

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6243438号
(P6243438)

(45) 発行日 平成29年12月6日(2017.12.6)

(24) 登録日 平成29年11月17日(2017.11.17)

| | | |
|-----------------------|------------|-----|
| (51) Int.Cl. | F I | |
| C09K 11/64 (2006.01) | C09K 11/64 | CQE |
| C09K 11/08 (2006.01) | C09K 11/08 | B |
| F21S 2/00 (2016.01) | C09K 11/08 | J |
| H01L 33/50 (2010.01) | F21S 2/00 | 482 |
| F21Y 101/00 (2016.01) | H01L 33/50 | |

請求項の数 10 (全 20 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|----------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-541022 (P2015-541022) | (73) 特許権者 | 591032596 |
| (86) (22) 出願日 | 平成25年10月4日 (2013.10.4) | | メルク パテント ゲゼルシャフト ミット |
| (65) 公表番号 | 特表2016-503443 (P2016-503443A) | | ト ベシュレンクテル ハフツング |
| (43) 公表日 | 平成28年2月4日 (2016.2.4) | | Merck Patent Gesell |
| (86) 国際出願番号 | PCT/EP2013/002997 | | schaft mit beschrae |
| (87) 国際公開番号 | W02014/067609 | | nkter Haftung |
| (87) 国際公開日 | 平成26年5月8日 (2014.5.8) | | ドイツ連邦共和国 デー-64293 ダ |
| 審査請求日 | 平成28年10月3日 (2016.10.3) | | ルムシュタット フランクフルター シュ |
| (31) 優先権主張番号 | 102012021570.3 | | トラーセ 250 |
| (32) 優先日 | 平成24年11月2日 (2012.11.2) | (74) 代理人 | 100102842 |
| (33) 優先権主張国 | ドイツ (DE) | | 弁理士 葛和 清司 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 EU賦活発光物質

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

式 I V



式中、

Aは、Sr、BaおよびCaの群から選択される1種または2種以上の二価の元素を表し、 $0.01 \leq w \leq 0.4$ である、

で表される化合物。

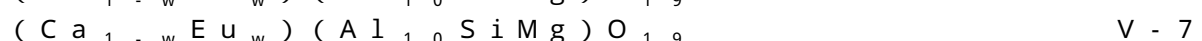
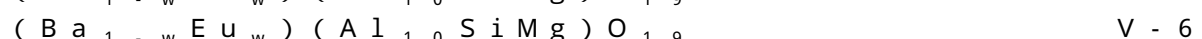
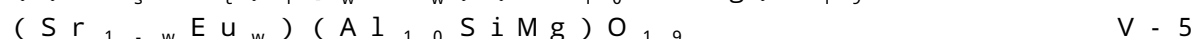
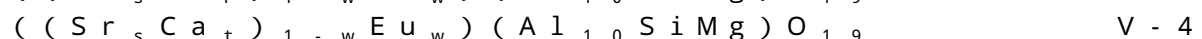
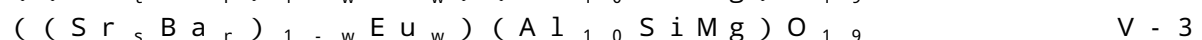
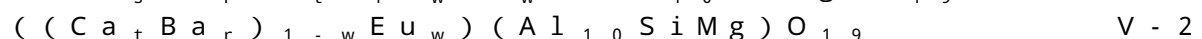
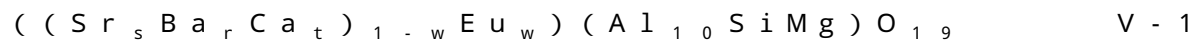
【請求項2】

$0.01 \leq w \leq 0.1$ であることを特徴とする、請求項1に記載の化合物。

10

【請求項3】

式 I で表される化合物が、式 V - 1 ~ V - 7



式中、

20

$0 < r < 1$ 、 $0 < s < 1$ 、 $0 < t < 1$ であり、ここで $r + s + t = 1$ であり、かつ、 w は式I Vの下で示された意味を有する、

で表される化合物から選択されることを特徴とする、請求項1または2に記載の化合物。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか一項に記載の化合物の製造方法であって、二酸化ケイ素を、少なくとも1種のマグネシウム化合物、少なくとも1種のアルミニウム化合物、少なくとも1種のバリウム、ストロンチウムもしくはカルシウム化合物および少なくとも1種のユロピウム化合物と混合し、混合物をその後、熱処理することを特徴とする、前記方法。

【請求項5】

混合物の熱処理を2つのステップで行うことを特徴とする請求項4に記載の方法であって、ここで第一のステップでは、混合物を空気下で > 800 の温度で焼し、その後、還元条件下で > 1000 の温度で焼する、前記方法。

10

【請求項6】

請求項1～3のいずれか一項に記載の化合物を含む、蛍光物質混合物。

【請求項7】

少なくとも1種の赤色発光変換蛍光物質を追加的に含む、請求項6に記載の蛍光物質混合物。

【請求項8】

少なくとも1種の青色発光変換蛍光物質を追加的に含む、請求項6または7に記載の蛍光物質混合物。

20

【請求項9】

一次光源および請求項6～8のいずれか一項に記載の蛍光物質混合物を含む、光源。

【請求項10】

請求項9に記載の少なくとも1種の光源を含む、照明ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、 Eu^{2+} 賦活蛍光物質、これらの化合物の製造方法、ならびに本発明による Eu^{2+} 賦活蛍光物質を含有する蛍光物質混合物、光源および照明ユニットに関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来技術

ルミネセント材料は蛍光灯光源、発光型ディスプレイ画面において、および不可視放射線または高エネルギー粒子の可視光への変換のためのシンチレータ結晶として使用されている。この役割のための幅広い使用が見出されている材料のクラスは、 Ce^{3+} ドープガーネット、とくに $Y_3Al_5O_{12}:Ce(YAG)$ および $(Gd_{1-x}Y_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce(YAGaG:Ce)$ であり、ここでは、さらなるドープング、例えば Lu^{3+} または Tb^{3+} などが、スペクトルの最適化のために使用されている。

【0003】

40

1996年というかなり前から、すなわち高エネルギー効率および数千デラの光束を有する青色InGaN LEDの工業的実施の直後、白色LEDはYAG:CeまたはYAGaG:Ceを用いた青色光の部分変換によって達成され、これは、これらの蛍光物質の黄-オレンジ発光色がLEDの青色発光色と相補的であり、これにより白色光が付加的に得られるためである。

【0004】

今日まで、全ての市販の白色LEDは、YAG:CeまたはYAGaG:Ceの層で覆われた青色発光InGaNチップを含有している。このアプローチの重大な不利点は、一方では発光色の視野角依存性であり、これはチップの不均一なコーティングに起因する。他方、二色スペクトル(青色+黄色~オレンジ色)に基づく光源の場合、色再現が色温度

50

に依存し、低い色温度 ($T_c < 5000\text{K}$) では、十分に高い色再現 ($CRI > 80$) を達成することができない。

【0005】

このため、製品範囲を拡張すべく、および白色LEDの色再現を向上させるべく、現在の主な目的は三色LEDの達成である。この目的のために、青色スペクトル領域において高い吸収を有し、高い量子収率および高いルーメン当量を有する、緑色または黄色および赤色発光蛍光物質が提供されなければならない。

【0006】

現在では、450から580nmの間の波長範囲における主要発光ピークを伴う狭帯域緑色発光との有効なシステムは、数えるほどしか知られていない。その例は、緑色発光オルソシリケートおよびチオガレートである。

10

【0007】

多くの適用、例えばLCDバックライトでは、450から580nmの間に主要発光ピークを有する、青色のまたはUV励起可能近傍の、極めて温度安定な蛍光物質が要求される。この波長は、通常のカラースペクトルに完全に一致し、良好な色再現を可能とする。蛍光物質は、高電力で高チップ温度により、および蛍光物質体内で形成された熱により、200℃までの温度に達するため、良好な温度安定性が必要である。

【0008】

第二の加熱機構はいわゆるストークスシフトであり、すなわち、吸収された光子および放出された光子の間のエネルギー差異であり、これは蛍光物質において熱に変換される。

20

【0009】

今日までに、高温、好ましくは少なくとも125℃、とくに少なくとも175℃、においてさえ、室温においての効率の少なくとも80%の、とくにさらに少なくとも90%の高効率をなおも有する狭帯域緑色発光を伴う公知の蛍光物質は、数えるほどしかない。狭帯域とは、多くとも80nmのFWHMを意味するものである。緑色発光とは、主要発光ピークが440~580nmの波長範囲にある蛍光物質を意味するものである。

【発明の概要】

【0010】

発明の説明

驚くべきことに、式Iの相純粋化合物が前記要求を満たすことが今日では見出された：

30



式中、

Aは、Mg、Sr、BaおよびCaの群から選択される1種または2種以上の二価の元素を表し、

Eは、Al、B、Ga、InおよびSc、好ましくはAlおよびGa、とくに好ましくはAlの群から選択される1種または2種以上の三価の元素を表し、

Gは、SiおよびGe、好ましくはSiの群から選択される1種または2種以上の四価の元素を表し、

$0 < z \leq 4$ であり、好ましくは $z = 1$ であり、ならびに

$0.01 \leq w \leq 0.4$ であり、好ましくは $0.01 \leq w \leq 0.1$ である。

40

【0011】

新規蛍光物質は、極めて良好な熱安定性および化学安定性を呈する。これは、例えば、白色LED、カラーオンデマンド(COD)、TVバックライトLEDおよび発光灯ランプなどの電気ランプに非常に適する。

さらに、新規蛍光物質の製造方法を示す。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、 $Sr_{0.96}Eu_{0.04}Al_{10}MgSiO_{19}$ の励起スペクトルを示す。スペクトルは、半無限の厚さの粉体層上で、Xe高圧ランプおよびHamamatsu光電子増倍管を用いたEdinburgh Instruments FL900分光計を用いて室温で記録した。

50

【0013】

【図2】図2は、450nmの励起波長での $Sr_{0.96}Eu_{0.04}Al_{10}MgSiO_{19}$ の標準発光スペクトルを示す。スペクトルは、半無限の厚さの粉体層上で、Xe高圧ランプおよびHamamatsu光電子増倍管を用いたEdinburgh Instruments FL900 分光計を用いて室温で記録した。

【0014】

【図3】図3は、 $Sr_{0.96}Eu_{0.04}Al_{10}MgSiO_{19}$ の反射スペクトルを示す。スペクトルは、半無限の厚さの粉体層上で、Xe高圧ランプおよびHamamatsu光電子増倍管を用いたウルブリヒト球においてEdinburgh Instruments F920 分光計を用いて室温で記録した。

10

【0015】

本発明の開示

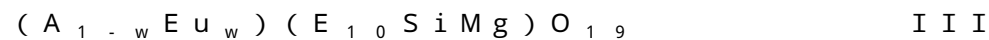
好ましい態様において、本発明による式Iで表される化合物は、zが1に等しい式II



かつ、パラメータA、E、Gおよびwは、式Iで示された意味を有する、で表される化合物から選択される。

【0016】

さらにまた、式IIで表される化合物は、好ましくは、GがSiに等しい式III、

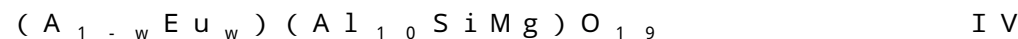


かつ、式中、パラメータA、Eおよびwは、式Iで示された意味を有する、で表される化合物から選択される。

20

【0017】

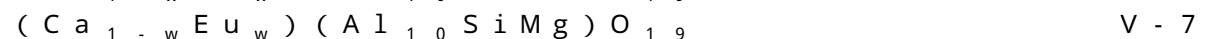
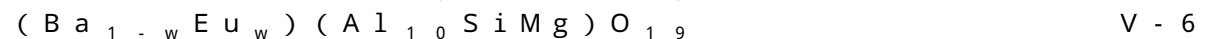
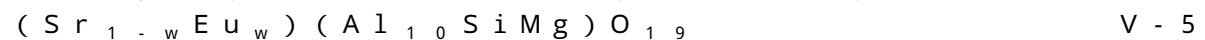
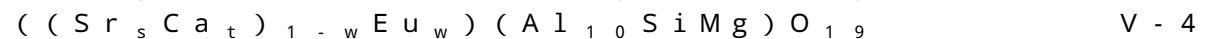
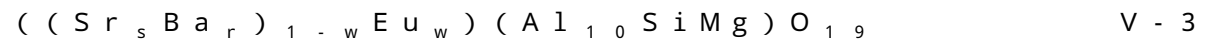
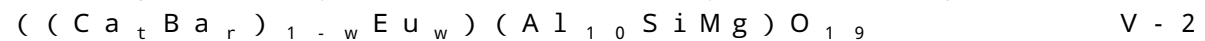
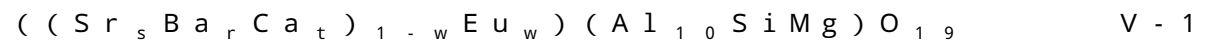
さらにまた、式IIIで表される化合物は、好ましくは、EがAlに等しい式IV



式中、パラメータAおよびwは、式Iで示された意味を有する、で表される化合物から選択される。

【0018】

とくに、式IVで表される化合物は、式V-1~V-7で表される化合物から好ましくは選択され；



式中、 $0 < r < 1$ 、 $0 < s < 1$ 、 $0 < t < 1$ であり、ここで $r + s + t = 1$ であり、かつwは式I下で示した意味を有する。

30

【0019】

ホスト格子における二価の元素Sr、BaまたはCaの Eu^{2+} による部分置換は、驚くべきことに、極めて効率的な蛍光物質を生じさせる。ここでは、二価の元素の量が、 Eu^{2+} イオン間の過剰なエネルギー移行を防止するように、定められることが重要である。極めて非常に好適な蛍光物質が、 $0.01 \sim 0.4$ 、好ましくは $0.01 \sim 0.1$ の間の Eu^{2+} 濃度(w)で得られる。

40

【0020】

LED適用の場合の典型的な実施温度は、 80°C の領域にある。これに関し、少なくとも 100°C の温度安定性が、LED適用のために望まれる。本発明による式Iで表される化合物は、少なくとも 150°C 、好ましくは少なくとも 200°C の高温安定性により区別される。

50

【 0 0 2 1 】

本発明による式 I で表される化合物は、その高化学安定性によってさらにまた区別される。よって、式 I で表される化合物は、酸化および加水分解に非感受性である。

【 0 0 2 2 】

本発明は、以下のステップを含む、式 I で表される化合物の製造方法にさらにまた関する：

1. マグネシウム化合物、好ましくは炭酸マグネシウムの
 - a) 二酸化ケイ素および/または二酸化ゲルマニウム、
 - b) 炭酸アルミニウム、炭酸インジウム、炭酸スカンジウムおよび/または炭酸ガリウムから好ましくは選択される、少なくとも1種のアルミニウム、インジウム、スカンジウムおよび/またはガリウム化合物、
 - c) 炭酸バリウム、炭酸ストロンチウムおよび/または炭酸カルシウムから好ましくは選択される、少なくとも1種のバリウム、ストロンチウムおよび/またはカルシウム化合物、ならびに
 - d) 酸化ユウロピウム、炭酸ユウロピウム、硝酸ユウロピウムおよび/またはシュウ酸ユウロピウムから好ましくは選択される、少なくとも1種のユウロピウム化合物、との混合、
2. 該混合物の熱処理。

10

【 0 0 2 3 】

上述の熱処理の場合、通常、800 より上の温度で反応を行う。熱処理を、好ましくは多段階のプロセスで、とくに好ましくは2ステップのプロセスで行う、つまり、最初に温度 > 800 で空気下で、その後好ましくは温度 > 1000、とくに好ましくは1200 ~ 1800 の温度で、還元条件下（例えば、一酸化炭素、フォーミングガス、または水素もしくは酸素欠乏雰囲気を用いて）で、か焼を行う。

20

【 0 0 2 4 】

本発明によるさらなる態様において、アンモニウムハロゲン化物、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もしくはフッ化バリウムなど、アルカリ土類もしくはアルカリ金属ホウ酸塩、ホウ酸、アルカリ土類もしくはアルカリ金属炭酸塩もしくは炭酸水素アンモニウム、クエン酸、アルコール、ならびに、シュウ酸塩および/または、例えばTEOSなどのケイ酸塩の群からの無機または有機物質を、熱処理の前に採用することができる。クエン酸およびシュウ酸塩を添加することが好ましい。

30

【 0 0 2 5 】

本発明による蛍光物質は、従来の固相拡散法（対応するアルカリ土類金属、半金属、金属または希土類の酸化物、硝酸塩、炭酸塩またはハロゲン化物から出発する）、あるいは、ゾルゲル法の手段による無機および/または有機半金属および/または金属および/または希土類の塩からの湿式化学的方法、共沈法および/または乾燥法のいずれかによって製造することができる。

【 0 0 2 6 】

- 蛍光物質の水性前駆体を介した湿式化学プロセスでは、以下の方法が知られている：
- ・ NH_4HCO_3 溶液を用いた共沈（例えば、Jander, Blasius Lehrbuch der analyt. u. praep. anorg. Chem. 2002参照）
 - ・ クエン酸およびエチレングリコールの溶液を使用したPecchiniプロセス（例えば、Annual Review of Materials Research Vol. 36: 2006, 281-331参照）
 - ・ 尿素を用いた燃焼法
 - ・ 水性または有機塩溶液（出発材料）の噴霧乾燥
 - ・ 水性または有機塩溶液（出発材料）の噴霧熱分解
 - ・ 硝酸塩溶液の蒸発および残留物の熱変換
 - ・ クエン酸またはシュウ酸塩を含む溶液を用いた沈殿

40

【 0 0 2 7 】

50

上述の共沈の場合、TEOS/NH₄HCO₃溶液を、例えば、対応する蛍光物質出発材料の塩化物水溶液に添加し、蛍光物質前駆体の形成をもたらす、これは、その後、単一段階または多段階熱処理により蛍光物質に変換される。

【0028】

Pecchiniプロセスの場合、クエン酸およびエチレングリコールからなる沈殿試薬を、例えば、上述の、対応する蛍光物質出発材料の硝酸塩溶液に室温において添加し、続いて混合物を加熱する。粘度の上昇が蛍光物質前駆体の形成をもたらす。

【0029】

燃焼プロセスの場合、例えば対応する出発材料の硝酸塩溶液を水に溶解し、そして溶液を環流し、尿素を添加し、蛍光物質前駆体のゆっくりとした形成をもたらす。

10

【0030】

噴霧熱分解はエアゾルプロセスの1つであり、溶液、懸濁液または分散体を、様々な方法で加熱された反応スペース(リアクタ)中へ噴霧すること、および固体粒子の形成および蒸着によって特徴付けられる。<200の高温ガス温度での噴霧乾燥と対比して、噴霧熱分解は、高温プロセスとして、溶媒の蒸発に加えて、使用される出発材料(例えば塩類)の熱分解、および物質(例えば酸化物または混合酸化物)の再生成を伴う。

【0031】

クエン酸またはシュウ酸塩の溶液を用いた沈殿の場合において、例えば対応する出発材料の酸化物または炭酸塩溶液を濃HNO₃に溶解し、その後上述した溶液を添加し、混合物を次に蒸発またはろ過する。本発明によると、この方法が好ましい。

20

【0032】

最初の6つのプロセスの変法は、WO 2007/144060(Merck)に詳細に記載されており、これを、参照によりこの全範囲において本出願の文脈中に包含する。

【0033】

式Iで表される化合物は、300nm~450nmの波長範囲の放射線により励起されることができ、440nm~580nmの波長範囲の可視光を発するという事実によってとくに、区別される。

【0034】

本出願の文脈上、UV光は、発光極大が300~399nmの間である光を示し、青色光は、発光極大が400~459nmの間である光を示し、シアン光は、発光極大が460~505nmの間である光を示し、緑色光は、発光極大が506~545nmの間である光を示し、黄色光は、発光極大が546~565nmの間である光を示し、オレンジ色光は、発光極大が566~600nmの間である光を示し、赤色光は、発光極大が601~670nmの間である光を示す。本発明による式Iで表される化合物は、好ましくは緑色発光変換蛍光物質である。

30

【0035】

組成によっては、とくにパラメータAの多様性に対して、発光が特異的に変動する。よって、とくに、式V-1で表される化合物は、好ましくは300nm~450nmの波長範囲の放射線によって励起され、多くとも80nmの主要発光ピークの半値全幅(FWHM)値を伴い、440nm~580nmの波長範囲で発光する。

40

【0036】

式V-5で表される化合物は、好ましくは300nm~450nmの波長範囲の放射線によって励起され、多くとも80nmの主要発光ピークの半値全幅(FWHM)値を伴い、440nm~550nmの波長範囲で発光する。

【0037】

式V-6で表される化合物は、好ましくは300nm~450nmの波長範囲の放射線によって励起され、多くとも80nmの主要発光ピークの半値全幅(FWHM)値を伴い、440nm~500nmの波長範囲で発光する。

【0038】

半値全幅(FWHM)値は、ピークまたは関数の幅を説明するために頻繁に用いられる

50

パラメータである。それは、二次元の座標系 (x 、 y) において、関数が最大幅の半分 ($y_{max} / 2$) に到達するものである同一の y 値を有する曲線における 2 つの点の間の距離 (x) によって定義される。

【 0 0 3 9 】

本発明による蛍光物質の粒子の大きさは、通常 $50 \mu\text{m} \sim 1 \mu\text{m}$ 、好ましくは $30 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $20 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ である。

【 0 0 4 0 】

さらなる好ましい態様において、粒子形態での蛍光物質は、連続表面コーティングを有する。この表面コーティングは、コーティング材料の屈折率の好適な等級付けによって、屈折率を環境に整合させることができるという利点を有する。この場合において、蛍光物質の表面における光の散乱は低減され、より大きい割合の光が蛍光物質に浸透し、そこで吸収され、変換されることができる。さらに、全内部反射が低減されるので、屈折率を整合させた表面コーティングによって、より多くの光を蛍光物質からカップリングアウトさせることが可能になる。

10

【 0 0 4 1 】

さらに、連続層は、蛍光物質をカプセル封入しなければならない場合に有利である。これは、蛍光物質またはその部分の、周辺環境における拡散水または他の材料に対する感受性に対抗するために必要であり得る。閉殻でのカプセル封入についてのさらなる理由は、実際の蛍光物質の LED 中で発生した熱からの熱デカップリングである。この熱により、蛍光物質の蛍光光収率の低減がもたらされ、また蛍光の色に影響が及ぼされ得る。最後に、このタイプのコーティングによって、蛍光物質の効率を、蛍光物質において発生する格子振動が環境に対して伝搬するのを防止することにより、増大させることが可能になる。

20

【 0 0 4 2 】

さらに、蛍光物質が、多孔質の表面コーティングを有するのが好ましい。これらの多孔質のコーティングは、単一層の屈折率をさらに低下させる可能性を提供する。このタイプの多孔質のコーティングを、WO 03/027015 に記載される 3 つの慣用の方法によって製造することができる。それは、その全範囲において参照によって本出願の文脈中に組み込まれる：ガラス (例えばソーダ石灰ガラス (US 4019884 を参照)) のエッチング、多孔質層の適用、および多孔質層とエッチング操作との組み合わせ。

30

【 0 0 4 3 】

好ましいものは、 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 ZnO 、 ZrO_2 および / もしくは Y_2O_3 またはその混合酸化物からなる多孔質のコーティングである。

【 0 0 4 4 】

さらなる好ましい態様において、蛍光物質粒子は、好ましくはエポキシまたはシリコン樹脂からなる、周囲への化学的結合を促進する官能基を担持する表面を有する。これらの官能基は、例えばオキソ基を介して結合し、エポキシドおよび / またはシリコンに基づく結合剤の構成要素への結合を形成することができるエステルまたは他の誘導体であることができる。このタイプの表面は、蛍光物質の結合剤中への均質な包含が促進されるという利点を有する。さらに、蛍光物質 / 結合剤系およびまたポットライフ (pot life) のレオロジー的特性を、それによってある程度まで調整することができる。混合物の加工は、このように単純化される。

40

【 0 0 4 5 】

本発明は、さらにまた、本発明による式 I で表される化合物の、蛍光物質としての、とくに変換蛍光物質としての使用にも関する。

【 0 0 4 6 】

本願における用語「変換蛍光物質」は、ある波長範囲の電磁スペクトル、好ましくは青色または UV スペクトル領域における放射線を吸収し、別の波長領域の電磁スペクトル、好ましくは赤色、オレンジ色、黄色または緑色スペクトル領域、とくに緑色スペクトル領域における可視光を発する材料を意味するものである。

50

【0047】

用語「放射線誘導発光効率」もまたこの文脈において用いられる、つまり、変換蛍光物質は、ある効率で、ある波長領域における放射線を吸収し、別の波長領域で放射線を発する。発光効率の増加は、発光された光強度の増加において測定される。

【0048】

用語「発光波長におけるシフト」とは、変換蛍光物質が、別のまたは類似の変換蛍光物質と比べて、別の波長で発光すること、つまり、より短いまたは長い波長にシフトしたことを意味する。よって、発光極大はシフトする。

【0049】

本発明は、さらにまた、本発明による式 I で表される化合物を含む蛍光物質混合物にも関する。蛍光物質混合物は、もっぱら本発明による式 I で表される化合物からなり得、この場合は、上で定義された用語「蛍光物質または変換蛍光物質」と等しくなる。

10

【0050】

本発明による蛍光物質混合物がまた、本発明による式 I で表される化合物に加えてさらなる変換蛍光物質を含むこともまた可能である。この場合、本発明による蛍光物質混合物は、少なくとも2種の変換蛍光物質の混合物を含み、ここでそのうち1種は、本発明による変換蛍光物質である。その2種の変換蛍光物質が、好ましくは互いに相補的である、異なる波長の光を発する蛍光物質であることが少なくとも好ましい。本発明による緑色発光変換蛍光物質を、青色および赤色発光変換蛍光物質と組み合わせて採用することができる (RGB概念)。代替的に、本発明による変換蛍光物質は、赤色発光変換蛍光物質と組み合わせて採用することもまたできる。したがって、本発明による変換蛍光物質を、1種または2種以上の変換蛍光物質と組み合わせて、本発明による蛍光物質混合物中で採用することも好ましくあり得、これはしたがって好ましくは白色光を共に発光する。

20

【0051】

本発明による化合物とともに採用することができるさらなる変換蛍光物質として、可能なあらゆる変換蛍光物質を採用することが一般的には可能である。例えば、以下のものが適する：

【化 1】

$\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{BaSi}_2\text{O}_5:\text{Pb}^{2+}$, $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{F}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{BaSrMgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, BaTiP_2O_7 ,
 $(\text{Ba},\text{Ti})_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Ti}$, $\text{Ba}_3\text{WO}_6:\text{U}$, $\text{BaY}_2\text{F}_8:\text{Er}^{3+}, \text{Yb}^+$, $\text{Be}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$,
 $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaLa}_4\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{CaAl}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Br}:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaB}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{CaB}_2\text{O}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaB}_2\text{P}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_5\text{B}_2\text{SiO}_{10}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Ca}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{Al}_{12}\text{O}_{19}:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, SiO_2 中の $\text{CaBr}_2:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{CaCl}_2:\text{Eu}^{2+}$ in SiO_2 , $\text{CaCl}_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ in SiO_2 , $\text{CaF}_2:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{CaF}_2:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaF}_2:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$, $\text{CaF}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaF}_2:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaF}_2:\text{U}$,
 $\text{CaGa}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaGa}_4\text{O}_7:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaGeO}_3:\text{Mn}^{2+}$, SiO_2 中の $\text{CaI}_2:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{CaI}_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ in SiO_2 , $\text{CaLaBO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaLaB}_3\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Ca}_2\text{La}_2\text{BO}_{6.5}:\text{Pb}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Ca}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, CaMoO_4 , $\text{CaMoO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Cd}^{2+}$,
【 0 0 5 2 】

10

20

【化 2】

$\text{CaO}:\text{Cu}^+$, $\text{CaO}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Eu}^{3+}$, Na^+ , $\text{CaO}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaO}:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaO}:\text{Sb}^{3+}$,
 $\text{CaO}:\text{Sm}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Ti}$, $\text{CaO}:\text{Zn}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Ce}^{3+}$,
 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sb}^{3+}$,
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sn}^{2+}$, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sn}^{2+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaP}_2\text{O}_6:\text{Mn}^{2+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Pb}^{2+}$,
 $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$, $\beta\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Sn}, \text{Mn}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Tr}$,
 $\text{CaS}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Bi}^{3+}, \text{Na}$, $\text{CaS}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Cu}^+, \text{Na}^+$, $\text{CaS}:\text{La}^{3+}$,
 $\text{CaS}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Bi}$, $\text{CaSO}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}, \text{Cl}$, $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$,
 $\text{CaS}:\text{Pr}^{3+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Cl}$, $\text{CaS}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Sb}^{3+}, \text{Na}$, $\text{CaS}:\text{Sm}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Sn}^{2+}$,
 $\text{CaS}:\text{Sn}^{2+}, \text{F}$, $\text{CaS}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Tb}^{3+}, \text{Cl}$, $\text{CaS}:\text{Y}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Yb}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Yb}^{2+}, \text{Cl}$,
 $\text{CaSiO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Ca}_3\text{SiO}_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_3\text{SiO}_4\text{Cl}_2:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{CaSiO}_3:\text{Mn}^{2+}, \text{Pb}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Ti}^{4+}$,

30

40

【 0 0 5 3 】

50

【化 3】

$\text{CaSr}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Bi}^{3+}$, $\beta\text{-(Ca,Sr)}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaTi}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$,
 $\text{CaTiO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaTiO}_3:\text{Pr}^{3+}$, $\text{Ca}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$, CaWO_4 , $\text{CaWO}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaWO}_4:\text{W}$,
 $\text{Ca}_3\text{WO}_6:\text{U}$, $\text{CaYAlO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaYBO}_4:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaYBO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaYB}_{0.8}\text{O}_{3.7}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{CaY}_2\text{ZrO}_6:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{Ca,Zn,Mg})_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}$, CeF_3 , $(\text{Ce,Mg})\text{BaAl}_{11}\text{O}_{18}:\text{Ce}$,
 $(\text{Ce,Mg})\text{SrAl}_{11}\text{O}_{18}:\text{Ce}$, $\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Ce:Tb}$, $\text{Cd}_2\text{B}_6\text{O}_{11}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CdS}:\text{Ag}^+$, Cr ,
 $\text{CdS}:\text{In}$, $\text{CdS}:\text{In}$, $\text{CdS}:\text{In,Te}$, $\text{CdS}:\text{Te}$, CdWO_4 , CsF , CsI , $\text{CsI}:\text{Na}^+$, $\text{CsI}:\text{TI}$,
 $(\text{ErCl}_3)_{0.25}(\text{BaCl}_2)_{0.75}$, $\text{GaN}:\text{Zn}$, $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}^{3+}$, $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr,Ce}$,
 $\text{GdNbO}_4:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{Pr}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr,Ce,F}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$,
 $\text{Gd}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$, $\text{KAl}_{11}\text{O}_{17}:\text{Ti}^+$, $\text{KGa}_{11}\text{O}_{17}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{K}_2\text{La}_2\text{Ti}_3\text{O}_{10}:\text{Eu}$, $\text{KMgF}_3:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{KMgF}_3:\text{Mn}^{2+}$, $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$, $\text{LaAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LaAlB}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LaAlO}_3:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LaAlO}_3:\text{Sm}^{3+}$, $\text{LaAsO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LaBr}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LaBO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{La,Ce,Tb})\text{PO}_4:\text{Ce:Tb}$,
 $\text{LaCl}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{LaOBr}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{LaOBr}:\text{Tm}^{3+}$, $\text{LaOCl}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{LaOCl}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LaOF}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Pr}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LaPO}_4:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LaSiO}_3\text{Cl}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LaSiO}_3\text{Cl}:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$, $\text{LaVO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{La}_2\text{W}_3\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LiAlF}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiAl}_5\text{O}_8:\text{Fe}^{3+}$, $\text{LiAlO}_2:\text{Fe}^{3+}$, $\text{LiAlO}_2:\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiAl}_5\text{O}_8:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Li}_2\text{CaP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiCeBa}_4\text{Si}_4\text{O}_{14}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiCeSrBa}_3\text{Si}_4\text{O}_{14}:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{LiInO}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LiInO}_2:\text{Sm}^{3+}$, $\text{LiLaO}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LuAlO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $(\text{Lu,Gd})_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$,

10

20

【 0 0 5 4 】

【化4】

$\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LuTaO}_4:\text{Nb}^{5+}$, $\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x\text{AlO}_3:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{MgAl}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgSrAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Ce}$, $\text{MgB}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgBa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$,
 $\text{MgBa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{U}$, $\text{MgBaP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgBaP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{MgBa}_3\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{MgBa}(\text{SO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Mg}_3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgCaP}_2\text{O}_7:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Mg}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{MgCeAl}_n\text{O}_{19}:\text{Tb}^{3+}$,
 $\text{Mg}_4(\text{F})\text{GeO}_6:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Mg}_4(\text{F})(\text{Ge}, \text{Sn})\text{O}_6:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgF}_2:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgGa}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Mg}_8\text{Ge}_2\text{O}_{11}\text{F}_2:\text{Mn}^{4+}$, $\text{MgS}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgSiO}_3:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Mg}_3\text{SiO}_3\text{F}_4:\text{Ti}^{4+}$, $\text{MgSO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgSO}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{MgSrBa}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{MgSrP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgSr}_5(\text{PO}_4)_4:\text{Sn}^{2+}$, $\text{MgSr}_3\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Mg}_2\text{Sr}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{TiO}_4:\text{Mn}^{4+}$, MgWO_4 , $\text{MgYBO}_4:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Na}_3\text{Ce}(\text{PO}_4)_2:\text{Tb}^{3+}$, $\text{NaI}:\text{Ti}$, $\text{Na}_{1.23}\text{K}_{0.42}\text{Eu}_{0.12}\text{TiSi}_4\text{O}_{11}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Na}_{1.23}\text{K}_{0.42}\text{Eu}_{0.12}\text{TiSi}_5\text{O}_{13}\cdot x\text{H}_2\text{O}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Na}_{1.29}\text{K}_{0.46}\text{Er}_{0.08}\text{TiSi}_4\text{O}_{11}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}:\text{Tb}$, $\text{Na}(\text{Mg}_{2-x}\text{Mn}_x)\text{LiSi}_4\text{O}_{10}\text{F}_2:\text{Mn}$, $\text{NaYF}_4:\text{Er}^{3+}, \text{Yb}^{3+}$,
 $\text{NaYO}_2:\text{Eu}^{3+}$, P46(70%) + P47 (30%), $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{SrAl}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$, $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrAl}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}(\text{F}, \text{Cl}, \text{Br})$, $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+}$, $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{SrB}_8\text{O}_{13}:\text{Sm}^{2+}$,

10

20

【0055】

【化5】

$Sr_xBa_yCl_zAl_2O_{4-z/2}$: Mn^{2+} , Ce^{3+} , $SrBaSiO_4:Eu^{2+}$, $Sr(Cl,Br,I)_2:Eu^{2+}$ in SiO_2 ,
 $SrCl_2:Eu^{2+}$ in SiO_2 , $Sr_5Cl(PO_4)_3:Eu$, $Sr_wF_xB_4O_{6.5}:Eu^{2+}$, $Sr_wF_xB_yO_z:Eu^{2+}, Sm^{2+}$,
 $SrF_2:Eu^{2+}$, $SrGa_{12}O_{19}:Mn^{2+}$, $SrGa_2S_4:Ce^{3+}$, $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$, $SrGa_2S_4:Pb^{2+}$,
 $SrIn_2O_4:Pr^{3+}$, Al^{3+} , $(Sr,Mg)_3(PO_4)_2:Sn$, $SrMgSi_2O_6:Eu^{2+}$, $Sr_2MgSi_2O_7:Eu^{2+}$,
 $Sr_3MgSi_2O_8:Eu^{2+}$, $SrMoO_4:U$, $SrO \cdot 3B_2O_3:Eu^{2+}, Cl$, β - $SrO \cdot 3B_2O_3:Pb^{2+}$,
 β - $SrO \cdot 3B_2O_3 :Pb^{2+}, Mn^{2+}$, α - $SrO \cdot 3B_2O_3:Sm^{2+}$, $Sr_6P_5BO_{20}:Eu$,
 $Sr_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$, $Sr_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}, Pr^{3+}$, $Sr_5(PO_4)_3Cl:Mn^{2+}$,
 $Sr_5(PO_4)_3Cl:Sb^{3+}$, $Sr_2P_2O_7:Eu^{2+}$, β - $Sr_3(PO_4)_2:Eu^{2+}$, $Sr_5(PO_4)_3F:Mn^{2+}$,
 $Sr_5(PO_4)_3F:Sb^{3+}$, $Sr_5(PO_4)_3F:Sb^{3+}, Mn^{2+}$, $Sr_5(PO_4)_3F:Sn^{2+}$, $Sr_2P_2O_7:Sn^{2+}$,
 β - $Sr_3(PO_4)_2:Sn^{2+}$, β - $Sr_3(PO_4)_2:Sn^{2+}, Mn^{2+}(Al)$, $SrS:Ce^{3+}$, $SrS:Eu^{2+}$, $SrS:Mn^{2+}$,
 $SrS:Cu^+, Na$, $SrSO_4:Bi$, $SrSO_4:Ce^{3+}$, $SrSO_4:Eu^{2+}$, $SrSO_4:Eu^{2+}, Mn^{2+}$,
 $Sr_5Si_4O_{10}Cl_6:Eu^{2+}$, $Sr_2SiO_4:Eu^{2+}$, $SrTiO_3:Pr^{3+}$, $SrTiO_3:Pr^{3+}, Al^{3+}$, $Sr_3WO_6:U$,
 $SrY_2O_3:Eu^{3+}$, $ThO_2:Eu^{3+}$, $ThO_2:Pr^{3+}$, $ThO_2:Tb^{3+}$, $YAl_3B_4O_{12}:Bi^{3+}$,
 $YAl_3B_4O_{12}:Ce^{3+}$, $YAl_3B_4O_{12}:Ce^{3+}, Mn$, $YAl_3B_4O_{12}:Ce^{3+}, Tb^{3+}$, $YAl_3B_4O_{12}:Eu^{3+}$,
 $YAl_3B_4O_{12}:Eu^{3+}, Cr^{3+}$, $YAl_3B_4O_{12}:Th^{4+}, Ce^{3+}, Mn^{2+}$, $YAlO_3:Ce^{3+}$, $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$,

10

20

【0056】

【化6】

$Y_3Al_5O_{12}:Cr^{3+}$, $YAlO_3:Eu^{3+}$, $Y_3Al_5O_{12}:Eu^{3+}$, $Y_4Al_2O_9:Eu^{3+}$, $Y_3Al_5O_{12}:Mn^{4+}$,
 $YAlO_3:Sm^{3+}$, $YAlO_3:Tb^{3+}$, $Y_3Al_5O_{12}:Tb^{3+}$, $YAsO_4:Eu^{3+}$, $YBO_3:Ce^{3+}$,
 $YBO_3:Eu^{3+}$, $YF_3:Er^{3+}, Yb^{3+}$, $YF_3:Mn^{2+}$, $YF_3:Mn^{2+}, Th^{4+}$, $YF_3:Tm^{3+}, Yb^{3+}$,
 $(Y,Gd)BO_3:Eu$, $(Y,Gd)BO_3:Tb$, $(Y,Gd)_2O_3:Eu^{3+}$, $Y_{1.34}Gd_{0.60}O_3(Eu,Pr)$,
 $Y_2O_3:Bi^{3+}$, $YOb:Eu^{3+}$, $Y_2O_3:Ce$, $Y_2O_3:Er^{3+}$, $Y_2O_3:Eu^{3+}(YOE)$,
 $Y_2O_3:Ce^{3+}, Tb^{3+}$, $YOCl:Ce^{3+}$, $YOCl:Eu^{3+}$, $YOF:Eu^{3+}$, $YOF:Tb^{3+}$, $Y_2O_3:Ho^{3+}$,
 $Y_2O_2S:Eu^{3+}$, $Y_2O_2S:Pr^{3+}$, $Y_2O_2S:Tb^{3+}$, $Y_2O_3:Tb^{3+}$, $YPO_4:Ce^{3+}$,
 $YPO_4:Ce^{3+}, Tb^{3+}$, $YPO_4:Eu^{3+}$, $YPO_4:Mn^{2+}, Th^{4+}$, $YPO_4:V^{5+}$, $Y(P,V)O_4:Eu$,
 $Y_2SiO_5:Ce^{3+}$, $YTaO_4$, $YTaO_4:Nb^{5+}$, $YVO_4:Dy^{3+}$, $YVO_4:Eu^{3+}$, $ZnAl_2O_4:Mn^{2+}$,
 $ZnB_2O_4:Mn^{2+}$, $ZnBa_2S_3:Mn^{2+}$, $(Zn,Be)_2SiO_4:Mn^{2+}$, $Zn_{0.4}Cd_{0.6}S:Ag$,
 $Zn_{0.6}Cd_{0.4}S:Ag$, $(Zn,Cd)S:Ag, Cl$, $(Zn,Cd)S:Cu$, $ZnF_2:Mn^{2+}$, $ZnGa_2O_4$,
 $ZnGa_2O_4:Mn^{2+}$, $ZnGa_2S_4:Mn^{2+}$, $Zn_2GeO_4:Mn^{2+}$, $(Zn,Mg)F_2:Mn^{2+}$,
 $ZnMg_2(PO_4)_2:Mn^{2+}$, $(Zn,Mg)_3(PO_4)_2:Mn^{2+}$, $ZnO:Al^{3+}, Ga^{3+}$, $ZnO:Bi^{3+}$,

30

40

【0057】

【化7】

ZnO:Ga³⁺, 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:Eu²⁺, ZnS:Cu, ZnS:Cu⁺,Al³⁺, ZnS:Cu⁺,Cl⁻,
 ZnS:Cu,Sn, ZnS:Eu²⁺, ZnS:Mn²⁺, ZnS:Mn,Cu, ZnS:Mn²⁺,Te²⁺, ZnS:P,
 ZnS:P³⁻,Cl⁻, ZnS:Pb²⁺, ZnS:Pb²⁺,Cl⁻, ZnS:Pb,Cu, Zn₃(PO₄)₂:Mn²⁺,
 Zn₂SiO₄:Mn²⁺, Zn₂SiO₄:Mn²⁺,As⁵⁺, Zn₂SiO₄:Mn,Sb₂O₂, Zn₂SiO₄:Mn²⁺,P,
 Zn₂SiO₄:Ti⁴⁺, ZnS:Sn²⁺, ZnS:Sn,Ag, ZnS:Sn²⁺,Li⁺, ZnS:Te,Mn, ZnS-
 ZnTe:Mn²⁺, ZnSe:Cu⁺,Cl または ZnWO₄.

10

【0058】

本発明は、さらにまた、本発明による蛍光物質混合物の光源における使用に関する。光源は、とくに好ましくはLED、とくに蛍光物質変換LED、短くはpc-LEDである。ここで、蛍光物質混合物は、本発明による緑色発光変換蛍光物質の他に、少なくとも1種のさらなる、好ましくは赤色発光変換蛍光物質を含むことがとくに好ましく、これによりとくに、光源全体が、白色光または、代替的にかつ別の好ましい態様において、あるカラーポイントを有する光(カラーオンデマンド概念)を発光する。

20

【0059】

カラーオンデマンド概念は、1種または2種以上の蛍光物質を用いるpcLED(=蛍光物質変換LED)を用いるあるカラーポイントの光の達成を意味する。この概念は、例えば、ある企業デザイン、例えば、照射された会社のロゴ、ブランド名等を生産するために用いられる。

【0060】

LED品質は、例えば、CIE xおよびCIE y座標における演色評価数またはカラーポイントなどの従来のパラメータにより説明される。

30

【0061】

演色評価数またはCRIは、当業者に馴染みのある無次元光量であり、これは、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のそれ(最後に記した2つは100のCRIを有する)と比べる。

【0062】

CIE xおよびCIE yは、当業者に馴染みのあるCIE標準カラーチャート(本明細書中、標準観測者1931(standard observer 1931))における座標を表し、これにより光源の色を記載する。

上述した全ての量は、当業者によく知られている手法で、光源の発光スペクトルから算出する。

40

【0063】

よって、本発明は、さらにまた、一次光源および本発明による蛍光物質混合物を含む光源に関する。

【0064】

ここではまた、蛍光物質混合物が、本発明による緑色発光変換蛍光物質の他に、少なくとも1種のさらなる、好ましくは赤色発光変換蛍光物質を含むことがとくに好ましく、これによりとくに、光源が、白色光または、さらに好ましい態様では、あるカラーポイントを有する光を好ましくは発光する。

【0065】

本発明による光源は、好ましくはpc-LEDである。pc-LEDは一般的に、一次

50

光源および本発明による蛍光物質混合物を含む。

【0066】

一次光源は、半導体チップ、ルミネセント光源、例えばZnO、いわゆるTCO（透明誘電酸化物）、ZnSeまたはSiCベースの配置、有機光発光層（OLED）またはプラズマまたは放電源に基づく配置、最も好ましくは半導体チップであることができる。このタイプの一次光源の可能な形態は、当業者に知られている。

【0067】

一次光源が半導体チップである場合は、それは好ましくは、当該技術分野で知られる、ルミネセントインジウムアルミニウムガリウムニトリド（InAlGaN）である。

【0068】

好ましい態様において、本発明による光源は、UV発光一次光源、好ましくは、1Wの電力消費および390nmでの発光を伴うUV-LED、ならびに式Iで表される1種または2種以上の緑色発光変換蛍光物質、好ましくは、混合比1:1（%w/w）での式V-5およびV-6で表される化合物から選択されるもの、および任意に、本発明による蛍光物質対赤色発光変換蛍光物質が80:20（%w/w）の比で、1種または2種以上の赤色発光変換蛍光物質、好ましくは窒化物の群から選択されるもの、とくに好ましくは、WO2011/091839A1（Merck）から知られる（Sr, Ca, Ba）₂Si₅N₈:Eu,（Ca, Sr）AlSiN₃:Eu）および/または酸窒化物の群から選択されるものを含む蛍光物質混合物を含む。

【0069】

さらに好ましい態様において、本発明による光源は、青色発光一次光源、好ましくは、1Wの電力消費および447nmでの発光を伴うLED、ならびに式Iで表される1種または2種以上の緑色発光変換蛍光物質、好ましくは式V-5表される化合物から選択されるもの、ならびに任意に、本発明による蛍光物質対赤色発光変換蛍光物質が80:20（%w/w）の比で、1種または2種以上の赤色発光変換蛍光物質、好ましくは窒化物の群から選択されるもの、とくに好ましくは、WO2011/091839A1（Merck）から知られる（Sr, Ca, Ba）₂Si₅N₈:Eu,（Ca, Sr）AlSiN₃:Eu）および/または酸窒化物の群から選択されるものを含む蛍光物質混合物を含む。

【0070】

一次光源に適用される蛍光物質層が、好ましくは、シリコンと均質な蛍光物質粒子との、バルクキャスト（bulk casting）によって適用された混合物からなり、シリコンが表面張力を有するので、この蛍光物質混合物層は、顕微鏡レベルにおいて均一ではないか、または層の厚さは全体において一定ではない。これは、一般的にまた、蛍光物質混合物がバルクキャストプロセスによって適用されるのではなく、代わりに、高度に濃縮された薄い蛍光物質混合物層を、静電法の補助によって一次光源の表面に直接設ける、いわゆるチップレベル変換プロセスで適用される場合である。

【0071】

前述のプロセスによって、蛍光物質混合物から、あらゆる所望の外形、例えば球形粒子、薄片ならびに構造物質およびセラミックスの蛍光物質体を作り出すことが、可能である。

【0072】

さらなる好ましい態様としての薄片形態の蛍光物質体の製造を、対応する半金属、金属および希土類の塩からの従来の方法によって行う。製造方法は、EP 763573およびDE 102006054331に詳細に記載されており、それは、それらの全範囲において本出願の文脈中に参照によって組み込まれる。これらの薄片を、例えば、極めて大きいアスペクト比、原子的に平滑な表面および調整可能な厚さを有する雲母、SiO₂、Al₂O₃、ZrO₂、ガラスまたはTiO₂薄片を含む天然の、または合成的に製造した高度に安定な担体または基板を蛍光物質混合物層で、水性分散体または懸濁液中での沈降反応によってコーティングすることにより、製造することができる。

【0073】

10

20

30

40

50

雲母、 ZrO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、ガラスもしくは TiO_2 またはその混合物の他に、薄片はまた、蛍光物質混合物自体からなるか、または別の材料から構成されていてもよい。薄片自体が単に蛍光物質混合物のための担体としての作用を奏するに過ぎない場合には、これは、一次光源の一次放射線に対して透明であるか、または一次放射線を吸収し、このエネルギーを蛍光物質混合物に伝達する材料からならなければならない。薄片形態の蛍光物質体は、樹脂（例えばシリコンまたはエポキシ樹脂）中に分散しており、この分散体を、一次光源に適用する。

【0074】

ここで薄片を、 $50\text{ nm} \sim$ 約 $20\text{ }\mu\text{ m}$ 、好ましくは $150\text{ nm} \sim 5\text{ }\mu\text{ m}$ の厚さで大きい工業的規模で製造することができる。ここで直径は、 $50\text{ nm} \sim 20\text{ }\mu\text{ m}$ である。

10

【0075】

薄片は一般的に $1:1 \sim 400:1$ およびとくに $3:1 \sim 100:1$ のアスペクト比（直径対粒子の厚さの比率）を有する。薄片の寸法（長さ×幅）は、配置に依存する。薄片はまた、とくにそれらがとくに小さい寸法を有する場合には、変換層内の散乱の中心として適する。

【0076】

一次光源に面する本発明の薄片形態の蛍光物質体の表面に、一次光源によって発せられた一次放射線に関して反射防止作用を有するコーティングを設けてもよい。この結果、一次放射線の後方散乱の低減がもたらされ、後者が本発明の蛍光物質体中により良好にカップリングするのが可能になる。

20

【0077】

この目的に適するのは、例えば、整合させた屈折率のコーティングであり、それは、以下の厚さ d ： $d = [\text{一次光源の一次放射線の波長} / (4 * \text{蛍光物質セラミックスの屈折率})]$ を有しなければならない。例えばGerthsen, Physik [Physics], Springer Verlag, 第18版、1995を参照。このコーティングはまた、フォトリソグラフィからなってもよく、それはまた、薄片形態の蛍光物質体の表面の構築を含んで、ある機能性を達成する。

【0078】

最近の発明は、さらにまた、セラミックス体の形態である本発明による蛍光物質に関する。セラミックス蛍光物質体の場合、蛍光物質の励起および発光の位置依存性の変動はなく、これは、それを提供されたLEDが、一定の色の均一な光錐を発生し、高い光出力を有することを意味する。

30

【0079】

セラミックス蛍光物質体を、例えば数百 $\text{ nm} \sim$ 約 $500\text{ }\mu\text{ m}$ の厚さでの薄片として、大きい工業的規模で製造することができる。薄片の寸法（長さ×幅）は、配置に依存する。チップへの直接的な適用の場合において、薄片の大きさを、チップ寸法（約 $100\text{ }\mu\text{ m} * 100\text{ }\mu\text{ m} \sim$ 数 mm^2 ）に従って、好適なチップ配置（例えばフリップチップ配置）を有するチップ表面の約 $10\% \sim 30\%$ の特定のオーバーサイズで、または相応して選択すべきである。蛍光物質体の薄片を完成したLED上に設置する場合には、すべての進出する光円錐は、薄片を通過する。

40

【0080】

セラミックス蛍光物質体の側面を、軽金属または貴金属、好ましくはアルミニウムまたは銀でコーティングすることができる。金属コーティングは、光が蛍光物質体から横方向に進出しないという効果を有する。横方向に進出する光は、LEDからカップリングアウトすべき光束を低減させ得る。セラミックス蛍光物質体の金属コーティングを、静水圧プレス成形後のプロセスステップにおいて行って棒または薄片を得、ここで棒または薄片を、任意に金属コーティングの前に所要の大きさに切断することができる。この目的のために、側面を、例えば硝酸銀およびグルコースを含む溶液で湿潤させ、その後高温でアンモニア雰囲気中に曝露する。銀コーティングは、例えば当該プロセスにおいて側面上に形成する。

50

【 0 0 8 1 】

あるいはまた、無電流金属化プロセスがまた好適である。例えば、Holleman-Wiberg, Lehrbuch der Anorganic Chemie, Walter de Gruyter VerlagまたはUllmanns Enzyklopaedie der chemischen Technologieを参照。

【 0 0 8 2 】

セラミックス蛍光物質体を、所要に応じて一次光源の基部の板に、水ガラス溶液を使用して固定することができる。

【 0 0 8 3 】

さらなる態様において、セラミックス蛍光物質体は、構造化された（例えばピラミッド形）表面を一次光源とは反対の側面上に有する。これによって、可能な限り多い光を、蛍光物質体からカップリングアウトさせることが可能になる。

10

【 0 0 8 4 】

セラミックスの形態の蛍光物質体は、例えば、DE 102006037730 (Merck)に記載されたプロセスにより製造され、これはその全範囲が参照により本願の文脈中に組み込まれるが、当業者に知られた他のプロセス、例えば焼結などもまた、セラミックス蛍光物質体の製造のために採用することができる。

【 0 0 8 5 】

蛍光物質は、好ましくは、対応する出発物質およびドーパントを混合することによる湿式化学的方法により製造され、その後静水圧プレスし、均一な薄くて非多孔質の薄片の形態で、一次光源の表面に直接適用する。蛍光物質体上の構造化された表面を、好ましくは、構造化されたプレッシャープレートとを有し、したがって構造を表面中にエンボス加工する圧縮型を使用した静水圧プレス成形を行うことによって製造する。構造化された表面は、目的が可能な限り薄い蛍光物質体または薄片を製造することにある場合に所望される。プレス条件は、当業者に知られている（J. Kriegsmann, Technische keramische Werkstoffe [Industrial Ceramic Materials], 第4章, Deutscher Wirtschaftsdienst, 1998を参照）。使用するプレス温度がプレスすべき物質の融点の2 / 3 ~ 5 / 6であるのが、重要である。

20

【 0 0 8 6 】

本発明は、さらにまた、本発明による少なくとも1種の光源を含む照明ユニットに関する。このタイプの照明ユニットは、とりわけディスプレイデバイス、とくにバックライトを有する液晶ディスプレイデバイス（LCディスプレイ）において採用される。液晶ディスプレイにおける適用にとっては特に、発光する蛍光物質がカラーフィルターの吸収範囲の外に狭帯域発光帯域を有することが、高透過を確保する上でとくに重要である。

30

【 0 0 8 7 】

本発明による照明ユニットにおいて、蛍光物質体と一次光源（とくに半導体チップ）との間の光学カップリングは、好ましくは、光伝導配置により影響される。これにより、一次光源を中央の位置に設置すること、および、光伝導配置デバイス的手段、例えば光学ファイバーなどで、蛍光物質体へこれを光学的にカップリングさせることが可能となる。これにより、光に関する希望に適合する蛍光物質体を達成することが可能となり、これは、本発明による1種または2種以上の変換蛍光物質、好ましくは、式V - 5で表される化合物から選択されるものであり、ライトスクリーンおよび一次光源にカップリングされる光導波路を形成するために配置されてもよい。

40

【 0 0 8 8 】

これは、さらなる電気ケーブルなしに、任意の所望の位置に光導波路を置くだけで、電気設備にとって有利な位置に強力な一次光源を配置すること、光導波路にカップリングされた本発明による1種または2種以上の蛍光物質を含む蛍光物質体を設置することを可能にする。

【 0 0 8 9 】

好ましいのは、さらには照明ユニットであり、とくに、CRI (= 演色評価数) > 60、好ましくは> 70、より好ましくは> 85を有することを特徴とする一般照明である。

50

しかしながら、> 85のCRI値は、本発明の式Iで表される変換蛍光物質、好ましくは式V-6で表される化合物から選択されるものが、LEDにおいて、赤色蛍光物質、好ましくは窒化物の群、とくに好ましくは、WO2011/091839A1(Merck)から知られる(Sr, Ca, Ba)₂Si₅N₈:Eu, (Ca, Sr)AlSiN₃:Eu)および/または酸窒化物から選択されるものが、本発明による変換蛍光物質対赤色発光変換蛍光物質が80:20(%w/w)の比で、追加的に混合された場合にのみ達成することができる。

【0090】

本発明はさらにまた、本発明による蛍光物質の、エレクトロルミネセント材料、例えばエレクトロルミネセントフィルム(ライティングフィルムまたはライトフィルムとしてもまた知られている)などとしての使用であって、例えば硫化亜鉛またはMn²⁺、Cu⁺もしくはAg⁺でドーブされた硫化亜鉛をエミッターとして使用し、それが黄色~緑色領域において発光する、前記使用に関する。エレクトロルミネセントフィルムの適用の領域は、例えば広告、液晶ディスプレイ画面(LCディスプレイ)および薄膜トランジスタ(TFT)ディスプレイにおけるディスプレイバックライト、自己照射(self-illuminating)車両ナンバープレート、床面グラフィックス(破碎防止(crush-resistant)および滑り止め積層体と組み合わせた)、例えば自動車、列車、船舶および航空機におけるディスプレイおよび/または制御素子、またはまた屋内電気器具、庭園設備、測定器もしくはスポーツおよびレジャー設備におけるものである。

【0091】

番号付けされたリスト形式での本発明の本質的な特徴は、以下のとおりである：

1. 式I



式中、

Aは、Sr、BaおよびCaの群から選択される1種または2種以上の二価の元素を表し、

Eは、Al、Ga、InおよびScの群から選択される1種または2種以上の三価の元素を表し、

Gは、SiおよびGeの群から選択される1種または2種以上の四価の元素を表し、ならびに

0 < z ≤ 4であり、

0.01 ≤ w ≤ 0.4である、

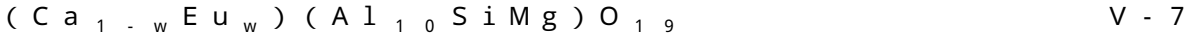
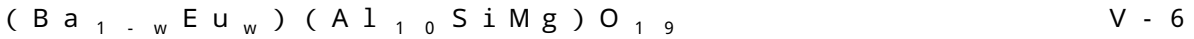
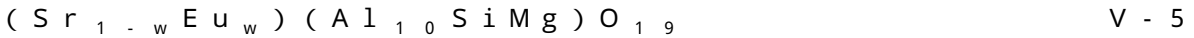
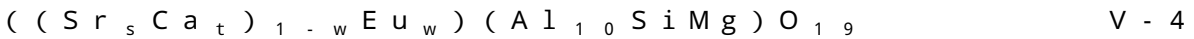
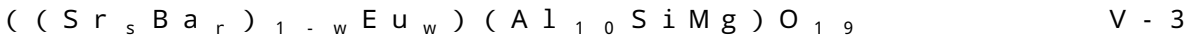
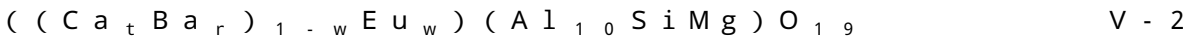
で表される化合物。

2. z = 1であることを特徴とする、1.に記載の化合物。

3. G = Siであることを特徴とする、1.または2.に記載の化合物。

4. 0.01 ≤ w ≤ 0.1であることを特徴とする、1.~3.のいずれかに記載の化合物。

5. 式Iで表される化合物が、式V-1~V-7



式中、

0 < r < 1、0 < s < 1、0 < t < 1であり、ここでr + s + t = 1であり、かつ、wは式Iの下で示された意味を有する、

で表される化合物から選択されることを特徴とする、1.~4.のいずれかに記載の化合物。

【0092】

6. 1. ~ 5. のいずれかに記載の化合物の製造方法であって、二酸化ケイ素および/または二酸化ゲルマニウムを、少なくとも1種のマグネシウム化合物、少なくとも1種のアルミニウム、インジウム、スカンジウムもしくはガリウム化合物、少なくとも1種のバリウム、ストロンチウムもしくはカルシウム化合物および少なくとも1種のユウロピウム化合物と混合し、混合物をその後、熱処理することを特徴とする、前記方法。

7. 混合物の熱処理を2つのステップで行うことを特徴とする6. に記載の方法であって、ここで第一のステップでは、該混合物を空気下で > 800 の温度で焼し、その後、還元条件下で > 1000 の温度で焼する、前記方法。

8. 1. ~ 5. のいずれか一項に記載の化合物を含む、蛍光物質混合物。 10

9. 少なくとも1種の赤色発光変換蛍光物質を追加的に含む、8. に記載の蛍光物質混合物。

10. 少なくとも1種の青色発光変換蛍光物質を追加的に含む、8. または9. に記載の蛍光物質混合物。

11. 一次光源および8. ~ 10. のいずれかに記載の蛍光物質混合物を含む、光源。

12. 11. に記載の少なくとも1種の光源を含む、照明ユニット。

【0093】

以下の例は、本発明を例示することを意図する。しかしながら、それらを決して、限定として見なすべきでない。組成物中で使用することができるすべての化合物または構成成分は知られていて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。例において示される温度は、常に におけるものである。さらに、詳細な説明およびまた例の両方において、組成物中の構成成分の添加された量が常に合計100%まで加えられることは言うまでもない。示される百分率データは常に、示される文脈で考慮すべきである。しかしながら、それらは、通常は常に、示した部分量または合計量の重量に関連する。 20

【0094】

例

例1: $Sr_{0.96}Eu_{0.04}Al_{10}MgSiO_{19}$ の製造

2.28 gのストロンチウム炭酸塩(0.015 mol)、21.70 gの塩基性アルミニウム炭酸塩(0.081 mol、Alfa Aesar)、1.37 gの炭酸マグネシウム(0.016 mol、Acros)、0.975 gの二酸化ケイ素(0.016 mol、Aldrich)および0.142 gの酸化ユウロピウム(0.004 mol、Treibacher)を、ハンドモーターでホモジナイズする。該混合物を、空気下、1000 で4時間焼する。このやり方で得られた蛍光物質前駆体をその後、窒素/水素雰囲気下(10%の割合の水素)、1300 で4時間焼する。粗蛍光物質をその後、ハンドモーターの手段で粉碎し、篩にかけ(孔径 < 36 μm)、スペクトロスコピーにより特徴付ける。 30

【0095】

例2: 一次光源としての青色LED

化学組成 $Sr_{0.96}Eu_{0.04}Al_{10}MgSiO_{19}$ を有する1.1 gの緑色蛍光物質および化学組成 $Sr_{1.94}Eu_{0.06}Si_5N_{7.67}O_{0.5}$ を有する5 gの赤色蛍光物質を検量し、Speedmixerで均一に混合する。この蛍光物質混合物を次に、8% w/wの濃度で光学的に透明なシリコン中で拡散する。このやり方で得られたシリコン/蛍光物質混合物を、自動拡散機の補助によって、青色半導体LED(1Wの消費および447 nmでの発光を伴うLED)のチップへ適用し、熱供給とともに硬化させる。 40

【0096】

例3: 一次光源としてのUV-LED

化学組成 $Sr_{0.96}Eu_{0.04}Al_{10}MgSiO_{19}$ を有する2.1 gの緑色蛍光物質および化学組成 $Sr_{1.94}Eu_{0.06}Si_5N_{7.67}O_{0.5}$ を有する5 gの赤色蛍光物質を検量し、Speedmixerで均一に混合する。この蛍光物質混合物を次に、6 50

% w / w の濃度で光学的に透明なシリコン中で拡散する。このやり方で得られたシリコン / 蛍光物質混合物を、自動拡散機の補助によって、UV 発光半導体 LED (1 W のパワー消費および 3 9 0 n m での発光を伴う UV - LED) のチップへ適用し、熱供給とともに硬化させる。

【 図 1 】

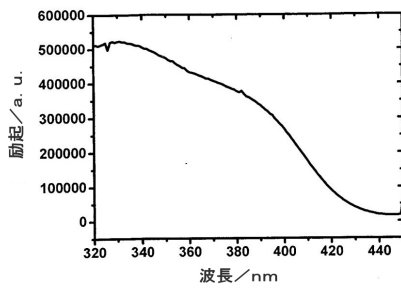


図1

【 図 3 】

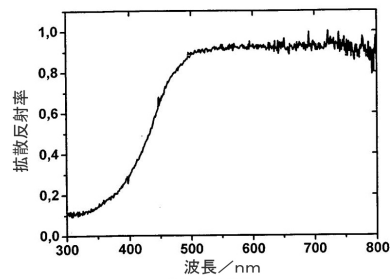


図3

【 図 2 】

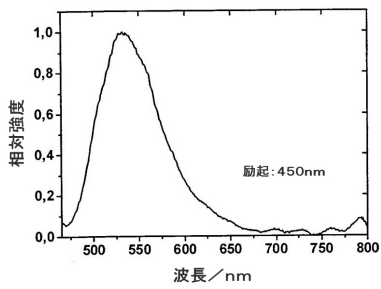


図2

フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
F 2 1 Y 101:00
- (72)発明者 ペトリー,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 ウィンクラー,ホルガー
ドイツ連邦共和国 6 4 2 9 1 ダルムシュタット、リリー - プリングスハイム - ヴェーク 1 7
- (72)発明者 ヴォスグローヌ,ティム
ドイツ連邦共和国 6 4 3 7 2 オーバー - ラムシュタット、クロード - モネ - ヴェーク 2 2
- (72)発明者 ハンベル,クリストフ
ドイツ連邦共和国 6 5 9 3 6 フランクフルト アム マイン、リンデンシャイトシュトラッセ
1 7
- (72)発明者 ベンカー,アンドレアス
ドイツ連邦共和国 6 4 6 8 6 ラウタータール、クレーベルクシュトラッセ 5 7 9
- (72)発明者 ユステル,トーマス
ドイツ連邦共和国 5 8 4 5 5 ウィッテン、アウフ デム カンプ 7シー

審査官 古妻 泰一

- (56)参考文献 特開2002 - 348570 (JP, A)
特開昭62 - 000578 (JP, A)
特開2000 - 017257 (JP, A)
特開昭62 - 220573 (JP, A)
特開2005 - 019981 (JP, A)
米国特許出願公開第2007 / 0057269 (US, A1)
特開2002 - 249766 (JP, A)
特開2003 - 132803 (JP, A)
特開2003 - 142004 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 9 K 1 1 / 6 4
C 0 9 K 1 1 / 0 8
F 2 1 S 2 / 0 0
H 0 1 L 3 3 / 5 0
F 2 1 Y 1 0 1 / 0 0
C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)