



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0005902
(43) 공개일자 2019년01월16일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>C09K 11/64</i> (2006.01) <i>G01N 21/64</i> (2006.01)
 <i>H01L 33/50</i> (2010.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>C09K 11/646</i> (2013.01)
 <i>G01N 21/64</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2018-7034600
 (22) 출원일자(국제) 2016년05월23일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2018년11월28일
 (86) 국제출원번호 PCT/FI2016/050349
 (87) 국제공개번호 WO 2017/194825
 국제공개일자 2017년11월16일
 (30) 우선권주장
 20165392 2016년05월09일 핀란드(FI)</p> | <p>(71) 출원인
 투룬 일리오피스토
 핀란드, 투룬 일리오피스토 20014, 일리오피스톤 마키</p> <p>(72) 발명자
 라스투사리, 미카
 핀란드, 20740 투르쿠, 라우크폴쿠 3 에이치 18
 노르보, 이사벨라
 핀란드, 20520 투르쿠, 카이보카투 10 에이 6</p> <p>(74) 대리인
 이건주, 김정훈</p> |
|---|--|

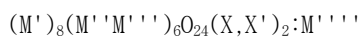
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 **발광 물질**

(57) 요약

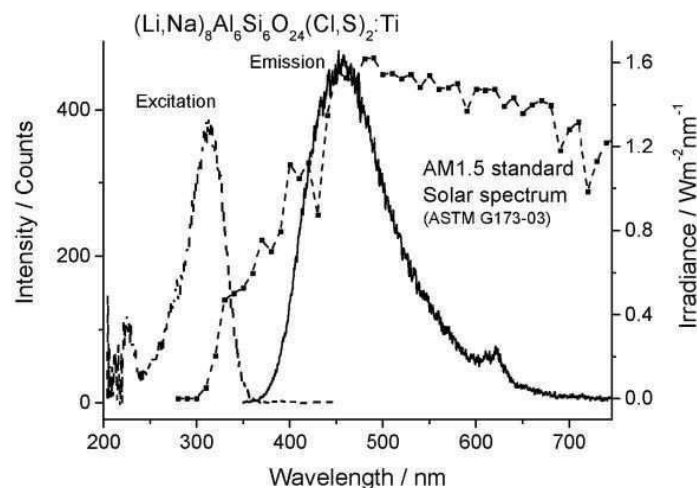
본 발명은 하기의 화학식 (I)로 표현되는 물질에 관한 것이다:

[화학식 I]



또한, 본 발명은 발광 물질, 상이한 용도, 및 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 33/502 (2013.01)

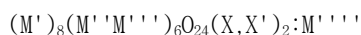
명세서

청구범위

청구항 1

하기의 화학식 (I)로 표현되는 물질:

[화학식 I]



여기서,

M'은 원소들의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 알칼리 금속의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내고;

M''는 원소의 IUPAC 주기율표의 13족으로부터 선택된 원소의 3가 단원자 양이온 또는 원소의 IUPAC 주기율표의 3 - 12족 중의 어느 하나로부터 선택된 전이 원소의 3가 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내고;

M'''는 원소의 IUPAC 주기율표 14족으로부터 선택된 원소, 또는 원소의 IUPAC 주기율표 13족 및 15족 중 어느 하나로부터 선택된 원소, 또는 Zn의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내고;

X는 원소의 IUPAC 주기율표의 17족으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온들의 임의의 조합을 나타내거나, 또는 X는 존재하지 않고;

X'는 원소의 IUPAC 주기율표의 16족으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온들의 임의의 조합을 나타내거나, 또는 X'는 존재하지 않고; 그리고

M''''은 원소의 IUPAC주기 표의 전이 금속으로부터 선택된 원소의 도펀트 양이온 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내며;

단, X 및 X' 중의 적어도 하나는 존재한다.

청구항 2

제1항에 있어서, M'은 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 알칼리 금속의 단원자 양이온 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내되, 단 M'은 Na 단독의 단원자 양이온을 나타내지는 않는 것인 물질.

청구항 3

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

M'은 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

M'은 Li, K 및 Rb로 이루어진 군으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

M'은 Li, K 및 Rb로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리 금속의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

M'는 Li의 단원자 양이온, K의 단원자 양이온 및/또는 Rb의 단원자 양이온과의 Na의 단원자 양이온의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

Al 및 Ga로 이루어진 군으로부터 선택된 금속의 3가 단원자 양이온 또는 그러한 양이온들의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

M'는 B의 3가 단원자 양이온을 나타내는 것인 물질.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

M'''은 Si 및 Ge로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 10

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

M'''은 Al, Ga, N, P 및 As로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

X는 F, Cl, Br 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온들의 임의의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

X'는 O, S, Se 및 Te로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온들의 임의의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

M''''는 Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu 및 Zn으로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내는 것인 물질.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 물질은 $(\text{Li,Na})_8(\text{AlSi})_6\text{O}_{24}(\text{Cl,S})_2\cdot\text{Ti}$ $(\text{Na,K})_8(\text{AlSi})_6\text{O}_{24}(\text{Cl,S})_2\cdot\text{Ti}$,

및 $(\text{Na,Rb})_8(\text{AlSi})_6\text{O}_{24}(\text{Cl,S})_2\cdot\text{Ti}$ 로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 물질.

청구항 15

발광 물질로서, 상기 물질은 제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 정의된 물질인 것을 특징으로 하는 발광 물질.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 발광 물질은 백색 발광 물질인 것을 특징으로 하는 발광 물질.

청구항 17

제15항 내지 제16항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 물질은 적어도 50시간, 또는 적어도 55시간, 또는 적어도 60시간, 또는 적어도 65시간 동안 지속하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 발광 물질.

청구항 18

제1항 내지 제14항 또는 제15항 내지 제17항 중 어느 한 항에 정의된 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 장치는 조명 장치인 것인 장치.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 장치는 발광 장치(LED), 디스플레이 소자, 또는 형광튜브(fluorescent tube)인 것인 장치.

청구항 21

제1항 내지 제14항 및 제15항 내지 제17항 중 어느 한 항에 정의된 바와 같은 물질의 보안장치에 있어서의 용도.

청구항 22

제1항 내지 제14항 및 제15항 내지 제17항 중 어느 한 항에 정의된 물질의 이미징 또는 진단에 있어서의 용도.

청구항 23

제1항 내지 제14항 또는 제15항 내지 제17항 중 어느 한 항에 정의된 물질의 진단 용도로서의 물질.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하나의 물질, 발광 물질(luminescent material), 장치, 및 상기 물질의 용도에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발광 소자(light emitting element)에 기초한 다양한 발광 요소들 및 장치가 존재하며, 그 발광 소자에 의해 방출된 광의 색 또는 파장은 하나 또는 다수의 다른 색 또는 파장으로 변환되어야 한다. 전형적인 예로는 백색 LED가 있으며, 예컨대, 스펙트럼의 자외선, 청색 또는 녹색 부분에서의 초기 파장 범위는 여러 파장 범위를 포함하는 백색광으로 변환된다. 백색광은, 예를 들어, 조명 응용 분야에서 사용된다. 파장 변환(wavelength conversion)이 사용되는 발광 요소 및 장치들의 다른 전형적인 예로는 문자-숫자 및 그래픽 정보, 백라이트 유닛뿐만 아니라 형광 램프를 제공하기 위한 다양한 디스플레이 장치들이 있다.

[0003] 파장 변환은 전형적으로, 발광 소자에 의해 방출된 제1파장 범위의 광을 수신 및 흡수하고, 하나 또는 다수의 다른 파장 범위에서 흡수된 에너지를 방출하는 발광 물질에 의해 이루어진다.

[0004] 당해 기술 분야에 공지되어 있는 이러한 목적을 위해, 종종 "형광체(phosphors)"라 불리는 다양한 다른 발광 물질들이 있다. 그러나 가장 긴 잔광 방출 물질(emitting afterglow material)은 희토류 원소(란탄 계열 원소:lanthanides) 또는 다른 중금속 원소를 함유한다. 상업적으로 사용되는 그러한 길고 밝은 발광 물질의 예는, $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu},\text{Dy}$ (청색), $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Eu},\text{Nd}$ (청색), $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu},\text{Dy}$ (청색/녹색), $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu},\text{Dy}$ (녹색) 및 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu},\text{Mg},\text{Ti}$ (적색) 이다. 보고된 가장 긴 지속 물질은 근적외선(near infrared: NIR)에 있으며, 이것은 $\text{Zn}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_2\text{O}_{10}:\text{Cr}$ (보이지 않는 방출, 360시간을 넘어서 지속)에 대해 관찰되었다. 또한, 종래 기술은, 예를 들어, 백색 잔광 물질(white afterglow materials)들을 인식하고 있는바, 그 중에서 $\text{CdSiO}_3:\text{Dy}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ti}$, $\text{CaSnO}_3:\text{Tb}$, 및 $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Dy}$ 은 가장 긴 잔광을 갖는다.

[0005] 따라서, 가장 우수한 수행 물질들 모두는 희토류 금속 및/또는 다른 중금속 원소들을 함유한다. Bi 및 Ge와 같은 원소뿐만 아니라 희토류 금속을 사용할 필요성은 이러한 물질의 생산 비용을 증가시킨다. 더욱이, Cd와 같은 중금속 원소는 일반적으로 환경이나 인간에게 유익하다고 간주되지 않는다. 따라서, 본 발명자들은 희토류 금속 또는 다른 중금속 이온들이 없이 긴 잔광을 제공하는 새로운 물질에 대한 필요성을 인식하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 새로운 유형의 물질 및 그 용도를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은 발광 물질 및 그 용도를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명에 따른 물질은 청구범위 제1항 또는 제23항에 기재된 것을 특징으로 한다.
- [0008] 본 발명에 따른 발광 물질은 청구범위 제15항 또는 제23항에 기재된 것을 특징으로 한다.
- [0009] 본 발명에 따른 장치는 청구범위 제18항에 기재된 것을 특징으로 한다.
- [0010] 본 발명에 따른 물질의 용도는 청구범위 제21항 또는 제22항에 기재된 것을 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 발명의 추가적인 이해를 제공하고 본 명세서의 일부를 구성하기 위해 포함되는 첨부한 도면들은 본 발명의 실시예들을 도시하고 그 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 것을 돕는다. 도면에서:
- 도 1은 예 4의 시험 결과를 나타낸다.
- 도 2는 예 4의 시험 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명은 하기 화학식 (I)로 표현되는 물질에 관한 것이다.
- [0013] [화학식 I]
- [0014] $(M')_8(M''M''')_6O_{24}(X,X')_2:M''''$
- [0015] 여기서,
- [0016] M'는 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 알칼리 금속의 단원자 양이온 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내고;
- [0017] M''는 원소의 IUPAC 주기율표의 13족으로부터 선택된 원소, 또는 원소의 IUPAC 주기율표의 3 - 12족 중의 어느 하나에서 선택된 전이 원소의 3가의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내고;
- [0018] M'''는 원소의 IUPAC 주기율표의 14족으로부터 선택된 원소, 또는 원소의 IUPAC 주기율표 13족 및 15족 중의 어느 하나에서 선택된 원소, 또는 Zn의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내고;
- [0019] X는 원소의 IUPAC 주기율표의 17족으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온의 임의의 조합을 나타내거나, 또는 X는 존재하지 않고;
- [0020] X'는 원소의 IUPAC 주기율표의 16족으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온들의 임의의 조합을 나타내거나, 또는 X'는 부재하고;
- [0021] M''''은 원소의 IUPAC주기율표의 전이 금속으로부터 선택된 원소의 도펀트 양이온(dopant cation), 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내며;
- [0022] 단, X 및 X'중 적어도 하나는 존재한다.
- [0023] 일 실시 예에서, M'은 Na, Li, K 및 Rb로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리 금속의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, M'은 Li, K 및 Rb로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리 금속의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타낸다.
- [0024] 일 실시 예에서, M'은 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 알칼리 금속의 단원자 양이온, 또는 상기 양이온들의 임의의 조합을 나타내고; 단, M'은 Na 단독의 단원자 양이온을 나타내지 않는다. 일 실시 예에서, M'은 Na 단독의 단원자 양이온을 나타내지 않는다.
- [0025] 상기 물질은 합성 물질(synthetic material)이다. 즉, 상기 물질은 합성적으로 제조된다. 본 발명은 하기의 화학식 (I)로 표시되는 합성 물질에 관한 것이다.
- [0026] [화학식 I]
- [0027] $(M')_8(M''M''')_6O_{24}(X,X')_2:M''''$
- [0028] 여기서,

- [0029] M'는 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 알칼리 금속의 단원자 양이온 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내고;
- [0030] M''는 원소의 IUPAC 주기율표의 13족으로부터 선택된 원소, 또는 원소의 IUPAC 주기율표의 3 - 12족 중의 어느 하나에서 선택된 전이 원소의 3가의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내고;
- [0031] M'''는 원소의 IUPAC 주기율표의 14족으로부터 선택된 원소, 또는 원소의 IUPAC 주기율표 13족 및 15족 중 어느 하나에서 선택된 원소, 또는 Zn의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내고;
- [0032] X는 원소의 IUPAC 주기율표의 17족으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온의 임의의 조합을 나타내거나, 또는 X는 존재하지 않고;
- [0033] X'는 원소의 IUPAC 주기율표의 16족으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온들의 임의의 조합을 나타내거나, 또는 X'는 부재하고;
- [0034] M''''은 원소의 IUPAC 주기율표의 전이 금속으로부터 선택된 원소의 도펀트 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타내며;
- [0035] 단, X 및 X' 중 적어도 하나는 존재한다.
- [0036] X 및 X' 중 적어도 하나는 존재한다는 단서는, 본 명세서에서, 달리 언급하지 않는다면, X 또는 X'가 존재하거나 또는 X 및 X'가 모두 존재하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0037] 본 명세서에서, 달리 언급하지 않는 한, "단원자 이온(monoatomic ion)"이라는 표현은 단일 원자로 이루어진 이온으로 이해되어야 한다. 이온이 둘 이상의 원자를 포함하는 경우, 이들 원자가 동일한 원소 일지라도, 그것은 다원자 이온(polyatomic ion)으로 이해 될 것이다. 따라서, 본 명세서에서, 달리 언급하지 않는 한, "단원자 양이온(monoatomic cation)"이란 표현은 단일 원자로 이루어진 양이온으로 이해되어야 한다.
- [0038] 다양한 소달라이트(sodalite) 물질인 헤크마나이트(Hackmanite)는 $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2$ 의 화학식을 갖는 천연 광물이다. 본 발명자들은, 놀랍게도, 긴 잔광 발광(long emitting afterglow)을 나타내는 합성 헤크마나이트계 물질을 제조할 수 있다는 것을 발견했다. 놀랍게도, 본 발명자들은 상기 합성 물질이, 예를 들어, 자외선 또는 햇빛에 노출된 결과, 긴 백색의 잔광을 나타내는 기술적 효과가 있다는 것을 발견하였다. 일 실시 예에서, 본 명세서에 설명된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질의 방사 파장은 370-730nm이다. 일 실시 예에서, 본 명세서에 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질의 방사 피크는 약 515nm이다.
- [0039] 본 명세서에서, 달리 언급하지 않는 한, "잔광(afterglow)", "지속적인 발광(persistent luminescence)", "인광(phosphorescence)" 또는 어떤 상응하는 표현은 어떤 물질이 자외선 또는 가시광 또는 더 높은 에너지 방사로 여기 된 후 그것이 어둠 속에서 빛을 발산하도록 만드는 물질에서 발생하는 현상을 지칭하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0040] 일 실시 예에서, M'은 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타낸다.
- [0041] 일 실시 예에서, M'은 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타내며, 여기서 상기 조합은 최대 66 몰 퍼센트(mol-%)의 Na의 단원자 양이온을 포함한다. 일 실시 예에서, M'은 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타내고, 여기서 상기 조합은 최대 50 mol-%의 Na의 단원자 양이온을 포함한다. 일 실시 예에서, M'은 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타내고, 여기서 상기 조합은 최대 40 mol-%의 Na의 단원자 양이온, 또는 최대 30 mol-%의 Na의 단원자 양이온, 또는 최대 20 mol-%의 Na의 단원자 양이온을 포함한다.
- [0042] 일 실시 예에서, M'은 원소들의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타내며, 여기서 상기 조합은 0 내지 98 mol-%의 Na의 단원자 양이온을 포함한다. 일 실시 예에서, M'은 원소들의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타내고, 여기서 상기 조합은 0 내지 100 mol-%의 K의 단원자 양이온을 포함한다. 일 실시 예에서, M'은 원소들의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타내며, 여기서 상기 조합은 0 - 100 mol-%의 Rb의 단원자 양이온을 포함한다. 일 실시 예에서, M'은 원소들의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조

합을 나타내며, 여기서 상기 조합은 0 - 100 mol-%의 Li의 단원자 양이온을 포함한다.

- [0043] 일 실시 예에서, M'은 Li, Na, K 및 Rb로 이루어진 군으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, M'은 Li, Na, K 및 Rb로 이루어진 군으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 2개의 단원자 양이온들의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, M'은 Li, Na, K 및 Rb로 이루어진 군으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 3개의 단원자 양이온들의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, M'은 Li, Na, K 및 Rb의 단원자 양이온들의 조합을 나타낸다.
- [0044] 일 실시 예에서, M'은 Na의 단원자 양이온과 Li의 단원자 양이온, K의 단원자 양이온 및/또는 Rb의 단원자 양이온과의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, M'은 Na의 단원자 양이온과 K의 단원자 양이온 또는 Rb의 단원자 양이온의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, M'은 Na의 단원자 양이온과 K의 단원자 양이온 및 Rb의 단원자 양이온의 조합을 나타낸다.
- [0045] 일 실시 예에서, M'은 Na의 단원자 양이온과 K의 단원자 양이온의 조합; 또는 Na의 단원자 양이온과 Rb의 단원자 양이온의 조합; 또는 K의 단원자 양이온과 Rb의 단원자 양이온의 조합; 또는 Na의 단원자 양이온, K의 단원자 양이온 및 Rb의 단원자 양이온의 조합; 또는 K의 단원자 양이온 및 Rb의 단원자 양이온의 조합을 나타낸다.
- [0046] 일 실시 예에서, M'은 Li의 단원자 양이온과 Na의 단원자 양이온의 조합; 또는 Li의 단원자 양이온과 K의 단원자 양이온의 조합; 또는 Li의 단원자 양이온과 Rb의 단원자 양이온의 조합; 또는 Li의 단원자 양이온, K의 단원자 양이온 및 Rb의 단원자 양이온의 조합; 또는 Li의 단원자 양이온, Na의 단원자 양이온, K의 단원자 양이온 및 Rb의 단원자 양이온의 조합을 나타낸다.
- [0047] 일 실시 예에서, M'은 Li의 단원자 양이온을 나타낸다. 일 실시 예에서, M'은 K의 단원자 양이온을 나타낸다. 일 실시 예에서, M'은 Rb의 단원자 양이온을 나타낸다.
- [0048] 본 발명자들은 놀랍게도 원소의 IUPAC 주기율표의 1족으로부터 선택된 상이한 알칼리 금속의 적어도 2개의 단원자 양이온들의 조합을 제어하는 것이 색상을 변화시키고 및/또는 잔광을 내는 물질의 효과를 조절하는 것을 가능하게 만든다는 것을 발견하였다.
- [0049] 일 실시 예에서, M''은 Al 및 Ga로 이루어진 군으로부터 선택된 금속의 3가 단원자 양이온 또는 그러한 양이온들의 조합을 나타낸다.
- [0050] 일 실시 예에서, M''는 B의 3가 단원자 양이온을 나타낸다.
- [0051] 일 실시 예에서, M''은 Cr, Mn, Fe, Co, Ni 및 Zn으로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 3가 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타낸다.
- [0052] 일 실시 예에서, M'''은 Si, Ge, Al, Ga, N, P 및 As로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타낸다.
- [0053] 일 실시 예에서, M'''은 Si 및 Ge로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 조합을 나타낸다.
- [0054] 일 실시 예에서, M'''은 Al, Ga, N, P 및 As로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온의 임의의 조합을 나타낸다.
- [0055] 일 실시 예에서, M'''은 Al 및 Ga로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 조합을 나타낸다.
- [0056] 일 실시 예에서, M'''은 N, P 및 As로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 단원자 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타낸다.
- [0057] 일 실시 예에서, M'''은 Zn의 단원자 양이온을 나타낸다.
- [0058] 일 실시 예에서, X는 F, Cl, Br, I 및 At로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온들의 임의의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, X는 F, Cl, Br 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온들의 임의의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, X는 존재하지 않는다.
- [0059] 일 실시 예에서, X'는 O, S, Se 및 Te로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 음이온, 또는 그러한 음이온들의 임의의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, X'는 S의 음이온을 나타낸다. 일 실시 예에서 X'는 존재하지 않는다.

- [0060] 일 실시 예에서, 상기 물질은 적어도 하나의 전이 금속 이온으로 도핑 된다. 일 실시 예에서, 상기 물질은 화학식 (I)로 표현되며, 여기서 M' '''는 원소의 IUPAC 주기율표의 전이 금속으로부터 선택된 원소의 양이온 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, M' '''는 Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu 및 Zn으로 이루어진 군으로부터 선택된 원소의 양이온, 또는 그러한 양이온들의 임의의 조합을 나타낸다. 일 실시 예에서, M' '''는 Ti의 양이온을 나타낸다.
- [0061] 일 실시 예에서, 화학식 (I)로 표현된 물질은 그 물질의 총량을 기준으로 0.001-10 mol-%, 또는 0.001-5 mol-%, 또는 0.1-5 mol-%의 양으로 M' '''를 포함한다.
- [0062] 일 실시 예에서, 상기 물질은 다음으로 이루어진 군으로부터 선택된다:
- [0063] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Ga})_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0064] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Cr})_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$
- [0065] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Mn})_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0066] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Fe})_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0067] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Co})_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0068] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Ni})_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0069] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Cu})_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0070] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{B})_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0071] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Mn}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0072] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Cr}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0073] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Fe}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0074] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Co}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0075] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Ni}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0076] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Cu}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0077] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{B}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0078] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Ga}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0079] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Al}_6(\text{Si}, \text{Zn})_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0080] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Al}_6(\text{Si}, \text{Ge})_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0081] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Al}_6\text{Zn}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0082] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Al}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0083] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Al}_6(\text{Ga}, \text{Si}, \text{N})_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0084] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Al}_6(\text{Ga}, \text{Si}, \text{As})_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0085] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Al}_6(\text{Ga}, \text{N})_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$
- [0086] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Al}_6(\text{Ga}, \text{As})_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti},$

- [0087] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Ga})_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0088] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Cr})_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0089] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Mn})_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0090] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Fe})_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0091] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Co})_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0092] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Ni})_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0093] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{Cu})_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0094] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8(\text{Al}, \text{B})_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0095] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Mn}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0096] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Cr}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0097] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Fe}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0098] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Co}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0099] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Ni}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0100] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Cu}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0101] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{B}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$, 및
- [0102] $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y-z}\text{K}_y\text{Rb}_z)_8\text{Ga}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$,
- [0103] 여기서,
- [0104] $x + y + z \leq 1$, 그리고
- [0105] $x \geq 0$, $y \geq 0$, $z \geq 0$ 이다.
- [0106] 일 실시 예에서, 상기 물질은 다음으로 이루어진 군으로부터 선택된다:
- [0107] $(\text{Li}, \text{Na})_8(\text{Al}, \text{Si})_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$, $(\text{Na}, \text{K})_8(\text{Al}, \text{Si})_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$, 및 $(\text{Na}, \text{Rb})_8(\text{Al}, \text{Si})_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2:\text{Ti}$.
- [0108] 일 실시 예에서, 상기 물질은 Norrbo *et al.* (Norrbo, I.; Gluchowski, P.; Paturi, P.; Sinkkonen, J.; Lastusaari, M., Persistent Luminescence of Tenebrescent $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{S})_2$: Multifunctional Optical Markers. Inorg. Chem. 2015, 54, 7717-7724)에 따른 반응에 의해 합성되는데, 이 참조는 출발 물질로서 LiCl, NaCl, KCl 및/또는 RbCl뿐만 아니라 화학 양론적 양의 제올라이트 A 및 Na_2SO_4 를 사용하는 Armstrong & Weller (Armstrong, JA; Weller, JA Structural Observation of Photochromism, Chem. Commun. 2006, 1094-1096)에 입각하고 있다. 상기 적어도 하나의 도펀트는 TiO_2 와 같은 산화물로서 첨가된다. 상기 물질은 다음과 같이 제조될 수 있다. 먼저, 제올라이트 A를 500°C 에서 1시간 동안 건조한다. 그 다음, 초기 혼합물을 공기 중에서 850°C 에서 48시간 동안 가열한다. 그런 다음, 생성물을 자유롭게 실내 온도로 냉각시키고 분쇄한다. 마지막으로, 그 생성물을 흐르는 12% H_2 + 88 % N_2 분위기 하에서 2시간 동안 850°C 에서 재가열한다. 조제된 물질을 물로 세척하여 광량의 LiCl/NaCl/KCl/RbCl 불순물을 제거한다. 순도는 X-선 분말 회절 측정법(X-ray powder diffraction measurement)으로 확인 가능하다.
- [0109] 본 발명은 또한 본 명세서에서 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질인 발광 물질에 관한 것이다. 본 발명은 또한 발광 물질에 관한 것으로서, 상기 발광 물질은 본 명세서에 기재된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질을 포함한다.

- [0110] 본 발명은 또한 제1과장의 광을 수신하고 이로써 상기 수신된 에너지의 적어도 일부를 제1과장보다 더 긴 제2과장의 광으로서 방출하는 본 명세서에 설명된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 발광 복합 물질의 용도에 관한 것이다.
- [0111] 일 실시 예에서, 상기 발광 물질은 조명 장치에 의해 방출된 광의 적어도 일부를 수신하고 이로써 수신된 에너지의 적어도 일부를 제1과장보다 긴 제2과장의 광으로서 방출하도록 구성된다. 달리 말하면, 상기 방출된 광은 발광 물질에 의해 적어도 부분적으로 흡수되고, 상기 흡수된 에너지는 발광 물질에 의해 적어도 부분적으로 방출되어, 상기 발광 복합 물질에 의해 방출된 광의 스펙트럼은 그것에 의해 수신된 광의 스펙트럼과는 다르다. 제2과장이 제1과장보다 길다는 것은 발광 물질에 의해 방출된 광 스펙트럼의 피크 파장이 발광 물질에 의해 흡수된 광의 스펙트럼의 피크 파장보다 높음을 의미한다.
- [0112] 일 실시 예에서, 상기 발광 물질은 백색 발광 물질이다. 일 실시 예에서, 상기 물질은 적어도 50시간, 또는 적어도 55시간, 또는 적어도 60시간, 또는 적어도 65시간 동안 지속 되도록 구성된다. 본 발명자들은 놀랍게도 상기 물질이 백색의 긴 잔광을 나타내는 능력을 보유한다는 것을 발견하였다. 본 명세서에 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질이 전술한 이점을 초래하는 이유에 관한 어떤 특정한 이론에 대해 본 발명을 한정하지 않고, 도핑 양이온의 존재가 장시간 동안 지속하는 것을 가능케 하는 방식으로 상기 물질에 영향을 미친다는 것을 고려하여야 할 것이다.
- [0113] 상기 물질은 장시간 동안 잔광을 나타내는 소재의 특성이 활용될 수 있는 다양한 응용 분야에서 사용 가능하다. 본 발명은 또한 본 명세서에 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질을 포함하는 장치에 관한 것이다. 일 실시 예에서, 상기 장치는 조명 장치(lighting arrangement)이다. 일 실시 예에서, 상기 장치는 발광 장치(LED), 디스플레이 요소 또는 형광 튜브이다. 일 실시 예에서, 상기 장치는 유기 발광 다이오드(OLED)이다. 일 실시 예에서, 상기 장치는 액티브-매트릭스 유기 발광 다이오드(active-matrix organic light emitting diode: AMOLED)이다. 일 실시 예에서, 상기 장치는 헤드라이트, 도로 조명, 주택 조명, 장식 조명, 창 조명, 헤드-업 디스플레이(HUD)이다. 일 실시 예에서, 상기 장치는 IoT(사물인터넷: internet of things), IoE(만물인터넷: internet of everything) 또는 II(산업인터넷: industrial internet) 애플리케이션을 위한 디스플레이 소자이다.
- [0114] 조명 장치, 예컨대, LED의 실제 구성은 당 업계에 공지된 것과 같은 원리에 기초할 수 있다. 발광 물질은, 예를 들어, 발광 물질을 형성하거나 포함하는 봉합재(encapsulant) 내에 봉입된 LED 칩의 경우와 같이, 발광 소자와 직접 물리적으로 접촉하는 상태로 배치될 수 있다. 선택적으로, 그것은 주 발광 소자로부터 이격된 별개의 파장 변환 요소 또는 코팅으로서 또는 그 안에 배치될 수 있다. 백색 LED 분야에서 이러한 종류의 파장 변환 물질은 보통 "원격 형광체(remote phosphor)"로 알려져 있다.
- [0115] 상기 물질, 발광 물질 또는 장치는, 예를 들어, 손목시계 및 시계, 출구 표시 또는 장난감들에 사용될 수 있다. 이것들은 또한, 예를 들면, 병의 라벨에 적용될 수도 있다. 상기 물질은 플라스틱병, 스티커, 유리 및 이와 유사한 제품의 제조에 사용되는 원료에 분말로 혼합될 수도 있다. 상기 물질을 함유한 제품은 또한 장신구로 여겨질 수도 있다. 상기 물질은 계량기(meter)의 표시 부분으로 사용될 수 있다.
- [0116] 본 발명은 또한 보안 장치에서 본 명세서에 기재된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질의 용도에 관한 것이다. 일 실시 예에서, 상기 보안 장치는 스레드(thread), 호일(foil) 및 홀로그램(hologram)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 일 실시 예에서 상기 보안 장치는 잉크이다. 일 실시 예에서, 상기 보안 장치는 지폐, 여권 또는 신분 카드에 사용된다. 본 발명은 또한 본 명세서에 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질의 3D 프린팅에서의 용도에 관한 것이다.
- [0117] 본 발명은 또한 본 명세서에 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질의 이미징(imaging) 또는 진단(diagnostics)에 있어서의 용도에 관한 것이다. 본 명세서에 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질은 인간 또는 동물의 체내에서 수득된 샘플을 진단하는데 사용될 수 있다. 일 실시 예에서, 상기 샘플은 체액 및 조직으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 일 실시 예에서, 상기 샘플은 혈액, 피부, 조직 및/또는 세포들을 포함한다. 본 발명은 또한 이미징 또는 진단에서 사용하기 위해 본 명세서에 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질에 관한 것이다. 본 발명은 또한 생체 내(*in vivo*) 이미징 또는 생체 내 진단에 사용하기 위한 본 명세서에 기재된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질에 관한 것이다. 일 실시 예에서, 상기 이미징은 의학적 영상이다. 이것은 연구될 조직에 주입되기 전에 그 물질이 조사될 수 있어서, 주입 후 UV 여기가 필요한 기존의 물질에 의해 야기되는 손상을 회피할 수 있기 때문이다. 일 실시 예에서 본 명세서에 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에 따른 물질은 진단 분석에 사용된다. 일 실시 예에서 본 명세서에 기술된 하나 또는 다수의 실시 예에

따른 물질은 검출 기술에 있어 이용된다.

[0118] 전술한 본 발명의 실시 예는 서로 임의의 조합으로 사용될 수 있다. 몇몇 실시 예들은 함께 조합되어 본 발명의 추가적인 실시 예를 형성할 수도 있다. 본 발명이 관련되는 물질, 장치 또는 용도는 이상 기술된 본 발명의 실시 예들 중의 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0119] 상기 물질은 광범위한 응용 분야에서 사용할 수 있다는 점에서 추가적인 유용성을 갖는다.

[0120] 상기 물질은 화학적으로 안정적이고 장시간 동안 잔광을 제공한다는 추가적인 유용성을 갖는다.

[0121] 상기 물질은 저비용 소재라는 추가적인 유용성을 갖는다. 상기 물질은 희토류 원소 또는 다른 중금속 원소를 함유하지 않으므로 환경 친화적이라는 추가적인 유용성을 갖는다.

[0122] 예(EXAMPLES)

[0123] 이하, 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명할 것이며, 여기서 그의 예들은 첨부된 도면을 참조하여 예시된다.

[0124] 이하의 설명은 당업자가 그 개시에 기초하여 본 발명을 이용할 수 있는 그러한 세부 사항으로 본 발명의 몇몇 실시 예들을 개시한다. 여기서, 실시 예들의 모든 단계들이 상세히 논의되지는 않는데, 이는 그 단계들의 많은 것들이 본 명세서에 기초하여 당업자에게 자명할 것이기 때문이다.

[0125] 예 1 - $(\text{Li,Na})_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl,S})_2:\text{Ti}$ 의 제조

[0126] 화학식 $(\text{Li,Na})_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl,S})_2:\text{Ti}$ 로 표시되는 물질을 하기의 방식으로 제조하였다: 0.7000g의 건조(500℃에서 1시간 동안)된 제올라이트 A, 0.0600g의 Na_2SO_4 및 0.1700g의 LiCl 분말을 0.006g의 TiO_2 분말과 함께 혼합하였다. 상기 혼합물을 공기 중, 850℃에서 48시간 동안 가열하였다. 그 생성물을 실온에서 자유로이 냉각하여 분쇄하였다. 마지막으로, 상기 생성물을 흐르는 12% H_2 + 88% N_2 분위기 하에서 2시간 동안 850℃에서 재가열하였다.

[0127] 예 2 - $(\text{Na,K})_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl,S})_2:\text{Ti}$ 의 제조

[0128] 화학식 $(\text{Na,K})_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl,S})_2:\text{Ti}$ 로 표시되는 물질을 하기와 같은 방법으로 제조하였다: 0.7000g의 건조(500℃에서 1시간 동안)된 제올라이트 A, 0.0600g의 Na_2SO_4 및 0.1800g의 NaCl 및 0.0675g의 KCl 분말을 0.006g의 TiO_2 분말과 함께 혼합하였다. 상기 혼합물을 공기 중 850℃에서 48시간 동안 가열하였다. 그 생성물을 실온으로 자유로이 냉각하여 분쇄하였다. 마지막으로, 상기 생성물을 흐르는 12% H_2 + 88% N_2 분위기 하에서 2시간 동안 850℃에서 재가열하였다.

[0129] 예 3 - $(\text{Na,Rb})_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl,S})_2:\text{Ti}$ 의 제조

[0130] 화학식 $(\text{Na,Rb})_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{Cl,S})_2:\text{Ti}$ 로 표시되는 물질을 다음과 같은 방법으로 제조하였다: 0.7000g의 건조(500℃에서 1시간)된 제올라이트 A, 0.0600g의 Na_2SO_4 및 0.4957g의 RbCl 분말을 0.006g의 TiO_2 분말과 함께 혼합하였다. 상기 혼합물을 공기 중 850℃에서 48시간 동안 가열하였다. 그 생성물을 실온으로 자유로이 냉각하여 분쇄하였다. 마지막으로, 상기 생성물을 흐르는 12% H_2 + 88% N_2 분위기 하에서 2시간 동안 850℃에서 재가열하였다.

[0131] 예 4 - 예 1에서 제조된 물질의 샘플의 시험

[0132] 실시 예 1에서 제조된 물질의 샘플을 인광(phosphorescence) 모드에서 배리 안 캐리 이클립스 분광광도계(Varian Cary Eclipse luminescence spectrometer)를 사용하여 방출 및 여기 스펙트럼을 측정함으로써 테스트하였다. 여기 스펙트럼은 480nm에서 방출을 모니터하면서 수집되었고, 그 방출 스펙트럼은 310nm에서의 여기(excitation)로써 획득되었다. 분광계의 여기 소스는 Xe 램프이다. 표준 태양 스펙트럼(standard Sun spectrum)은 ASTM G173-03에서의 스펙트럼이다. 그 결과는 도 1에 제공되어 있으며, 발광(luminescence)과 잔광(afterglow)은 백색이며 자외선과 햇빛으로 달성될 수 있음을 나타낸다.

[0133] 또한, 상기한 예 1에서 제조된 물질의 샘플을 4W 휴대용 254nm UV 램프(UVP UVGL-25)를 사용하여 30분 동안 먼저 조사하였다. 그 다음, 상기 샘플을 배리안 캐리 이클립스 발광 분광계로 옮겨서, 잔광 스펙트럼을 조사의 정지 시점으로부터 65 시간에 도달할 때까지 매 15분마다 생체/화학발광 모드에서 측정하였다. 이렇게 얻어진 스펙트럼은 Origin 프로그램(OriginLab)을 사용하여 가시 파장 범위(400-700nm)에 걸쳐 통합되었다. 통합의 결과는 각 시점에서 총 발광 강도를 나타낸다. 다음에 이들을 도 2에 나타내었다. 따라서, 그 결과는 도 2에 제시되

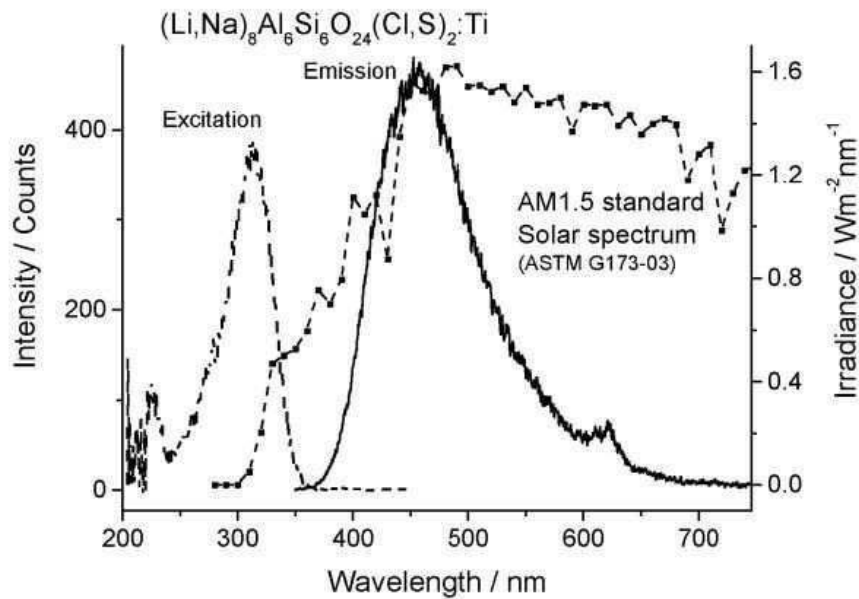
어 있으며, 상기 제조된 물질은 65시간을 넘어서도 잔광을 보여 준다는 것을 나타낸다.

[0134]

기술의 진보에 따라, 본 발명의 기본적인 개념은 다양한 방식으로 구현될 수 있음은 당해 기술분야의 전문가에게 자명하다. 따라서, 본 발명 및 그 실시 예들은 상술한 예들에만 한정되지 않으며, 그 대신에 후술하는 청구 범위 내에서 변경될 수도 있다.

도면

도면1



도면2

