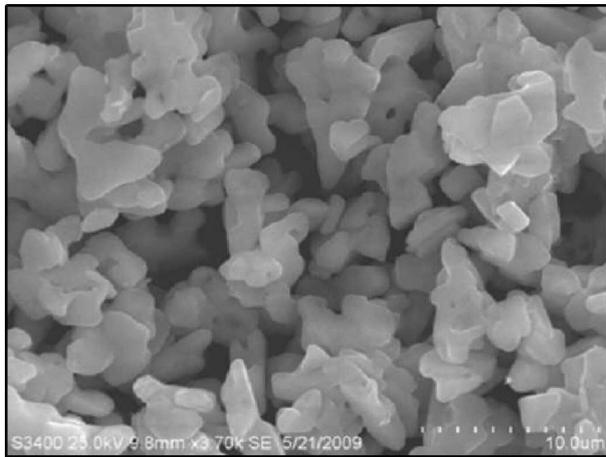
도면31



도면32



도면33



도면34

