

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6732796号
(P6732796)

(45) 発行日 令和2年7月29日(2020.7.29)

(24) 登録日 令和2年7月10日(2020.7.10)

(51) Int. Cl.		F I
CO1F 17/32	(2020.01)	CO1F 17/32
CO9K 11/59	(2006.01)	CO9K 11/59
CO9K 11/61	(2006.01)	CO9K 11/61
CO9K 11/62	(2006.01)	CO9K 11/62
CO9K 11/63	(2006.01)	CO9K 11/63

請求項の数 15 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-556238 (P2017-556238)
 (86) (22) 出願日 平成28年3月30日 (2016.3.30)
 (65) 公表番号 特表2018-521936 (P2018-521936A)
 (43) 公表日 平成30年8月9日 (2018.8.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2016/000533
 (87) 国際公開番号 W02016/173692
 (87) 国際公開日 平成28年11月3日 (2016.11.3)
 審査請求日 平成31年3月29日 (2019.3.29)
 (31) 優先権主張番号 15001236.7
 (32) 優先日 平成27年4月27日 (2015.4.27)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 591032596
 メルク パテント ゲゼルシャフト ミッ
 ト ベシュレンクテル ハフツング
 Merck Patent Gesell
 schaft mit beschrae
 nkter Haftung
 ドイツ連邦共和国 デー-64293 ダ
 ルムシュタット フランクフルター シュ
 トラーセ 250
 Frankfurter Str. 25
 0, D-64293 Darmstadt
 , Federal Republic o
 f Germany
 (74) 代理人 100102842
 弁理士 葛和 清司

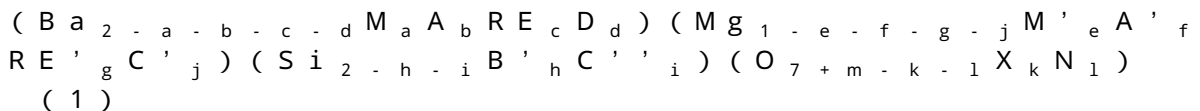
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蛍光体および蛍光体変換LED

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

式(1)



式中、以下のことが使用する記号および指数に該当する：

Mは、Ca、Sr、Znまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

Aは、Na、K、Rbまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

REは、La、Y、Gdまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

Dは、 Eu^{2+} であり；

M'は、Zr、Hfまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

A'は、Li、Naまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

RE'は、Sc、Luまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

C'は、B、Al、Ga、Inまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

B'は、Ge、Snまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

C''は、B、Al、Ga、Inまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

Xは、F、Clまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

Nは、窒素であり；

$0 \leq a \leq 4$ ；

10

20

$0 \leq b \leq 0.2$;
 $0 \leq c \leq 0.2$;
 $0.005 \leq d \leq 0.4$;
 $0 \leq e \leq 0.1$;
 $0 \leq f \leq 0.1$;
 $0 \leq g \leq 0.1$;
 $0 \leq j \leq 0.2$;
 $0 \leq h \leq 0.4$;
 $0 \leq i \leq 0.2$;
 $0 \leq k \leq 0.7$;
 $0 \leq l \leq 0.7$;

10

$-0.5 \leq m \leq 0.5$ であり ;

ただし、 $b = 0$ および / もしくは $c = 0$ および / もしくは $e = 0$ および / もしくは $g = 0$ であり、かつ / または、同時に $f = 0$ および $k = 0$ であり、かつ / または、同時に $f = 0$ かつ j および / または $i = 0$ である、
で表される化合物。

【請求項 2】

指数 a 、 b 、 c 、 e 、 f 、 g 、 j 、 h 、 i 、 k および l の最大 3 つが 0 であることを特徴とする、請求項 1 に記載の化合物。

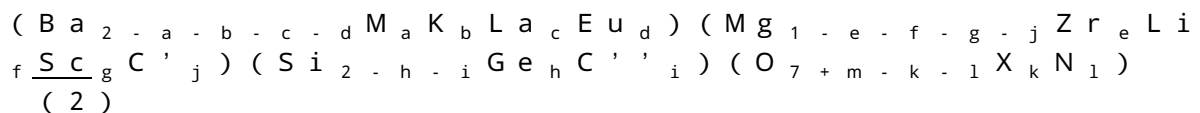
【請求項 3】

指数 a 、 b 、 c 、 e 、 f 、 g 、 j 、 h 、 i 、 k および l の最大 2 つが 0 であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の化合物。

20

【請求項 4】

式 (2)



式中、以下のことが使用する記号および指数に該当する：

M は、 Ca 、 Sr またはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

C' は、 Al 、 Ga またはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

C'' は、 Al 、 Ga またはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

X は、 F 、 Cl またはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

N は、窒素であり；

$0 \leq a \leq 0.4$;
 $0 \leq b \leq 0.2$;
 $0 \leq c \leq 0.2$;
 $0.005 \leq d \leq 0.4$;
 $0 \leq e \leq 0.1$;
 $0 \leq f \leq 0.1$;
 $0 \leq g \leq 0.1$;
 $0 \leq j \leq 0.2$;
 $0 \leq h \leq 0.4$;
 $0 \leq i \leq 0.2$;
 $0 \leq k \leq 0.7$;
 $0 \leq l \leq 0.7$;

30

40

$-0.5 \leq m \leq 0.5$ であり ;

ただし、 $b = 0$ および / もしくは $c = 0$ および / もしくは $e = 0$ および / もしくは $g = 0$ 、ならびに / または、同時に $f = 0$ および $k = 0$ 、ならびに / または、同時に $f = 0$ かつ j および / もしくは $i = 0$ である、
で表される化合物から選択される、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の化合物。

50

【請求項 5】

以下のこと：

$$\frac{0}{a} \leq 0.4 ;$$

$$\frac{0}{b} \leq 0.2 ;$$

$$\frac{0}{c} \leq 0.2 ;$$

$$\frac{0.01}{d} \leq 0.2 ;$$

$$\frac{0}{e} \leq 0.1 ;$$

$$\frac{0}{f} \leq 0.1 ;$$

$$\frac{0}{g} \leq 0.1 ;$$

$$\frac{0}{j} \leq 0.2 ;$$

$$\frac{0}{h} \leq 0.4 ;$$

$$\frac{0}{i} \leq 0.2 ;$$

$$\frac{0}{k} \leq 0.7 ;$$

$$\frac{0}{l} \leq 0.7 ;$$

$$-0.5 \leq m \leq 0.5 \text{ であり;} ;$$

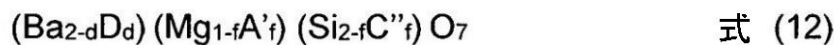
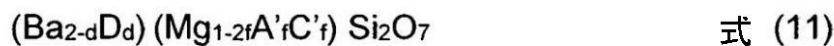
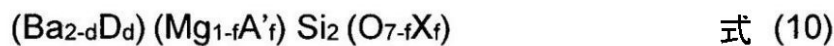
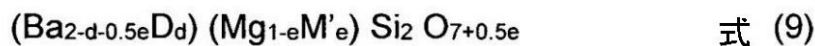
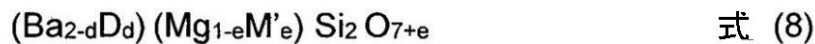
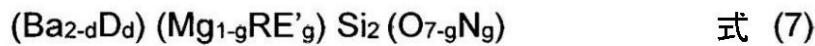
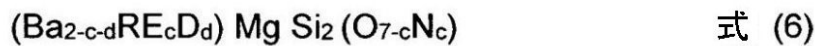
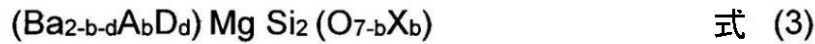
ただし、 $b = 0$ および / もしくは $c = 0$ および / もしくは $e = 0$ および / もしくは $g = 0$ 、
 ならびに / または、同時に $f = 0$ および $k = 0$ 、ならびに / または、同時に $f = 0$ かつ
 j および / もしくは $i = 0$ である、

が使用する指数に該当する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の化合物。

【請求項 6】

式 (3) ~ (13)

【化 1】



式中、記号および指数は、請求項 1 に示した意味を有し、かつさらに：

式 (3)、(4) および (5) において $b = 0$ 、

式 (6) において $c = 0$ 、

式 (7) において $g = 0$ 、

式 (8) および (9) において $e = 0$ 、

式 (10)、(11) および (12) において $f = 0$ 、ならびに

式 (13) において $e = 0$ である、

で表される化合物から選択される、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の化合物。

【請求項 7】

式 (3a) ~ (13a)

10

20

30

40

50

【化 2】

$(\text{Ba}_{2-b-d}\text{K}_b\text{Eu}_d) \text{Mg Si}_2 (\text{O}_{7-b}\text{F}_b)$	式 (3a)	
$(\text{Ba}_{2-b-d}\text{K}_b\text{Eu}_d) \text{Mg Si}_2 (\text{O}_{7-b}\text{Cl}_b)$	式 (3b)	
$(\text{Ba}_{2-b-d}\text{K}_b\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-b}\text{Sc}_b) \text{Si}_2\text{O}_7$	式 (4a)	
$(\text{Ba}_{2-b-d}\text{K}_b\text{Eu}_d) \text{Mg Si}_2\text{O}_{7-0.5b}$	式 (5a)	
$(\text{Ba}_{2-c-d}\text{La}_c\text{Eu}_d) \text{Mg Si}_2 (\text{O}_{7-c}\text{N}_c)$	式 (6a)	
$(\text{Ba}_{2-d}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-g}\text{Sc}_g) \text{Si}_2 (\text{O}_{7-g}\text{N}_g)$	式 (7a)	10
$(\text{Ba}_{2-d}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-e}\text{Zr}_e) \text{Si}_2 \text{O}_{7+e}$	式 (8a)	
$(\text{Ba}_{2-d-0.5e}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-e}\text{Zr}'_e) \text{Si}_2 \text{O}_{7+0.5e}$	式 (9a)	
$(\text{Ba}_{2-d}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-f}\text{Li}_f) \text{Si}_2 (\text{O}_{7-f}\text{F}_f)$	式 (10a)	
$(\text{Ba}_{2-d}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-f}\text{Li}_f) \text{Si}_2 (\text{O}_{7-f}\text{Cl}_f)$	式 (10b)	
$(\text{Ba}_{2-d}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-2f}\text{Li}_f\text{Al}_f) \text{Si}_2\text{O}_7$	式 (11a)	
$(\text{Ba}_{2-d}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-2f}\text{Li}_f\text{Ga}_f) \text{Si}_2\text{O}_7$	式 (11b)	20
$(\text{Ba}_{2-d}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-f}\text{Li}_f) (\text{Si}_{2-f}\text{Al}_f) \text{O}_7$	式 (12a)	
$(\text{Ba}_{2-d}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-f}\text{Li}_f) (\text{Si}_{2-f}\text{Ga}_f) \text{O}_7$	式 (12b)	
$(\text{Ba}_{2-d}\text{Eu}_d) (\text{Mg}_{1-2e}\text{Zr}_e\text{Sc}_e) \text{Si}_2 (\text{O}_{7-e}\text{N}_e)$	式 (13a)	

式中、記号および指数は、請求項 1 に示した意味を有し、かつさらに：

式 (3 a)、(3 b)、(4 a) および (5 a) において $b = 0$ 、

式 (6 a) において $c = 0$ 、

式 (7 a) において $g = 0$ 、

式 (8 a) および (9 a) において $e = 0$ 、

式 (10 a)、(10 b)、(11 a)、(11 b)、(12 a) および (12 b) において $f = 0$ 、ならびに

式 (13 a) において $e = 0$ である、

で表される化合物から選択される、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の化合物。

【請求項 8】

化合物が被覆されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の化合物。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の化合物の製造方法であって、以下のステップ：

a) 当該化合物中に包含させるべきであるすべての元素を含む混合物の調製；および

b) 混合物の高い温度での焼

を含む、前記方法。

【請求項 10】

融剤を使用し、それをハロゲン化アンモニウム、アルカリ土類金属フッ化物、炭酸塩、アルコキシド、シュウ酸塩および/またはホウ酸の群から選択することを特徴とする、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の化合物の、変換蛍光体としての使用。

30

40

50

【請求項 1 2】

少なくとも 1 つの一次光源および請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の少なくとも 1 種の化合物を含む、光源。

【請求項 1 3】

一次光源が、発光窒化インジウムアルミニウムガリウムまたは ZnO 、 TiO_2 (透明な伝導性酸化物) もしくは SiC に基づいたルミネセント配置、あるいは近 UV または青紫色レーザー、あるいはエレクトロルミネセンスおよび / またはフォトルミネセンスを示す源、あるいはプラズマまたは放電源である、請求項 1 2 に記載の光源。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 または 1 3 に記載の少なくとも 1 つの光源を含むことを特徴とする、照明ユニット。 10

【請求項 1 5】

ディスプレイデバイスの背面照射のための、請求項 1 4 に記載の照明ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピロシリケート蛍光体、その製造方法および変換蛍光体としてのその使用に関する。本発明はまた、少なくとも本発明による変換蛍光体を含む発光変換材料、および光源、特に $pc-LED$ (蛍光体変換発光デバイス) におけるその使用に関する。本発明はさらに、光源、特に $pc-LED$ 、ならびに本発明による一次光源および発光変換材料を含む照明ユニットに関する。 20

【背景技術】

【0002】

蛍光体変換発光ダイオード (LED) または $pc-LED$ は、現在固体照明 (SSL) についての主要な候補である。これは、高い輝度を他の照明デバイスと比較して小さな電力を適用して達成することができるそれらの省エネルギー特性による。また、それらが小型であることによって、例えば蛍光灯と比較して少量の蛍光体を使用することが可能になる。さらに、最終生産物、 LED ランプが、以前は建築的観点から可能でない方法において使用され得る。

【0003】

原則として、加法混色によって白色発光無機 LED を得るための 3 つの異なるアプローチがある：

(1) $RGB-LED$ (赤色 + 緑色 + 青色 LED)、ここで白色光は、赤色、緑色および青色スペクトル領域において発光する 3 種の異なる発光ダイオードからの光を混合することにより発生する。

【0004】

(2) 補足システム、ここで発光半導体 (一次光源) は、例えば青色光を発し、それは、1 種以上の蛍光体 (変換蛍光体) を励起し、それは次に、より長い波長の光を発する。今日使用されている白色 LED は、主として、青色 LED チップ ($(In)GaN$ 、材料における In ドーピングの量に依存して約 $440 \sim 480 \text{ nm}$ で発光する) が蛍光体層によって被覆される概念に基づく。チップによって発せられた光の一部は透過され、青色構成成分を付与し、残りは蛍光体層によって吸収され、蛍光体発光が得られる。青色および黄色光を混合することによって、白色光が、次に生じる。あるいはまた、例えば緑色または黄色およびオレンジ色または赤色光を発光する 2 種以上の蛍光体を使用することが、可能である。 40

【0005】

(3) UV - または青紫色 $LED + RGB$ 蛍光体、ここでスペクトルの近 UV または青紫色域において発光する半導体 (一次光源) は、環境に対して光を発し、ここで 3 種の異なる変換蛍光体は励起されて、赤色、緑色および青色スペクトル領域において発光する。あるいはまた、黄色またはオレンジ色および青色を発光する 2 種の異なる蛍光体を使用する 50

ことが、可能である。

【0006】

二部構成の補足系は、それらが1つのみの一次光源で、および - 最も単純な場合においては - 1つのみの変換蛍光体で白色光を生じることが可能であるという利点を有する。これらのシステムの最良に知られているのは、青色スペクトル領域における光を発する一次光源としての窒化インジウムアルミニウムガリウムチップ、および青色域において励起され、黄色スペクトル領域における光を発する変換蛍光体としてのセリウムドープイットリウムアルミニウムガーネット (YAG:Ce) からなる。数種のオルトケイ酸塩 $M_2SiO_4:Eu^{2+}$ ($M = Ca, Sr, Ba$) をまた、黄色 - オレンジ色放射体として使用することができる。しかしながら、全体的な発光において赤色構成成分の欠如があるという事実により、青色および黄色構成成分を混合することによって得られた光の質は低い。

10

【0007】

改善は、2価のコウロピウムまたは3価のセリウムイオンでドープした赤色構成成分、例えば様々な窒化物およびオキシ窒化物、例えば $M_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ ($M = Sr, Ba$) の添加によって得られる。しかしながら、青色発光窒化インジウムガリウムLEDの使用の結果、また多くの困難、例えば蛍光体層の厚さおよび小さなストークスシフトに起因する発光団間の強いスペクトル的相互作用へのカラーポイントの強い依存性がもたらされる。さらに、および尚より重要なことに、2nm程度に小さいLEDチップの青色ピーク発光波長における偏差によって、カラーポイントの著しい変化がもたらされる。したがって、かかる系は、青色LEDチップの発光の小さな変化に対して極めて感受性である。

20

【0008】

使用する蛍光体に置かれた要件は、一般に以下のとおりである：

1. 良好な光品質のための高い演色評価数 (CRI)、
2. 高い熱安定性 ($T > 150$ の動作温度で著しい発光強度低下なし)、
3. 蛍光体の高い量子効率 (QE)、
4. 蛍光体のLEDチップの発光波長での高い吸収、
5. 高い化学安定性。

【0009】

興味深い代替法が最近作用し始め、ここで青色発光LEDチップを、近UVまたは青紫色LEDチップによって置き換える。特に、370~430nmの発光範囲は、白色スペクトルへの変換の際のここでのストークス損失が未だ過度に大きくないので、興味深い。特に青紫色のLEDチップを使用する際のかかる配置の利点は、青紫色チップが青色チップと比較して動作温度の関数としてはるかに良好な性能を有することである。この効果は、「動作温度垂下」として文献において知られている。さらに、近UVまたは青紫色チップの波長の偏差の影響は、近UVまたは青紫色チップの完全な発光がより長い波長の光に変換されるので、最終的なLEDのカラーポイントについて顕著でない。既に、これらの利点は、近UVおよび青紫色LEDチップのための蛍光体を調査するために十分重要である。

30

【0010】

したがって、白色発光LEDのための基礎としての近UVおよび青紫色LEDは、LED光源の多くの開発の焦点であり、近UVおよび青紫色LEDのための新規な変換蛍光体の研究および開発は、近年強められた。この理由のために、スペクトルの近UVおよび青紫色域において励起することができる無機蛍光粉末はまた、特に、光源のための、特にpc-LEDのための変換蛍光体として今日重要性においてますます増大している。

40

【0011】

したがって、本発明の目的は、近UVまたは青紫色域において励起することができる新規な化合物を提供することにある。緑色発光蛍光体を提供することが特に望ましく、それは近UVまたは青紫色域において強い吸収を示すが、これによって色の混合が促進されて正確なカラーポイントが達成され、発光効果を低下させるいくつかの連続的な吸収および発光プロセスが回避されるので、スペクトルの青色域における吸収をほとんどまたは全く

50

示さない。好ましくは、当該蛍光体はさらに、高い発光効率および低い温度消光を示さなければならない。

【0012】

A E = B a、S r、C aである一般式 $(A E)_2 M g S i_2 O_7 : E u^{2+}$ で表されるピロシリケートは、p c - L E Dにおいて使用するための緑色発光化合物として知られている(J. Yan et al., J. Mater. Chem. C 2, 2014, 8328)。これらのピロシリケートは、515 nmの発光極大を有する光を發し、これらの蛍光体の発光色をより短い、またはより長い波長に移動させることが困難であることが、証明された。さらに、これらのピロシリケートの温度消光は、上に引用した刊行物に開示されているように、例えば $B a_2 M g S i_2 O_7 : E u$ について460 Kの T_{50} でやや強い。

10

【発明の概要】

【0013】

本発明の1つの目的は、したがって、近UVまたは青紫色域において励起可能であり、かつ上に述べたピロシリケートに関する発光色における移動、特に深色移動を示す蛍光体を提供することにある。p c - L E Dの発光色の微調整が種々の発光波長および発光色を示す様々な種々の蛍光体の選択を有することが、重要である。本発明のさらなる目的は、上に述べたピロシリケートに関して改善された温度消光挙動を有する蛍光体を提供することにある。

【0014】

驚くべきことに、ルミネセンスが2価のユウロピウムイオンまたは他のドーパントから得られる以下に記載するピロシリケート蛍光体がこの目的を達成することが、見出された。これらの蛍光体を、近UVおよび青紫色域において励起し、スペクトル領域の緑色部分において発光を示すことができる。410 nmでの励起の下の蛍光体の発光は、420 ~ 720 nmにわたり、緑色スペクトル領域におけるピーク極大は、正確な組成に依存して約515 nmである。発光極大および発光色の正確な位置を、蛍光体中のさらなる元素の存在によって調整することができる。さらに、これらの材料は、改善された温度消光特性を示す。材料は、組成 $B a_2 M g S i_2 O_7$ で表されるピロシリケート構造から誘導される。

20

【0015】

本発明は、以下の式(1)で表される化合物に関する、
 $(B a_{2-a-b-c-d} M_a A_b R E_c D_d) (M g_{1-e-f-g-j} M'_{e} A'_{f} R E'_{g} C'_{j}) (S i_{2-h-i} B'_{h} C'_{i}) (O_{7+m-k-l} X_k N_l)$
 (1)

30

式中、以下のことが使用する記号および指数に該当する：

Mは、C a、S r、Z nまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；
 Aは、N a、K、R bまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；
 R Eは、L a、Y、G dまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；
 Dは、E u²⁺、M n²⁺、Y b²⁺、S m²⁺またはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

【0016】

M'は、Z r、H fまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；
 A'は、L i、N aまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；
 R E'は、S c、L uまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；
 C'は、B、A l、G a、I nまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

40

【0017】

B'は、G e、S nまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；
 C''は、B、A l、G a、I nまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；
 Xは、F、C lまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；
 Nは、窒素であり；

【0018】

50

$0 < a < 1.0$;
 $0 < b < 0.6$;
 $0 < c < 0.6$;
 $0 < d < 2.0$;
 $0 < e < 0.3$;
 $0 < f < 0.3$;
 $0 < g < 0.3$;
 $0 < j < 0.6$;
 $0 < h < 1.0$;
 $0 < i < 0.6$;
 $0 < k < 2.1$;
 $0 < l < 2.1$;
 $-2.0 < m < 2.0$ であり ;

【0019】

ただし、 $b = 0$ および / もしくは $c = 0$ および / もしくは $e = 0$ および / もしくは $g = 0$ であり、かつ / または、同時に $f = 0$ および $k = 0$ であり、かつ / または、同時に $f = 0$ かつ j および / または $i = 0$ である。

【0020】

条件によって、本発明の化合物は、必然的に、元素 A、RE、M' および / もしくは RE' の少なくとも 1 種を含み、かつ / またはそれは、元素 A' および X を同時に含み、かつ / またはそれは、元素 A' および C' ならびに / または C'' を同時に含む。

式(1)で表される化合物および好ましい態様が電荷中性である、つまり格子のカチオン性元素の正電荷および格子のアニオン性元素の負電荷が互いに補償することが、理解される。

【0021】

いくつかの電荷補償スキームは、本発明の化合物のために可能であり、例えば数種のホスト修飾共ドーパントの包含による意図的な電荷補償または、例えば格子中の酸素空孔 (V_O) もしくは格子間酸素原子 (O_i) によるホスト自己補償である。正の、または負の値であり得る式(1)中の指数 m は、格子中の酸素空孔または格子間酸素原子を説明する。

【0022】

1 価のカチオンを 2 価の部位において包含させる場合、これに、同一の部位または別の 2 価の部位もしくは 4 価の部位における 3 価のカチオンの等量における同時の包含を後続させる。例えば、アルカリ金属 A または A' の包含を、等量の 3 価のカチオン、例えばアルミニウムの包含によって補償することができる。あるいはまた、ハロゲン化物アニオンの同時の包含を、等量において行うことができる。別の可能性は、酸素アニオン空孔を有することによるホスト格子自己補償の利用である。

【0023】

3 価のカチオンを 2 価の部位において包含させる場合、これに、別の 3 価のカチオンの 4 価の部位における等量における同時の包含を後続させる。別の可能性は、3 価の窒化物アニオンの 2 価の酸素部位における等量における使用である。別の可能性は、余分な格子間酸素アニオンを有することによるホスト格子自己補償の利用である。

4 価のカチオンを 2 価の部位において包含させる場合、これに、3 価のカチオンの 4 価の部位における、およびさらに窒化物アニオンの酸素部位における同時の包含、ならびに格子間酸素原子の同時の包含を後続させる。

【0024】

本発明の好ましい態様において、以下のことが、指数 a に該当する： $0 < a < 0.6$ 、より好ましくは $0 < a < 0.4$ 。

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 b に該当する： $0 < b < 0.4$ 、より好ましくは $0 < b < 0.2$ 。元素 A を含む $b = 0$ である化合物について、以

10

20

30

40

50

下のことが、好ましくは指数 b に該当する： $0 < b < 0.4$ 、より好ましくは $0 < b < 0.2$ 。

【0025】

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 c に該当する： $0 < c < 0.4$ 、より好ましくは $0 < c < 0.2$ 。元素 RE を含む $c > 0$ である化合物について、以下のことが、好ましくは指数 c に該当する： $0 < c < 0.4$ 、より好ましくは $0 < c < 0.2$ 。

【0026】

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 d に該当する： $0 < d < 1.0$ 、より好ましくは $0 < d < 0.4$ 、尚より好ましくは $0 < d < 0.2$ 、最も好ましくは $0 < d < 0.2$ 。

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 e に該当する： $0 < e < 0.2$ 、より好ましくは $0 < e < 0.1$ 。元素 M' を含む $e > 0$ である化合物について、以下のことが、好ましくは指数 e に該当する： $0 < e < 0.2$ 、より好ましくは $0 < e < 0.1$ 。

【0027】

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 f に該当する： $0 < f < 0.2$ 、より好ましくは $0 < f < 0.1$ 。元素 A' を含む $f > 0$ である化合物について、以下のことが、好ましくは指数 f に該当する： $0 < f < 0.2$ 、より好ましくは $0 < f < 0.1$ 。同時に、好ましくは $k = f$ ；または同時に $j = f$ である。しかしながら、化合物がさらに3価のカチオン C'' を含む場合、つまり $i > 0$ である場合、 $j > f$ であることがまた可能であり、例えばこの場合において、 j は $f + i$ であり得る。

【0028】

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 g に該当する： $0 < g < 0.2$ 、より好ましくは $0 < g < 0.1$ 。元素 RE' を含む $g > 0$ である化合物について、以下のことが、好ましくは指数 g に該当する： $0 < g < 0.2$ 、好ましくは $0 < g < 0.1$ 。

【0029】

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 j に該当する： $0 < j < 0.4$ 、より好ましくは $0 < j < 0.2$ 。

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 h に該当する： $0 < h < 0.6$ 、より好ましくは $0 < h < 0.4$ 。

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 i に該当する： $0 < i < 0.4$ 、より好ましくは $0 < i < 0.2$ 。

【0030】

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 k に該当する： $0 < k < 1.4$ 、より好ましくは $0 < k < 0.7$ 。

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 l に該当する： $0 < l < 1.4$ 、より好ましくは $0 < l < 0.7$ 。

本発明のさらなる好ましい態様において、以下のことが、指数 m に該当する： $-1 < m < 0$ 、より好ましくは $-0.5 < m < 0.5$ 。

【0031】

本発明の特に好ましい態様において、上に開示した好ましい範囲が、同時に該当する。したがって、以下の場合が好ましい：

$0 < a < 0.6$ ；

$0 < b < 0.4$ ；

$0 < c < 0.4$ ；

$0 < d < 1.0$ ；

$0 < e < 0.2$ ；

$0 < f < 0.2$ ；

$0 \leq g \leq 0.2$;
 $0 \leq j \leq 0.4$;
 $0 \leq h \leq 0.6$;
 $0 \leq i \leq 0.4$;
 $0 \leq k \leq 1.4$; および
 $0 \leq l \leq 1.4$;
 $-1 \leq m \leq 1$ であり ;

ただし、 $b = 0$ および / もしくは $c = 0$ および / もしくは $e = 0$ および / もしくは $g = 0$ 、ならびに / または、同時に $f = 0$ および $k = 0$ 、ならびに / または、同時に $f = 0$ かつ j および / もしくは $i = 0$ である。

10

【0032】

さらに、以下の場合が、特に好ましい：

$0 \leq a \leq 0.4$;
 $0 \leq b \leq 0.2$;
 $0 \leq c \leq 0.2$;
 $0 \leq 0.005 \leq d \leq 0.4$ 、より好ましくは $0 \leq 0.01 \leq d \leq 0.2$;
 $0 \leq e \leq 0.1$;
 $0 \leq f \leq 0.1$;
 $0 \leq g \leq 0.1$;
 $0 \leq j \leq 0.2$;
 $0 \leq h \leq 0.4$;
 $0 \leq i \leq 0.2$;
 $0 \leq k \leq 0.7$;
 $0 \leq l \leq 0.7$;
 $-0.5 \leq m \leq 0.5$ であり ;

ただし、 $b = 0$ および / もしくは $c = 0$ および / もしくは $e = 0$ および / もしくは $g = 0$ 、ならびに / または、同時に $f = 0$ および $k = 0$ 、ならびに / または、同時に $f = 0$ かつ j および / もしくは $i = 0$ である。

20

【0033】

指数 a 、 b 、 c 、 e 、 f 、 g 、 j 、 h 、 i 、 k および l の最大3つが $= 0$ であることが好ましく、指数 a 、 b 、 c 、 e 、 f 、 g 、 j 、 h 、 i 、 k および l の最大2つが $= 0$ であることが特に好ましい。

30

式(1)で表される化合物が1種より多い元素Mを含む場合、Ca、Sr および Zn の比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素Mを含むことが、好ましい。特に好ましい元素Mは、Ca または Sr である。

【0034】

式(1)で表される化合物が1種より多い元素Aを含む場合、Na、K および Rb の比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素Aを含むことが、好ましい。特に好ましい元素Aは、K である。

式(1)で表される化合物が1種より多い元素REを含む場合、La、Y および Gd の比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素REを含むことが、好ましい。特に好ましい元素REは、La である。

40

【0035】

式(1)で表される化合物が1種より多い元素Dを含む場合、Eu、Mn、Yb および Sm の比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素Dを含むことが、好ましい。特に好ましい元素Dは、Eu である。

式(1)で表される化合物が1種より多い元素M'を含む場合、Zr および Hf の比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素M'を含むことが、好ましい。特に好ましい元素M'は、Zr である。

【0036】

50

式(1)で表される化合物が1種より多い元素A'を含む場合、LiおよびNaの比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素A'を含むことが、好ましい。特に好ましい元素A'は、Liである。これは、特に、Fを同時に電荷補償のために含む化合物についての、またはAlを同時に電荷補償のために含む化合物についての場合である。

【0037】

式(1)で表される化合物が1種より多い元素RE'を含む場合、ScおよびLuの比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素RE'を含むことが、好ましい。特に好ましい元素RE'は、Scである。

【0038】

式(1)で表される化合物が1種より多い元素C'を含む場合、B、Al、GaおよびInの比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素C'を含むことが、好ましい。特に好ましい元素C'は、AlまたはGaである。

式(1)で表される化合物が1種より多い元素B'を含む場合、GeおよびSnの比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素B'を含むことが、好ましい。特に好ましい元素B'は、Geである。

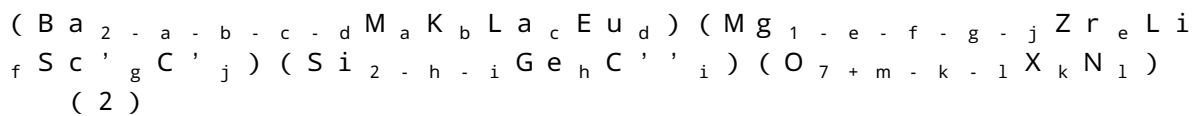
【0039】

式(1)で表される化合物が1種より多い元素C''を含む場合、B、Al、GaおよびInの比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素C''を含むことが、好ましい。特に好ましい元素C''は、AlまたはGaである。

式(1)で表される化合物が1種より多い元素Xを含む場合、FおよびClの比率を、自由に調整することができる。式(1)で表される化合物が1種より多くない元素Xを含む、つまりそれが好ましくはFまたはClのいずれかを含むがFおよびClの混合物を含まないことが、好ましい。

【0040】

本発明の好ましい態様において、前述の元素について好ましいのは、同時に生じる。式(1)で表される化合物の好ましい態様は、したがって以下の式(2)で表される化合物である、



【0041】

式中、以下のことが使用する記号および指数に該当する：

Mは、Ca、Srまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

C'は、Al、Gaまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

C''は、Al、Gaまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

Xは、F、Clまたはこれらの元素の混合物からなる群から選択され；

Nは、窒素であり；

【0042】

0 a 0.4；

0 b 0.2；

0 c 0.2；

0.005 d 0.4、より好ましくは0.01 d 0.2；

0 e 0.1；

0 f 0.1；

0 g 0.1；

0 j 0.2；

0 h 0.4；

10

20

30

40

50

0 i 0.2 ;

0 k 0.7 ;

0 l 0.7 ;

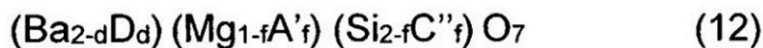
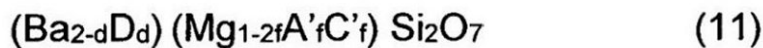
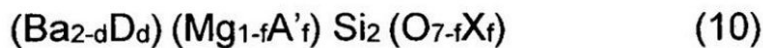
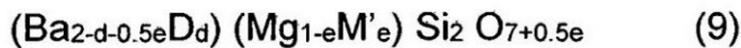
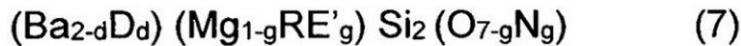
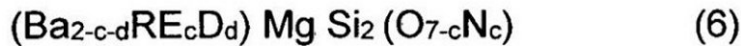
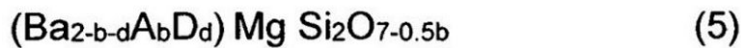
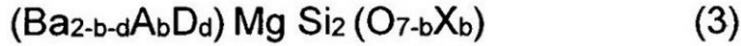
- 0.5 m 0.5 であり ;

ただし、b 0 および / もしくは c 0 および / もしくは e 0 および / もしくは g 0
、ならびに / または、同時に f 0 および k 0、ならびに / または、同時に f 0 かつ
j および / もしくは i 0 である。

【 0 0 4 3 】

式 (1) で表される化合物の好ましい態様は、以下の式 (3) ~ (1 3) で表される化
合物である。

【 化 1 】



【 0 0 4 4 】

式中、記号および指数は、上に示した意味を有し、かつさらに :

式 (3)、(4) および (5) において b 0、

式 (6) において c 0、

式 (7) において g 0、

式 (8) および (9) において e 0、

式 (1 0)、(1 1) および (1 2) において f 0、ならびに

式 (1 3) において e 0 である。

【 0 0 4 5 】

式 (3) ~ (1 3) で表される好ましい化合物は、以下の式 (3 a) ~ (1 3 a) で表
される化合物である、

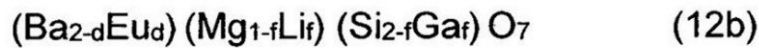
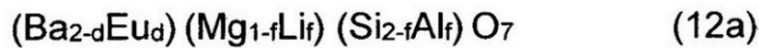
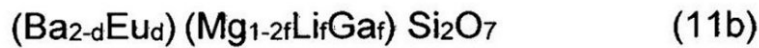
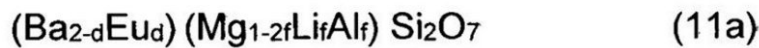
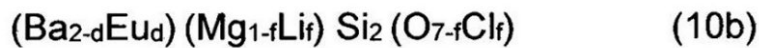
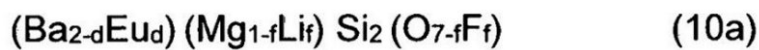
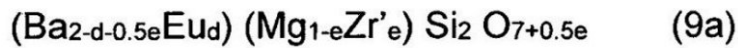
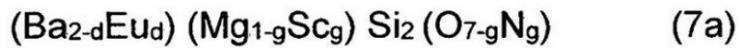
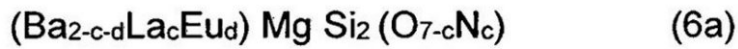
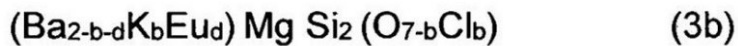
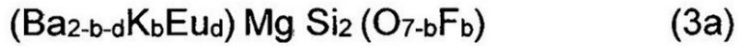
10

20

30

40

【化2】



10

20

【0046】

式中、記号および指数は、上に示した意味を有し、かつさらに：

式(3a)、(3b)、(4a)および(5a)において $b = 0$ 、

式(6a)において $c = 0$ 、

式(7a)において $g = 0$ 、

式(8a)および(9a)において $e = 0$ 、

式(10a)、(10b)、(11a)、(11b)、(12a)および(12b)において $f = 0$ 、ならびに

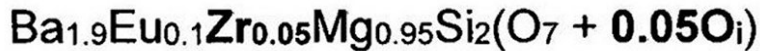
式(13a)において $e = 0$ である。

30

【0047】

以下の組成物は、式(1)および好ましい態様による蛍光体の例である：

【化3】



10

【0048】

本発明はさらに、式(1)で表される化合物または好ましい態様の製造方法であって、以下のステップ：

- a) 本発明の化合物中に包含させるべきであるすべての元素を含む混合物の調製；および
b) 混合物の高い温度でのか焼
を含む、前記方法に関する。

20

【0049】

好ましくは、化合物を、バリウム、ケイ素およびユウロピウム含有化合物（好ましくは酸化物、炭酸塩またはシュウ酸塩）を本発明の化合物中に存在するべきさらなる元素を含む物質（同様に好ましくは酸化物、炭酸塩またはシュウ酸塩）と、一般に、通常融剤として使用する少なくとも1種のさらなる無機または有機物質の添加を伴って混合し、混合物を熱処理することにより製造する。ユウロピウム、ケイ素、バリウム、ストロンチウム、マグネシウム、亜鉛および/またはカルシウムの各々の酸化物または炭酸塩を、特に好ましくは各場合において使用する。

【0050】

ステップb)におけるか焼（=熱処理）反応を、通常、900より高い、好ましくは1000~1200 および特に好ましくは1050~1150の温度で行う。

30

【0051】

前記か焼を、好ましくは、少なくとも部分的に還元条件下で行う。還元条件を、例えば一酸化炭素、フォーミングガスもしくは水素を使用して（還元条件）、または少なくとも真空もしくは酸素欠乏雰囲気によって（部分的還元条件）確立する。還元雰囲気を、好ましくは、窒素/水素雰囲気によって、および特に好ましくは N_2/H_2 （好ましくは95:5~30:70の範囲内）の流れ中で確立する。

【0052】

任意に使用する融剤は、好ましくは、ハロゲン化アンモニウム、特に塩化アンモニウム、アルカリ土類金属フッ化物、例えばフッ化カルシウム、フッ化ストロンチウムまたはフッ化バリウム、炭酸塩、特に炭酸水素アンモニウム、様々なアルコキシドおよび/またはシュウ酸塩およびホウ酸の群からの少なくとも1種の物質である。融剤の部分が最終生産物中に残留することがまた可能であり、その割合は、したがって、それぞれ式(1)中の構成成分の化学量論的比中に含まれなければならない。塩化アンモニウム、フッ化アンモニウム、ホウ酸(H_3BO_3)、フッ化バリウムまたはこれらの化合物の組み合わせを、特に好ましくは使用する。

40

【0053】

式(1)で表される化合物を、好ましくは、上に記載した固体拡散によって製造する。しかしながら、蛍光体を湿式化学的方法によって対応する無機および/または有機塩からゾル-ゲル法、共沈プロセスおよび/または乾燥プロセスによって製造することができる

50

プロセスもまた、知られている。式(1)で表される化合物を製造するこれらの方法のいずれも、固体拡散法に対する代替として使用することができる。

【0054】

混合物中での元素の、本発明によるプロセスのステップa)における比率は、反応生成物の所望の化学量論から発生し、つまり出発物質を、好ましくは、生成物中の所望の比率に従って使用する。

【0055】

ステップa)における混合物を、好ましくは、乳鉢中で、または回転するベンチ上で調製する。このプロセスを、溶媒、例えばアセトンまたはアルコール、特にエタノール、プロパノールまたはイソプロパノール中で行うことができる。工業的規模において、ステップa)における混合物を、好ましくは、自動乳鉢ミル中で、または回転するベンチ上で調製する。

10

【0056】

混合物を溶媒中で製造する場合、それを、か焼の前に乾燥する。これを、好ましくは、空气中で、最初に室温で、次に乾燥キャビネット中で高い温度で、好ましくは60~120で、特に約80で行う。

本発明による化合物をか焼ステップの後に例えば乳鉢中で粉砕することにより粉末状にするのが、好ましい。

【0057】

LEDにおいて使用するための本発明による蛍光体の体積分布の平均粒子サイズ d_{50} は、通常50nm~30 μ m、好ましくは1 μ m~20 μ mである。ここでの粒子サイズを、好ましくはコールターカウンター測定によって決定する。

20

【0058】

尚さらなる態様において、本発明による化合物を被覆してもよい。この目的のために適しているのは、先行技術から当業者に知られており、蛍光体のために使用するすべてのコーティング法である。コーティングのために適している材料は、特に、金属酸化物および窒化物、特にアルカリ土類金属酸化物、例えば Al_2O_3 、およびアルカリ土類金属窒化物、例えば AlN 、ならびに SiO_2 である。コーティングを、ここで、例えば、流動床方法によって、または湿式化学的方法によって行うことができる。好適なコーティング法は、例えば、JP 04-304290、WO 91/10715、WO 99/27033、US 2007/0298250、WO 2009/065480およびWO 2010/075908に開示されている。

30

【0059】

コーティングの目的は、一方で、蛍光体の例えば空気または湿気に対するより高い安定性であり得る。しかしながら、目的はまた、コーティングの表面およびコーティング材料の屈折率の好適な選択を通じて光の改善されたカップリングインおよびカップリングアウトであり得る。無機コーティングの代替として、またはそれに加えて、化合物をまた、有機物質で、例えばシロキサンで被覆してもよい。これは、LEDの生産の間に樹脂中の分散性に関して長所を有し得る。

【0060】

本発明による化合物を、近UVおよび/または青紫色スペクトル領域において、好ましくは約370~430nmで励起し、正確な組成物に依存して緑色スペクトル領域において発光極大を示すことができる。ドーパントDに依存して、赤色域における付加的な発光ピークが、例えば Eu^{2+} および Mn^{2+} または Eu^{2+} および Eu^{3+} の組み合わせをドーパントDとして使用する場合に可能である。

40

【0061】

この出願の文脈において、UV光は、発光極大が400nmである光を示し、近UV光は、発光極大が370~400nmである光を示し、青紫色光は、発光極大が401~430nmである光を示し、青色光は、発光極大が431~470nmである光を示し、シアン色光は、発光極大が471~505nmである光を示し、緑色光は、発光極大が506~560nmである光を示し、黄色光は、発光極大が561~575nmである光を

50

示し、オレンジ色光は、発光極大が576～600nmである光を示し、赤色光は、発光極大が601～700nmである光を示す。

【0062】

本発明は、再びさらに、本発明による化合物の、蛍光体または変換蛍光体としての、特に発光ダイオードの近UVまたは青紫色発光のより長い波長を有する光への部分的な、または完全な変換のための使用に関する。

本発明による化合物をまた、以下のテキスト中で蛍光体または変換蛍光体と称する。

【0063】

本発明は、したがってさらに、本発明による化合物を含む発光変換材料に関する。発光変換材料は、本発明による化合物からなり得、この場合において上に定義した用語「変換蛍光体」と等価であろう。本発明による発光変換材料がまた本発明による化合物に加えてさらなる変換蛍光体を含むことがまた、好ましい場合がある。この場合において、本発明による発光変換材料は、好ましくは少なくとも2種の変換蛍光体の混合物、好ましくは3種の変換蛍光体の混合物を含み、ここでその少なくとも1種は、本発明による化合物である。3種の変換蛍光体がスペクトルの青色、緑色、オレンジ色または赤色域にある波長の光を発する蛍光体であるのが、特に好ましい。本発明の化合物は、緑色発光化合物として特に有用である。

【0064】

本発明の化合物は、極めて良好な温度消光挙動を示す。さらに、元素A、RE、M'、RE'、A'+X、A'+C'またはA'+C''の少なくとも1種の必須の存在によって、本発明の化合物は、さらに、これらの元素を含まない先行技術による対応する化合物に関してそれらの発光極大における移動、特に深色移動を示す。これは、この族の最も塩基性の化合物のいくつかの修正として驚くべき効果である、Ba₂MgSi₂O₇:Eu、例えば追加的なりチウムを有する対応する化合物は、多くの修正についての発光色の移動を示さない。

【0065】

本発明による化合物によって、良好なLED品質が生じる。LED品質は、ここで、従来のパラメーター、例えば演色評価数(CRI)、相関色温度(CCT)、ルーメン等価もしくは絶対ルーメン、またはCIE xおよびy座標におけるカラーポイントによって記載される。

【0066】

演色評価数(CRI)は、当業者が熟知しており、人工光源の色再現忠実性を太陽光またはフィラメント光源(後者の2つは100のCRIを有する)のものと比較する無次元の照明量である。

相関色温度(CCT)は、当業者が熟知しており、単位ケルビンを有する照明量である。数値が高くなるに伴って、光の青色含量は高くなり、人工的な放射線源からの白色光は観察者に対してより低温の外見を呈する。CCTは、黒体放射体の概念に従い、その色温度は、CIE図式においていわゆるプランク曲線を記載する。

【0067】

ルーメン等価は、当業者が熟知しており、単位lm/Wを有し、単位ワットを有するある放射測定放射電力での光源のルーメンにおける光度計的光束の規模を記載する照明量である。ルーメン等価が高くなるに伴って、光源はより効率的になる。

ルーメンは、当業者が熟知しており、放射線源によって発せられた全可視線の評価基準である光源の光束を記載する光度計的照明量である。光束が大きくなるに伴って、光源は観察者に対してより明るい外見を呈する。

【0068】

CIE xおよびCIE yは、当業者が熟知しており、それによって光源の色を記載する標準的なCIE色図表(ここで標準的な観察者1931)における座標を表す。

上に述べたすべての量を、光源の発光スペクトルから当業者が熟知している方法によって計算することができる。

10

20

30

40

50

【0069】

本発明による蛍光体の励起性は、広範囲にわたり、それは、約300nm～440nm、好ましくは350nm～約420nmにわたる。本発明による蛍光体の励起曲線の極大は、正確な組成に依存して通常約350～370nmである。これらの蛍光体が尚400～420nmの域において強い吸光度を示すので、それらは、近UVまたは青紫色LEDと共に使用するのに高度に好適である。

【0070】

本発明はさらに、少なくとも1つの一次光源および少なくとも1種の本発明による化合物を含む光源に関する。ここでの一次光源の発光極大は、通常350nm～420nm、好ましくは370nm～約420nmの範囲内であり、ここで一次放射線は、本発明による蛍光体によって部分的に、または完全により長い波長の放射線に変換される。

10

【0071】

本発明による光源の好ましい態様において、一次光源は、特に式 $In_iGa_jAl_kN$ で表され、式中 $0 < i, 0 < j, 0 < k$ および $i + j + k = 1$ である発光窒化インジウムアルミニウムガリウムである。

このタイプの光源の可能な形態は、当業者に知られている。これらは、様々な構造の発光LEDチップであり得る。

【0072】

本発明による対応する光源はまた、発光ダイオードまたはLEDとして知られている。

本発明による光源のさらなる好ましい態様において、一次光源は、ZnO、TCO（透明な伝導性酸化物）またはSiCに基づいたルミネセント配置である。

20

【0073】

本発明による光源のさらなる好ましい態様において、一次光源は、近UVまたは青紫色レーザーである。

本発明による光源のさらなる好ましい態様において、一次光源は、エレクトロルミネセンスおよび/またはフォトルミネセンスを示す源である。一次光源は、さらにまたプラズマまたは放電源であり得る。

【0074】

本発明による蛍光体を、個々に、または当業者が熟知している以下の蛍光体との混合物として使用することができる。本発明の蛍光体がスペクトルの緑色域において発光するので、それらを、好ましくは、スペクトルの青色域において発光する蛍光体およびスペクトルの赤色域において発光するさらなる蛍光体と組み合わせて使用する。

30

【0075】

原理的に混合物に適している対応する蛍光体は、例えば以下のものである：

【化 4】

$\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{BaSi}_2\text{O}_5:\text{Pb}^{2+}$, $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{F}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{BaSrMgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, BaTiP_2O_7 ,
 $(\text{Ba},\text{Ti})_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Ti}$, $\text{Ba}_3\text{WO}_6:\text{U}$, $\text{BaY}_2\text{F}_8:\text{Er}^{3+},\text{Yb}^{3+}$, $\text{Be}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$,
 $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaLa}_4\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{CaAl}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Br}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{AlSi}(\text{N},\text{O})_3:\text{Eu}$,
 $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaB}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaB}_2\text{O}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaB}_2\text{P}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_5\text{B}_2\text{SiO}_{10}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Ca}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{Al}_{12}\text{O}_{19}:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaCl}_2:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ in
 SiO_2 , $\text{CaF}_2:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaF}_2:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaF}_2:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$, $\text{CaF}_2:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{CaF}_2:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaGa}_4\text{O}_7:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaGeO}_3:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{CaI}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaLaBO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaLaB}_3\text{O}_7:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{La}_2\text{BO}_{6.5}:\text{Pb}^{2+}$,

10

【 0 0 7 6 】

20

【化5】

$\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$,
 CaMoO_4 , $\text{CaMoO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Cd}^{2+}$, $\text{CaO}:\text{Cu}^+$, $\text{CaO}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{CaO}:\text{Eu}^{3+}, \text{Na}^+$, $\text{CaO}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaO}:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaO}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Sm}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Tb}^{3+}$,
 $\text{CaO}:\text{Zn}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Ce}^{3+}$, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sn}^{2+}$,
 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+}$,
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sn}^{2+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaP}_2\text{O}_6:\text{Mn}^{2+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Pb}^{2+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$,
 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$, $\beta\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Sn}, \text{Mn}$, $\text{CaS}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Bi}^{3+}, \text{Na}$, $\text{CaS}:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Cu}^+, \text{Na}^+$, $\text{CaS}:\text{La}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Bi}$, $\text{CaSO}_4:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{CaSO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}$,
 $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}, \text{Cl}$, $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Pr}^{3+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Cl}$, $\text{CaS}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Sb}^{3+}, \text{Na}$,
 $\text{CaS}:\text{Sm}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Sn}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Sn}^{2+}, \text{F}$, $\text{CaS}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Tb}^{3+}, \text{Cl}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{Ca}_3\text{SiO}_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_3\text{SiO}_4\text{Cl}_2:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Mn}^{2+}, \text{Pb}$,
 $\text{CaSiO}_3:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Ti}^{4+}$, $\text{CaSr}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Bi}^{3+}$,
 $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})(\text{Mg}_2\text{SiN}_4):\text{Eu}$, $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})(\text{LiAl}_3\text{N}_4):\text{Eu}$,
 $\beta\text{-(Ca, Sr)}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaTi}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaTiO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaTiO}_3:\text{Pr}^{3+}$,
 $\text{Ca}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$, CaWO_4 , $\text{CaWO}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaWO}_4:\text{W}$, $\text{Ca}_3\text{WO}_6:\text{U}$, $\text{CaYAlO}_4:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{CaYBO}_4:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaYBO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaYB}_{0.8}\text{O}_{3.7}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaY}_2\text{ZrO}_6:\text{Eu}^{3+}$,
 $(\text{Ca}, \text{Zn}, \text{Mg})_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}$, CeF_3 , $(\text{Ce}, \text{Mg})\text{BaAl}_{11}\text{O}_{18}:\text{Ce}$, $(\text{Ce}, \text{Mg})\text{SrAl}_{11}\text{O}_{18}:\text{Ce}$,
 $\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Ce}:\text{Tb}$, $\text{Cd}_2\text{B}_6\text{O}_{11}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CdS}:\text{Ag}^+, \text{Cr}$, $\text{CdS}:\text{In}$, $\text{CdS}:\text{In}$,
 $\text{CdS}:\text{In}, \text{Te}$, $\text{CdS}:\text{Te}$, CdWO_4 , CsF , Csl , $\text{Csl}:\text{Na}^+$, $\text{Csl}:\text{Ti}$,
 $(\text{ErCl}_3)_{0.25}(\text{BaCl}_2)_{0.75}$, $\text{GaN}:\text{Zn}$, $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}^{3+}$, $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}, \text{Ce}$,
 $\text{GdNbO}_4:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{Pr}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr}, \text{Ce}, \text{F}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$,
 $\text{Gd}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$, $\text{KGa}_{11}\text{O}_{17}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{K}_2\text{La}_2\text{Ti}_3\text{O}_{10}:\text{Eu}$, $\text{KMgF}_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{KMgF}_3:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{K}_2(\text{Si}, \text{Ti})\text{F}_6:\text{Mn}^{4+}$, $\text{LaAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LaAlB}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LaAlO}_3:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LaAlO}_3:\text{Sm}^{3+}$, $\text{LaAsO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LaBr}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LaBO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{La}, \text{Ce}, \text{Tb})\text{PO}_4:\text{Ce}:\text{Tb}$,
 $\text{LaCl}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{LaOBr}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{LaOBr}:\text{Tm}^{3+}$, $\text{LaOCl}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{LaOCl}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LaOF}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Pr}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LaPO}_4:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LaSiO}_3\text{Cl}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LaSiO}_3\text{Cl}:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$, $\text{LaVO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{La}_2\text{W}_3\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LiAlF}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiAl}_5\text{O}_8:\text{Fe}^{3+}$, $\text{LiAlO}_2:\text{Fe}^{3+}$, $\text{LiAlO}_2:\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiAl}_5\text{O}_8:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Li}_2\text{CaP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{LiCeBa}_4\text{Si}_4\text{O}_{14}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiCeSrBa}_3\text{Si}_4\text{O}_{14}:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{LiInO}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LiInO}_2:\text{Sm}^{3+}$, $\text{LiLaO}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LuAlO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $(\text{Lu}, \text{Gd})_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LuTaO}_4:\text{Nb}^{5+}$, $\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x\text{AlO}_3:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{MgAl}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgSrAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Ce}$, $\text{MgB}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgBa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$,

10

20

30

40

【0077】

【化6】

$\text{MgBaP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgBaP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgBa}_3\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{MgBa}(\text{SO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Mg}_3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgCaP}_2\text{O}_7:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Mg}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgCeAl}_n\text{O}_{19}:\text{Tb}^{3+}$,
 $\text{Mg}_4(\text{F})\text{GeO}_6:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Mg}_4(\text{F})(\text{Ge},\text{Sn})\text{O}_6:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgF}_2:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgGa}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Mg}_8\text{Ge}_2\text{O}_{11}\text{F}_2:\text{Mn}^{4+}$, $\text{MgS}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgSiO}_3:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Mg}_3\text{SiO}_3\text{F}_4:\text{Ti}^{4+}$, $\text{MgSO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgSO}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{MgSrBa}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{MgSrP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgSr}_5(\text{PO}_4)_4:\text{Sn}^{2+}$, $\text{MgSr}_3\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Mg}_2\text{Sr}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{TiO}_4:\text{Mn}^{4+}$, MgWO_4 , $\text{MgYBO}_4:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Na}_3\text{Ce}(\text{PO}_4)_2:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Na}_{1.23}\text{K}_{0.42}\text{Eu}_{0.12}\text{TiSi}_4\text{O}_{11}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Na}_{1.23}\text{K}_{0.42}\text{Eu}_{0.12}\text{TiSi}_5\text{O}_{13}\cdot x\text{H}_2\text{O}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Na}_{1.29}\text{K}_{0.46}\text{Er}_{0.08}\text{TiSi}_4\text{O}_{11}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}:\text{Tb}$, $\text{Na}(\text{Mg}_{2-x}\text{Mn}_x)\text{LiSi}_4\text{O}_{10}\text{F}_2:\text{Mn}$, $\text{NaYF}_4:\text{Er}^{3+}$, Yb^{3+} ,
 $\text{NaYO}_2:\text{Eu}^{3+}$, P46(70%) + P47(30%), $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Ce}^{3+}$, Mn^{2+} , $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{SrAl}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$, $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrAl}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}(\text{F},\text{Cl},\text{Br})$, $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+}$, $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{SrB}_8\text{O}_{13}:\text{Sm}^{2+}$,
 $\text{Sr}_x\text{Ba}_y\text{Cl}_z\text{Al}_2\text{O}_{4-z/2}:\text{Mn}^{2+}$, Ce^{3+} , $\text{SrBaSiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}(\text{Cl},\text{Br},\text{I})_2:\text{Eu}^{2+}$ in SiO_2 ,
 $\text{SrCl}_2:\text{Eu}^{2+}$ in SiO_2 , $\text{Sr}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_3:\text{Eu}$, $\text{Sr}_w\text{F}_x\text{B}_4\text{O}_{6.5}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_w\text{F}_x\text{B}_y\text{O}_z:\text{Eu}^{2+},\text{Sm}^{2+}$,
 $\text{SrF}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrGa}_{12}\text{O}_{19}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Pb}^{2+}$,
 $\text{Srln}_2\text{O}_4:\text{Pr}^{3+}$, Al^{3+} , $(\text{Sr},\text{Mg})_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}$, $\text{SrMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrMoO}_4:\text{U}$, $\text{SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{2+},\text{Cl}$, $\beta\text{-SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Pb}^{2+}$, $\beta\text{-}$
 SiAlON , $\beta\text{-SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Pb}^{2+},\text{Mn}^{2+}$, $\alpha\text{-SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Sm}^{2+}$, $\text{Sr}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}:\text{Eu}$,
 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+},\text{Pr}^{3+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\beta\text{-Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sn}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Sn}^{2+}$,
 $\beta\text{-Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$, $\beta\text{-Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+},\text{Mn}^{2+}(\text{Al})$, $\text{SrS}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{SrS}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrS}:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{SrS}:\text{Cu}^+$, Na , $\text{SrSO}_4:\text{Bi}$, $\text{SrSO}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{SrSO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrSO}_4:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Sr}_5\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Cl}_6:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+}$, $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+},\text{Al}^{3+}$, $\text{SrY}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{ThO}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{ThO}_2:\text{Pr}^{3+}$, $\text{ThO}_2:\text{Tb}^{3+}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+},\text{Cr}^{3+}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Th}^{4+},\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{YAlO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$,
 $(\text{Lu},\text{Y},\text{Gd},\text{Tb})_3(\text{Al},\text{Ga})_5(\text{O},\text{N})_{12}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}^{3+}$, $\text{YAlO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Mn}^{4+}$, $\text{YAlO}_3:\text{Sm}^{3+}$, $\text{YAlO}_3:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tb}^{3+}$,
 $\text{YAsO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{YBO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{YBO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{YF}_3:\text{Er}^{3+},\text{Yb}^{3+}$, $\text{YF}_3:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{YF}_3:\text{Mn}^{2+},\text{Th}^{4+}$, $\text{YF}_3:\text{Tm}^{3+},\text{Yb}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})\text{BO}_3:\text{Eu}$, $(\text{Y},\text{Gd})\text{BO}_3:\text{Tb}$,
 $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_{1.34}\text{Gd}_{0.60}\text{O}_3(\text{Eu},\text{Pr})$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{YOBr}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ce}$,
 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Er}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}(\text{YOE})$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$, $\text{YOCl}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{YOCl}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{YOF}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{YOF}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ho}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$,

10

20

30

40

【0078】

50

【化7】

$Y_2O_3:Tb^{3+}$, $YPO_4:Ce^{3+}$, $YPO_4:Ce^{3+}, Tb^{3+}$, $YPO_4:Eu^{3+}$, $YPO_4:Mn^{2+}, Th^{4+}$,
 $YPO_4:V^{5+}$, $Y(P,V)O_4:Eu$, $Y_2SiO_5:Ce^{3+}$, $YTaO_4$, $YTaO_4:Nb^{5+}$, $YVO_4:Dy^{3+}$,
 $YVO_4:Eu^{3+}$, $ZnAl_2O_4:Mn^{2+}$, $ZnB_2O_4:Mn^{2+}$, $ZnBa_2S_3:Mn^{2+}$, $(Zn,Be)_2SiO_4:Mn^{2+}$,
 $Zn_{0.4}Cd_{0.6}S:Ag$, $Zn_{0.6}Cd_{0.4}S:Ag$, $(Zn,Cd)S:Ag, Cl$, $(Zn,Cd)S:Cu$, $ZnF_2:Mn^{2+}$,
 $ZnGa_2O_4$, $ZnGa_2O_4:Mn^{2+}$, $ZnGa_2S_4:Mn^{2+}$, $Zn_2GeO_4:Mn^{2+}$, $(Zn,Mg)F_2:Mn^{2+}$,
 $ZnMg_2(PO_4)_2:Mn^{2+}$, $(Zn,Mg)_3(PO_4)_2:Mn^{2+}$, $ZnO:Al^{3+}, Ga^{3+}$, $ZnO:Bi^{3+}$,
 $ZnO:Ga^{3+}$, $ZnO:Ga$, $ZnO-CdO:Ga$, $ZnO:S$, $ZnO:Se$, $ZnO:Zn$, $ZnS:Ag^+, Cl$,
 $ZnS:Ag, Cu, Cl$, $ZnS:Ag, Ni$, $ZnS:Au, In$, $ZnS-CdS (25-75)$, $ZnS-CdS (50-50)$,
 $ZnS-CdS (75-25)$, $ZnS-CdS:Ag, Br, Ni$, $ZnS-CdS:Ag^+, Cl$, $ZnS-CdS:Cu, Br$,
 $ZnS-CdS:Cu, I$, $ZnS:Cl$, $ZnS:Eu^{2+}$, $ZnS:Cu$, $ZnS:Cu^+, Al^{3+}$, $ZnS:Cu^+, Cl$,
 $ZnS:Cu, Sn$, $ZnS:Eu^{2+}$, $ZnS:Mn^{2+}$, $ZnS:Mn, Cu$, $ZnS:Mn^{2+}, Te^{2+}$, $ZnS:P$,
 $ZnS:P^{3-}, Cl$, $ZnS:Pb^{2+}$, $ZnS:Pb^{2+}, Cl$, $ZnS:Pb, Cu$, $Zn_3(PO_4)_2:Mn^{2+}$,
 $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$, $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}, As^{5+}$, $Zn_2SiO_4:Mn, Sb_2O_2$, $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}, P$,
 $Zn_2SiO_4:Ti^{4+}$, $ZnS:Sn^{2+}$, $ZnS:Sn, Ag$, $ZnS:Sn^{2+}, Li^+$, $ZnS:Te, Mn$, $ZnS-$
 $ZnTe:Mn^{2+}$, $ZnSe:Cu^+, Cl$ および $ZnWO_4$.

10

20

【0079】

本発明による蛍光体または蛍光体の組み合わせを、適用に依存して、樹脂（例えばエポキシもしくはシリコン樹脂）中に分散させるか、または、好適なサイズ比率の場合において、一次光源上に直接配置するか、もしくはそこから遠隔に配置することができる（後者の配置はまた「遠隔蛍光体技術」を含む）。遠隔蛍光体技術の利点は、当業者に知られており、例えば以下の刊行物によって明らかにされている：Japanese J. of Appl. Phys. Vol. 44, No. 21 (2005), L649-L651.

【0080】

さらに態様において、蛍光体と一次光源との間の光学的結合を光伝導性配置によって達成するのが、好ましい。これによって、一次光源を中央の位置で設置し、蛍光体に光伝導性装置、例えば光ファイバーによって光学的に結合されることが可能になる。このようにして、単に光学的スクリーンを形成するように配置することができる1種または種々の蛍光体、および一次光源に結合される光導波路からなる、照明の希望に適合したランプを達成することが、可能である。このようにして、強い一次光源を電氣的設置に好ましい位置に配置し、光導波路にさらなる電氣的配線のない任意の所望の位置で、しかし代わりに光導波路を敷設することによってのみ結合される蛍光体を含むランプを設置することが、可能である。

30

【0081】

本発明はさらに、特にディスプレイデバイスの背面照射のための照明ユニットであって、それが少なくとも1つの本発明による照明ユニットを含むことを特徴とする前記照明ユニット、および背面照射を有するディスプレイデバイス、特に液晶ディスプレイデバイス（LCディスプレイ）であって、それが少なくとも1つの本発明による光源を含むことを特徴とする前記ディスプレイデバイスに関する。

40

【0082】

LEDにおいて使用するために、蛍光体をまた、任意の所望の外形、例えば球状粒子、プレートレットおよび構造化した材料およびセラミックスに変換することができる。これらの形状を、本発明において用語「成形した本体」の下で要約する。成形した本体は、好ましくは「蛍光体本体」である。本発明は、したがってさらに本発明による蛍光体を含む成形した本体に関する。対応する成形した本体の生産および使用は、多数の刊行物から当

50

業者が熟知している。

【0083】

光路長、つまりセラミックスルミネセンス変換スクリーンにおけるセラミックス層の厚さを、粉末層と比較して低下した散乱のために増加させることができるので、透光性セラミックスの形態にある本発明による蛍光体を使用することがまた、有利である。本発明は、したがってさらに、本発明による少なくとも1種の化合物を含むセラミックスに関する。セラミックスは、次に本発明による化合物のみからなってもよい。しかしながら、それはまた、マトリックス材料および/またはさらなる蛍光体を含んでもよい。好適なマトリックス材料は、例えば SiO_2 、 Y_2O_3 または Al_2O_3 である。

【0084】

本発明による化合物は、以下の有利な特性を有する：

- 1) 本発明による化合物は、極めて良好な温度消光挙動を有する。特に、温度消光は、先行技術による $\text{Ba}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}$ に関して相当に改善されている。
- 2) 本発明による化合物は、スペクトルの青色域において吸収をほとんどまたはまったく示さず、したがって青紫色または近UV LEDを一次光源として使用するLEDにおいて使用するのに高度に適している。
- 3) 本発明による化合物は、 $\text{Ba}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}$ と比較して移動した発光を有する緑色発光を示す。
- 4) 本発明による化合物は、特にそれらがコーティングを含む場合に高い化学的安定性を有する。

【0085】

ここで記載した本発明のすべての変形を、それぞれの態様が相互に排他的でない限り互いと組み合わせることができる。特に、特定の特に好ましい態様を得るためにここで記載した様々な変形を正確に組み合わせることは、常習的な最適化の一部として、この明細書の教示に基づいて明白な操作である。以下の例は、本発明を例示し、特に記載した本発明変形のかかる例示的な組み合わせの結果を示すことを意図する。しかしながら、それらを、いかなる方法においても限定的であると見なすべきではなく、代わりに一般化を刺激するように意図する。調製において使用するすべての化合物または構成成分は、知られており、商業的に入手できるか、または既知の方法によって合成することができる。例において示す温度は、常に がある。さらに、記載およびまた例の両方において、組成物において加える構成成分の量は常に合計100%まで加えられることは、言うまでもない。百分率データは、常に所与の関連において見なされるべきである。

【0086】

例

試料の相形成を、各場合においてX線回折法によってチェックした。この目的のために、Bragg-Brentano幾何学によるRigaku Miniflex II X線回折計を、使用した。使用した放射線源は、Cu-K放射線($\lambda = 0.15418\text{ nm}$)を有するX線管であった。管を、15 mAの電流強さおよび30 kVの電圧で操作した。測定を、 $10^\circ \cdot \text{min}^{-1}$ で $10 \sim 80^\circ$ の角度範囲において行った。

【0087】

反射スペクトルを、Edinburgh Instruments Ltd.蛍光分光計を使用して決定した。この目的のために、試料を、 BaSO_4 で被覆した積分球中に配置し、測定した。反射スペクトルを、 $250 \sim 800\text{ nm}$ の範囲において記録した。使用する白色標準は、 BaSO_4 (Alfa Aesar 99.998%)であった。450 WのXeランプを、励起源として使用した。

【0088】

励起スペクトルおよび発光スペクトルを、粉末試料のためのミラー光学を取り付けたEdinburgh Instruments Ltd.蛍光分光計を使用して記録した。使用した励起源は、450 WのXeランプであった。

【0089】

本発明の化合物の合成

例1：Ba_{1.90}Eu_{0.10}MgSi₂O₇ - 比較例の合成

112.49gのBaCO₃

29.14gのMg₅(CO₃)₄(OH)₂

5.28gのEu₂O₃

37.20gのSiO₂

1.60gのNH₄Cl

出発物質を、ボールミル粉碎によって2時間混合し、H₂ : N₂ (70 : 30) 雰囲気
中で1100 で6h焼成する。焼成後、材料を微細な粉末に粉碎し、水で洗浄し、乾燥
し、50μmナイロンふるいを使用してふるい分けして、粒径範囲を狭くする。得られた
化合物は、512nmで発光極大を示す(CIE x = 0.252 ; y = 0.514)。

10

【0090】

例2：Ba_{1.85}K_{0.05}Eu_{0.10}MgSi₂O_{6.95}Cl_{0.05}の合成

14.60gのBaCO₃

0.15gのK₂CO₃ × 0.5H₂O

3.89gのMg₅(CO₃)₄(OH)₂

0.70gのEu₂O₃

4.96gのSiO₂

0.21gのNH₄Cl

出発物質を、機械的乳鉢中で20分間混合し、H₂ : N₂ (70 : 30) 雰囲気
中で1100 で6h焼成する。焼成後、材料を、微細な粉末に粉碎し、水で洗浄し、乾燥し、
50μmナイロンふるいを使用してふるい分けして、粒径範囲を狭くする。得られた化合
物は、518nmで発光極大を示す(CIE x = 0.273 ; y = 0.521)。

20

【0091】

例3：Ba_{1.85}K_{0.05}Eu_{0.10}MgSi₂O_{6.95}F_{0.05}の合成

14.60gのBaCO₃

0.12gのKF

3.89gのMg₅(CO₃)₄(OH)₂

0.70gのEu₂O₃

4.96gのSiO₂

0.21gのNH₄Cl

出発物質を、機械的乳鉢中で20分間混合し、H₂ : N₂ (70 : 30) 雰囲気
中で1100 で6h焼成する。焼成後、材料を、微細な粉末に粉碎し、水で洗浄し、乾燥し、
50μmナイロンふるいを使用してふるい分けして、粒径範囲を狭くする。得られた化合
物は、516nmで発光極大を示す(CIE x = 0.260 ; y = 0.520)。

30

【0092】

例4：Ba_{1.90}Eu_{0.10}Mg_{0.95}Li_{0.05}Si₂O_{6.95}Cl_{0.05}の合成

15.00gのBaCO₃

0.07gのLi₂CO₃

3.69gのMg₅(CO₃)₄(OH)₂

0.70gのEu₂O₃

4.96gのSiO₂

0.21gのNH₄Cl

出発物質を、機械的乳鉢中で20分間混合し、H₂ : N₂ (70 : 30) 雰囲気
中で1100 で6h焼成する。焼成後、材料を、微細な粉末に粉碎し、水で洗浄し、乾燥し、
50μmナイロンふるいを使用してふるい分けして、粒径範囲を狭くする。得られた化合
物は、513nmで発光極大を示す(CIE x = 0.253 ; y = 0.517)。

40

【0093】

例5：Ba_{1.90}Eu_{0.10}Mg_{0.95}Li_{0.05}Si₂O_{6.95}F_{0.05}

50

の合成

15.00 gのBaCO₃
 0.07 gのLi₂CO₃
 3.69 gのMg₅(CO₃)₄(OH)₂
 0.70 gのEu₂O₃
 4.96 gのSiO₂
 0.21 gのNH₄Cl
 0.21 gのBaF₂

出発物質を、機械的乳鉢中で20分間混合し、H₂:N₂(70:30)雰囲気中で1100 で6h焼成する。焼成後、材料を、微細な粉末に粉砕し、水で洗浄し、乾燥し、50 μmナイロンふるいを使用してふるい分けして、粒径範囲を狭くする。得られた化合物は、518 nmで発光極大を示す(CIE x = 0.272 ; y = 0.528)。

10

【0094】

例6: Ba_{1.90}Eu_{0.10}Mg_{0.80}Li_{0.1}Al_{0.1}Si₂O₇の合成

15.00 gのBaCO₃
 0.15 gのLi₂CO₃
 3.11 gのMg₅(CO₃)₄(OH)₂
 0.70 gのEu₂O₃
 4.96 gのSiO₂
 0.21 gのNH₄Cl
 0.20 gのAl₂O₃

20

出発物質を、機械的乳鉢中で20分間混合し、H₂:N₂(70:30)雰囲気中で1100 で6h焼成する。焼成後、材料を、微細な粉末に粉砕し、水で洗浄し、乾燥し、50 μmナイロンふるいを使用してふるい分けして、粒径範囲を狭くする。得られた化合物は、521 nmで発光極大を示す(CIE x = 0.289 ; y = 0.527)。

【0095】

例7: Ba_{1.90}Eu_{0.10}Mg_{0.95}Zr_{0.05}Si₂O_{7.05}の合成

15.00 gのBaCO₃
 3.69 gのMg₅(CO₃)₄(OH)₂
 0.70 gのEu₂O₃
 4.96 gのSiO₂
 0.21 gのNH₄Cl
 0.25 gのZrO₂

30

出発物質を、機械的乳鉢中で20分間混合し、H₂:N₂(70:30)雰囲気中で1050 で14h焼成する。焼成後、材料を、微細な粉末に粉砕し、水で洗浄し、乾燥し、50 μmナイロンふるいを使用してふるい分けして、粒径範囲を狭くする。得られた化合物は、516 nmで発光極大を示す(x = 0.260 ; y = 0.515)。

【0096】

例8: Ba_{1.90}Eu_{0.10}Mg_{0.95}Sc_{0.05}Si₂O_{7.025}の合成

7.499 gのBaCO₃
 1.845 gのMg₅(CO₃)₄(OH)₂
 0.352 gのEu₂O₃
 2.463 gのSiO₂
 0.107 gのNH₄Cl
 0.069 gのSc₂O₃

40

出発物質を、機械的乳鉢中で20分間混合し、H₂:N₂(70:30)雰囲気中で1100 で6h焼成する。焼成後、材料を、微細な粉末に粉砕し、水で洗浄し、乾燥し、50 μmナイロンふるいを使用してふるい分けして、粒径範囲を狭くする。得られた化合物は、512 nmで発光極大を示す(CIE x = 0.255 ; y = 0.498)。

【0097】

50

例 9 : $Ba_{1.86}Eu_{0.10}La_{0.04}MgSi_2O_7_{0.2}$ の合成

11.779 g の $BaCO_3$

3.185 g の $Mg_5(CO_3)_4(OH)_2$

0.577 g の Eu_2O_3

4.040 g の SiO_2

0.175 g の NH_4Cl

0.214 g の La_2O_3

出発物質を、機械的乳鉢中で 20 分間混合し、 $H_2 : N_2 (70 : 30)$ 雰囲気中で 1100 で 6 h 焼成する。焼成後、材料を、微細な粉末に粉砕し、水で洗浄し、乾燥し、50 μm ナイロンふるいを使用してふるい分けして、粒径範囲を狭くする。得られた化合物は、512 nm で発光極大を示す ($CIE \ x = 0.255, y = 0.507$)。 10

【0098】

例 10 : 温度消光挙動

本発明の化合物の温度消光挙動を、発光効率を 150 で測定し、それを室温での効率に対して比較することにより調査した。結果を、表 1 に要約する。

【0099】

【表 1】

表 1 : 温度消光挙動

例	150°Cでの効率 (r. t. に対して比較)
$Ba_2MgSi_2O_7:Eu^*$	50%
2	87%
4	85%
6	72%
7	95%

*J. Yan et al., J. Mater. Chem. C 2, 2014, 8328による値。 20

【0100】

例 11 : LED 例

蛍光体変換 LED (pc-LED) の製造および測定のための一般的指示 :

特定の LED 例において述べた蛍光体構成成分の m_p, n の質量 (ここで指数 n は、特定の LED 例と関係する蛍光体ブレンドの蛍光体構成成分の数を示す) を、他の蛍光体構成成分 (m_p, n の質量、 $n > 1$) と一緒に秤量し、その後混合する (例えばプラネタリー遠心ミキサーの使用による)。

【0101】

前に述べたプロセスによって得られた蛍光体ブレンドに、光学的な透明シリコンの $m_{silicone}$ の質量を加え、その後、シリコン - 蛍光体スラリーの全質量中での c_p の蛍光体濃度 (質量%における) を得るために、プラネタリー遠心ミキサーによって均質に混合する。スラリーを、次に青色または近 UV または UV または青紫色発光 LED 染料上に自動分配装置によって分配し、使用する透明なシリコンの特性に依存して高い温度の下で硬化させる。 40

【0102】

以下に述べる例において使用する LED 染料は、それぞれ 407 nm または 411 nm の波長で可視の青紫色光を発生し、350 mA の動作電流で駆動される。照明技術関連パラメーターを、統合球体 ISP 250 と組み合わせた Instrument Systems、タイプ CAS 140 CT からの分光計によって得る。pc-LED の特徴づけを、波長依存性スペクトル出力密度の 50

測定によって行う。p c - L E Dからの発せられた光のスペクトルを、次に色座標 x および y (CIE 1931 - 2度観察者)、光度計的フラックス Φ_v 、相関色温度 (CCT) および演色評価数 (CRI) の計算のために使用する。

【0103】

【表2】

表2：LED製造のための蛍光体構成成分。

蛍光体構成成分番号	蛍光体表示
1	$\text{Sr}_{2.5}\text{Eu}_{0.12}\text{Ca}_{0.38}\text{MgSi}_2\text{O}_8$
2	$\text{Ba}_{1.9}\text{Eu}_{0.1}\text{Mg}_{0.95}\text{Zr}_{0.05}\text{Si}_2\text{O}_{7.05}^*$
3	$\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$

10

*例7による

【0104】

【表3】

表3：LED製造例。特定の構成成分について表2を参照。

パラメーター	LED例a	LED例b
LED染料のピーク波長	407	410
$m_{p,1}$ /g	1.52	1.52
$m_{p,2}$ /g	3.05	3.05
$m_{p,3}$ /g	0.23	0.23
m_{Silicone} /g	5.20	5.20
c_p /wt. %	48	48
CIE x	0.431	0.431
CIE y	0.408	0.400
CCT /K	3133	3076
CRI	89	89
Φ_v /lm	41	41

20

30

40

【図面の簡単な説明】

【0105】

図面の説明

【図1】例1の本発明の化合物と比較しての、組成に依存する発光バンドのスペクトルの移動を示す、410nm励起の下での種々のBa-ピロシリケート修正の発光スペクトル。

【図2】517nmでの発光をモニタリングする例7のBa-ピロシリケート修正の励起スペクトル。

【図3】410nm励起の下での例7のBa-ピロシリケートの典型的な修正の温度消光

50

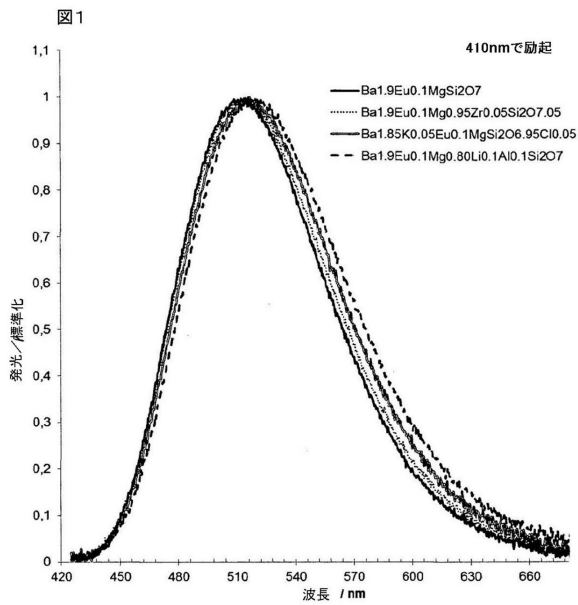
(TQ)プロフィール(文献データとの比較について例10を参照)。

【図4】410nm励起の下での例8および9によるScおよびLa修正Ba-ピロシリケート修正の発光スペクトル(注:スペクトルは互いをほぼ完全に覆う)。

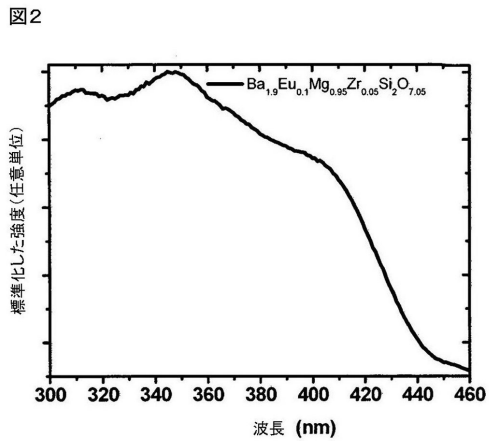
【図5】LED例a(407nm青紫色LEDチップ)のLEDのスペクトル。

【図6】LED例b(410nm青紫色LEDチップ)のLEDのスペクトル。

【図1】

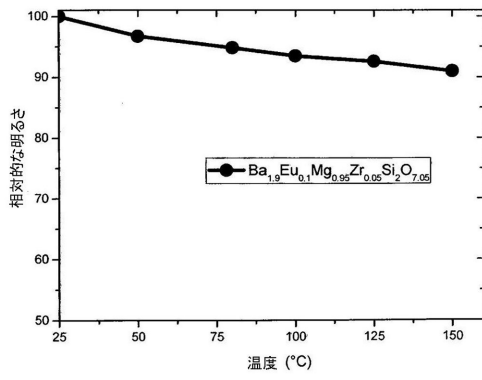


【図2】



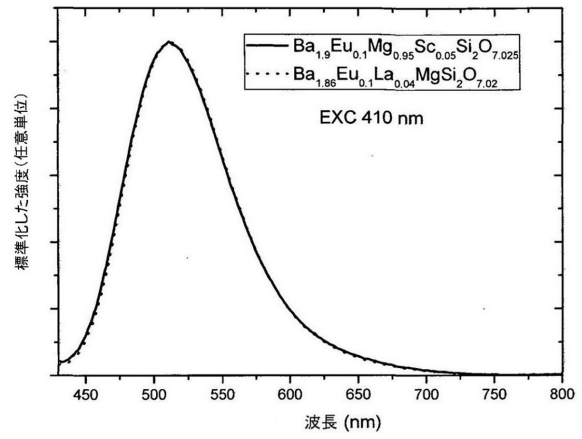
【 図 3 】

図3



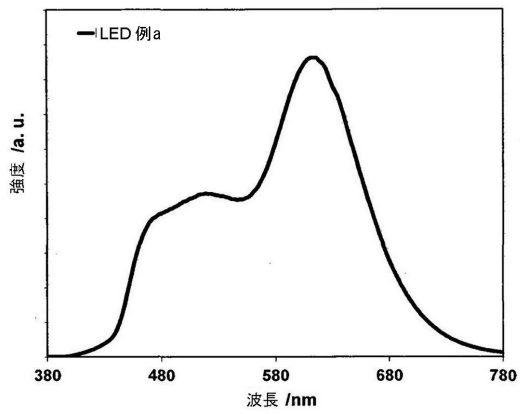
【 図 4 】

図4



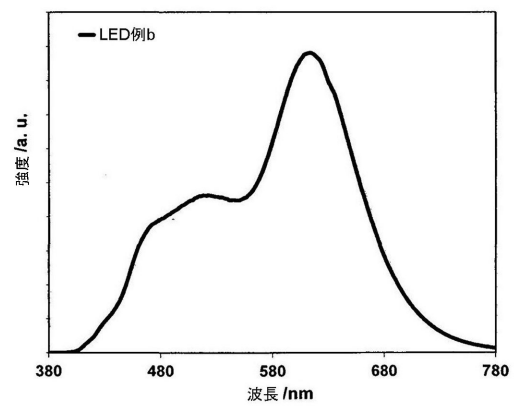
【 図 5 】

図5



【 図 6 】

図6



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I
C 0 9 K 11/64	(2006.01)	C 0 9 K 11/64
C 0 9 K 11/66	(2006.01)	C 0 9 K 11/66
C 0 9 K 11/67	(2006.01)	C 0 9 K 11/67
C 0 9 K 11/79	(2006.01)	C 0 9 K 11/79
C 0 9 K 11/86	(2006.01)	C 0 9 K 11/86
C 0 9 K 11/80	(2006.01)	C 0 9 K 11/80
C 0 1 G 25/02	(2006.01)	C 0 1 G 25/02
F 2 1 V 9/30	(2018.01)	F 2 1 V 9/30
H 0 1 L 33/50	(2010.01)	H 0 1 L 33/50
F 2 1 Y 115/10	(2016.01)	F 2 1 Y 115:10

- (72)発明者 ツィッヒ, アレクサンダー
ドイツ連邦共和国 6 4 2 8 9 ダルムシュタット、フリードリッヒ - エベルト - プラッツ 1 4
- (72)発明者 ベトリー, ラルフ
ドイツ連邦共和国 6 4 3 4 7 グリースハイム、キンツィヒ ヴェーク 1 4
- (72)発明者 ラッフアーン, マツティアス
ドイツ連邦共和国 1 7 4 8 9 グライフスヴァルト、ランゲ シュトラーセ 2
- (72)発明者 ケーラー, インゴ
ドイツ連邦共和国 6 4 2 9 1 ダルムシュタット、ベックラーシュトラーセ 2 3
- (72)発明者 ティーウス, ステファン
ドイツ連邦共和国 1 7 4 8 9 グライフスヴァルト、ダイヒシュトラーセ 2 5

審査官 山口 俊樹

- (56)参考文献 国際公開第2013/035332(WO, A1)
中国特許出願公開第102161890(CN, A)
国際公開第2014/146748(WO, A1)
特開2008-088237(JP, A)
国際公開第2015/018474(WO, A1)
特開2007-277567(JP, A)
特表2012-526157(JP, A)
特開2007-154122(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 1 F 1 / 0 0 - 1 7 / 3 8
C 0 1 B 3 3 / 2 0 - 3 9 / 5 4
C 0 9 K 1 1 / 0 0 - 1 1 / 8 9
CAplus / REGISTRY (STN)