



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월10일
(11) 등록번호 10-2499057
(24) 등록일자 2023년02월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/77 (2006.01) C09K 11/56 (2006.01)
C09K 11/62 (2006.01) C09K 11/64 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/7731 (2013.01)
C09K 11/567 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0099850
(22) 출원일자 2020년08월10일
심사청구일자 2020년08월10일
(65) 공개번호 10-2022-0019439
(43) 공개일자 2022년02월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR100835069 B1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
손기선
서울특별시 강남구 언주로146길 18, 4동 302호
김민석
서울특별시 노원구 동일로208길 19, 211동 1315호
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 10 항

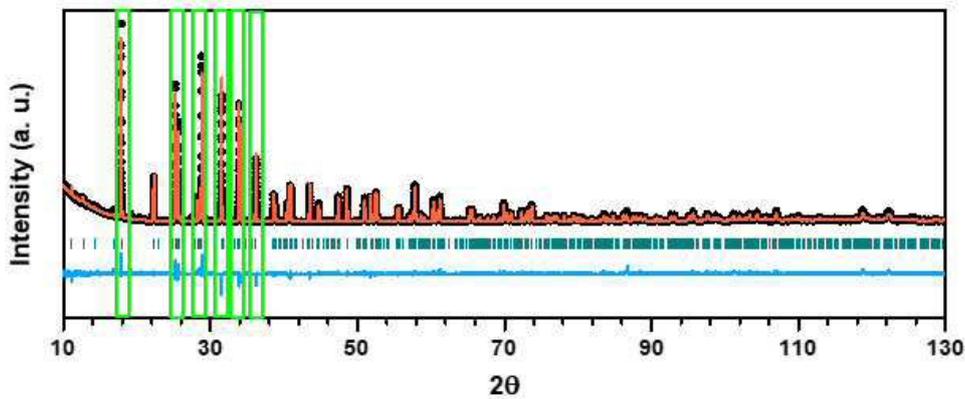
심사관 : 최준례

(54) 발명의 명칭 황화물계 형광체와 이 형광체를 포함하는 발광장치

(57) 요약

본 발명은 구성 원소로서 적어도 Ba, Li 및 S와, Al과 Ga 중에서 선택된 1종 이상을 함유하는 모체와, 상기 모체에 Eu와 Ce 중에서 선택된 1종 이상의 부활제를 고용시킨, 황화물계 형광체에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
C09K 11/625 (2013.01)
C09K 11/643 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020150051267 A
KR1020180061837 A
KR1020180047146 A
KR1020130057157 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711105101
과제번호	2015M3D1A1069707
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	미래소재디스커버리지원(R&D)
연구과제명	휴리스틱스 전산기반 기능성 무기소재 창제 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2020.01.04 ~ 2021.01.03

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

구성 원소로서 적어도 Ba, Li 및 S와, Al과 Ga 중에서 선택된 1종 이상을 함유하는 모체와, 상기 모체에 Eu와 Ce 중에서 선택된 1종 이상의 부활제를 고용시킨 것으로,

하기 [조성식 1]로 이루어진, 황화물계 형광체.

[조성식 1]



($0.5 \leq a \leq 2$, $0.5 \leq b \leq 1.5$, $0.5 \leq c \leq 1.5$, $2.5 \leq x \leq 7.5$, $0.001 \leq z/a \leq 0.2$, A는 Al와 Ga 중에서 선택된 1종 이상, Ln은 부활제)

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모체의 주상은, 분말 X선 회절 패턴에 있어서 가장 강도가 큰 회절 피크의 상대 강도를 100%로 했을 때, 상기 X선 회절 패턴의 브래그각도(2θ)가 $17.4^\circ \sim 18.4^\circ$, $24.7^\circ \sim 25.7^\circ$, $28.5^\circ \sim 29.5^\circ$, $31.2^\circ \sim 32.2^\circ$, $33.5^\circ \sim 34.5^\circ$, $35.5^\circ \sim 36.5^\circ$ 인 범위에서 상대강도 5% 이상의 회절피크를 나타내는 상을 주상으로 포함하는, 황화물계 형광체.

청구항 3

삭제

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 모체의 주상의 격자상수는, $a = 8.212\text{\AA}$, $b = 6.951\text{\AA}$, $c = 7.186\text{\AA}$ 이며, 상기 격자상수는 $\pm 5\%$ 의 변동이 이루어질 수 있는, 황화물계 형광체.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 모체의 주상은 단사정계(monoclinic) 결정구조를 가지는, 황화물계 형광체.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 모체에 있어서, Ba:Li:A:S의 몰비율은, 2:1:1:4인, 황화물계 형광체.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 형광체는, 300~470nm의 여기파장에 대해 465~600nm의 발광 파장을 가지는, 황화물계 형광체.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 형광체는 녹색 또는 시안색의 발광을 하는, 황화물계 형광체

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 형광체는, 평균 입도가 1 ~ 20 μ m인 분말로 이루어진, 황화물계 형광체.

청구항 10

여기광을 방출하는 발광소자; 및

상기 여기광을 흡수하여 가시광을 방출하는 파장변환부;를 포함하며,

상기 파장변환부는 구성 원소로서 적어도 Ba, Li 및 S와, Al과 Ga 중에서 선택된 1종 이상을 함유하는 모체와, 상기 모체에 Eu와 Ce 중에서 선택된 1종 이상의 부활제를 고용시킨 황화물계 형광체를 포함하고,

상기 황화물계 형광체는 하기 [조성식 1]로 이루어진, 발광장치.

[조성식 1]



($0.5 \leq a \leq 2$, $0.5 \leq b \leq 1.5$, $0.5 \leq c \leq 1.5$, $2.5 \leq x \leq 7.5$, $0.001 \leq z/a \leq 0.2$, A는 Al와 Ga 중에서 선택된 1종 이상, Ln은 부활제)

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 발광소자는 자외선 및 청색 발광다이오드인 것을 특징으로 하는 발광장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 새로운 결정구조를 갖는 형광체와 이 형광체를 포함하는 발광장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 바륨과 리튬과 알루미늄이 포함된 황화물로 이루어지고 청색 발광 다이오드를 여기원으로 할 때 녹색 범위의 발광이 가능한 새로운 황화물계 형광체와 이를 사용한 발광장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 조명, LCD 백라이트, 자동차 조명용 등으로 각광을 받고 있는 백색 LED발광장치는, 통상 청색 또는 자외선을 방출하는 LED 발광소자와, 이 발광소자에서 방출하는 광을 여기원으로 하여 파장을 가시광선으로 변환시키는 형광체를 포함하여 이루어진다.

[0004] 이러한 백색 LED를 구현하는 방법으로 종래, 발광 소자로서 파장이 450 ~ 550nm인 InGaN계 재료를 사용한 청색 발광 다이오드를 사용하고 형광체로는 (Y,Gd)₃(Al,Ga)₅O₁₂의 조성식으로 표현되는 황색발광의 YAG계 형광체를 사용한 것이 대표적인데, 이 백색 LED는 발광 소자로부터 방출된 청색광을 형광체층으로 입사시켜 형광체층 내에서 수회의 흡수와 산란을 반복하며 이 과정에서 형광체에 흡수된 청색광은 황색으로 파장변환이 이루어진 황색광과 입사된 청색광의 일부가 혼합되어 인간의 눈에는 백색으로 보이게 하는 것이다.

[0005] 그러나, 이러한 구조의 백색 LED는 빛에 적색 성분이 적고, 색 온도가 높으며, 적색 및 녹색 성분이 부족하여 연색성이 떨어지는 조명광 밖에 얻지 못한다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 녹색 형광체를 개발하여 기존 LED의 부족한 성분을 보완하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제0835069호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 종래 알려지지 않은 새로운 결정 구조를 가지며, 녹색 범위에서 휘도가 우수한 발광이 이루어지고, 발광 감쇠 속도가 매우 빨라 LED와 같은 디스플레이나 LED 조명용의 형광체로써 적합하게 사용될 수 있는 형광체와 이 형광체를 포함하는 발광장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제1측면은, 구성 원소로서 적어도 Ba, Li 및 S와, Al과 Ga 중에서 선택된 1종 이상을 함유하는 모체와, 상기 모체에 Eu와 Ce 중에서 선택된 1종 이상의 부활제를 고용시킨, 황화물계 형광체를 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제2측면은, 여기광을 방출하는 발광소자 및 상기 여기광을 흡수하여 가시광을 방출하는 파장변환부를 포함하며, 상기 파장변환부는 구성 원소로서 적어도 Ba, Li 및 S와, Al과 Ga 중에서 선택된 1종 이상을 함유하는 모체와, 상기 모체에 Eu와 Ce 중에서 선택된 1종 이상의 부활제를 고용시킨 황화물계 형광체를 포함하는 발광장치를 제공하는 것이다.

발명의 효과

[0013] 본 발명과 같이 Ba, Li, Al 및/또는 Ga, S을 모체로 하고 활성제를 이용한 형광체 조성물의 구조 및 사용은 이제까지 보고된 바가 없으며, 이 조성물은 Eu, Ce 도핑시 녹색 또는 시안 형광체로 사용될 수 있으며, 광 효율이 우수하고 감쇠 속도가 빨라 LED용 형광체 및 디스플레이 형광체로 적합하게 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1는 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 형광체의 X선 회절 패턴을 표시한 것이다.
 도 2는 본 발명의 실시예 2에 따라 제조된 형광체의 X선 회절 패턴을 표시한 것이다.
 도 3은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 형광체의 PL 특성을 나타낸 것이다.
 도 4는 본 발명의 실시예 2에 따라 제조된 형광체의 PL 특성을 나타낸 것이다.
 도 5는 본 발명의 실시예 3에 따라 제조된 형광체의 PL 특성을 나타낸 것이다.
 도 6는 본 발명의 실시예 4에 따라 제조된 형광체의 PL 특성을 나타낸 것이다.
 도 7는 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 형광체의 감쇠 속도를 다른 상용 형광체들(β -SIALON, CASN)과 비교하여 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 대해 상세하게 설명한다.

[0017] 형광체

[0018] 본 발명에 따른 형광체는 구성 원소로서 적어도 Ba, Li 및 S와, Al과 Ga 중에서 선택된 1종 이상을 함유하는 모체와, 상기 모체에 Eu와 Ce 중에서 선택된 1종 이상의 부활제를 고용시킨, 황화물계 형광체인 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 모체는 바람직하게 분말 X선 회절 패턴에 있어서 가장 강도가 큰 회절 피크의 상대 강도를 100%로 했을 때, 상기 X선 회절 패턴의 브래그각도(2θ)가 $17.4^\circ \sim 18.4^\circ$, $24.7^\circ \sim 25.7^\circ$, $28.5^\circ \sim 29.5^\circ$, $31.2^\circ \sim 32.2^\circ$, $33.5^\circ \sim 34.5^\circ$, $35.5^\circ \sim 36.5^\circ$ 인 범위에서 상대 강도 5% 이상의 회절피크를 나타내는 상을 주상으로 포함한다.

[0020] 또한, 상기 형광체는 바람직하게 하기 [조성식 1]로 이루어질 수 있다.

[0021] [조성식 1]

[0022] $Ba_aLi_bAcS_x : Ln_z$

- [0023] (0.5 ≤ a ≤ 2, 0.5 ≤ b ≤ 1.5, 0.5 ≤ c ≤ 1.5, 2.5 ≤ x ≤ 7.5, 0.001 ≤ z/a ≤ 0.2, A는 Al와 Ga 중에서 선택된 1종 이상, Ln은 부활제)
- [0024] 또한, 상기 형광체의 모체는 단사정계(monoclinic) 결정구조일 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 형광체의 모체의 격자상수는 a = 8.212Å, b = 6.951Å, c = 7.186Å 이며, 상기 격자상수는 ±5%의 변동이 이루어질 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 형광체의 모체는, Ba:Li:A:S의 몰비율은, 바람직하게, 2:1:1:4일 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 형광체는 300~470nm의 여기과장에 대해 465~600nm의 발광 과장을 가질 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 형광체에 있어서, 상기 A가 Ba일 경우, 상기 Ba는 Eu으로 몰 비율로 20% 이하로 대체될 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 형광체에 있어서, 상기 A가 Al 또는 Ga일 경우, 상기 Al 또는 Ga 중 일부가 Ce으로 몰 비율로 20% 이하로 대체될 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 형광체에 있어서, 부활제(Ln)의 고용량(x)은 몰 비율로 0.001보다 작을 경우 발광 원소의 부족으로 휘도가 충분하지 않고, 0.2를 초과할 경우 이른바 농도 소광(消光)의 효과로 인해 오히려 휘도가 감소하므로, 0.001~0.2의 범위에서 높은 휘도를 얻을 수 있어 바람직하고, 몰 비율로 0.005~0.05 범위로 고용되는 것이 보다 바람직하다. 또한, 부활제로는 Eu이 가장 바람직하며 Ce의 도핑도 가능하다.
- [0031] 또한, 본 발명에 따른 조성의 형광체는 단상(single phase)으로 이루어지는 것이 이상적이지만, 제조과정에서 소량의 불가피한 비정질상이나 단사정계(monoclinic)가 아닌 기타 결정상이 포함될 수 있다. 즉, 이러한 비정질상이나 기타 결정상을 포함하는 혼합물이라도 특성에 영향이 없는 한 일부 포함될 수 있다.
- [0032] 또한, 본 발명에 따른 형광체의 평균 입도는 1~20µm의 범위가 바람직하는데, 평균입도가 1µm보다 작으면 산란에 의한 광 흡수율이 저하되고, LED를 밀봉하는 수지로의 균일한 분산이 용이하지 않을 수도 있고, 평균 입도가 20 µm를 초과하면 발광 강도 및 색조의 불균일이 발생할 경우가 있기 때문이다.
- [0033] 또한, 본 발명에 따른 발광장치는, 여기광을 방출하는 발광소자 및 상기 여기광을 흡수하여 가시광을 방출하는 과장변환부를 포함하며, 상기 과장변환부는 구성 원소로서 적어도 Ba, Li, Al 및 S를 함유하는 모체와, 상기 모체에 Ce와 Eu 중에서 선택된 1종 이상의 부활제를 고용시킨 형광체를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 상기 발광소자는 바람직하게 이 소자로부터 방출된 빛이 상기 과장변환부에 도입되어 녹색광 또는 시안색광을 생성할 수 있는 임의의 광원일 수 있다.
- [0035] 상기 발광소자의 발광과장은 바람직하게 약 365~480nm의 피크 과장을 갖는 청색광 또는 UV광일 수 있다.
- [0036] 상기 발광소자는, 자외선 발광 다이오드 또는 청색 발광 다이오드일수 있다.
- [0038] 형광체의 제조방법
- [0039] 형광체 제조 원료로는 주요 성분인 Ba, Li, Al, Ga, Eu, Ce의 경우, 황화 바륨(BaS), 황화 리튬(Li₂S), 황화 알루미늄(Al₂S₃), 황화 갈륨(Ga₂S₃), 산화 유로퓸(Eu₂O₃), 산화 세륨(CeO₂)분말을 사용하였다. 상기 원료물질들은 소정의 조성이 되도록 원료 물질을 칭량하여 혼합하였는데, 이때 샘플당 혼합물의 양은 1g이 되도록 하였다. 이상과 같은 원료물질의 혼합작업은 글로브 박스 내 아르곤 분위기에서 수작업으로 20분 동안 혼합하였다.
- [0040] 이와 같이 얻어진 혼합물 샘플들을 대기압 이상 20기압 이하의 수소 및 질소 가스를 주성분으로 하여 H₂를 0~25% 포함하는 수소 및 질소 가스 분위기에서 수행하는데, 이와 같이 수소 및 질소 가스 분위기에서 소성을 하게 되면 소성 중에 합성되는 황화물의 산화를 방지 또는 억제할 수 있고, 생성되는 황화물의 조성 편차를 줄일 수 있어 성능이 우수한 형광체 조성물을 제조할 수 있게 된다. 한편, 수소 및 질소 가스를 주성분으로 한다는 것은, 전체 가스 중 수소가스 25% 미만, 질소 가스가 75% 이상으로 포함된 것을 의미한다.
- [0041] 또한, 소성온도는 600~1000℃가 바람직하며 고품질의 형광체를 얻기 위해서는 700℃ 이상이 보다 바람직하다. 또한, 소성시간은 30분~100시간의 범위 내로 할 수 있는데, 품질과 생산성 등을 고려할 때 2시간~24시간이 바람직하다. 본 실시 형태에서는 상압 Air 가스 분위기 하에서 700℃의 소성 온도로 4시간 동안 소성을 실시한 후 과쇄하여 형광체를 제조하였다.
- [0043] 이하, 보다 구체적인 실시예를 참조하여 본 발명의 황화물계 형광체를 상세하게 설명한다.

[0044] [실시예 1]

[0045] 실시예 1의 형광체 조성물의 원료분말은, BaS 0.7596g, Li₂S 0.0526g, Al₂S₃ 0.1718g, Eu₂O₃ 0.0160g을 각각 칭량한 후, 글로브 박스 내 아르곤 분위기에서 유발을 사용하여 수작업으로 혼합하는 방식으로 1g의 원료 분말 혼합물을 얻었다. 이와 같이 혼합된 원료분말 혼합물 1g을 도가니에 충전하고, 소성로의 내부에 수소/질소 가스를 분당 500cc 흘려주어 700℃에서 4시간 동안 가열하는 소성처리를 한 후, 분쇄함으로써, 형광체 조성물을 얻었다. 이 형광체 조성물을 450nm 광원으로 여기 시켰을 때 녹색 발광이 되는 것으로 확인되었다.

[0046] 실시예 1에 따른 형광체의 혼합물의 제조 공정조건과 제조된 형광체의 발광파장을 아래 표 1에 나타내었다.

표 1

실시예	원료 혼합물 조성			부활제	
	BaS (g)	Li ₂ S (g)	Al ₂ S ₃ (g)	물질	혼합량(g)
1	0.7596	0.0526	0.1718	Eu ₂ O ₃	0.0161

[0049] [실시예 2]

[0050] 실시예 2의 형광체 조성물의 원료분말은, BaS 0.4661g, Li₂S 0.1935g, Ga₂S₃ 0.3308g, CeO₂ 0.0097g을 각각 칭량한 후, 글로브 박스 내 아르곤 분위기에서 유발을 사용하여 수작업으로 혼합하는 방식으로 1g의 원료 분말 혼합물을 얻었다. 이와 같이 혼합된 원료분말 혼합물 1g을 도가니에 충전하고, 소성로의 내부에 수소/질소 가스를 분당 500cc 흘려주어 700℃에서 4시간 동안 가열하는 소성처리를 한 후, 분쇄함으로써, 형광체 조성물을 얻었다. 이 형광체 조성물을 450nm 광원으로 여기 시켰을 때 녹색 발광이 되는 것으로 확인되었다.

[0051] 실시예 2에 따른 형광체의 혼합물의 제조 공정조건과 제조된 형광체의 발광파장을 아래 표 2에 나타내었다.

표 2

실시예	원료 혼합물 조성			부활제	
	BaS (g)	Li ₂ S (g)	Ga ₂ S ₃ (g)	물질	혼합량(g)
2	0.4661	0.1935	0.3308	CeO ₂	0.0097

[0054] [실시예 3]

[0055] 실시예 3의 형광체 조성물의 원료분말은, BaS 0.5120g, Li₂S 0.2126g, Ga₂S₃ 0.0908g, Al₂S₃ 0.1737g, Eu₂O₃ 0.0109g을 각각 칭량한 후, 글로브 박스 내 아르곤 분위기에서 유발을 사용하여 수작업으로 혼합하는 방식으로 1g의 원료 분말 혼합물을 얻었다. 이와 같이 혼합된 원료분말 혼합물 1g을 도가니에 충전하고, 소성로의 내부에 수소/질소 가스를 분당 500cc 흘려주어 800℃에서 4시간 동안 가열하는 소성처리를 한 후, 분쇄함으로써, 형광체 조성물을 얻었다. 이 형광체 조성물을 450nm 광원으로 여기 시켰을 때 녹색 발광이 되는 것으로 확인되었다.

[0056] 실시예 3에 따른 형광체의 혼합물의 제조 공정조건과 제조된 형광체의 발광파장을 아래 표 3에 나타내었다.

표 3

실시예	원료 혼합물 조성				부활제	
	BaS (g)	Li ₂ S (g)	Al ₂ S ₃ (g)	Ga ₂ S ₃ (g)	물질	혼합량(g)
3	0.5120	0.2126	0.1731	0.0908	Eu ₂ O ₃	0.0109

[0059] [실시예 4]

[0060] 실시예 4의 형광체 조성물의 원료분말은, BaS 0.4805g, Li₂S 0.1995g, Ga₂S₃ 0.2557g, Al₂S₃ 0.0543g, CeO₂ 0.0100g을 각각 칭량한 후, 글로브 박스 내 아르곤 분위기에서 유발을 사용하여 수작업으로 혼합하는 방식으로 1g의 원료 분말 혼합물을 얻었다. 이와 같이 혼합된 원료분말 혼합물 1g을 도가니에 충전하고, 소성로의 내부에 수소/질소 가스를 분당 500cc 흘려주어 800℃에서 4시간 동안 가열하는 소성처리를 한 후, 분쇄함으로써, 형광

체 조성물을 얻었다. 이 형광체 조성물을 400nm 광원으로 여기 시켰을 때 청색부터 녹색 영역의 발광이 되는 것으로 확인되었다.

[0061] 실시예 4에 따른 형광체의 혼합물의 제조 공정조건과 제조된 형광체의 발광과장을 아래 표 4에 나타내었다.

표 4

실시예	원료 혼합물 조성				부활제	
	BaS (g)	Li ₂ S (g)	Al ₂ S ₃ (g)	Ga ₂ S ₃ (g)	물질	혼합량(g)
4	0.4805	0.1995	0.0543	0.2557	CeO ₂	0.0100

[0064] 이상과 같이 제조된 형광체 조성물들에 대해 분말 XRD 분석과 PL 장치를 이용하여 발광특성을 분석하였다.

[0066] XRD 분석 결과

[0067] 도 1는 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 형광체의 X선 회절 패턴을 표시한 것이고, 도 2는 본 발명의 실시예 2에 따라 제조된 형광체의 X선 회절 패턴을 표시한 것이다.

[0068] 도 1에서 확인되는 바와 같이, 실시예 1에 따라 제조된 형광체의 X선 회절 패턴을 이용해 Rietveld refinement를 실시한 결과, X선 회절 패턴의 브래그 각도(2θ)가 17.4° ~18.4° , 24.7° ~25.7° , 28.5° ~29.5° , 31.2° ~32.2° 33.5° ~34.5° , 35.5° ~36.5° 인 부분에서, 가장 강도가 큰 회절 피크(최대 강도 피크)의 상대 강도를 100%로 했을 때, 상대 강도가 10% 이상인 피크가 존재하는 결정구조를 나타내었다.

[0069] 본 발명의 실시예 1에 따라 제조한 형광체 조성물에 대한 X선 회절 패턴을 Rietveld refinement를 통한 구조해석 결과를 아래 표 5에 나타내었다.

표 5

atom	Wyckoff site	x/a	y/b	z/c	B (Å ²)	SOF
Ba1	2e	0.3114(4)	0.25	0.2465(3)	0.02(3)	1.00
Ba2	2e	0.8137(4)	0.25	0.2524(4)	0.02(7)	1.00
S1	2b	0.5	0	0	0.25(6)	1.00
S2	2a	0	0	0	0.57(8)	1.00
S3	2e	0.137(1)	0.25	0.5928(8)	0.18(8)	1.00
S4	2e	0.655(2)	0.25	0.6207(8)	0.37(8)	1.00
Al	2e	0.931(1)	0.25	0.7801(7)	0.001(4)	1.00
Li	2e	0.4383(6)	0.25	0.7615(6)	0.5	1.00

Compound Name : Ba₂Li Al S₄
 Wavelength (μ) : 1.5216Å
 Space group : P2₁/m
 Space group No : 11
 Z (formula unit per unit cell): 2
 Lattice parameters: a = 8.21247(3)Å, b = 6.9508(3)Å, c =7.18584(4)Å ; α = β = 90 and γ = 106.5709(6)° R_p = 8.51, R_{wp} = 12.1, R_{exp}= 6.39and χ² = 3.58

[0072] 상기 Rietveld refinement를 통해 얻은 결정구조 정보를 통해, 본 발명의 실시예 1과 같이, Ba, Li 및 Al을 필수성분으로 포함하는 황화물로 이루어진 물질 중에서, 상기한 결정구조로 이루어진 물질은 보고된 바가 없다. 즉, 본 발명의 실시예 1은 신규한 물질이라고 할 수 있다.

[0073] 한편, 도 2에서 확인되는 바와 같이, 실시예 2에 따라 제조된 형광체의 X선 회절 패턴을 이용해 Rietveld refinement를 실시한 결과, X선 회절 패턴의 브래그 각도(2θ)가 17.4° ~18.4° , 24.7° ~25.7° , 28.5° ~29.5° , 31.2° ~32.2° 33.5° ~34.5° , 35.5° ~36.5° 인 부분에서, 가장 강도가 큰 회절 피크(최대 강도 피크)의 상대 강도를 100%로 했을 때, 상대 강도가 5% 이상인 피크가 존재하는 결정구조를 나타내었다.

[0074] 그런데, 본 발명의 실시예 2와 같이, Ba, Li, Al 및 Ga를 필수성분으로 포함하는 황화물로 이루어진 물질 중에

서, 상기한 브래그 각도에서 상기한 피크를 나타내는 결정구조로 이루어진 물질은 보고된 바가 없다. 즉, 본 발명의 실시예 2도 실시예 1과 마찬가지로 신규한 물질이라고 할 수 있다.

[0076] PL 분석 결과

[0077] 도 3은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 형광체의 PL 특성을 나타낸 것이고, 도 4는 본 발명의 실시예 2에 따라 제조된 형광체의 PL 특성을 나타낸 것이다.

[0078] 도 3에서 확인되는 바와 같이, 450nm의 여기광에 대하여, 본 발명의 실시예 1에 따른 형광체는 555nm의 발광과장을 나타내었다. 즉, 녹색 영역에서 발광이 이루어지므로, 녹색 형광체로 적용이 가능함을 알 수 있다.

[0079] 도 4에서 확인되는 바와 같이, 400nm의 여기광에 대하여, 본 발명의 실시예 2에 따른 형광체는 470nm의 발광과장을 나타내었다. 즉, 녹색과 청색의 중간 영역의 발광이 이루어져, 이 색상 영역의 튜닝용으로 사용 가능함을 알 수 있다.

[0080] 도 5에서 확인되는 바와 같이, 450nm의 여기광에 대하여, 본 발명의 실시예 3에 따른 형광체는 535nm의 발광과장을 나타내었다. 즉, 녹색 영역에서 발광이 이루어지므로, 녹색 형광체로 적용이 가능함을 알 수 있다.

[0081] 도 6에서 확인되는 바와 같이, 400nm의 여기광에 대하여, 본 발명의 실시예 4에 따른 형광체는 470nm의 발광과장을 나타내었다. 즉, 녹색과 청색의 중간 영역의 발광이 이루어져, 이 색상 영역의 튜닝용으로 사용 가능함을 알 수 있다.

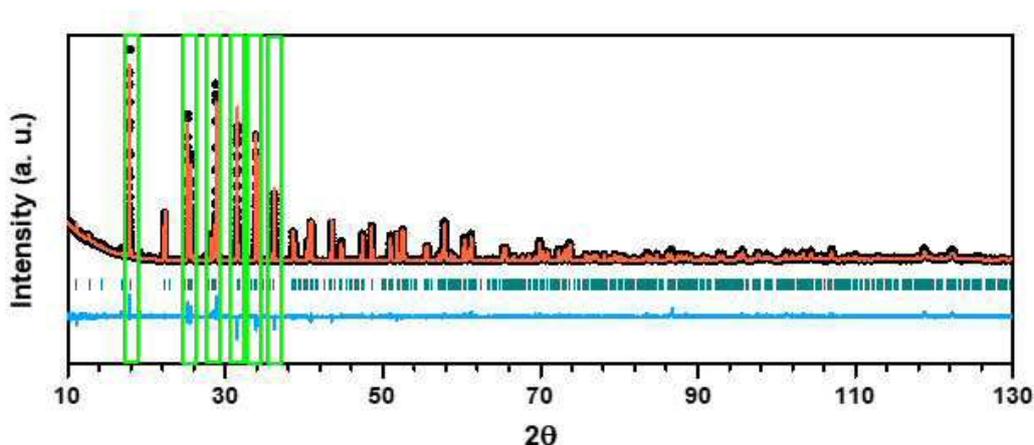
[0082] 도 7는 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 형광체의 감쇠 속도를 다른 상용 형광체인 b-SIALON 및 CASN 형광체와 비교한 것이다.

[0083] 도 7에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 1에 따른 형광체는 기존의 상용 형광체에 비해 감쇠 속도가 매우 빠른 점을 확인할 수 있다. 따라서 본 발명에 따른 형광체는 LED 소자, 백색 LED, 디스플레이 등과 같은 영역의 발광소자에 적용될 때 느린 감쇠 속도로 인해 잔광 현상이 생기는 문제가 생기지 않는다.

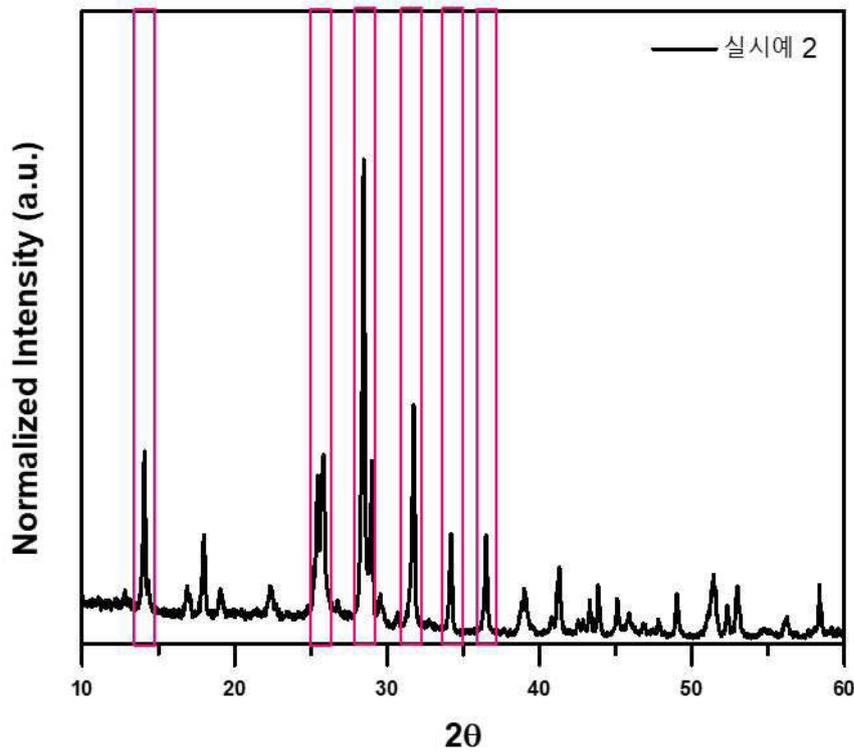
[0084] 본 발명은 상술한 실시 형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니며, 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다. 따라서, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

도면

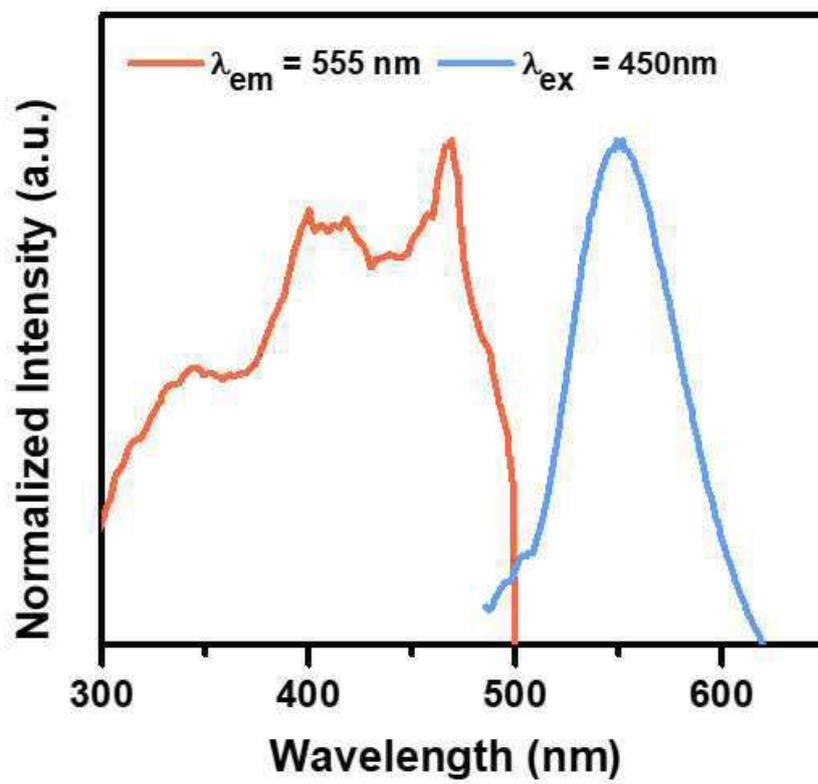
도면1



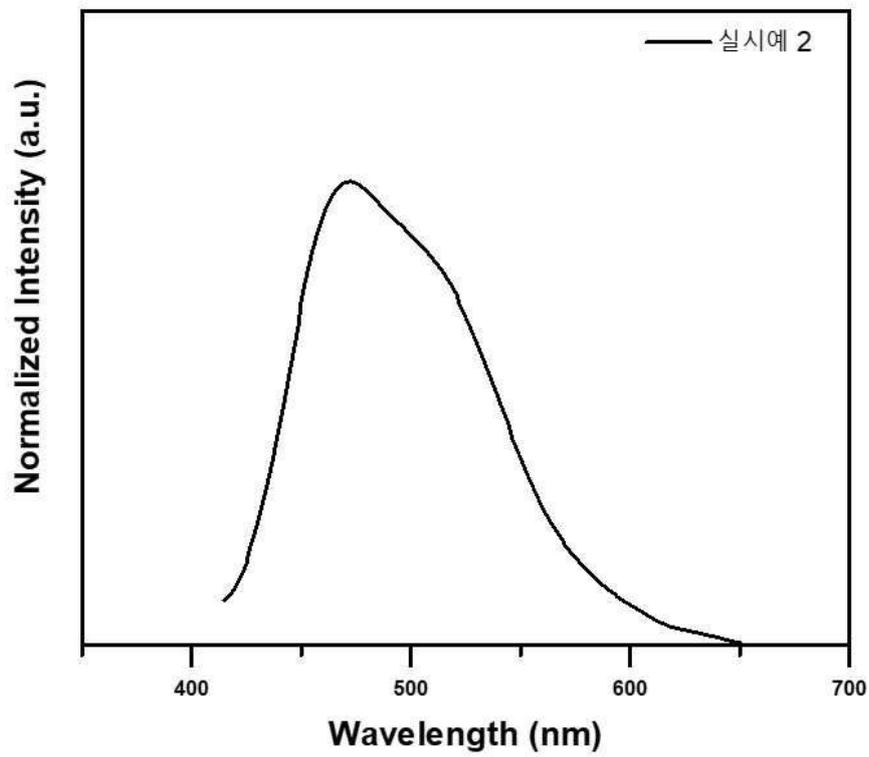
도면2



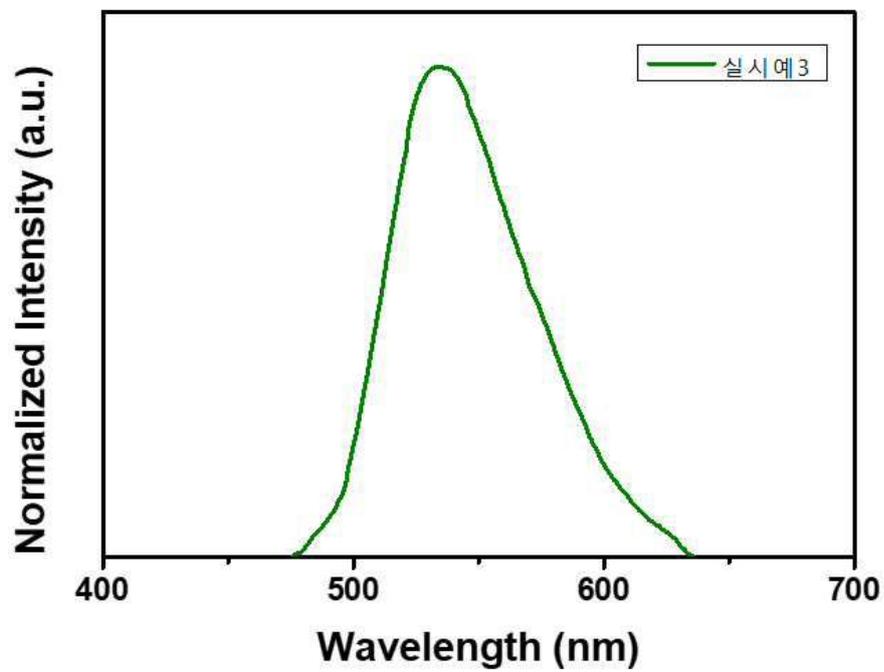
도면3



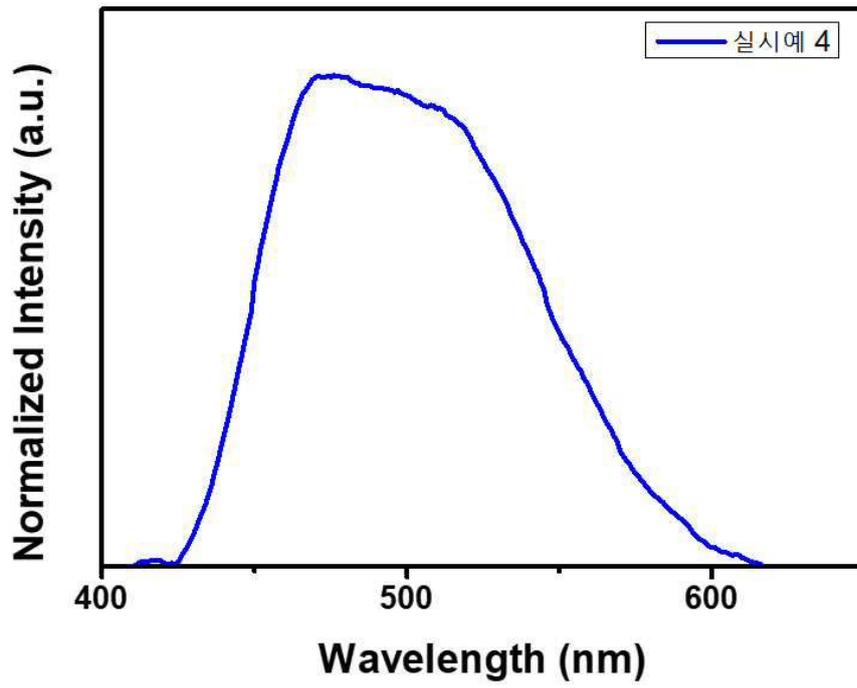
도면4



도면5



도면6



도면7

