



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월29일
(11) 등록번호 10-2070569
(24) 등록일자 2020년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/20 (2006.01) CO9K 11/08 (2006.01)
H01S 5/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G02B 5/20 (2013.01)
CO9K 11/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7026382
(22) 출원일자(국제) 2017년04월24일
심사청구일자 2018년09월12일
(85) 번역문제출일자 2018년09월12일
(65) 공개번호 10-2018-0113573
(43) 공개일자 2018년10월16일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2017/016240
(87) 국제공개번호 WO 2017/188191
국제공개일자 2017년11월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2016-087114 2016년04월25일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2004161806 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자
니뽀 도쿠슈 도교 가부시카가이사
일본 아이치켄 나고야시 미즈호쿠 다카즈지쵸 14-18
(72) 발명자
사토 유미
일본 미야기켄 센다이시 이즈미쿠 아케도리 3쵸메 24방 1고 가부시카가이사 엔티케이 세라텍쿠 나이 츠다이 요시후미
일본 미야기켄 센다이시 이즈미쿠 아케도리 3쵸메 24방 1고 가부시카가이사 엔티케이 세라텍쿠 나이 (뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

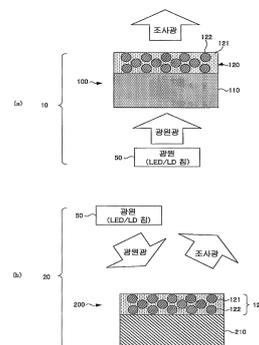
심사관 : 경천수

(54) 발명의 명칭 파장 변환 부재, 그 제조 방법 및 발광 장치

(57) 요약

대입경의 형광체 입자에 의한 광의 변환 효율을 저하시키지 않고, 공극을 감소시켜, 광원광의 투과를 억제할 수 있는 파장 변환 부재 및 발광 장치를 제공한다. 특정 범위의 파장의 광을 다른 파장의 광으로 변환시키는 파장 변환 부재 (100)로서, 무기 재료로 이루어지는 기재 (110)와, 기재 (110)에 접합되고, 흡수광에 대하여 변환광을 발하는 형광체 입자 (122)와 형광체 입자 (122)끼리를 결합시키는 투광성 세라믹스 (121)로 이루어지는 형광체층 (120)을 구비하고, 형광체 입자 (122)는, 소정의 입자경의 분포를 갖는 2종류의 입자를 포함하고, 2종류의 입자 중, 평균 입자경이 큰 대입자의 평균 입자경과 평균 입자경이 작은 소입자의 평균 입자경의 비가 2 ~ 4 이고, 대입자의 체적과 소입자의 체적의 비가 5.7 이하이다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01S 5/005 (2013.01)

(72) 발명자

아베 다카시

일본 미야기켄 센다이시 이즈미쿠 아케도리 3쵸메
24방 1고 가부시키키가이샤 엔티케이 세라텍쿠 나이

사토 유타카

일본 미야기켄 센다이시 이즈미쿠 아케도리 3쵸메
24방 1고 가부시키키가이샤 엔티케이 세라텍쿠 나이

(56) 선행기술조사문헌

JP2015119172 A*

JP11040858 A

JP2009010315 A

KR1020050113226 A

KR1020080087049 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

특정 범위의 파장의 광을 다른 파장의 광으로 변환시키는 파장 변환 부재로서,

사파이어 또는 알루미늄 중 어느 하나로 이루어지는 기재와,

상기 기재에 접합되고, 흡수광에 대하여 변환광을 발하는 형광체 입자와 상기 형광체 입자끼리를 결합시키는 투광성 세라믹스로 이루어지는 형광체층을 구비하고,

상기 형광체 입자는, 소정의 입자경의 분포를 갖는 2 종류의 입자를 포함하고,

상기 2 종류의 입자 중, 평균 입자경이 큰 대입자의 평균 입자경과 평균 입자경이 작은 소입자의 평균 입자경의 비가 2 ~ 4 이고,

상기 대입자의 체적과 상기 소입자의 체적의 체적비가 5.7 이하이고,

상기 대입자의 평균 입자경은, 10 ~ 20 μm 이고,

상기 소입자의 평균 입자경은, 4.5 ~ 10 μm 인 것을 특징으로 하는 파장 변환 부재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 대입자의 체적과 상기 소입자의 체적의 비는, 4 이하인 것을 특징으로 하는 파장 변환 부재.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 대입자의 체적과 상기 소입자의 체적의 비는, 1.5 이상인 것을 특징으로 하는 파장 변환 부재.

청구항 4

특정 범위의 파장의 광원광을 발생시키는 광원과,

상기 광원광을 흡수하고, 다른 파장의 광으로 변환시켜 발광하는 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 파장 변환 부재를 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 장치.

청구항 5

특정 범위의 파장의 광을 다른 파장의 광으로 변환시키는 파장 변환 부재의 제조 방법으로서,

평균 입자경이 상이한 형광체 입자를 준비하고, 상기 형광체 입자의 각각을 소정의 비율로 함유하는 페이스트를 평균 입자경이 상이한 형광체 입자마다 제조하는 공정과,

상기 페이스트를 기재에 도포하는 공정과,

상기 페이스트가 도포된 기재를 열처리하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 파장 변환 부재의 제조 방법.

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술분야

본 발명은, 특정 범위의 파장의 광을 다른 파장의 광으로 변환시키는 파장 변환 부재, 그 제조 방법 및 발광 장

치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 발광 소자로서, 예를 들어 청색 LED 소자에 접촉하도록 에폭시나 실리콘 등으로 대표되는 수지에 형광체 입자를 분산시킨 파장 변환 부재를 배치한 것이 알려져 있다. 그리고, 최근에는, LED 대신에, 에너지 효율이 높고, 소형화, 고출력화에 대응하기 쉬운, 레이저 다이오드 (LD) 가 사용된 어플리케이션이 증가해 왔다.
- [0003] 레이저는 국소적으로 높은 에너지의 광을 조사하기 때문에, 집중적으로 레이저 광이 조사된 수지는, 그 조사 지점이 타서 높다. 이에 대하여, 파장 변환 부재를 구성하는 수지 대신에 무기 바인더를 사용하여, 무기 재료만으로 형성된 파장 변환 부재를 사용하는 것이 알려져 있다 (특허문헌 1 ~ 6).
- [0004] 한편, 구조용 재료에 대해, 충전의 균일성 및 충전율을 높이기 위해 2 입도의 세라믹스 입자를 조합하는 기술도 개시되어 있다 (특허문헌 7). 특허문헌 7 에는, 금속-세라믹스 복합 재료의 프리폼을, 미립의 평균 입径의 비를 6 ~ 20 으로 조정한 2 입도의 세라믹스 입자로 구성하는 것이 바람직함이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2015-90887호
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2015-38960호
- (특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2015-65425호
- (특허문헌 0004) 일본 공개특허공보 2014-241431호
- (특허문헌 0005) 일본 공개특허공보 2015-119172호
- (특허문헌 0006) 일본 공개특허공보 2015-138839호
- (특허문헌 0007) 일본 공개특허공보 2011-137186호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 상기와 같은 파장 변환 부재를 사용한 발광 장치로서, 레이저 다이오드 (LD) 를 사용한 어플리케이션이 증가해 왔다. 이와 같은 무기 재료만으로 형성된 파장 변환 부재에 대해, 형광체층이 대입径의 형광체 입자로 형성되어 있는 경우, 파장의 변환 효율은 향상된다. 그러나, 발열을 억제하기 위해 입자경에 대한 막두께의 비를 작게 하면 입자 간의 공극 부분이 많아, 여기광의 투과가 발생하기 쉽다. 특히 형광만을 많이 추출하는 용도에 대해서는 광원광의 투과를 억제할 필요가 있다.
- [0007] 본 발명은, 이와 같은 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 대입径의 형광체 입자에 의한 광의 변환 효율을 저하시키지 않고, 공극을 감소시켜, 광원광의 투과를 억제할 수 있는 파장 변환 부재, 그 제조 방법 및 발광 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] (1) 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 파장 변환 부재는, 특정 범위의 파장의 광을 다른 파장의 광으로 변환시키는 파장 변환 부재로서, 무기 재료로 이루어지는 기재와, 상기 기재에 접합되고, 흡수광에 대하여 변환광을 발하는 형광체 입자와 상기 형광체 입자끼리를 결합시키는 투광성 세라믹스로 이루어지는 형광체층을 구비하고, 상기 형광체 입자는, 소정의 입자경의 분포를 갖는 2 종류의 입자를 포함하고, 상기 2 종류의 입자 중, 평균 입자경이 큰 대입자의 평균 입자경과 평균 입자경이 작은 소입자의 평균 입자경의 비가 2 ~ 4 이고, 상기 대입자의 체적과 상기 소입자의 체적의 비가 5.7 이하인 것을 특징으로 하고 있다.
- [0009] 이로써, 대입자에 의한 광의 변환 효율을 저하시키지 않고, 공극을 감소시켜, 광원광의 투과를 억제할 수 있다.

또, 광원광의 레이저 파워 밀도가 커도 축열에 의한 급격한 소광을 억제할 수 있다.

- [0010] (2) 또, 본 발명의 파장 변환 부재는, 상기 대입자의 체적과 상기 소입자의 체적의 비는, 4 이하인 것을 특징으로 하고 있다. 이로써, 더욱 효율적으로 광원광의 투과를 억제할 수 있다.
- [0011] (3) 또, 본 발명의 파장 변환 부재는, 상기 대입자의 체적과 상기 소입자의 체적의 비는, 1.5 이상인 것을 특징으로 하고 있다. 이로써, 대입경의 형광 강도를 유지시킬 수 있고, 또한 입자 간의 계면을 감소시켜 열저항을 작게 하여, 소광을 억제할 수 있다.
- [0012] (4) 또, 본 발명의 파장 변환 부재는, 상기 대입자의 평균 입자경은, 10 ~ 20 μm 이고, 상기 소입자의 평균 입자경은, 2.5 ~ 10 μm 인 것을 특징으로 하고 있다. 이로써, 발광 장치용으로 적합한 파장 변환 부재를 구성할 수 있다.
- [0013] (5) 또, 본 발명의 발광 장치는, 특정 범위의 파장의 광원광을 발생시키는 광원과, 상기 광원광을 흡수하고, 다른 파장의 광으로 변환시켜 발광하는 (1) 내지 (4) 중 어느 하나에 기재된 파장 변환 부재를 구비하는 것을 특징으로 하고 있다. 이로써, 광원광의 투과를 방지하여 형광을 많이 추출하고, 또한 레이저 파워 밀도가 커도 축열에 의한 급격한 소광이 잘 발생하지 않는 발광 장치를 실현할 수 있다.
- [0014] (6) 또, 본 발명의 파장 변환 부재의 제조 방법은, 특정 범위의 파장의 광을 다른 파장의 광으로 변환시키는 파장 변환 부재의 제조 방법으로서, 평균 입자경이 상이한 형광체 입자를 준비하고, 상기 형광체 입자의 각각을 소정의 비율로 함유하는 페이스트를 제조하는 공정과, 상기 페이스트를 기재에 도포하는 공정과, 상기 페이스트가 도포된 기재를 열처리하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하고 있다. 이로써, 대입경의 형광체 입자에 의한 광의 변환 효율을 저하시키지 않고, 공극을 감소시켜, 광원광의 투과를 억제할 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 의하면, 대입경의 형광체 입자에 의한 광의 변환 효율을 저하시키지 않고, 공극을 감소시켜, 광원광의 투과를 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1 의 (a), (b) 는 각각 본 발명의 투과형 및 반사형의 발광 장치를 나타내는 모식도이다.
- 도 2 의 (a) ~ (c) 는 각각 본 발명의 파장 변환 부재의 제조 공정을 나타내는 설명도이다.
- 도 3 은 파장 변환 부재에 대한 투과형의 평가 시스템을 나타내는 설명도이다.
- 도 4 는 레이저 파워 밀도에 대한 투과한 광원광의 발광 강도를 나타내는 그래프이다.
- 도 5 의 (a) ~ (c) 는 각각 파장 변환 부재의 부분적인 단면을 나타내는 SEM 사진이다.
- 도 6 의 (a), (b) 는 각각 레이저 파워 밀도 40 W/mm² 일 때의 파장에 대한 발광 강도를 나타내는 그래프 및 그 확대된 그래프이다.
- 도 7 은 레이저 파워 밀도에 대한 형광의 발광 강도를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 다음으로, 본 발명의 실시형태에 대해, 도면을 참조하면서 설명한다. 설명의 이해를 용이하게 하기 위해, 각 도면에 있어서 동일한 구성 요소에 대해서는 동일한 참조 번호를 부여하고, 중복되는 설명은 생략한다. 또한, 구성도에 있어서, 각 구성 요소의 크기는 개념적으로 나타낸 것으로서, 반드시 실제의 치수 비율을 나타내는 것은 아니다.
- [0018] [투과형의 발광 장치의 구성]
- [0019] 도 1(a) 는 투과형의 발광 장치를 나타내는 모식도이다. 도 1 에 나타내는 바와 같이, 발광 장치 (10) 는, 광원 (50) 및 파장 변환 부재 (100) 를 구비하고, 파장 변환 부재 (100) 를 투과한 광원광 및 파장 변환 부재 (100) 내에서 광원광에 의한 여기로 발생한 광을 합하여 조사광을 방사하고 있다. 조사광은 예를 들어 백색광으로 할 수 있다.
- [0020] 광원 (50) 에는, LED (Light Emitting Diode) 또는 LD (Laser Diode) 의 칩을 사용할 수 있다. LED 는, 발

광 장치 (10) 의 설계에 따라 특정 범위의 파장을 갖는 광원광 (여기광) 을 발생시킨다. 예를 들어, LED 는 청색광을 발생시킨다. 또, LD 를 사용한 경우에는 파장이나 위상의 편차가 적은 코히어런트 광을 발생시킬 수 있다. 또한, 광원 (50) 은, 이것들에 한정되지 않으며, 가시광 이외를 발생시키는 것이어도 되는데, 자외광, 자색광, 청색광, 또는 녹색광을 발생시키는 것이 바람직하다. 이와 같은 발광 장치 (10) 는, 예를 들어 공장, 구장이나 미술관 등의 높은 곳에서 광범위를 비추는 공공 시설의 조명, 또는 자동차의 헤드 램프 등의 장거리를 비추는 조명에 응용하면 높은 효과를 기대할 수 있다.

[0021] [투과형의 파장 변환 부재의 구성]

[0022] 파장 변환 부재 (100) 는, 기재 (110) 및 형광체층 (120) 을 구비하고, 판상으로 형성되고, 광원광을 투과시키면서, 광원광에 의해 여기되어 파장이 상이한 광을 발생시킨다. 예를 들어, 청색광의 광원광을 투과시키면서, 형광체층에서 변환된 녹색과 적색이나 황색의 형광을 투과시켜 방사할 수 있다. 기재 (110) 는, 판상으로 형성되며, 예를 들어, 광원광을 투과시키는 유리나 사파이어 등의 무기 재료로 구성할 수 있다. 기재 (110) 는, 높은 열전도성을 갖는 사파이어로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0023] (형광체층)

[0024] 형광체층 (120) 은, 기재 (110) 상에 막으로서 형성되고, 형광체 입자 (122) 와 투광성 세라믹스 (121) 로 형성되어 있다. 투광성 세라믹스 (121) 는, 형광체 입자 (122) 끼리를 결합시킴과 함께 기재 (110) 와 형광체 입자 (122) 를 결합시키고 있다. 이로써, 높은 에너지 밀도의 광의 조사에 대하여, 조사층의 열이 발생하기 쉬운 부분이, 방열재로서 기능하는 기재 (110) 와 접합하고 있기 때문에 효율적으로 방열할 수 있어, 형광체의 온도 소광을 억제할 수 있다. 투과형에 있어서, 형광체층 (120) 의 막두께는, 2 ~ 400 μm 이면 되며, 30 ~ 80 μm 인 것이 바람직하다.

[0025] 기재 (110) 와의 계면 및 그 근방에서 투광성 세라믹스 성분이 형광체 입자 간의 간극을 메우는 구조로 되어 있다. 이로써, 기재 (110) 로의 방열 경로가 확보되어, 방열 기능이 높아진다.

[0026] 투광성 세라믹스 (121) 는, 형광체 입자 (122) 를 유지하기 위한 무기 바인더이며, 예를 들어 실리카 (SiO_2), 인산알루미늄으로 구성된다. 형광체 입자 (122) 에는, 예를 들어 이트륨·알루미늄·가닛계 형광체 (YAG 계 형광체) 및 루테튬·알루미늄·가닛계 형광체 (LAG 계 형광체) 를 사용할 수 있다.

[0027] 그 밖에, 형광체 입자 (122) 는, 발광시키는 색의 설계에 따라 이하와 같은 재료에서 선택할 수 있다. 예를 들어, $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}$, $\text{ZnS} : \text{Ag,Cl}$, $\text{BaAl}_2\text{S}_4 : \text{Eu}$ 혹은 $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6 : \text{Eu}$ 등의 청색계 형광체, $\text{Zn}_2\text{SiO}_4 : \text{Mn}$, $(\text{Y,Gd})\text{BO}_3 : \text{Tb}$, $\text{ZnS} : \text{Cu,Al}$, $(\text{M1})_2\text{SiO}_4 : \text{Eu}$, $(\text{M1})(\text{M2})_2\text{S} : \text{Eu}$, $(\text{M3})_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$, $\text{SiAlON} : \text{Eu}$, $\text{CaSiAlON} : \text{Eu}$, $(\text{M1})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N} : \text{Eu}$ 혹은 $(\text{Ba,Sr,Mg})_2\text{SiO}_4 : \text{Eu,Mn}$ 등의 황색 또는 녹색계 형광체, $(\text{M1})_3\text{SiO}_5 : \text{Eu}$ 혹은 $(\text{M1})\text{S} : \text{Eu}$ 등의 황색, 등색 또는 적색계 형광체, $(\text{Y,Gd})\text{BO}_3 : \text{Eu}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}$, $(\text{M1})_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$, $(\text{M1})\text{AlSiN}_3 : \text{Eu}$ 혹은 $\text{YPVO}_4 : \text{Eu}$ 등의 적색계 형광체를 들 수 있다. 또한, 상기 화학식에 있어서, M1 은 Ba, Ca, Sr 및 Mg 로 이루어지는 군 중 적어도 1 개가 포함되고, M2 는 Ga 및 Al 중 적어도 1 개가 포함되고, M3 은 Y, Gd, Lu 및 Te 로 이루어지는 군 중 적어도 1 개가 포함된다. 또한, 상기 형광체 입자 (122) 는 일례로서, 파장 변환 부재 (100) 에 사용되는 형광체 입자 (122) 가 반드시 상기에 한정되는 것은 아니다.

[0028] 형광체 입자 (122) 는, 소정의 입자경의 분포를 갖는 2 종류의 입자를 포함하고 있다. 요컨대, 입자경의 분포가 각각에서 상이한 형광체 입자를 2 종류 포함하고 있다. 소정의 입자경의 분포란, 예를 들어 정규 분포, 가우스 분포와 같이 1 개의 피크를 갖는 분포이다. 2 종류의 입자에는, 평균 입자경이 큰 대입자 및 평균 입자경이 작은 소입자가 포함되며, 이들 2 입도의 입자에 의해 전체의 70 체적% 이상이 차지되고 있다.

[0029] 그리고, 대입자의 평균 입자경과 소입자의 평균 입자경의 비가 2 ~ 4 이고, 대입자의 체적과 소입자의 체적의 비가 5.7 이하이다. 이와 같이 대입자에 대하여, 소입자가 8.5 : 1.5 의 비율 이상이 되도록 혼합됨으로써, 대입자에 의한 광의 변환 효율을 저하시키지 않고, 공극을 감소시켜, 광원광의 투과를 억제할 수 있다. 또, 레이저 파워 밀도가 큰 광원광을 입사시켜도 축열에 의한 급격한 소광을 억제할 수 있다.

[0030] 구체적으로는, 대입자의 평균 입자경은 10 ~ 20 μm 이고, 소입자의 평균 입자경은 2.5 ~ 10 μm 인 것이 바람직하다. 이로써, 발광 장치 (10) 용으로 적합한 파장 변환 부재 (100) 를 구성할 수 있다. 평균 입자경은, 연마 단면의 SEM 이미지로부터 전체 입자의 입자경을 측정하고, 입도 분포의 도수 데이터를 작성하여 산출할 수 있다. 2 입도로 나뉘어져 있는 경우에도 피크 2 점의 입자경을 각 평균 입자경으로서 얻을 수 있고,

피크가 중첩되는 경우에도, 피크의 솔더로부터 계산(概算)의 평균 입자경을 산출할 수 있다.

- [0031] 대입자의 체적과 소입자의 체적의 비는, 5.7 이하인 것이 바람직하다. 즉, 대입자에 대하여, 소입자가 체적 비로 8.5 : 1.5의 비율 이상이 되도록 혼합됨으로써 공극을 줄여, 더욱 효율적으로 광원광의 투과를 억제할 수 있다.
- [0032] 한편, 너무 지나치게 소입자가 많아지면 입자 간의 계면이 많아져 열저항이 높아진다. 그리고, 낮은 파워 밀도의 레이저 조사에서도 축열이 발생한다. 그 때문에, 대입자의 체적과 소입자의 체적의 비는, 1.5 이상인 것이 바람직하다. 즉, 대입자에 대하여, 소입자가 체적비로 6 : 4의 비율 이하가 되도록 혼합됨으로써, 입자 간의 계면을 감소시켜 열저항을 작게 하여, 소광을 억제할 수 있다.
- [0033] 평균 입자경의 입도 분포의 데이터를 사용하여, 그 입도 분포가 대칭인 정규 분포, 또한 입자가 진구인 것으로 가정하고, 그 최빈값(평균값 또는 중앙값이어도 된다)의 도수비를 산출한다. 또한 평균 입자경을 각 입자의 직경으로 하여, 그 입자 1개의 체적을 계산하고, 그 체적에 각각의 도수비를 곱함으로써 체적비를 산출할 수 있다.
- [0034] 이와 같이 2개의 입자경의 분포를 갖는 형광체 입자를 일정한 비율로 혼합하고, 대입자의 입자 간의 공극에 소입자를 들어가게 함으로써, 광원광의 투과를 억제하고, 또한 형광체층의 공극 부분을 줄여, 방열 경로를 확보할 수 있다.
- [0035] [반사형의 발광 장치의 구성]
- [0036] 도 1(b)는 반사형의 발광 장치(20)를 나타내는 모식도이다. 도 1(b)에 나타내는 바와 같이, 발광 장치(20)는, 광원(50) 및 파장 변환 부재(200)를 구비하며, 예를 들어 파장 변환 부재(200)에서 반사된 광원광 및 파장 변환 부재(200)내에서 광원광의 파장을 변환시킨 광을 합하여 백색광과 같은 조사광을 방사시킬 수 있다.
- [0037] 파장 변환 부재(200)는, 기재(210) 및 형광체층(120)을 구비하고, 판상으로 형성되고, 광원광을 기재(210)에서 반사시키면서, 광원광에 여기되어 파장이 상이한 광을 발생시킨다. 기재(210)는, 판상으로 형성되며, 예를 들어, 광원광을 반사시키는 무기 재료로 구성할 수 있다. 기재(210)는, 알루미늄으로 이루어지는 것이 바람직하다. 높은 열전도성을 갖는 기재(210)를 채용함으로써, 형광체층(120)의 축열을 억제하여, 형광체 입자의 온도 상승을 억제할 수 있어, 온도 소광을 방지할 수 있다. 이와 같이 발광 장치(20)라도 동일하게 고출력으로 계속해서 발광시켜도 형광 성능의 저하를 방지할 수 있다. 반사율을 보다 높이기 위해, 기재의 표면에는 Ag막이 형성되어 있는 것이 바람직하다. 반사형에 있어서, 형광체층(120)의 막두께는, 2 ~ 400 μm 이면 되며, 20 ~ 80 μm 인 것이 바람직하다.
- [0038] [파장 변환 부재의 제조 방법]
- [0039] 도 2의 (a) ~ (c)는 각각 본 발명의 파장 변환 부재의 제조 공정을 나타내는 설명도이다. 먼저, 형광체 입자, 무기 바인더, 분산매를 준비한다. 형광체 입자에는, 예를 들어 YAG, LAG 등의 입자를 사용할 수 있다. 광원광에 대하여 얻고자 하는 조사광에 따라 형광체 입자의 종류나 양을 조정한다. 예를 들어, 청색광에 대하여 백색광을 얻고자 하는 경우에는, 청색광에 의한 여기로 녹색광 및 적색광 또는 황색광을 방사하는 형광체 입자를 각각 적당량 선택한다.
- [0040] 바람직한 무기 바인더로서, 예를 들어 에탄올에 실리콘의 전구체를 용해시켜 얻어진 에틸실리케이트를 사용할 수 있다. 그 밖에, 무기 바인더는, 가수 분해 혹은 산화에 의해 산화규소가 되는 산화규소 전구체, 규산 화합물, 실리카, 및 아모르퍼스 실리카로 이루어지는 군 중 적어도 1종을 함유하는 원료를, 상온에서 반응시키거나, 또는 500 °C 이하의 온도에서 열처리함으로써 얻어진 것이어도 된다. 산화규소 전구체로는, 예를 들어, 퍼하이드로폴리실라잔, 에틸실리케이트, 메틸실리케이트를 주성분으로 한 것을 들 수 있다. 또, 분산매로는, 부탄올, 이소포론, 테르피네올, 글리세린 등의 고비점 용제를 사용할 수 있다.
- [0041] 도 2(a)에 나타내는 바와 같이, 이들 무기 바인더, 분산매, 대소 2종의 형광체 입자를 혼합하여 페이스트(잉크)(410)를 제조한다. 혼합에는 볼 밀 등을 사용할 수 있다. 한편으로, 무기 재료의 기재를 준비한다. 기재에는, 유리, 사파이어를 사용할 수 있다. 기재는 판상인 것이 바람직하다.
- [0042] 다음으로, 도 2(b)에 나타내는 바와 같이, 스크린 인쇄법을 사용하여, 얻어진 페이스트(410)를 평균 입자경에 대하여 상기의 막두께가 되도록 기재(110)에 도포한다. 스크린 인쇄는, 페이스트(410)를 잉크 스위치(510)로, 프레임에 처진 실크 스크린(520)에 가압하여 실시할 수 있다. 스크린 인쇄법 이외에, 스프

레이법, 디스펜서에 의한 묘화법, 잉크젯법을 들 수 있지만, 얇은 두께의 형광체층을 안정적으로 형성하기 위해서는 스크린 인쇄법이 바람직하다.

[0043] 그리고, 도 2(c)에 나타내는 바와 같이, 인쇄된 페이스트 (410)를 건조시켜, 노 (600) 내에서 열처리함으로써 분산매를 날림과 함께 무기 바인더의 유기분 (分)을 날려 무기 바인더 중의 주금속을 산화 (주금속이 Si인 경우에는 SiO₂화)시키고, 그 때에 형광체층 (120)과 기재 (110)를 접촉시킨다. 이와 같이 하여 광원광의 투과를 억제할 수 있는 파장 변환 부재 (100)를 제조할 수 있다. 그리고, 얻어진 파장 변환 부재를 LED 등의 광원에 대하여 적절히 배치하여 제조할 수 있다.

[0044] 실시예

[0045] (1. 광원광의 투과 억제의 평가)

[0046] (1-1) 시료의 제조 방법

[0047] 실시예 1 ~ 4, 비교예 1 ~ 4의 파장 변환 부재를 제조하였다. 먼저, 2 종류의 입자경 (평균 입자경 6 μm, 18 μm)의 형광체 입자 (YAG, 이하 동일)에 대해, 각각 무기 바인더와 분산매로서 에틸실리케이트와 테르피네올을 혼합하여 2 종류의 페이스트를 제조하고, 2 종류의 입자가 하기 표에 나타내는 혼합비 (체적비)로 구성되도록 2 종류의 페이스트를 혼합하였다. 제조된 페이스트를, 스크린 인쇄법을 사용하여 40 μm의 두께가 되도록 기제가 되는 사파이어판에 도포하고, 열처리하여 파장 변환 부재의 시료를 얻었다. 또한, 본 형광체 입자의 입경은, 열처리에 의해, 입자가 분할되거나, 또는 입자끼리가 결합하거나 하지 않으므로, 파장 변환 부재에 있어서의 형광체 입자의 평균 입자경은, 원료에 있어서의 형광체 입자의 평균 입자경과 동등한 수치가 된다.

[0048] 또, 형광체의 평균 입자경은, 레이저 회절/산란식 입자경 분포 측정 장치 「HORIBA (호리바 제작소) LA-960」을 사용하여 측정하였다. 또, 체적비는, 각 입자경의 형광체의 중량으로부터 밀도를 나눔으로써 체적비를 산출하였다.

표 1

	형광체 입자의 혼합 비율	
	입자경 18 μm	입자경 6 μm
비교예 1	10	0
비교예 2	9	1
실시예 1	8.5	1.5
실시예 2	8	2
실시예 3	7	3
실시예 4	6	4
비교예 3	5	5
비교예 4	0	10

[0049]

[0050] (1-2) 평가 방법

[0051] 상기와 같이 하여 얻어진 비교예 1 ~ 4, 실시예 1 ~ 4에 대하여 광원광의 발광 강도의 평가를 실시하였다. 구체적으로는 시료에 레이저를 조사하고, 레이저 입력값에 대한 투과한 광원광의 발광 강도를 조사하였다. 또한, 형광의 발광 강도란, 상기 평가 시스템을 사용한 경우에 휘도계에 나타나는 숫자를 무차원화한 상대 강도이다.

[0052] 도 3은 파장 변환 부재에 대한 투과형의 평가 시스템을 나타내는 설명도이다. 도 3에 나타내는 바와 같이, 투과형의 평가 시스템 (700)은, 광원 (710), 평볼록 렌즈 (720), 양볼록 렌즈 (730), 밴드 패스 필터 (735), 파워 미터 (740)로 구성되어 있다. 파장 변환 부재 (S)로부터의 투과광을 집광하여 측정할 수 있도록 각 요소가 배치되어 있다.

[0053] 밴드 패스 필터 (735)는, 파장 480 nm를 임계값으로 하여 광을 컷하는 필터로서, 투과한 광원광을 측정할 때

에는 파장이 큰 쪽을 컷하는 필터가 사용된다. 또, 형광의 발광 강도를 측정할 때에는 파장이 작은 쪽을 컷하는 필터가 사용된다. 이와 같이, 투과한 광원광(여기광)을 형광과 분리하기 위해, 양볼록 렌즈와 파워 미터 사이에 설치된다.

[0054] 이와 같이 구성된 시스템에 있어서, 평볼록 렌즈(720)에 들어간 광원광은, 파장 변환 부재의 시료(S)상의 초점에 집광된다. 그리고, 시료(S)로부터 발생한 방사광을 양볼록 렌즈(730)로 집광하고, 그 집광된 광에 대해 밴드 패스 필터(735)로 컷한 광의 강도를 파워 미터(740)로 측정한다. 이 측정값을 형광의 발광 강도로 한다. 레이저광을 렌즈로 집광하고, 조사 면적을 좁힘으로써, 저출력의 레이저라도 단위 면적당의 에너지 밀도가 높아진다. 이 에너지 밀도를 레이저 파워 밀도로 한다.

[0055] 도 4는 레이저 파워 밀도에 대한 투과한 광원광의 발광 강도를 나타내는 그래프이다. 도 4에 나타내는 바와 같이, 비교예 1과 비교예 4를 비교하면, 대입자만의 시료 쪽이 소입자보다 투과하는 광원광의 강도가 높은 것이 확인되었다.

[0056] 소입자를 포함하는 파장 변환 부재는 기재 상에 조밀하게 형광체 입자가 배치되어 있어, 광원광이 잘 투과되지 않지만, 대입자만의 파장 변환 부재는, 형광체 입자 간에 공극이 많이 존재하고 있으므로, 광원광이 투과하고 있는 것으로 생각된다.

[0057] 비교예 2, 실시예 1 ~ 4에 대해서는, 소입자의 비율을 늘릴수록 여기광의 강도가 저하되고 있는 경향을 확인할 수 있었다. 실시예 2, 3에 대해서는 투과한 여기광의 강도가 동일한 정도였다. 형광체의 소입자와 대입자를 혼합하여 파장 변환 부재를 제조함으로써, 대입자끼리의 간극을 소입자가 메우는 구조가 되어, 여기광의 투과를 억제하고 있는 것으로 생각된다.

[0058] 이상의 결과에 입각하여, 비교예 1, 4, 실시예 2의 시료를 절단하고, 단면을 SEM에 의해 관찰하였다. 도 5의 (a) ~ (c)는 각각 파장 변환 부재의 부분적인 단면을 나타내는 SEM 사진이다. 도 5(a)에 나타내는 바와 같이, 비교예 1의 시료에서는, 대입경의 형광체 입자 사이에 공극이 있는 것을 확인할 수 있었다. 또, 도 5(b)에 나타내는 바와 같이, 비교예 4의 시료에서는, 소입경의 형광체 입자가 충전되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 도 5(c)에 나타내는 바와 같이, 실시예 2의 시료에 대해서는 2입도 중 대입경의 형광체 입자의 간극에 소입경의 형광체 입자가 충전되어 있는 것을 확인할 수 있었다.

[0059] (2. 스펙트럼 평가)

[0060] 도 6의 (a), (b)는 각각 레이저 파워 밀도 40 W/mm²일 때의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프 및 그 확대된 그래프이다. 도 6의 (a), (b)에 나타내는 바와 같이, 비교예 1에서는, 청색광에 해당되는 파장의 범위에서 강도가 커지고 있으며, 실시예 1 ~ 4에서는, 비교예 1의 형광의 강도를 유지한 채로, 청색광에 해당되는 파장의 범위에 대해 광원광의 투과를 억제하고 있는 것이 확인되었다.

[0061] (3. 축열 억제의 평가)

[0062] 상기 실시예 1 ~ 3, 비교예 1, 2, 4의 시료에 대하여, 투과형의 레이저 조사 시험을 실시하고, 레이저 파워 밀도에 대하여 형광의 발광 강도를 확인하였다. 도 7은 각각 레이저 파워 밀도에 대한 형광의 발광 강도를 나타내는 그래프이다.

[0063] 비교예 1과 비교예 4를 비교하면, 대입자만의 비교예 1의 시료 쪽이 소입자만의 비교예 4의 시료보다, 측정된 형광의 발광 강도가 높은 것이 확인되었다. 대입경의 형광체 입자 쪽이 소입경의 형광체 입자보다 형광으로의 변환 효율이 높은 것에 따른 것으로 생각된다. 한편, 실시예 1 ~ 3에 대해서는, 대입자에 1.5 ~ 3할(15% ~ 30%)의 소입자를 혼합해도, 대입자의 변환 효율이 우수하며 발광 강도를 저하시키지 않는 것을 확인할 수 있었다.

[0064] 또, 대입자만의 비교예 1의 시료에서는, 축열에 의한 형광 소광이 41 W/mm²의 레이저 파워 밀도 이상에서 급격하게 발생하고 있는 반면, 소입자만의 비교예 4의 시료에서는, 높은 레이저 파워 밀도에서도 축열에 의한 형광 소광은 매우 완만하였다.

[0065] 소입자는, 입자가 작음으로써 기재 상에 조밀하게 배치되기 때문에, 형광체 입자 간의 공극이 적은 구조로 되어 있어, 형광체층에서 발열한 열을 방열하는 경로를 확보하기 쉬워, 축열에 의한 형광의 소광이 완만해진 것으로 생각된다.

[0066] 한편으로, 대입자의 집합에는 공극부가 많이 존재하기 때문에, 공극부의 공기에 의한 축열이 일어나 높은 파워

밀도의 레이저가 조사되면 급격하게 형광 소광되는 것으로 생각된다. 또한, 실시예 1 ~ 3 에 대해서는, 소입자의 비율을 늘릴수록 축열에 의한 형광 소광의 타이밍이 고에너지측으로 시프트되어, 형광의 발광 강도의 저하 경향이 완만해졌다.

[0067] 소입자를 1 할 혼합한 비교예 2 에서는 56 W/mm² 에서 형광 소광이 확인되었지만, 1.5 ~ 3 할 (15 % ~ 30 %) 혼합한 실시예 1 ~ 3 에서는 소광은 완만하여, 형광체층으로의 축열의 억제 효과를 확인할 수 있었다.

[0068] (4. 입자경의 비별 평가)

[0069] (4-1) 시료의 제조 방법

[0070] 평균 입자경 18 μm 의 대입자의 형광체와 평균 입자경 18, 9, 6, 4.5, 3.5, 3 μm 의 6 종류의 소입자의 형광체에 대해, 각각 무기 바인더와 분산매로서 에틸실리케이트와 테르피네올을 혼합하여 페이스트를 제조하고, 대입자와 소입자의 혼합비 (체적비) 가 8 : 2 가 되도록 2 종류의 페이스트를 혼합하였다. 제조된 페이스트를, 스크린 인쇄법을 사용하여 40 μm 의 두께가 되도록 기재가 되는 사파이어판에 도포하고, 열처리하여 파장 변환 부재의 시료를 얻었다.

[0071] (4-2) 평가 방법

[0072] 상기 방법으로 제조한 시료에 대해, 투과형의 레이저 조사 시험을 실시하고, 50 W/mm² 의 레이저 파워에 있어서의 형광의 발광 강도와 투과한 광원광의 강도를 확인하였다. 또, 입자경비 1.0 일 때의 형광과 광원광의 발광 강도를 100 % 로 한 경우, 각 입자경비에 있어서의 상대 발광 강도를 구하였다.

[0073] (4-3) 결과

[0074] 결과는 하기 표와 같았다. 대입자와 소입자의 입자경비가 2.0 ~ 4.0 일 때, 대입경만의 형광 강도를 90 % 이상 유지한 채로, 광원광의 투과를 70 % 미만으로 감소시킬 수 있었다. 또한, 상기 실시예에서는, 형광체 입자의 재료로서 YAG 를 사용하고 있지만, LAG 등의 다른 재료여도 동일한 효과가 기대된다.

표 2

	대입경 입자경	소입경 입자경	대/소 입자경비	발광 강도		상대 발광 강도	
				형광	광원광	형광 [%]	광원광 [%]
비교예	18	18	1.0	15.8	21.6	100.0	100.0
실시예	18	9	2.0	15.4	14.8	97.5	68.5
실시예	18	6	3.0	15.3	9.2	96.8	42.6
실시예	18	4.5	4.0	15.3	6.4	96.8	29.6
비교예	18	3.5	5.1	14.2	4.2	89.9	19.4
비교예	18	3	6.0	13.5	2.1	85.4	9.7

[0075]

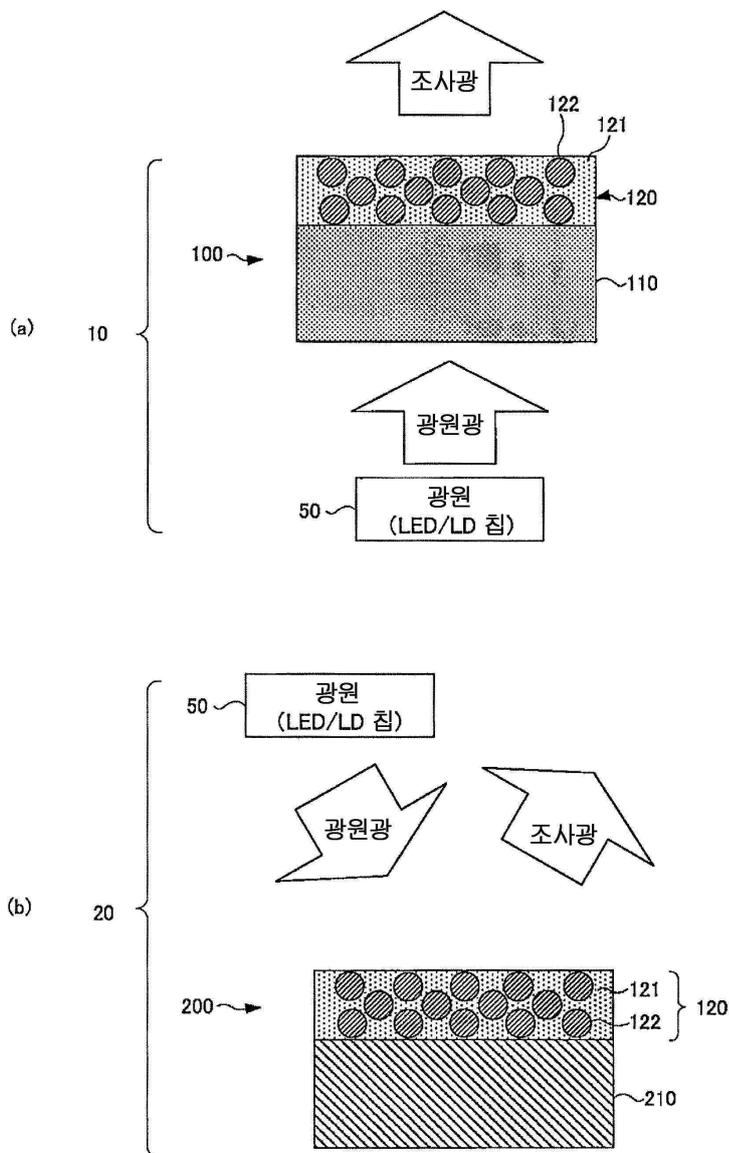
부호의 설명

- [0076] 10, 20 : 발광 장치
- 50 : 광원
- 100 : 파장 변환 부재
- 110, 210 : 기재
- 120 : 형광체층
- 121 : 투광성 세라믹스
- 122 : 형광체 입자
- 410 : 페이스트
- 510 : 잉크 스퀴지

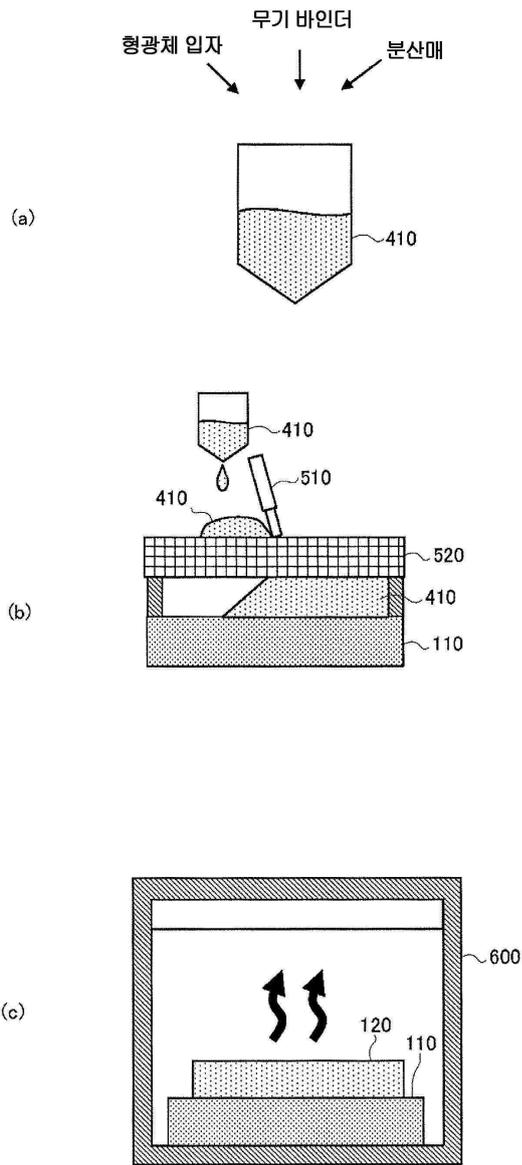
- 520 : 실크 스크린
- 600 : 노
- 700 : 평가 시스템
- 710 : 광원
- 720 : 평볼록 렌즈
- 730 : 양볼록 렌즈
- 735 : 밴드 패스 필터
- 740 : 파워 미터

도면

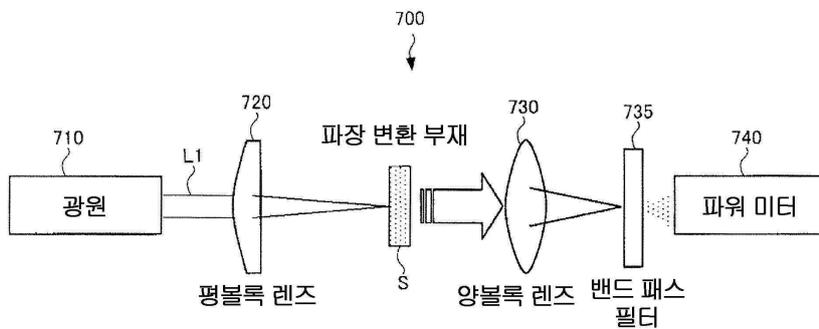
도면1



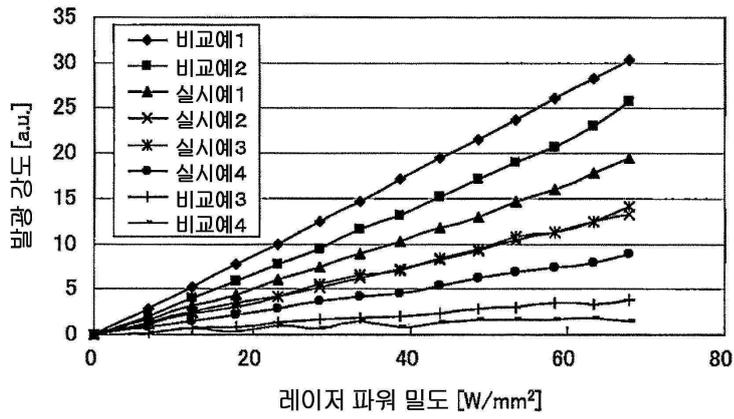
도면2



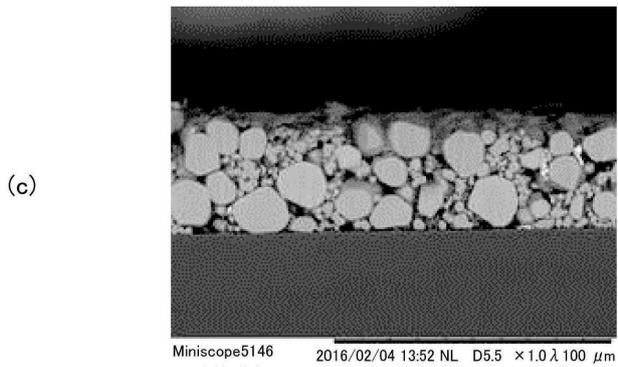
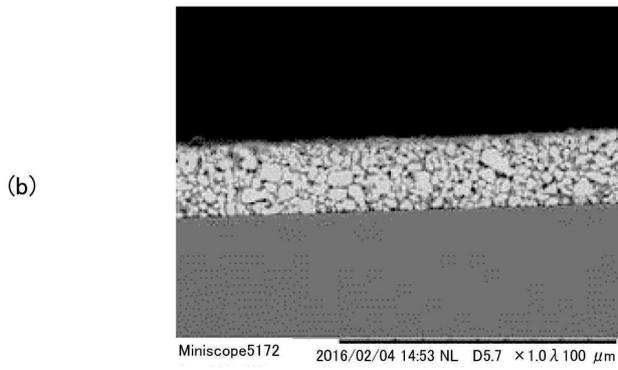
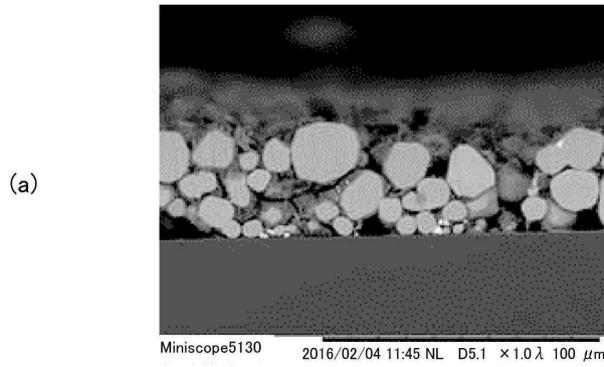
도면3



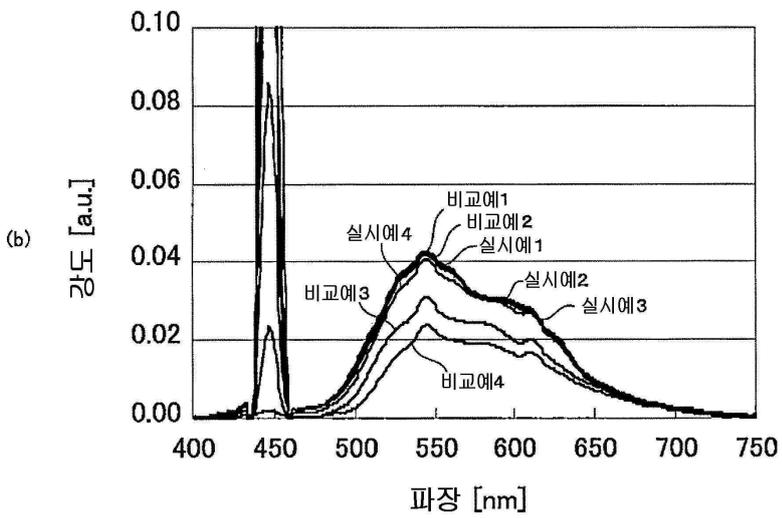
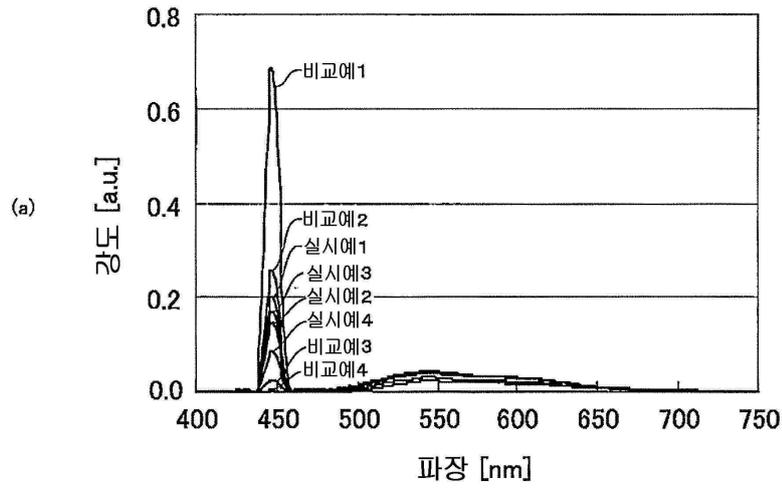
도면4



도면5



도면6



도면7

