



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0121857
(43) 공개일자 2024년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/68 (2006.01) C09K 11/66 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/68 (2013.01)
C09K 11/66 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7023804
(22) 출원일자(국제) 2022년11월25일
심사청구일자 2024년07월16일
(85) 번역문제출일자 2024년07월16일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/043596
(87) 국제공개번호 WO 2023/120034
국제공개일자 2023년06월29일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-207011 2021년12월21일 일본(JP)

(71) 출원인
텐카 주식회사
일본국, 도쿄, 추오-구, 니혼바시-무로마치 2
초메, 1-1
(72) 발명자
나카지마, 라라카
일본 1038338 도쿄도 추오구 니혼바시무로마치 2
초메 1방 1고 텐카 주식회사 내
반노, 히로키
일본 1038338 도쿄도 추오구 니혼바시무로마치 2
초메 1방 1고 텐카 주식회사 내
(74) 대리인
양영준, 신수범, 이석재

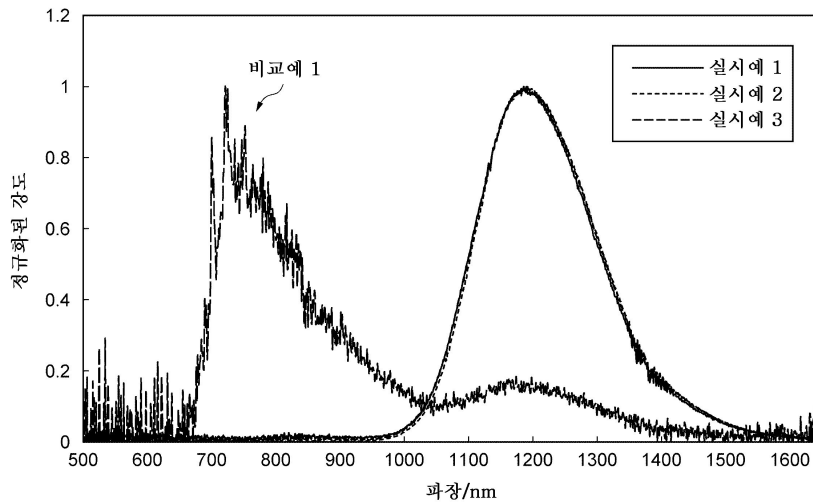
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **형광체 및 형광체의 제조 방법**

(57) 요약

본 개시의 일 측면은, 주 결정상이 Li_2MgGeO_4 결정상과 동일한 구조를 갖고, 4가의 크롬을 부활 원소로서 포함하고, 파장 450nm의 광을 조사했을 때에 얻어지는 형광 스펙트럼에 있어서, 파장 700 내지 900nm인 스펙트럼의 적분값을 X라 하고, 파장 1100 내지 1300nm인 스펙트럼의 적분값을 Y라 했을 때의 Y/X의 값이 50 이상인, 형광체를 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

C01P 2002/72 (2013.01)

C01P 2002/74 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

주 결정상이 $\text{Li}_2\text{MgGeO}_4$ 결정상과 동일한 구조를 갖고,

4가의 크롬을 부활 원소로서 포함하고,

파장 450nm의 광을 조사했을 때에 얻어지는 형광 스펙트럼에 있어서, 파장 700 내지 900nm인 스펙트럼의 적분값을 X라 하고, 파장 1100 내지 1300nm인 스펙트럼의 적분값을 Y라 했을 때의 Y/X의 값이 50 이상인, 형광체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 주 결정상이 일반식: $\text{A}_2\text{B}(\text{C}_{1-x}\text{Cr}_x)\text{O}_4$ (일반식 중, A, B, C는 서로 다른 금속 원소를 나타낸다)로 표시되고,

Cr의 함유량이, C 및 Cr의 합계량을 기준으로 하여, 8mol% 이하인, 형광체.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 Cr의 함유량이 6mol% 이하인, 형광체.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 일반식에 있어서의 A가 Li를 포함하고, A에 있어서의 Li의 함유량이 90mol% 이상인, 형광체.

청구항 5

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 일반식에 있어서의 B가 Mg를 포함하고, B에 있어서의 Mg의 함유량이 90mol% 이상인, 형광체.

청구항 6

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 일반식에 있어서의 C가 Ge를 포함하고, C에 있어서의 Ge의 함유량이 90mol% 이상인, 형광체.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 분말 X선 회절 패턴에 있어서, 회절각(2θ)이 17.0 내지 19.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최대값을 α 라 하고, 회절각이 20.5 내지 23.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최대값을 β 라 했을 때의 α/β 의 값이 0.047 이하인, 형광체.

청구항 8

리튬을 구성 원소로서 갖는 화합물, 마그네슘을 구성 원소로서 갖는 화합물, 게르마늄을 구성 원소로서 갖는 화합물 및 크롬을 구성 원소로서 갖는 화합물을 포함하는 조성물을 대기 하에서 소성하여 소성물을 얻는 공정과,

상기 소성물을 850°C 이하의 온도에서 가열 처리함으로써, 상기 소성물 중의 크롬의 적어도 일부를 환원하는 공정을 갖고,

상기 조성물에 있어서의 게르마늄 및 크롬의 합계량에 대한 상기 크롬의 함유량이 8mol% 이하인, 형광체의 제조 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 소성물의 가열 처리가, 암모니아를 포함하는 환원성 분위기 하에서 행해지는, 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 형광체 및 형광체의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발광 다이오드 등의 발광 소자를 갖는 발광 장치는, 일반 조명, 액정 디스플레이용의 백라이트, LED 디스플레이 및 품질 검사 용도 발광 장치 등에 사용되고 있다. LED 디스플레이에서는, 예를 들어 청색으로 발광하는 발광 소자와, 발광 소자로부터의 1차 광을 흡수하여, 파장이 다른 광을 발하는 파장 변환체를 갖는 발광 소자가 사용된다. 그리고, 파장 변환체로서, 적색 형광체 및 녹색 형광체 등의 각종 형광체가 사용된다.

[0003] 근적외광은 열원으로서의 이용도 생각할 수 있기 때문에, 근적외 영역에서 발광하는 형광체의 검토가 진행되고 있다. 그리고, 근적외 영역에서 발광하는 형광체로서 크롬을 발광 중심으로 하는 형광체가 후보로서 예시되고 있다. 예를 들어, 특허문헌 1에는, 화학 조성 1몰에 있어서, Gd와 Cr의 합계의 몰비를 1로 하여, Cr의 몰비가 0.0085 이상 0.05 이하인 Gd와, Cr과, Al을 포함하는 산화물을 포함하고, 380nm 이상 480nm 이하의 범위 내에 발광 피크 파장을 갖는 광에 의해 여기되고, 690nm 이상 790nm 이하의 범위 내에 발광 피크 파장을 갖는 근적외 발광 형광체가 개시되어 있다.

[0004] 또한 특허문헌 2에는, 발광 광원과 형광체를 구비하는 발광 장치이며, 상기 형광체는, 적어도 여기되어서 근적외광을 발하는 근적외 발광 형광체를 함유하는, 발광 장치가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2020-041135호 공보
 (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2020-188044호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 근적외광을 발광하는 형광체이며, 발광 강도가 우수한 것이 있으면 유용하다.

[0007] 본 개시는, 발광 강도가 우수한 형광체 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 개시는, 이하의 [1] 내지 [9]를 제공한다.

[0009] [1] 주 결정상이 Li_2MgGeO_4 결정상과 동일한 구조를 갖고,

[0010] 4가의 크롬을 부활 원소로서 포함하고,

[0011] 파장 450nm의 광을 조사했을 때에 얻어지는 형광 스펙트럼에 있어서, 파장 700 내지 900nm인 스펙트럼의 적분값을 X라 하고, 파장 1100 내지 1300nm인 스펙트럼의 적분값을 Y라 했을 때의 Y/X의 값이 50 이상인, 형광체.

[0012] [2] 상기 주 결정상이 일반식: $A_2B(C_{1-x}Cr_x)O_4$ (일반식 중, A, B, C는 서로 다른 금속 원소를 나타낸다)로 표시되고,

[0013] Cr의 함유량이, C 및 Cr의 합계량을 기준으로 하여, 8mol% 이하인, [1]에 기재된 형광체.

[0014] [3] 상기 Cr의 함유량이 6mol% 이하인, [2]에 기재된 형광체.

[0015] [4] 상기 일반식에 있어서의 A가 Li를 포함하고, A에 있어서의 Li의 함유량이 90mol% 이상인, [2] 또는 [3]에 기재된 형광체.

- [0016] [5] 상기 일반식에 있어서의 B가 Mg를 포함하고, B에 있어서의 Mg의 함유량이 90mol% 이상인, [2] 내지 [4]의 어느 것에 기재된 형광체.
- [0017] [6] 상기 일반식에 있어서의 C가 Ge를 포함하고, C에 있어서의 Ge의 함유량이 90mol% 이상인, [2] 내지 [5]의 어느 것에 기재된 형광체.
- [0018] [7] 분말 X선 회절 패턴에 있어서, 회절각(2θ)이 17.0 내지 19.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값을 α 라 하고, 회절각이 20.5 내지 23.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값을 β 라 했을 때의 α/β 의 값이 0.047 이하인, [1] 내지 [6]의 어느 것에 기재된 형광체.
- [0019] [8] 리튬을 구성 원소로서 갖는 화합물, 마그네슘을 구성 원소로서 갖는 화합물, 게르마늄을 구성 원소로서 갖는 화합물 및 크롬을 구성 원소로서 갖는 화합물을 포함하는 조성물을 대기 하에서 소성하여 소성물을 얻는 공정과,
- [0020] 상기 소성물을 850℃ 이하의 온도에서 가열 처리함으로써, 상기 소성물 중의 크롬의 적어도 일부를 환원하는 공정을 갖고,
- [0021] 상기 조성물에 있어서의 게르마늄 및 크롬의 합계량에 대한 상기 크롬의 함유량이 8mol% 이하인, 형광체의 제조 방법.
- [0022] [9] 상기 소성물의 가열 처리가, 암모니아를 포함하는 환원성 분위기 하에서 행해지는, [8]에 기재된 제조 방법.
- [0023] 본 개시의 일 측면은, 주 결정상이 $\text{Li}_2\text{MgGeO}_4$ 결정상과 동일한 구조를 갖고, 4가의 크롬을 부활 원소로서 포함하고, 형광 스펙트럼에 있어서, 파장 700 내지 900nm인 스펙트럼의 적분값을 X라 하고, 파장 1100 내지 1300nm인 스펙트럼의 적분값을 Y라 했을 때의 Y/X의 값이 50 이상인, 형광체를 제공한다.
- [0024] 상기 형광체는, 형광 스펙트럼에 있어서의 특정 파장역의 적분 강도의 비가 소정 범위 내로 되어 있음으로써, 우수한 발광 강도를 발휘할 수 있다. 또한, 파장 450nm의 광을 조사했을 때에 얻어지는 형광 스펙트럼에 있어서의, 700 내지 900nm의 파장역에 관측되는 피크는 3가의 크롬 발광에 대응하고, 1100 내지 1300nm의 파장역에 관측되는 피크는 4가의 크롬 발광에 대응하고 있고, 상기 Y/X의 값이 소정값 이상임으로써, 형광체 중의 4가의 크롬 비율이 높은 것을 의미한다.
- [0025] 상기 주 결정상이 일반식: $\text{A}_3\text{B}(\text{C}_{1-x}\text{Cr}_x)\text{O}_4$ (일반식 중, A, B, C는 서로 다른 금속 원소를 나타낸다)로 표시되고, Cr의 함유량이, C 및 Cr의 합계량을 기준으로 하여, 8mol% 이하(상기 일반식에 있어서 x가 0.08 이하인 것에 상당)이면 되고, 6mol% 이하여도 된다.
- [0026] 상기 일반식에 있어서의 A가 Li를 포함하고, A에 있어서의 Li의 함유량이 90mol% 이상이면 된다. 또한 상기 일반식에 있어서의 B가 Mg를 포함하고, B에 있어서의 Mg의 함유량이 90mol% 이상이면 된다. 또한 상기 일반식에 있어서의 C가 Ge를 포함하고, C에 있어서의 Ge의 함유량이 90mol% 이상이면 된다.
- [0027] 상기 형광체는, 분말 X선 회절 패턴에 있어서, 회절각(2θ)이 17.0 내지 19.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값을 α 라 하고, 회절각이 20.5 내지 23.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값을 β 라 했을 때의 α/β 의 값이 0.047 이하여도 된다.
- [0028] 본 개시의 일 측면은, 리튬을 구성 원소로서 갖는 화합물, 마그네슘을 구성 원소로서 갖는 화합물, 게르마늄을 구성 원소로서 갖는 화합물 및 크롬을 구성 원소로서 갖는 화합물을 포함하는 조성물을 대기 하에서 소성하여 소성물을 얻는 공정과, 상기 소성물을 850℃ 이하의 온도에서 가열 처리함으로써, 상기 소성물 중의 크롬의 적어도 일부를 환원하는 공정을 갖고, 상기 조성물에 있어서의 게르마늄 및 크롬의 합계량에 대한 상기 크롬의 함유량이 8mol% 이하인, 형광체의 제조 방법을 제공한다.
- [0029] 상기 형광체의 제조 방법은, 크롬의 함유량이 조정된 조성물을 소성함으로써 결정 구조를 형성한 후에, 소정의 조건 하에서 환원을 행함으로써, 발광 중심이 되는 4가의 크롬 비율을 증대시키는 것이 가능하게 되어 있다. 이러한 작용에 의해, 상기 형광체의 제조 방법에 의해, 상술한 형광체를 제조할 수 있다.
- [0030] 상기 소성물의 가열 처리는, 암모니아를 포함하는 환원성 분위기 하에서 행해져도 된다.

발명의 효과

[0031] 본 개시에 의하면, 발광 강도가 우수한 형광체 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은, 실시예에 있어서 조제한 형광체의 파장 450nm의 광을 조사했을 때에 얻어지는 형광 스펙트럼을 도시하는 도면이다.

도 2는, 실시예에 있어서 조제한 형광체의 분말 X선 회절 스펙트럼을 도시하는 도면이다.

도 3은, 실시예에 있어서 조제한 형광체의 발광 강도의 측정 결과를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 본 개시의 실시 형태를 설명한다. 단, 이하의 실시 형태는, 본 개시를 설명하기 위한 예시이고, 본 개시를 이하의 내용에 한정하는 취지는 아니다.

[0034] 본 명세서에 있어서 예시하는 재료는 특별히 언급하지 않는 한, 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 조합하여 사용할 수 있다. 조성물 중의 각 성분의 함유량은, 조성물 중의 각 성분해당하는 물질이 복수 존재하는 경우에는, 특별히 언급하지 않는 한, 조성물 중에 존재하는 당해 복수의 물질의 합계량을 의미한다. 본 명세서에 있어서의 「공정」이란, 서로 독립된 공정이어도 되고, 동시에 행해지는 공정이어도 된다.

[0035] 형광체의 일 실시 형태는, 주 결정상이 $\text{Li}_2\text{MgGeO}_4$ 결정상과 동일한 구조를 갖고, 4가의 크롬을 부활 원소로서 포함한다. 상기 주 결정상은, 일반식: $\text{A}_2\text{B}(\text{C}_{1-x}\text{Cr}_x)\text{O}_4$ 로 표시되어도 된다. 상기 일반식에 있어서, A, B, 및 C는 서로 다른 금속 원소를 나타낸다. 상기 일반식에 있어서, A, B 및 C는, 주로 각각 1종의 원소인 것을 의도하는 것이지만, 일부가 치환되어, 2종 이상의 원소를 나타내는 것이어도 된다. 상기 일반식에 있어서, 바람직하게는 A가 리튬(Li)이고, B가 마그네슘(Mg)이고, 그리고 C가 게르마늄(Ge)이지만, 각각의 원소의 일부가 이하에 나타내는 A, B 및 C의 후보가 되는 원소에 의해 치환되어 있어도 된다.

[0036] 상기 일반식에 있어서, A는, 예를 들어 리튬(Li), 나트륨(Na) 및 칼륨(K) 등이면 되고, Li를 포함하는 것이 바람직하고, Li를 90mol% 이상 포함하는 것이 더욱 바람직하고, Li인 것이 특히 바람직하다. 상기 일반식에 있어서, B는, 예를 들어 마그네슘(Mg), 아연(Zn) 및 칼슘(Ca) 등이면 되고, Mg를 포함하는 것이 바람직하고, Mg를 90mol% 이상 포함하는 것이 더욱 바람직하고, Mg인 것이 특히 바람직하다. 상기 일반식에 있어서, C는, 예를 들어 게르마늄(Ge), 규소(Si) 및 주석(Sn) 등이면 되고, Ge를 포함하는 것이 바람직하고, Ge를 90mol% 이상 포함하는 것이 더욱 바람직하고, Ge인 것이 특히 바람직하다. 상기 일반식에 있어서 $(\text{C}_{1-x}\text{Cr}_x)$ 라는 표기는, C 및 Cr의 양쪽을 포함하는 것을 의미하고, Cr이 C의 사이트의 일부를 치환하는 형으로 포함되는 것을 의미한다. 당해 형광체에 있어서, 보다 구체적으로는, C가 Ge의 경우, 크롬(Cr)은 게르마늄(Ge) 사이트에 도입되어 있어도 된다. 이 경우, 형광체는 예를 들어, 일반식: $\text{Li}_2\text{Mg}(\text{Ge}_{1-x}\text{Cr}_x)\text{O}_4$ 로 나타내도 되고, 상기 일반식 중, x는, 예를 들어 0 초과 0.1 이하, 0.005 내지 0.1, 0.005 내지 0.08, 0.005 내지 0.06, 0.005 내지 0.03, 또는 0.005 내지 0.02이면 된다. 상기 형광체에 있어서, 주 결정상은 $\text{Li}_2\text{MgGeO}_4$ 결정상과 동일한 결정 구조를 갖지만, 그 공간군은, 예를 들어 $\text{Pmn}2_1$ 이면 된다.

[0037] 본 명세서에 있어서, 주 결정상이란, 분말 X선 회절법에 의해 산출된 생성상 비율이 가장 많은 상인 것을 의미한다. 상기 형광체는, 상기 주 결정상에 더하여, 본 개시의 취지를 손상시키지 않는 범위에서 이상(異相)을 포함해도 된다. 이상으로서는, 예를 들어 결정 조성은 동일하며 공간군이 다른 상(예를 들어, 공간군이 Pnma 인 결정 구조), 또는 결정 조성이 다른 상(예를 들어, MgCr_2O_4 등)을 들 수 있다.

[0038] 형광체의 결정 구조는 분말 X선 회절법에 의해 확인할 수 있다. 또한, 형광체의 조성에 있어서의 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 게르마늄(Ge) 및 크롬(Cr)의 함유량은, 측정 대상을 가압 산 분해하여 시료 용액을 조제하고, 이에 대하여, ICP 발광 분광 분석 장치를 사용한 정량 분석에 의해 결정할 수 있다. 산소(O)의 함유량은, ICP의 원소의 함유량으로부터 차지 밸런스에 기초하여 추정할 수 있다. 또한, 형광체에 있어서의 원소 조성은, 형광체를 제조할 때의 각 원소의 투입 비율에 대응하는 점에서, 원료 조성으로부터 형광체의 원소 조성을 추정할 수도 있다.

[0039] 상기 주 결정상에 있어서의 크롬의 함유량은, 형광체에 요구되는 발광 특성 등에 따라, 조정할 수 있다. 상기 주 결정상이 일반식: $\text{A}_2\text{B}(\text{C}_{1-x}\text{Cr}_x)\text{O}_4$ (일반식 중, A, B, C는 서로 다른 금속 원소를 나타낸다)로 표시되는 경우,

Cr의 함유량은, C 및 Cr의 합계량을 기준으로 하여, 예를 들어 10mol% 이하, 8mol% 이하(상기 일반식에 있어서 x가 0.08 이하인 것에 상당), 7mol% 이하, 6mol% 이하, 5mol% 이하, 2mol% 이하, 또는 1.5mol% 이하이면 된다. 크롬의 함유량을 증가시키는 경우, 제조 과정에 있어서의 이상의 발생을 초래할 수 있는 점에서, 크롬의 함유량의 상한값이 상기 범위 내임으로써, 이상의 비율이 저감되어, 얻어지는 형광체의 광학 특성이 향상될 수 있다. 상기 주 결정상이 일반식 $A_2B(C_{1-x}Cr_x)O_4$ (A, B, C는 서로 다른 금속 원소를 나타낸다)로 표시되는 경우, Cr의 함유량은, C 및 Cr의 합계량을 기준으로 하여, 예를 들어 0.3mol% 이상, 0.5mol% 이상, 또는 0.7mol% 이상이면 된다. 주 결정상 중에 고용하는 크롬 중, 4가의 Cr(Cr^{4+})는 발광 중심이 되는 원소이고, 크롬의 함유량의 하한값이 상기 범위 내임으로써 4가의 크롬의 존재량을 향상시킬 수 있고, 얻어지는 형광체의 발광 강도를 보다 충분히 향상시킬 수 있다. 상기 주 결정상에 있어서의 크롬의 함유량은 상술한 범위 내에서 조정해도 되고, 상기 주 결정상이 일반식: $A_2B(C_{1-x}Cr_x)O_4$ (일반식 중, A, B, C는 서로 다른 금속 원소를 나타낸다)로 표시되는 경우, Cr의 함유량은, C 및 Cr의 합계량을 기준으로 하여, 예를 들어 0.3 내지 10mol%, 또는 0.5 내지 1.5mol%이면 된다.

[0040] 상기 형광체는, 파장 450nm의 광을 조사했을 때에 얻어지는 형광 스펙트럼에 있어서, 파장 700 내지 900nm인 스펙트럼의 적분값을 X라 하고, 파장 1100 내지 1300nm인 스펙트럼의 적분값을 Y라 했을 때의 Y/X의 값이 50 이상이다.

[0041] 상기 Y/X의 값의 하한값은, 예를 들어 60 이상, 100 이상, 200 이상, 400 이상, 또는 600 이상이어도 된다. 상기 Y/X의 값의 하한값이 상기 범위 내임으로써, 4가의 크롬(Cr^{4+})의 비율이 보다 높고, 발광 강도를 보다 향상시킬 수 있다. 상기 Y/X의 값의 상한값은, 예를 들어 1500 이하, 1000 이하, 800 이하, 또는 700 이하여도 된다. 상기 Y/X의 값이 크다는 것은, 즉 4가의 크롬 비율이 높다는 것을 의미하지만, 4가의 크롬 비율을 높이기 위해서, 제조 시에 크롬의 배합 비율을 증대함으로써, 이상의 발생 비율이 증가하는 경향이 있다. 따라서, 상기 Y/X의 값의 상한값을 상기 범위 내로 함으로써, 제조 과정에 있어서의 이상의 비율 증대를 억제하고, 광학 특성이 보다 우수한 형광체로 할 수 있다.

[0042] 본 명세서에 있어서의 형광 스펙트럼의 피크의 적분값 X 및 Y는, 상기 형광체에 대한 형광 분광 측정 장치를 사용하여 측정되는 형광 스펙트럼으로부터 결정되는 값을 의미한다. 형광 스펙트럼은, 구체적으로는 본 명세서의 실시예에 기재된 조작에 의해 측정하여 구한다. 형광 분광 측정 장치로서는, 예를 들어 가부시키가이샤 호리바 세이사꾸쇼(HORIBA사)제의 「Fluorolog-3-iHR-NIR」(제품명) 등을 사용할 수 있다.

[0043] 상기 형광체에 있어서의 이상의 함유량은 낮은 것이 바람직하다. 이상 중 $MgCr_2O_4$ 는 일반적으로 흑색이고, 형광체에 조사되는 여기광 및 발해지는 형광을 흡수할 수 있기 때문에, 특히 저감되는 것이 바람직하다. $MgCr_2O_4$ 는, 분말 X선 회절 패턴에 있어서, 회절각(2θ)이 17.0 내지 19.5° 인 영역에 피크를 나타내고, Li_2MgGeO_4 는, 분말 X선 회절 패턴에 있어서, 회절각이 20.5 내지 23.5° 인 영역에 피크를 갖는다. 그래서, 상기 형광체는, 분말 X선 회절 패턴에 있어서, 회절각(2θ)이 17.0 내지 19.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값을 α 라 하고, 회절각이 20.5 내지 23.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값을 β 라 했을 때의 α/β 의 값을 낮게 조정할 수 있다. 상기 α/β 의 값의 상한값은, 예를 들어 0.047 이하, 0.045 이하, 0.040 이하, 또는 0.035 이하여도 된다. 상기 α/β 의 값의 상한값이 상기 범위 내임으로써, 상기 형광체의 발광 강도를 보다 향상시킬 수 있다. 상기 α/β 의 값의 하한값은, 특별히 제한되는 것은 아니고, 0($MgCr_2O_4$ 를 포함하지 않는 것을 의미한다)여도 되지만, 예를 들어 0.020 이상, 또는 0.030 이상이어도 된다. 상기 α/β 값의 하한값이 상기 범위 내임으로써, 보다 우수한 발광 강도를 기대할 수 있다. 상기 α/β 의 값은 상술한 범위 내에서 조정해도 되고, 예를 들어 0.020 내지 0.047, 0.030 내지 0.040, 또는 0.030 내지 0.035여도 된다.

[0044] 본 명세서에 있어서의 피크 강도의 상기 최댓값 α 및 β 는, 상기 형광체에 대한 분말 X선 회절 해석에 의해 결정되는 값을 의미한다. 분말 X선 회절 패턴은, 구체적으로는 본 명세서의 실시예에 기재된 조작에 의해 측정하여 구한다.

[0045] 상술한 형광체는, 단독으로 사용해도 되고, 그 밖의 형광체와 조합하여 사용할 수도 있다. 본 개시에 관한 형광체는 발광 강도가 우수하다는 점에서, 예를 들어 LED 등의 발광 장치 및 표시 장치 등에 적합하게 사용할 수 있다. 예를 들어, 상기 형광체를 경화 수지 중에 분산시켜서 사용해도 된다. 이 경우의 경화 수지는, 특별히 제한되지 않고, 예를 들어 발광 장치 등의 밀봉 수지로서 사용되는 수지 등을 사용할 수 있다.

[0046] 발광 장치의 일례는, 1차 광을 발하는 발광 소자와, 상기 1차 광의 일부를 흡수하여, 1차 광의 파장보다도 긴

과장을 갖는 2차 광을 발하는 과장 변환체를 구비하는 발광 장치이다. 상기 과장 변환체가, 본 개시에 관한 기술한 형광체를 포함한다. 1차 광을 발하는 발광 소자는, 예를 들어 InGaN 청색 LED 등이면 된다. 상기 발광 소자 및 과장 변환체는, 밀봉 수지 등에 분산되어 있어도 된다.

- [0047] 상술한 형광체는, 예를 들어 이하와 같은 방법으로 제조할 수 있다. 형광체의 제조 방법의 일 실시 형태는, 리튬을 구성 원소로서 갖는 화합물, 마그네슘을 구성 원소로서 갖는 화합물, 게르마늄을 구성 원소로서 갖는 화합물 및 크롬을 구성 원소로서 갖는 화합물을 포함하는 조성물을 대기 하에서 소성하여 소성물을 얻는 공정(이하, 소성 공정이라고도 한다)과, 상기 소성물을 850℃ 이하의 온도에서 가열 처리함으로써, 상기 소성물 중의 크롬의 적어도 일부를 환원하는 공정(이하, 환원 공정이라고도 한다)을 갖는다.
- [0048] 상기 조성물은, 형광체의 구성 원소의 공급원이 되는 화합물을 포함하고, 리튬을 구성 원소로서 갖는 화합물, 마그네슘을 구성 원소로서 갖는 화합물, 게르마늄을 구성 원소로서 갖는 화합물 및 크롬을 구성 원소로서 갖는 화합물을 포함한다.
- [0049] 리튬(Li)을 구성 원소로서 갖는 화합물은, 예를 들어 탄산염, 산화물, 불화물, 산 불화물, 염화물, 질화물 및 금속 등이면 된다. 상기 화합물 중에서도, 원료의 안정성 및 반응 촉진의 관점에서, 탄산염을 포함하는 것이 바람직하다. 리튬(Li)을 구성 원소로서 갖는 화합물은, 탄산리튬이면 된다.
- [0050] 마그네슘(Mg)을 구성 원소로서 갖는 화합물은, 예를 들어 산화물, 불화물, 산 불화물, 염화물, 질화물 및 금속 등이면 된다. 상기 화합물 중에서도, 원료의 안정성 및 반응 촉진의 관점에서, 산화물을 포함하는 것이 바람직하다. 마그네슘(Mg)을 구성 원소로서 갖는 화합물은, 산화마그네슘이면 된다.
- [0051] 게르마늄(Ge)을 구성 원소로서 갖는 화합물은, 예를 들어 산화물, 불화물, 산 불화물, 염화물, 질화물 및 금속 등이면 된다. 상기 화합물 중에서도, 원료의 안정성 및 반응 촉진의 관점에서, 산화물을 포함하는 것이 바람직하다. 게르마늄(Ge)을 구성 원소로서 갖는 화합물은, 산화게르마늄이면 된다.
- [0052] 크롬(Cr)을 구성 원소로서 갖는 화합물은, 예를 들어 산화물, 불화물, 산 불화물, 염화물, 질화물 및 금속 등이면 된다. 상기 화합물 중에서도, 원료의 안정성 및 반응 촉진의 관점에서, 산화물을 포함하는 것이 바람직하다. 크롬(Cr)을 구성 원소로서 갖는 화합물은, 산화크롬이면 된다.
- [0053] 상기 조성물에 있어서의 게르마늄 및 크롬의 합계량에 대한 상기 크롬의 함유량은 8mol% 이하이다. 상기 크롬의 함유량의 상한값은, 상기 조성물에 있어서의 게르마늄 및 크롬의 합계량에 대하여, 예를 들어 8mol% 이하, 7mol% 이하, 6mol% 이하, 5mol% 이하, 2mol% 이하, 또는 1.5mol% 이하이면 된다. 크롬의 함유량의 상한값이 상기 범위 내임으로써, 이상의 발생을 억제하고, 얻어지는 형광체의 광학 특성을 향상할 수 있다. 상기 크롬의 함유량의 하한값은, 상기 조성물에 있어서의 게르마늄 및 크롬의 합계량에 대하여, 예를 들어 0.3mol% 이상, 0.5mol% 이상, 또는 0.7mol% 이상이면 된다. 크롬의 함유량의 하한값이 상기 범위 내임으로써 4가의 크롬 존재량을 향상시킬 수 있고, 얻어지는 형광체의 발광 강도를 보다 충분히 향상시킬 수 있다. 상기 조성물에 있어서의 크롬의 함유량은 상술한 범위 내에서 조정해도 되고, 상기 조성물에 있어서의 게르마늄 및 크롬의 합계량에 대하여, 예를 들어 0.3 내지 8mol%, 또는 0.5 내지 1.5mol%이면 된다.
- [0054] 상기 조성물은, 리튬을 구성 원소로서 갖는 화합물, 마그네슘을 구성 원소로서 갖는 화합물, 게르마늄을 구성 원소로서 갖는 화합물 및 크롬을 구성 원소로서 갖는 화합물에 추가하여, 그 밖의 성분을 포함해도 된다. 그 밖의 성분으로서, 예를 들어 나트륨(Na)을 구성 원소로서 갖는 화합물, 아연(Zn)을 구성 원소로서 갖는 화합물, 칼슘(Ca)을 구성 원소로서 갖는 화합물, 스트론튬(Sr)을 구성 원소로서 갖는 화합물 및 규소(Si)를 구성 원소로서 갖는 화합물 등을 들 수 있다.
- [0055] 상기 조성물은, 각 화합물을 칭량하고, 혼합함으로써 조제할 수 있다. 혼합에는, 건식 혼합법 또는 습식 혼합법을 사용해도 된다. 건식 혼합법은, 예를 들어 V형 혼합기 등을 사용하여 각 성분을 혼합하는 방법이면 된다. 습식 혼합법은, 예를 들어 물 등의 용매 또는 분산매를 첨가하여 용액 또는 슬러리를 조제하고 각 성분을 혼합하여, 그 후, 용매 또는 분산매를 제거하는 방법이면 된다.
- [0056] 소성 공정에 있어서의 가열 온도(소성 온도)의 하한값은, 예를 들어 800℃ 이상, 900℃ 이상, 1000℃ 이상, 또는 1100℃ 이상이어도 된다. 상기 가열 온도의 하한값이 상기 범위 내임으로써, 반응을 촉진할 수 있다. 소성 공정에 있어서의 가열 온도의 상한값은, 예를 들어 1600℃ 이하, 1500℃ 이하, 1400℃ 이하, 또는 1300℃ 이하여도 된다. 상기 가열 온도의 상한값이 상기 범위 내임으로써, 원료 성분의 휘발을 억제할 수 있다. 소성 공정에 있어서의 가열 온도는 상술한 범위 내에서 조정해도 되고, 예를 들어 800 내지 1600℃, 또는 1100 내지

1300℃여도 된다.

- [0057] 소성 공정에 있어서의 가열 시간(소성 시간)의 하한값은, 예를 들어 3시간 이상, 4시간 이상, 5시간 이상, 또는 6시간 이상이어도 된다. 상기 가열 시간의 하한값이 상기 범위 내임으로써, 반응을 촉진할 수 있다. 소성 공정에 있어서의 가열 시간의 상한값은, 예를 들어 11시간 이하, 10시간 이하, 9시간 이하, 또는 8시간 이하여도 된다. 상기 가열 시간의 상한값이 상기 범위 내임으로써, 원료 성분의 휘발을 억제할 수 있다. 소성 공정에 있어서의 가열 시간은 상술한 범위 내에서 조정해도 되고, 예를 들어 3 내지 11시간, 또는 6 내지 8시간이어도 된다.
- [0058] 또한, 본 명세서에 있어서의 소성 시간, 가열 시간 등은, 대상물의 주위 환경의 온도가 소정의 온도에 도달하고 나서 당해 온도에서 유지되는 시간(유지 시간)을 의미한다. 소정의 온도에까지 승온할 때의 승온 속도 및 실온으로 저하시킬 때의 강온 속도는 적절히 조정할 수 있다. 소성 공정에 있어서의 상기 승온 속도는, 예를 들어 2 내지 15℃/분, 5 내지 12℃/분, 또는 8 내지 10℃/분이면 된다. 소성 공정에 있어서의 상기 강온 속도는, 예를 들어 2 내지 15℃/분, 5 내지 12℃/분, 또는 8 내지 10℃/분이면 된다.
- [0059] 소성 공정은, 대기 하에서 행한다.
- [0060] 소성 공정에 있어서의 가열 처리의 횟수는, 1회여도 되지만, 예를 들어 2회 이상이어도 되고, 2 내지 5회, 또는 2 내지 4회여도 된다.
- [0061] 소성 공정에 있어서, 복수회의 가열 처리를 행하는 경우, 순차, 제1 가열 처리, 제2 가열 처리 등이라고 하고, 각 가열 처리를 행하는 공정을, 순차, 제1 소성 공정, 제2 소성 공정 등이라고 해도 된다. 소성 공정이 2 이상의 가열 처리를 행하는 경우, 제1 소성 공정의 가열 온도, 가열 시간, 가열 시의 분위기 및 가열 시의 압력은 상술한 가열 공정에서의 가열 온도, 가열 시간, 가열 시의 분위기 및 가열 시의 압력을 각각 적용할 수 있다. 그리고, 제2 소성 공정 이후의 가열 온도, 가열 시간, 가열 시의 분위기 및 가열 시의 압력은, 제1 소성 공정과 동일해도 되고, 달라도 된다. 단, 제2 소성 공정 이후에 있어서의 가열 온도, 가열 시간, 가열 시의 분위기 및 가열 시의 압력이 제1 소성 공정과 다른 경우에도, 상술한 가열 공정에 대하여 나타낸 조건의 범위 내인 것으로 한다.
- [0062] 환원 공정에서는, 상술한 소성 공정에서 조정된 소성물을, 850℃ 이하의 온도에서 가열 처리한다. 환원 처리를 실시함으로써, 소성물을 얻는 과정에서 가수가 상승한 크롬의 적어도 일부를 환원하고, 발광에 기여하는 4가의 크롬의 비율을 향상시킬 수 있다.
- [0063] 환원 공정은 환원성 분위기 하에서 행해도 되고, 환원 분위기는, 예를 들어 암모니아, 탄화수소, 일산화탄소 및 수소 등을 함유해도 된다. 환원 분위기가 상술한 바와 같은 분위기임으로써, 크롬의 환원을 보다 촉진할 수 있다. 환원 공정에서의 크롬의 환원이 불충분함으로써 6가의 크롬이 존재한다고 하는 것을 억제하는 관점에서, 상기 환원성 분위기는, 암모니아를 포함하는 분위기이면 되고, 바람직하게는 암모니아 분위기이다.
- [0064] 환원 공정에서의 분위기의 유량은, 예를 들어 내경 70mm의 노심관을 사용한 경우, 0.001 내지 2.5mL/분, 0.1 내지 2.0mL/분, 0.5 내지 1.5mL/분, 또는 0.8 내지 1.2mL/분이면 된다.
- [0065] 환원 공정에서의 가열 온도의 하한값은, 예를 들어 300℃ 이상, 400℃ 이상, 500℃ 이상, 600℃ 이상, 650℃ 이상, 또는 700℃ 이상이어도 된다. 상기 가열 온도의 하한값이 상기 범위 내임으로써, 5가의 크롬 및 6가의 크롬의 비율을 저감시킬 수 있다. 환원 공정에서의 가열 온도의 상한값은, 예를 들어 850℃ 이하, 850℃ 미만, 820℃ 이하, 800℃ 이하, 또는 750℃ 이하여도 된다. 상기 가열 온도의 상한값이 상기 범위 내임으로써, 3가의 크롬의 비율을 저감시킬 수 있다. 환원 공정에서의 가열 온도는 상술한 범위 내에서 조정해도 되고, 예를 들어 300 내지 820℃, 600 내지 820℃, 650 내지 800℃, 또는 650 내지 750℃여도 된다.
- [0066] 환원 공정에서의 가열 시간의 하한값은, 2시간 이상, 3시간 이상, 4시간 이상, 또는 5시간 이상이어도 된다. 상기 가열 시간의 하한값이 상기 범위 내임으로써, 5가의 크롬 및 6가의 크롬 비율을 저감시킬 수 있다. 환원 공정에서의 가열 시간의 상한값은, 11시간 이하, 10시간 이하, 9시간 이하, 또는 8시간 이하여도 된다. 상기 가열 시간의 상한값이 상기 범위 내임으로써, 3가의 크롬 비율을 저감시킬 수 있다. 환원 공정에서의 가열 시간은 상술한 범위 내에서 조정해도 되고, 예를 들어 2 내지 11시간, 또는 7 내지 8시간이어도 된다.
- [0067] 환원 공정에서의 상기 승온 속도는, 예를 들어 2 내지 15℃/분, 5 내지 12℃/분, 또는 8 내지 10℃/분이면 된다. 환원 공정에서의 상기 강온 속도는, 예를 들어 2 내지 15℃/분, 5 내지 12℃/분, 또는 8 내지 10℃/분이면 된다.

- [0068] 상술한 제조 방법은, 소성 공정 및 환원 공정에 추가하여, 그 밖의 공정을 갖고 있어도 된다. 그 밖의 공정으로서, 예를 들어 분쇄 공정, 분급 공정 및 산 처리 공정 등을 들 수 있다.
- [0069] 분쇄 공정은, 예를 들어 상기 소성 공정에서 얻어진 소성물, 또는 환원 공정에서 얻어진 가열 처리물을 분쇄하는 공정이면 된다. 예를 들어, 상기 소성 공정에서 얻어진 소성물을 환원 공정에 보내기 전에 분쇄를 행하여 입도를 조정함으로써, 소성물의 표면적을 증가시켜, 계속되는 환원 공정에서의 환원의 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 환원 공정에서 얻어진 가열 처리물을 분쇄함으로써, 형광체를 용도에 따라서 입도를 조정할 수 있다.
- [0070] 분쇄 공정에 있어서는, 일반적인 분쇄기 또는 해쇄기를 사용할 수 있다. 예를 들어, 유발, 볼 밀, 진동 밀 및 체트 밀 등을 사용할 수 있다. 또한, 본 명세서에 있어서의 「분쇄」에는 「해쇄」도 포함하는 것으로 한다.
- [0071] 이상, 몇몇 실시 형태에 대하여 설명했지만, 본 개시는 상기 실시 형태에 전혀 한정되는 것은 아니다. 또한, 상술한 실시 형태에 대한 설명 내용은, 서로 적용할 수 있다.
- [0072] **실시에**
- [0073] 이하, 실시예 및 비교예를 참조하여 본 개시의 내용을 보다 상세하게 설명한다. 단, 본 개시는, 하기의 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0074] (실시예 1)
- [0075] <형광체의 제조 방법>
- [0076] 용기에, 탄산리튬(Li₂CO₃, 가부시키가이샤 고준도 가가쿠 겐꾸쇼제), 산화마그네슘(MgO, 간토 가가쿠 가부시키가이샤제), 산화게르마늄(GeO₂, 가부시키가이샤 고준도 가가쿠 겐꾸쇼제) 및 산화크롬(Cr₂O₃, 가부시키가이샤 고준도 가가쿠 겐꾸쇼제)을 Li:Mg:Ge:Cr이 몰비로 2:1:0.995:0.005가 되도록, 각각 칭량하여 취하고, 건식 혼합함으로써 조성물(원료 분말)을 얻었다.
- [0077] 상기 조성물 6.0g을 알루미늄아 보드에 칭량하여 취하고, 종형 로 내에 정치하였다. 이어서, 대기 하에서, 실온으로부터 10℃/분의 승온 속도로, 종형 로 내의 온도가 1200℃가 될 때까지 승온하고, 1200℃에 도달하고 나서 그 온도로 7시간 유지함으로써 가열 처리를 행하였다(소성 공정). 그 후 가열을 종료하고, 실온까지 냉각시켰다. 실온까지 냉각한 후, 용기로부터 피상물을 회수하였다. 회수한 피상물을, 알루미늄아 유발에 의해 해쇄, 분쇄하고, 또한 눈 크기 150 μ m의 체로 걸러냄으로써, 체 통과물로서, 분말상의 소성물을 얻었다.
- [0078] 이어서, 상술한 분말상의 소성물 2.5g을 알루미늄아 보드에 칭량하여 취하고, 관상로 내에 정치하였다. 이어서, 암모니아 분위기 하에서, 실온으로부터 10℃/분의 승온 속도로, 관상로 내의 온도가 600℃가 될 때까지 승온하고, 600℃에 도달하고 나서 그 온도에서 6시간 유지함으로써 가열 처리를 행하였다(환원 공정). 그 후 가열을 종료하고, 실온까지 냉각시켰다. 실온까지 냉각한 후, 용기로부터 피상물을 회수하였다. 회수한 피상물을, 알루미늄아 유발에 의해 해쇄, 분쇄하고, 또한 눈 크기 150 μ m의 체로 걸러냄으로써, 체 통과물로서, 분말상의 가열 처리물을 얻었다. 당해 가열 처리물을 실시예 1의 형광체로 하였다. 얻어진 형광체는, 일반식: Li₂Mg(Ge_{1-x}Cr_x)O₄(x가 0.005)로 나타내고, 주 결정상이 Li₂MgGeO₄ 결정상과 동일한 구조를 갖는 것이 확인되었다.
- [0079] (실시예 2)
- [0080] 환원 공정에서의 처리 온도를 700℃로 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여, 형광체를 얻었다.
- [0081] (실시예 3)
- [0082] 환원 공정에서의 처리 온도를 800℃로 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여, 형광체를 얻었다.
- [0083] (비교예 1)
- [0084] 환원 공정에서의 처리 온도를 900℃로 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여, 형광체를 얻었다.
- [0085] <형광체 중의 Cr 함유량의 측정>
- [0086] 실시예 1 내지 3 및 비교예 1에서 얻어진 형광체에 대해서, 후술하는 방법에 따라, ICP 발광 분광 분석 장치에 의한 정량 분석을 행하고, Ge 및 Cr의 합계량을 기준으로 하는, Cr 함유량을 결정하였다. 결과를 표 1에 나타낸다.

- [0087] [ICP 발광 분광 분석 방법]
- [0088] 멀티형 ICP 발광 분광 분석 장치(Agilent사의 장치, 형번: 5110VDV형)를 사용하여 조성을 분석하였다. 형광체 10mg을 백금 도가니에 넣고, 알칼리성 용제 2g을 첨가하여, 전기로에서 용해하였다. 방랭 후, 백금 도가니에 염산(HCl) 20mL를 첨가하고, 온욕 중에서 가온 용해하여 용액을 얻었다. 그 후, 얻어진 용액을 100mL로 정용(定容)하였다. 이 100mL의 용액을 순수로 10배로 희석하여 시험액으로 하고, 상기 장치에 세트하여, 조성을 분석하였다.
- [0089] <형광체의 확산 흡수 스펙트럼의 측정>
- [0090] 실시예 1 내지 3 및 비교예 1에서 얻어진 형광체에 대해서, 후술하는 방법에 따라, 형광 스펙트럼 측정을 행하였다. 당해 측정에 의해 얻어진, 파장 700 내지 900nm인 스펙트럼의 적분값 X 및 파장 1100 내지 1300nm인 스펙트럼의 적분값 Y를 사용하여, Y/X의 값을 결정하였다. 결과를 표 1 및 도 1에 도시한다.
- [0091] [형광 스펙트럼 측정 방법]
- [0092] 먼저, 측정 대상인 형광체를, 석영 셀에 충전하고, 적분구의 개구부에 설치하였다. 발광 광원인 크세논 램프로부터 450nm의 파장으로 분광한 단색광을, 광 파이버를 사용하여 형광체의 여기광으로서 상기 적분구 내에 도입하였다. 이 여기광인 단색광을 측정 대상인 형광체에 조사하고, 형광 스펙트럼을 측정하였다. 측정에는, 분광 광도계(HORIBA제, 상품명: Fluorolog-3-iHR-NIR)를 사용하였다.
- [0093] <형광체의 분말 X선 회절 스펙트럼의 측정>
- [0094] 실시예 1 내지 3에서 얻어진 형광체에 대해서는, 후술하는 방법에 따라, 또한 분말 X선 회절 측정을 행하였다. 당해 측정에 의해 얻어진, 회절각(2θ)이 17.0 내지 19.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값 α 및 회절 각이 20.5 내지 23.5° 인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값 β 를 사용하여, α/β 의 값을 결정하였다. 결과를 표 1 및 도 2에 도시한다.
- [0095] [분말 X선 회절의 측정]
- [0096] X선 회절 장치(가부시키가이샤 리가쿠제, 상품명: UltimaIV)를 사용하여, 시료의 X선 회절 패턴을 취득하였다. 측정에는, CuK α 선(특성 X선)을 사용하였다.
- [0097] <형광체의 평가>
- [0098] 실시예 1 내지 3 및 비교예 1에서 얻어진 형광체에 대해서, 후술하는 방법에 따라, 발광 강도의 측정을 행하였다. 결과를 표 1 및 도 3에 도시한다. 또한, 발광 강도는, 실시예 1의 형광체 발광 강도를 기준으로 한 상대값으로 평가하였다.
- [0099] [발광 강도의 측정]
- [0100] 먼저, 측정 대상인 형광체를, 석영 셀에 충전하고, 적분구의 개구부에 설치하였다. 발광 광원인 크세논 램프로부터 676nm의 파장으로 분광한 단색광을, 광파이버를 사용하여 형광체의 여기광으로서 상기 적분구 내에 도입하였다. 이 여기광인 단색광을 측정 대상인 형광체에 조사하고, 형광 스펙트럼을 측정하였다. 측정에는, 분광 광도계(가부시키가이샤 호리바 세이사꾸쇼(HORIBA사)제, 상품명: Fluorolog-3-iHR-NIR)를 사용하였다. 얻어진 형광 스펙트럼 데이터로부터, 실시예 1의 발광 강도를 1.0으로 했을 때의 강도비를 결정하였다.

표 1

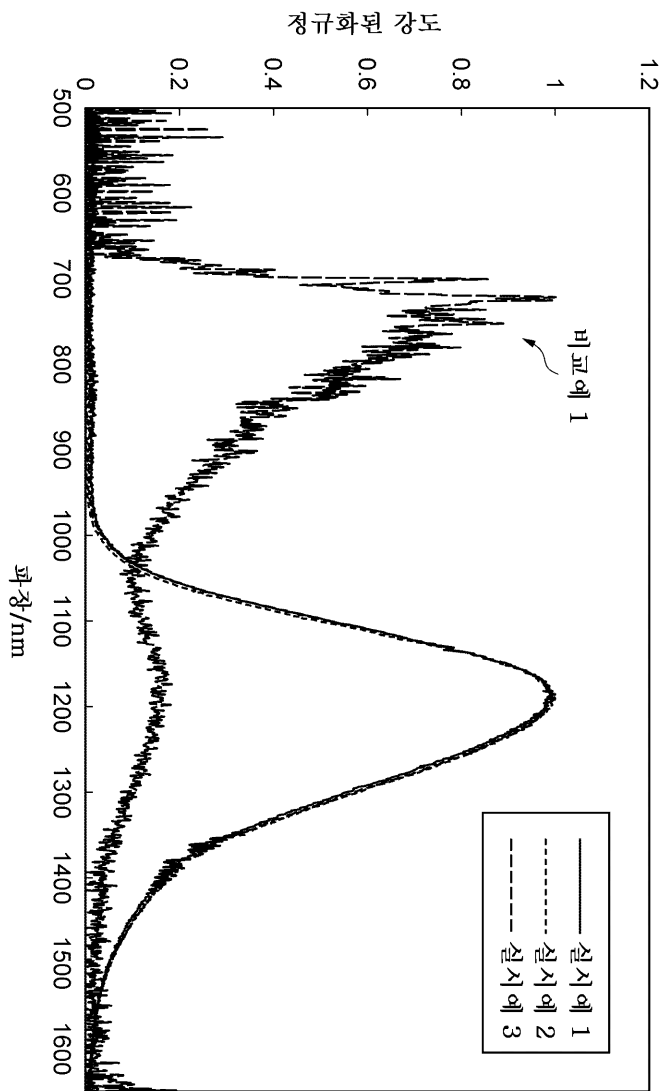
	형광체							평가
	Cr의 함유량 [mol%]	형광 스펙트럼			분말 X선 회절 패턴			
		700 내지 900nm인 스펙트럼의 적분값 X	1100 내지 1300nm인 스펙트럼의 적분값 Y	Y / X	17.0 내지 19.5°인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값 α	20.5 내지 23.5°인 영역에 있어서의 피크 강도의 최댓값 β	α / β	
실시예 1	1.0	2.5	165.0	65.1	1715	50896	0.034	1.00
실시예 2	1.0	0.2	166.4	693.4	1633	53497	0.031	1.86
실시예 3	1.0	1.4	166.2	116.2	1708	42834	0.040	1.44
비교예 1	1.0	114.2	27.9	0.2	2850	29206	0.098	0.04

[0101]

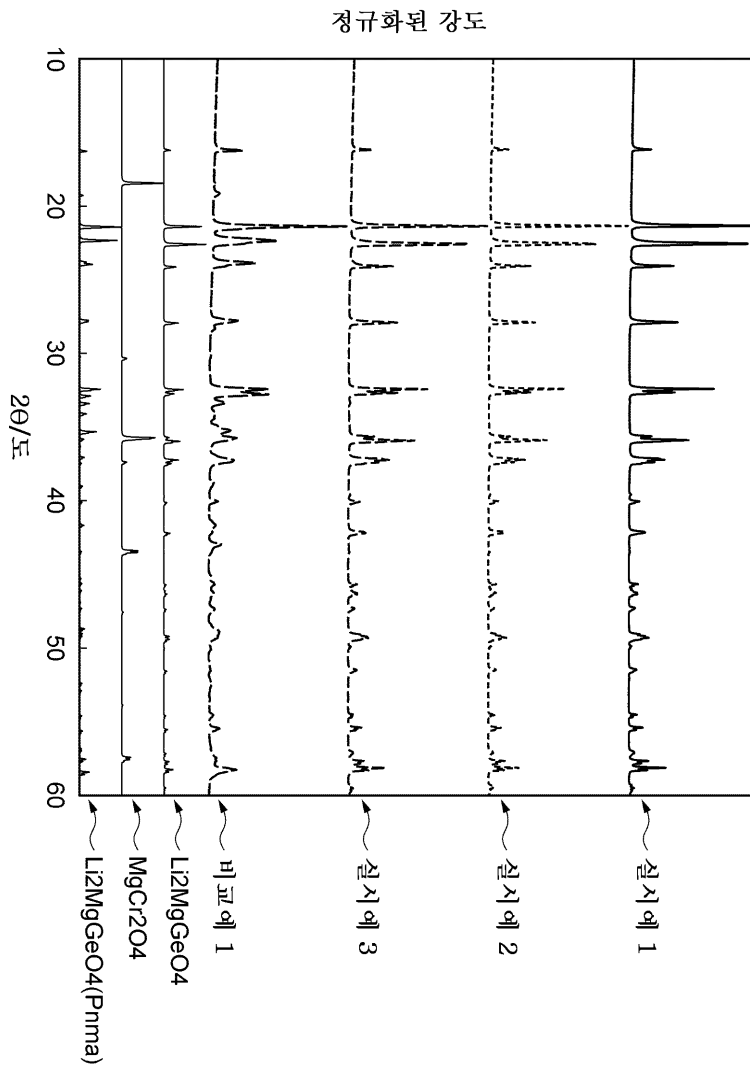
산업상 이용가능성

[0102] 본 개시에 의하면, 발광 강도가 우수한 형광체 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

도면
도면1



도면2



도면3

