

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6532870号  
(P6532870)

(45) 発行日 令和1年6月19日 (2019.6.19)

(24) 登録日 令和1年5月31日 (2019.5.31)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 2 B 5/20 (2006.01)

G 0 2 B 5/20

C 0 9 K 11/56 (2006.01)

C 0 9 K 11/56 C P A

C 0 9 K 11/64 (2006.01)

C 0 9 K 11/64 C P R

C 0 9 K 11/59 (2006.01)

C 0 9 K 11/59 C Q D

C 0 9 K 11/08 (2006.01)

C 0 9 K 11/08 J

請求項の数 16 (全 42 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-526342 (P2016-526342)  
 (86) (22) 出願日 平成26年10月21日 (2014.10.21)  
 (65) 公表番号 特表2017-503188 (P2017-503188A)  
 (43) 公表日 平成29年1月26日 (2017.1.26)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2014/072560  
 (87) 国際公開番号 W02015/062916  
 (87) 国際公開日 平成27年5月7日 (2015.5.7)  
 審査請求日 平成29年10月20日 (2017.10.20)  
 (31) 優先権主張番号 13191238.8  
 (32) 優先日 平成25年11月1日 (2013.11.1)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 516043960  
 シグニファイ ホールディング ビー ヴ  
 イ  
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン  
 トホーフェン ハイ テク キャンパス  
 4 8  
 (74) 代理人 110001690  
 特許業務法人M&Sパートナーズ  
 (72) 発明者 ルブ ヨハン  
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン  
 トホーフェン ハイ テク キャンパス  
 5

最終頁に続く

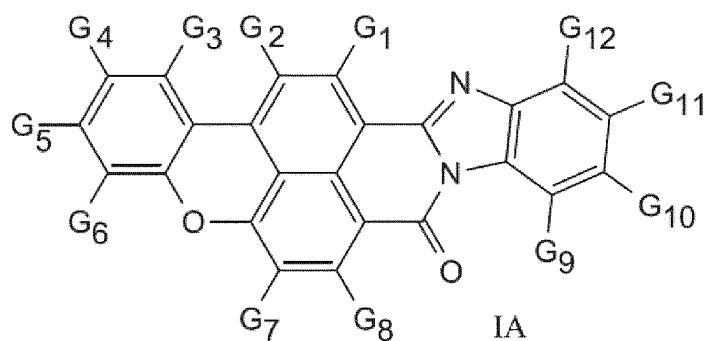
(54) 【発明の名称】 ベンズイミダゾキサンテノイソキノリノン誘導体をベースとした新しいクラスのLED照明用緑色／黄色発光蛍光体

(57) 【特許請求の範囲】

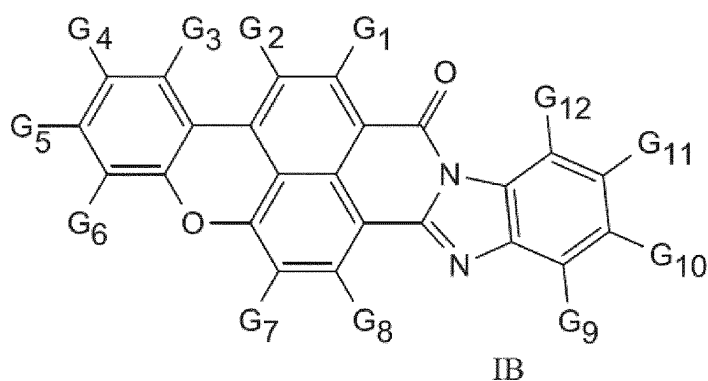
【請求項 1】

(a) 光源光を発生する光源、及び (b) 前記光源光の少なくとも一部を可視変換光に変換する光コンバータを含む照明装置であって、前記光コンバータが、式 I A 及び I B で定義される、少なくとも2種の有機蛍光体の組み合わせを含む発光材料を含むマトリックスを含み、

## 【化 4】



10



20

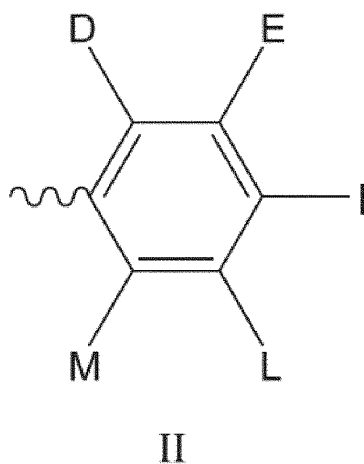
式中、 $G_1 \sim G_{12}$ は、独立して、水素原子、ハロゲン原子、 $R_1$ 、 $OR_1$ 、 $NHR_1$ 及び $NR_2R_1$ から選択され、ここで、 $R_1$ 及び $R_2$ は、独立して、 $C_1 \sim C_{18}$ アルキル基、 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基及び $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基から選択される、照明装置。

## 【請求項 2】

前記少なくとも 2 種の有機蛍光体 IA 及び IB の  $G_1 \sim G_{12}$  のうちの少なくとも 4 つは、独立して、H であり、且つ前記少なくとも 2 種の有機蛍光体 IA 及び IB の  $G_2$  及び  $G_7$  の 1 つ以上は、独立して、 $R_1$  又は  $OR_1$  を含み、ここで、 $R_1$  は式 II で定義される通りであり、

30

## 【化 5】



40

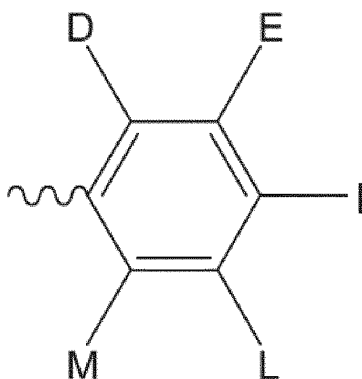
式中、D、E、I、L 及び M は、独立して、水素原子、ハロゲン原子、 $R_3$ 、 $OR_3$ 、 $NHR_3$  及び  $NR_4R_3$  から選択され、ここで、 $R_3$  及び  $R_4$  は、独立して、 $C_1 \sim C_{18}$

50

アルキル基、 $C_6 \sim C_{24}$  アリール基及び  $C_6 \sim C_{24}$  ヘテロアリール基から選択される、請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記少なくとも 2 種の有機蛍光体 I A 及び I B の 1 種以上の  $G_1 \sim G_{12}$  の 1 つ以上が、独立して、 $R_1$ 、 $OR_1$ 、 $NHR_1$  及び  $NR_2R_1$  から選択され、ここで、 $R_1$  及び  $R_2$  の 1 つ以上が、独立して、式 I I で定義される基を含み、  
【化 6】



II

式中、D、E、I、L 及び M は、独立して、水素原子、ハロゲン原子、 $R_3$ 、 $OR_3$ 、 $NHR_3$  及び  $NR_4R_3$  から選択され、ここで、 $R_3$  及び  $R_4$  は、独立して、 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基、 $C_6 \sim C_{24}$  アリール基及び  $C_6 \sim C_{24}$  ヘテロアリール基から選択される、請求項 1 又は 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

D、E、I、L 及び M のうちの少なくとも 2 つは H である、請求項 3 に記載の照明装置。

【請求項 5】

$G_1 \sim G_{12}$  のうちの少なくとも 10 個は、独立して、H である、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 2 種の有機蛍光体 I A 及び I B の  $G_2$  及び  $G_7$  の 1 つ以上は、独立して、 $R_1$  又は  $OR_1$  を含み、D、E、I、L 及び M は H であり、且つ  $G_1$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ 、 $G_5$ 、 $G_6$ 、 $G_8$ 、 $G_9$ 、 $G_{10}$ 、 $G_{11}$  及び  $G_{12}$  のうちの少なくとも 4 つは、独立して、H である、請求項 3 又は 4 に記載の照明装置。

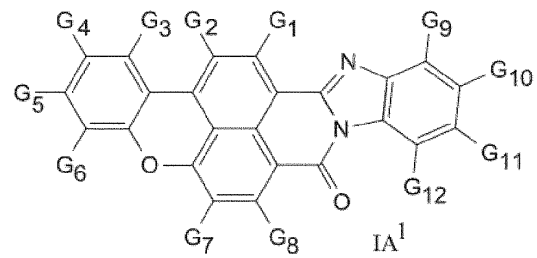
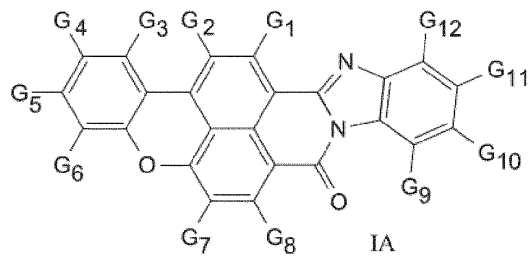
【請求項 7】

$G_1$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ 、 $G_5$ 、 $G_6$ 、 $G_8$ 、 $G_9$ 、 $G_{10}$ 、 $G_{11}$  及び  $G_{12}$  のうちの少なくとも 8 つは、独立して、H である、請求項 6 に記載の照明装置。

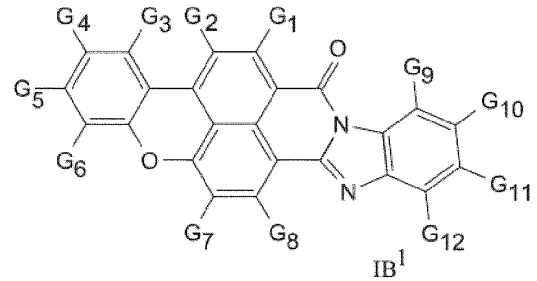
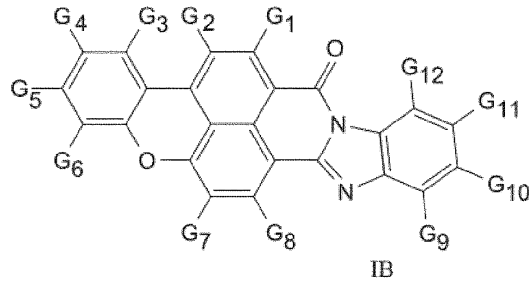
【請求項 8】

前記発光材料は、式 I A、I B、I A' 及び I B'、

## 【化 7】



10



20

によって定義される少なくとも 4 種の異なる有機蛍光体の組み合わせを含む、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の照明装置。

## 【請求項 9】

前記光源は青色光を発光し、前記照明装置は赤色光を発光する更なる発光材料を更に含み、前記更なる発光材料は (Ba, Sr, Ca)S:Eu、(Mg, Sr, Ca)AlSiN<sub>3</sub>:Eu、(Ba, Sr, Ca)<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>:Eu、及び量子ドットをベースとする発光材料からなる群から選択される発光材料を含む、請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の照明装置。

## 【請求項 10】

前記マトリックスはポリマー材料を含む、請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の照明装置。

30

## 【請求項 11】

前記マトリックスは芳香族ポリエステル又はその共重合体を含む、請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の照明装置。

## 【請求項 12】

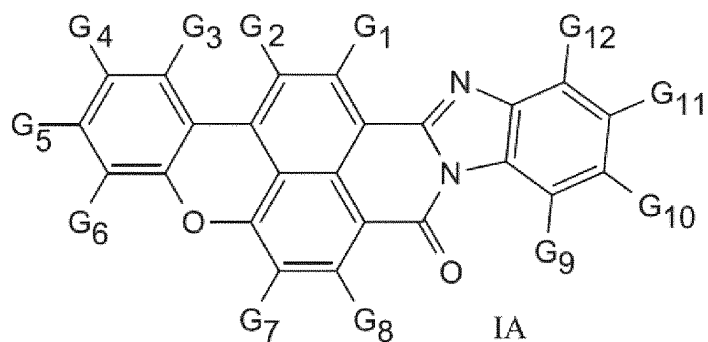
G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>、G<sub>4</sub>、G<sub>5</sub>、G<sub>6</sub>、G<sub>7</sub>、G<sub>8</sub>、G<sub>9</sub>、G<sub>10</sub>、G<sub>11</sub> 及び G<sub>12</sub> のうちの 1 つ以上は前記マトリックスとの共有結合を含む、請求項 1 乃至 11 の何れか一項に記載の照明装置。

## 【請求項 13】

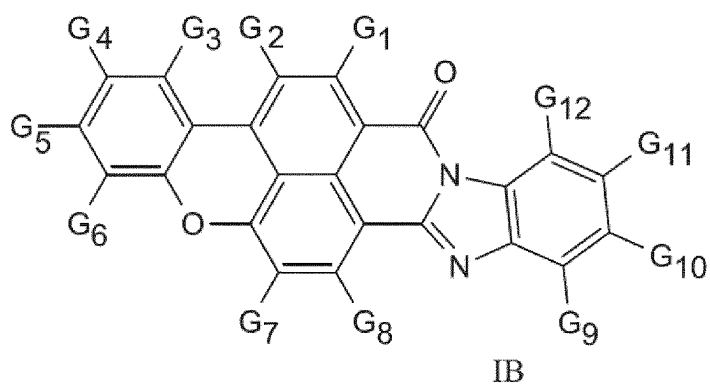
式 IA 及び式 IB で定義される少なくとも 2 種の有機蛍光体の組み合わせを含む発光材料を含有するマトリックスを含む光コンバータであって、

40

## 【化 8】



10



20

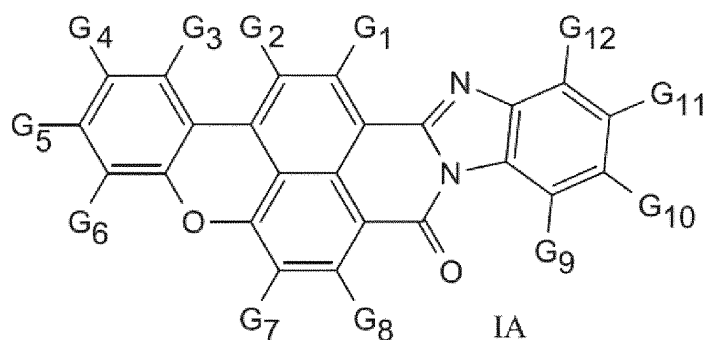
式中、 $G_1 \sim G_{12}$  は、独立して、水素原子、ハロゲン原子、 $R_1$ 、 $OR_1$ 、 $NHR_1$  及び  $NR_2R_1$  から選択され、ここで、 $R_1$  及び  $R_2$  は、独立して、 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基、 $C_6 \sim C_{24}$  アリール基及び  $C_6 \sim C_{24}$  ヘテロアリール基から選択される、光コンバータ。

## 【請求項 14】

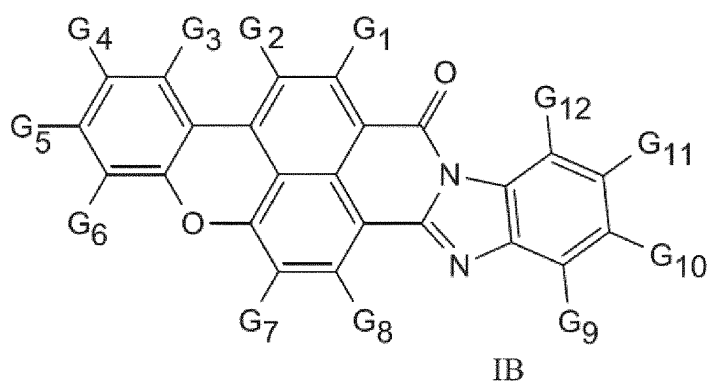
30

式 I A 及び I B で定義される少なくとも 2 種の有機蛍光体の組み合わせを含む発光材料であって、

## 【化 9】



10

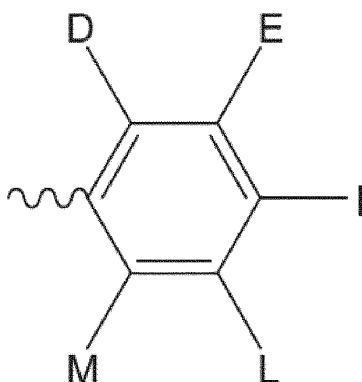


20

ここで、式中、 $G_1 \sim G_{12}$ は、独立して、水素原子、ハロゲン原子、 $R_1$ 、 $OR_1$ 、 $NHR_1$ 及び $NR_2R_1$ から選択され、ここで、 $R_1$ 及び $R_2$ は、独立して、 $C_1 \sim C_{18}$ アルキル基、 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基及び $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基から選択され、前記少なくとも2種の有機蛍光体IA及びIBの1種以上の $G_1 \sim G_{12}$ の1つ以上は、独立して、 $R_1$ 、 $OR_1$ 、 $NHR_1$ 及び $NR_2R_1$ から選択され、 $R_1$ 及び $R_2$ の1つ以上は、独立して、式IIで定義される基を含み、

## 【化 10】

30



40

## II

ここで、式中、 $D$ 、 $E$ 、 $I$ 、 $L$ 及び $M$ は、独立して、水素原子、ハロゲン原子、 $R_3$ 、 $OR_3$ 、 $NHR_3$ 及び $NR_4R_3$ から選択され、ここで、 $R_3$ 及び $R_4$ は、独立して、 $C_1 \sim C_{18}$ アルキル基、 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基及び $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基から選択される、発光材料。

## 【請求項 15】

8H-ベンゾ[3,4]イソクロメノ[7,8,1-def]ベンゾ[4,5]イミダ

50

ゾ[ 1, 2 - b ] イソキノリン - 8 - オン及び 7 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ] ベンゾ[ 4, 5 ] イミダゾ[ 2, 1 - a ] イソキノリン - 7 - オン、  
6, 16 - ジフェニル - 8 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ]  
ベンゾ[ 4, 5 ] イミダゾ[ 1, 2 - b ] イソキノリン - 8 - オン及び 5, 15 - ジフェ  
ニル - 7 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ] ベンゾ[ 4, 5 ] イ  
ミダゾ[ 2, 1 - a ] イソキノリン - 7 - オン、

6, 16 - ジフェノキシ - 8 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f  
] ベンゾ[ 4, 5 ] イミダゾ[ 1, 2 - b ] イソキノリン - 8 - オン及び 5, 15 - ジフ  
ェノキシ - 7 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ] ベンゾ[ 4, 5  
] イミダゾ[ 2, 1 - a ] イソキノリン - 7 - オン、

10

16 - フェノキシ - 8 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ] ベン  
ゾ[ 4, 5 ] イミダゾ[ 1, 2 - b ] イソキノリン - 8 - オン及び 5 - フェノキシ - 7 H  
- ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ] ベンゾ[ 4, 5 ] イミダゾ[ 2  
, 1 - a ] イソキノリン - 7 - オン、

6, 16 - ビス( 4 - ( 2, 4, 4 - トリメチルペンタン - 2 - イル ) フェノキシ ) -  
8 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ] ベンゾ[ 4, 5 ] イミダゾ  
[ 1, 2 - b ] イソキノリン - 8 - オン及び 5, 15 - ビス( 4 - ( 2, 4, 4 - トリメ  
チルペンタン - 2 - イル ) フェノキシ ) - 7 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8  
, 1 - d e f ] ベンゾ[ 4, 5 ] イミダゾ[ 2, 1 - a ] イソキノリン - 7 - オン、並び  
に

20

16 - ( 4 - ( 2, 4, 4 - トリメチルペンタン - 2 - イル ) フェノキシ ) - 8 H - ベ  
ンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ] ベンゾ[ 4, 5 ] イミダゾ[ 1, 2  
- b ] イソキノリン - 8 - オン及び 5 - ( 4 - ( 2, 4, 4 - トリメチルペンタン - 2 -  
イル ) フェノキシ ) - 7 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ] ベン  
ゾ[ 4, 5 ] イミダゾ[ 2, 1 - a ] イソキノリン - 7 - オン

からなる群から選択される、少なくとも 2 種の有機蛍光体の組み合わせを含む、請求項 1  
4 に記載の発光材料。

#### 【請求項 16】

6, 16 - ジフェニル - 8 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ]  
 ベンゾ[ 4, 5 ] イミダゾ[ 1, 2 - b ] イソキノリン - 8 - オン及び 5, 15 - ジフェ  
 ニル - 7 H - ベンゾ[ 3, 4 ] イソクロメノ[ 7, 8, 1 - d e f ] ベンゾ[ 4, 5 ] イ  
 ミダゾ[ 2, 1 - a ] イソキノリン - 7 - オンの混合物を含む、請求項 14 又は 15 に記  
 載の発光材料。

30

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、( a ) 光源光を発生するように構成される光源、及び ( b ) 光源光の少なく  
 とも一部を可視コンバータ光に変換するように構成される光コンバータを含む照明装置に  
 関する。本発明は更に、そのような光コンバータ、及びそのような光コンバータに含まれ  
 得る発光材料に関する。

40

#### 【背景技術】

#### 【0002】

蛍光体増強光源それ自体は知られており、実質的にあらゆる種類の光源に使用されてい  
 る。蛍光体増強光源は、発光素子と発光材料とを含む。発光材料は発光素子が発する光の  
 少なくとも一部をより長波長の光に変換するために配置される。

#### 【0003】

よく知られている蛍光体増強光源には、例えば、放電により光が放射される水銀蒸気放  
 電ランプがあり、水銀蒸気が存在が放電を引き起こし、紫外線を放出する。紫外線の少な  
 くとも一部が発光材料に吸収され、より長波長の光に変換された後、発光材料から放出さ  
 れる。そのような水銀蒸気放電ランプは、例えば、放電が生じる放電管を含み得る。発光

50

材料は、通常、放電管の内壁に、放電によって放出される紫外線が放電管を通過せず、放電管内で、例えば可視光に変換されるように、塗布される。

【 0 0 0 4 】

あるいは、蛍光体増強光源は、発光素子として固体発光素子を含み得る。そのような固体発光素子は、例えば、発光ダイオード、レーザダイオード又は有機発光ダイオードであり得る。固体発光素子から放出される光は、通常、中心波長の周りに比較的狭いスペクトルを有する。スペクトル幅は、例えば、固体発光素子によって放出される光の最大発光強度の半分の強度で測定される発光ピークの幅である、発光ピークの半値全幅（更に、また F W H M としても示される）によって定義され得る。固体発光素子の通常の発光スペクトルの F W H M は、人の目で通常単色光として確認される、30 ナノメートル未満である。

10

【 0 0 0 5 】

固体発光素子から放出される光の色を変化させるために発光材料が添加され、蛍光体増強光源が形成され得る。発光材料は、例えば、固体発光素子の（L E D）ダイの上層として塗布されてもよく、あるいは、例えば、マトリックスに分散して、固体発光素子から距離を置いて位置させる、いわゆる「リモート蛍光体」配置とされてもよい。発光材料はまた、例えば、各々が異なる色を発し、混合した光が、例えば特定の色温度を有する白色光を生ずるような、種々の発光材料の混合物の一部であってもよい。更に、発光材料の典型的な発光特性は、光のスペクトルが比較的広いため、固体発光素子の演色性を改善するために、発光材料が固体発光素子に添加されてもよい。

20

【 0 0 0 6 】

この技術分野では、マトリックス中に染料を使用することが（また）知られている。例えば、米国特許第 6 5 3 7 6 7 9 号は、ポリ（1, 4 - シクロヘキサジメタノール - コ - エチレンテレフタレート（P E T G）と、ペリレンイミド染料及びペリレンエステル染料、チオキサンテン染料、ベンゾキサンテン染料、並びにベンゾチアジン染料からなる群から選択される蛍光染料とを含むポリマー樹脂を含む再帰反射蛍光製品を記載している。P E T G 蛍光樹脂マトリックスは、道路表示の日中の視認性を高めるために使用され得る。そのような路上表示は、上面及び先端面を有する、光透過性蛍光物質からなる構造体を含み、その構造体の下にエアキャップを形成するように構成されているベース部材を含む。

【 0 0 0 7 】

Qian Xuhong et al. (J. Chem. Eng. Data (1988, 33, 528-529)) は、幾つかのベンゾキサンテン - 3 , 4 - ジカルボキシイミド及びベンズイミダゾキサンテノイソキノリノン、並びにこれらの物理的データ及びスペクトルデータを記載している。J P 0 6 2 2 8 5 4 9 号公報は、Qian Xuhong et al. に記載された化合物を含む有機エレクトロルミネッセンス素子を記載している。欧州特許第 2 6 4 5 8 2 2 号は、光源及び発光材料を含む照明装置を記載している。発光材料は、第 1 の有機発光材料及び第 2 の有機発光材料を含み、任意選択的に 1 種以上の更なる有機発光材料、及び任意選択的に 1 種以上の更なる無機発光材料を含む。光源及び発光材料は、動作中、白色の照明装置光を生ずるように構成されている。第 1 の有機発光材料が経時的に分解し、第 2 の有機発光体が経時的に分解し、そして任意選択の 1 種以上の有機発光体が経時的に分解する。発光材料は、照明装置の動作中、照明装置光を白色に維持するように構成されている。Xuhong Qian et al. (Dyes and Pigments, vol. 32, no. 4, p. 229-235 (1996)) は、その中の一つが Qian Xuhong et al. により記載されている、蛍光化合物のストークスシフトと低周波数との関係に関する研究を報告している。

30

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

固体光源の白色光の発光効率は更に改善され得る。これは、R G B L E D を組み合わせることによって最も良くなされ得る。しかしながら、現在、緑色 L E D は高い効率が得られるほど効率的ではない。このような理由から、白色光を得るために、蛍光体変換（P

50



C) LEDが提案されている。一次光源としての青色LEDと共に、赤色及び黄色の発光蛍光体が必要である。これらの蛍光体は、完全な光源（例えば、TLレトロフィット管は高温で動作し、寿命は少なくとも50,000時間）の寿命中、青色光の照射条件下で安定でなければならない。F170(CAS:936212-95-2)又はF83(CAS:100443-95-6)等のペリレンから誘導される黄色の有機蛍光体（例えば、また欧州特許第2645822号を参照）や、ソルベントイエロー98(CAS:12671-74-8)又はフルオレッセントイエロー43(CAS:19125-99-6)の使用は、短い寿命をもたらす。これらの黄色蛍光体は、照明用途に使用するには分解が早過ぎる。

【0009】

10

従って、本発明の一態様は、代替の照明装置、特に、代替の光コンバータであって、好ましくは更に、1つ以上の上記欠点を少なくとも部分的に解消する装置を提供することである。更に、本発明の一態様は、代替の発光材料、特に緑色及び/又は黄色を発光する材料、特に青色LED等の青色光源と組み合わせるための材料であって、好ましくは更に、1つ以上の上記欠点を少なくとも部分的に解消する材料を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

驚いたことに、ベンズイミダゾキサンテノイソキノリノン誘導体の混合物、例えば、8H-ベンゾ[3,4]イソクロメノ[7,8,1-def]ベンゾ[4,5]イミダゾ[1,2-b]イソキノリン-8-オン及び7H-ベンゾ[3,4]イソクロメノ[7,8,1-def]ベンゾ[4,5]イミダゾ[2,1-a]イソキノリン-7-オンの組み合わせは、既知の類似の従来技術の系に比べ、照射条件下の寿命がはるかに長いことがわかった。優先的には、蛍光体は、系全体の効率を高め得るリモート蛍光体の構造を有する。この構造は、TLED（直管型LED構造、例えば、T8管（蛍光灯の技術分野で知られている）又は他の管状構造におけるLED装置）等の、低電力、低動作温度の適用において、最も適している。しかしながら、固体光源ダイ上に直接設けられるような、他の型の適用もまた可能であり得る。

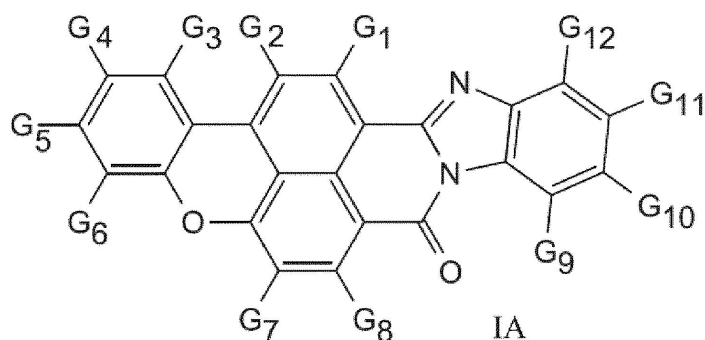
20

【0011】

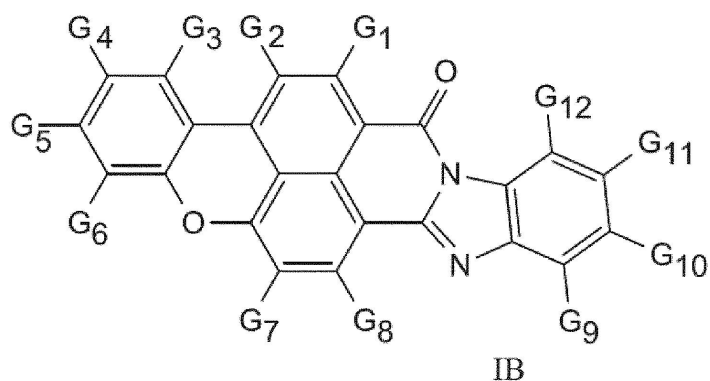
従って、第1の態様において、本発明は、(a)光源光を発生するように構成される光源、(b)光源光の少なくとも一部を可視変換光に変換するように構成される光コンバータであって、少なくとも2種の有機蛍光体の組み合わせを含む発光材料を含む（ポリマー性）マトリックスを含む光コンバータ（ここで、発光材料は、特に緑色及び/又は黄色の光を発するように構成される）、及び(c)任意選択的に、更なる発光材料（特に、少なくとも赤色光を発するように構成される）を含み、少なくとも2種の有機蛍光体は、式IA及びIBで定義される照明装置を提供する。

30

## 【化 1】



10



20

式中、 $G_1 \sim G_{12}$  は独立して（且つ、任意選択的に、2種の有機蛍光体（IA）及び（IB）間で独立して）水素原子、ハロゲン原子、 $R_1$ 、 $OR_1$ 、 $NHR_1$ 、及び $NR_2R_1$ （ここで、 $R_1$  及び  $R_2$  は独立して  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基、 $C_6 \sim C_{24}$  アリール基及び  $C_6 \sim C_{24}$  ヘテロアリール基から選択される）から選択される。従って、ある特定の実施形態では、 $G_1 \sim G_{12}$  は独立して水素原子、ハロゲン原子、 $R_1$ 、 $OR_1$ 、 $NHR_1$ 、及び $NR_2R_1$ （ここで、 $R_1$  及び  $R_2$  は独立して  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基、 $C_6 \sim C_{24}$  アリール基及び  $C_6 \sim C_{24}$  ヘテロアリール基から選択される）から選択される。更に、マトリックス中に埋め込まれたとき、 $G_1 \sim G_{12}$  基の1つ以上は独立してマトリックスと共有結合してもよい。

30

## 【0012】

他の態様において、本発明はまた、光コンバータそれ自体を提供する。従って、更なる態様において、本発明はまた、少なくとも2種の有機蛍光体の組み合わせを含む発光材料を含むマトリックスを含む光コンバータを提供する。以下で説明されるように、そのようなマトリックスはまた、特に赤色を発し得る、量子ドットをベースとした材料、及び/又は窒化物をベースとした材料、及び/又は他の発光材料等の、更なる発光材料を1種以上含んでもよい。

40

## 【0013】

更に他の態様において、本発明はまた、そのような発光材料それ自体を提供する。従って、更なる態様において、本発明はまた、式IA及びIB（上で定義されている）で示される少なくとも2種の有機蛍光体の組み合わせを含む発光材料を提供する。

## 【0014】

上述したように、驚くべきことに、（これらの）ベンズイミダゾキサンテノイソキノリン誘導体の組み合わせは、例えば青色光の照射下での寿命が、この技術分野で知られている有機蛍光体よりかなり長いようであった。更に、これらの材料は比較的高い量子効率を有するようである。また、青色LEDのような青色光源と、赤色有機発光材料及び/又は、窒化物若しくは量子ドット等の赤色無機発光材料等の赤色光源との組み合わせにおけ

50

る高い演色評価数が、少なくとも80、例えば少なくとも84、更には少なくとも88、例えば少なくとも92等の、CRIを有する白色光を提供し得る。

#### 【0015】

特定の実施形態において、両有機蛍光体(I A)及び(I B)の $G_1 \sim G_{12}$ の少なくとも4つは(独立して)、Hである。更に特には、両有機蛍光体(I A)及び(I B)の $G_1 \sim G_{12}$ は全てHである。一般に、合成手順のために、蛍光体I Aの $G_n$ は、蛍光体I Bの $G_n$ と同じである(即ち、 $G_1(I A) = G_1(I B)$ ;  $G_2(I A) = G_2(I B)$ ;  $G_3(I A) = G_3(I B)$ 等々)。

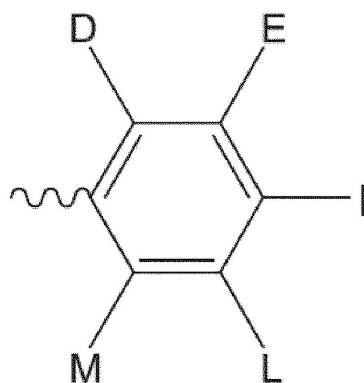
#### 【0016】

水素原子置換ベンズイミダゾキサンテノイソキノリノン誘導体は、良好な安定性と、置換基によって青色から緑色、更には黄色まで調節可能な(青)緑色発光といった興味深い光学特性を有しているようである。更に、これらの蛍光体は青色でよく励起可能であり、比較的高い効率(溶液中で、最大95%)を有し、且つ上述したように、比較的高い安定性を有している。非H置換基の付加は、発光波長を調節する。従って、従来の有機染料が発光し得る波長範囲が得られるが、式1の染料のこの組み合わせは、実質的により安定である。従って、式I A及びI Bによって定義される少なくとも2種の有機蛍光体の非常に多様な組み合わせが提供される。特に、 $G_1 \sim G_{12}$ の1つ以上がHでなく、特に $G_2$ 及び/又は $G_7$ がHでない。更に他の実施形態においては、特に、 $G_1 \sim G_{12}$ の1つ以上が $OC H_3$ でなく、特に $G_2$ 及び/又は $G_7$ が $OC H_3$ でない。更に他の特定の実施形態においては、 $G_2$ 及び $G_7$ の1つ以上がフェニル基を含み(下記もまた参照)、これは安定性をより一層増大させ得る。

#### 【0017】

更に他の特定の実施形態においては、少なくとも2種の有機蛍光体I A及びI Bの1種以上の $G_1 \sim G_{12}$ の1つ以上が、独立して、R1、OR1、NHR1及びNR2R1(ここで、R1及びR2の1つ以上が、独立して、式I Iによって定義される基を含む)から選択される。

#### 【化2】



II

式中、D、E、I、L及びMは、独立して、水素原子、ハロゲン原子、R3、OR3、NHR3及びNR4R3(ここで、R3及びR4は、独立して、 $C_1 \sim C_{18}$ アルキル基、 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基及び $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基から選択される)から選択される。特に、D、E、I、L及びMの少なくとも2つはHであり、より一層特には、全てがHである。そのような基又は置換基では、H置換基のみを有する式I A又はI Bを有する蛍光体に比べ、発光は緑色-黄色へシフトする。 $G_1 \sim G_{12}$ の少なくとも10個が独立してHのとき良好な結果が得られる。特に、式I A又はI Bの各蛍光体の $G_1 \sim G_2$ の1つ又は2つのみが、独立して、R1、OR1、NHR1及びNR2R1(ここで、R1及びR2の1つ以上が独立して式I Iによって定義される基を含む)から選択される。

## 【 0 0 1 8 】

更に他の特定の実施形態においては、両有機蛍光体（ I A ）及び（ I B ）の  $G_2$  及び  $G_7$  の 1 つ以上が独立して R 1 又は O R 1、特に O R 1 を含み、R 1 は式 I I で示される置換基である（式中、特に、D、E、I、L 及び M は H であり、且つ  $G_1$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ 、 $G_5$ 、 $G_6$ 、 $G_8$ 、 $G_9$ 、 $G_{10}$ 、 $G_{11}$  及び  $G_{12}$  の少なくとも 4 つ、特に全てが独立して H である）。追加的に又は代替的に、両有機蛍光体（ I A ）及び（ I B ）の  $G_2$  及び  $G_7$  の 1 つ以上が独立して O R 1 を含み、R 1 は式 I I で示される置換基である（式中、特に、D、E、I、L 及び M は H であり、且つ  $G_1$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ 、 $G_5$ 、 $G_6$ 、 $G_8$ 、 $G_9$ 、 $G_{10}$ 、 $G_{11}$  及び  $G_{12}$  の少なくとも 4 つ、特に全てが独立して H である）。良好な結果は、特に、 $G_1$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ 、 $G_5$ 、 $G_6$ 、 $G_8$ 、 $G_9$ 、 $G_{10}$ 、 $G_{11}$  及び  $G_{12}$  の少なくとも 8 つが、より一層特に全てが、独立して H であるとき得られる。これらの実施形態においては、図 3 C（ 2 4 4 1 又は 2 4 4 2 ）で示されるような蛍光体を得ることができる。

10

## 【 0 0 1 9 】

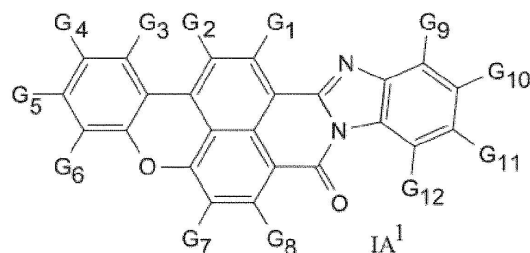
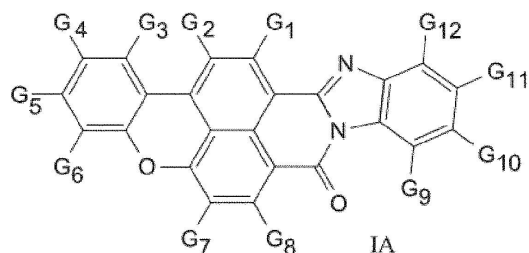
従って、特に、両有機蛍光体（ I A ）及び（ I B ）の  $G_2$  及び  $G_7$  の 1 つ以上が独立して R 1 又は O R 1（ここで、R 1 は式 I I で定義された通りである）を含む。例えば、有機蛍光体は何れも、 $G_2$  が O R 1 であり（且つ、例えば、 $G_7$  が H である）、あるいは有機蛍光体は何れも、 $G_2$  が R 1 で、且つ  $G_7$  が O R 1 であり得る。特に、 $G_2 = G_7$  で、且つ  $G_2$  及び  $G_7$  が R 1 又は O R 1（ここで、R 1 は式 I I で定義された通りである）を含む。上述したように、特に、D、E、I、L 及び M は H である。

20

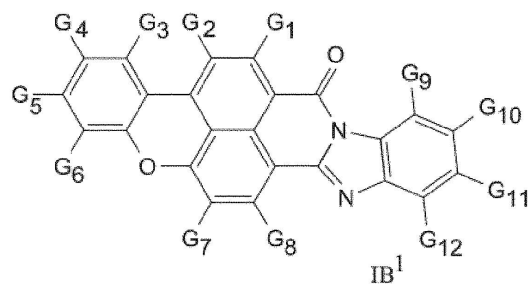
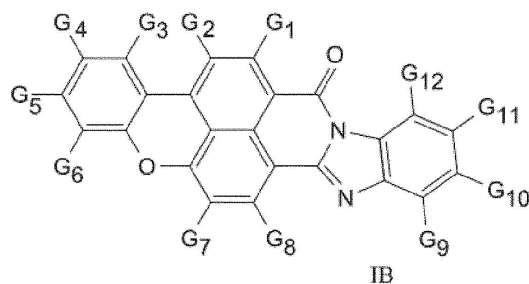
## 【 0 0 2 0 】

更に他の実施形態においては、4 種の異なる有機蛍光体が適用される。それらは全て相異している。従って、一実施形態、特に（ i ）  $G_9$ 、 $G_{12}$  及び（ i i ）  $G_{10}$ 、 $G_{11}$  の 1 つ以上が該当する実施形態では、発光材料は、式 I A、I B、I A' 及び I B' によって定義される少なくとも 4 種の異なる有機蛍光体の組み合わせを含む。

## 【 化 3 】



30



40

式中、 $G_1 \sim G_{12}$ （I A、I B、I A' 及び I B' で独立して）は、上で定義された通りである。 $G_9 = G_{12}$  及び  $G_{10} = G_{11}$  であれば、I A = I A' 及び I B = I B' であろう。 $G_1 \sim G_{12}$  が全て H であれば、図 3 C（ 2 4 1 0 ）でも示されているような I A 及び I B の組み合わせが得られよう。なお、4 種の異なる蛍光体 I A、I B、I A' 及び I B' の組み合わせは、少なくとも 2 種の蛍光体 I A 及び I B の組み合わせの中の特定

50

の組み合わせであることに留意されたい。

#### 【0021】

上記のような、本明細書に記載の特定の実施形態を含む、照明装置、光コンバータ及び／又は発光材料、また以下で更に説明されるような、照明装置、光コンバータ及び／又は発光材料は、（青色光の）照射下で効率良く、且つ良好な寿命を持って適用され得る。

#### 【0022】

本明細書において、「 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基」という用語は、特に、分岐  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基又は非分岐  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基と関係し得る。「 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基」という用語は、非置換  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基又は置換  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基（即ち、1つ以上の置換基を有する  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基）と関係し得る。「 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基」という用語は、直鎖状  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基又は非直鎖状  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基（置換されていても、置換されていなくてもよい）と関係し得る。本明細書において、「非直鎖状」という用語は、 $C_1 \sim C_{18}$  シクロアルキル基のような環状を指し得る。

10

#### 【0023】

例を挙げると、「 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基」という用語は、一実施形態において、直鎖状ヘプチル基に関係し得るが、他の実施形態では、1つ以上のフッ素置換基を有するメチル基置換シクロヘキサニル基に関係する。 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基は、特に、 $C_1 \sim C_{16}$  アルキル基、例えば  $C_1 \sim C_8$  アルキル基、例えば  $C_1 \sim C_4$  アルキル基に関係する。

#### 【0024】

アルキル基の例としては、特に、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*neo*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基等がある。シクロアルキル基の例としては、例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基等がある。

20

#### 【0025】

任意選択的に、 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基の炭素鎖は、-O-及び-S-から独立して選択される1つ以上の基で中断されていてもよい。従って、一実施形態においては、 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基という用語は、また、エーテル又は変異体のポリエーテルに関係し得る。従って、特定の実施形態では、 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基は、また、 $C_n H_{2n+1} O_m$ （ここで、*n*は1~18、例えば1~16の整数であり、且つ0 ≤ *m* ≤ *n*/2である）等の、1つ以上のエーテル基を含む  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基を指し得る。

30

#### 【0026】

例えば、D、E、I、L及びMは独立してOR3に関係し得るので、従って  $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基はアルコキシ基の一部であり得る。例えば、式II中の「D」はメトキシ基等であり得る。

#### 【0027】

適用され得る置換基は、フッ素原子、塩素原子、水酸基、シアノ基、アシル基、COOH、カルボキシレート基、アルキルカルボニルオキシ基、カルバモイル基、アルキルアミノカルボニル基、（ジアルキルアミノ）カルボニル基、SO<sub>3</sub>H、スルホン酸基、スルホアミノ基、スルファミド基、スルファモイル基及びアミジノ基から選択され得る。一般に、置換基は、1~6個の置換基、例えば1~4個の置換基に限られるであろう。特定の実施形態では、 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基は1つ以上のフッ素原子で置換される。例えば、ある実施形態では、 $C_1 \sim C_{18}$  アルキル基は、特に  $C_n H_{2n+1} F_m$ （ここで、*n*は1~18、例えば1~16の整数であり、且つ0 ≤ *m* ≤ 2*n*+1である）に関する。従って、「アルキル基」という用語、及びそれに類似した用語は、また、1つ以上のフッ素置換基でフッ素化されているアルキル基等の置換アルキル基に関係し得る。

40

#### 【0028】

本明細書において、「 $C_6 \sim C_{24}$  アリール基」という用語は、特に、単環芳香族アリ

50

ール基又は多環芳香族アリール基を指し得る。「 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基」という用語は、非置換 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基又は置換 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基（即ち、1つ以上の置換基を有する $C_6 \sim C_{24}$ アリール基）に関係し得る。 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基は、特に $C_6 \sim C_{16}$ アリール基、例えば $C_6 \sim C_{10}$ アリール基に関係する。 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基は、更に少なくとも1つのアリール基に関係し、また、1つ以上の非共役環状基を含み得る。

#### 【0029】

アリール基の例としては、フェニル基、ナフチル基、インデニル基、フルオレニル基、アントラセニル基、フェナントレニル基、ナフタセニル基等がある。 $C_6 \sim C_{24}$ アリール基が1つ以上の芳香族基と1つ以上のアルキル基、例えばメチルフェニル基（ $C_7$ ）又はエチルフェニル基（ $C_8$ ）とを含む場合、アルキル基は、特に直鎖状アルキル基であり得る。また、これらのアルキル基は独立して1つ以上の置換基を含み得る。更にまた、これらのアルキル基は、-O-及び-S-から独立して選択される1つ以上の基で中断されていてもよい。従って、ある実施形態では、そのようなアルキル基は、また、エーテル又は変異体のポリエーテルに関係し得る。

10

#### 【0030】

適用され得る置換基は、フッ素原子、塩素原子、水酸基、シアノ基、アシル基、 $COOH$ 、カルボキシレート基、アルキルカルボニルオキシ基、カルバモイル基、アルキルアミノカルボニル基、（ジアルキルアミノ）カルボニル基、 $SO_3H$ 、スルホン酸基、スルホアミノ基、スルファミド基、スルファモイル基及びアミジノ基から選択され得る。一般に、置換基は、1～6個の置換基、例えば1～4個の置換基に限られるであろう。特定の実施形態では、 $C_6 \sim C_{24}$ アルキル基は1つ以上のフッ素原子で置換される。

20

#### 【0031】

本明細書において、「 $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基」という用語は、特に、ヘテロ芳香族の単環基又は多環基を指し得る。「 $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基」という用語は、非置換 $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基又は置換 $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基（即ち、1つ以上の置換基を有する $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基）に関係し得る。 $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基は、特に、 $C_6 \sim C_{16}$ ヘテロアリール基、例えば $C_6 \sim C_{10}$ ヘテロアリール基に関係し得る。 $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基は、更に、少なくとも1つのヘテロアリール基に関係し、また、1つ以上の非共役環状基を含み得る。

30

#### 【0032】

$C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基の例としては、例えば、2,5-インデニレン、2,6-インデニレン、ピラジニレン、ピリジニレン、ピリミジニレン、2,4-チオフェニレン、2,5-チオフェニレン、1,3,4-チアジアゾール-2,5-イレン、1,3-チアゾール-2,4-イレン、1,3-チアゾール-2,5-イレン、1,3-オキサゾール-2,4-イレン、1,3-オキサゾール-2,5-イレン、1,3,4-オキサジアゾール-2,5-イレン等がある。 $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基が1つ以上のヘテロ芳香族基と1つ以上のアルキル基とを含む場合、アルキル基は、特に直鎖状アルキル基であり得る。また、これらのアルキル基は独立して1つ以上の置換基を含み得る。更にまた、これらのアルキル基は、-O-及び-S-から独立して選択される1つ以上の基で中断されていてもよい。従って、ある実施形態では、そのようなアルキル基はまた、エーテル又は変異体のポリエーテルに関係し得る。

40

#### 【0033】

適用され得る置換基は、特に、フッ素原子、塩素原子、水酸基、シアノ基、アシル基、 $COOH$ 、カルボキシレート基、アルキルカルボニルオキシ基、カルバモイル基、アルキルアミノカルボニル基、（ジアルキルアミノ）カルボニル基、 $SO_3H$ 、スルホン酸基、スルホアミノ基、スルファミド基、スルファモイル基及びアミジノ基から選択され得る。一般に、置換基は、1～6個の置換基、例えば1～4個の置換基に限られるであろう。特定の実施形態では、 $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアルキル基は1つ以上のフッ素原子で置換される。

50

## 【 0 0 3 4 】

$R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ の1つ以上が利用可能な一実施形態においては、これらの1つ以上は、独立して、 $(i)C_nH_{2n+1}O_m$ （ここで、 $n$ は1～18の整数であり、且つ $0 \leq m \leq n/2$ である）、 $(ii)C_nH_{2n+1-m}F_m$ （ここで、 $n$ は1～18の整数であり、且つ $0 \leq m \leq 2n+1$ である）、 $(iii)$ 1つ以上のエーテル基を含む $C_6 \sim C_{24}$ アリール基、 $(iv)$ 1つ以上のフッ素置換基を含む $C_6 \sim C_{24}$ アリール基、 $(v)$ 1つ以上のエーテル基を含む $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基、及び $(iv)$ 1つ以上のフッ素置換基を含む $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロアリール基からなる群から選択される。

## 【 0 0 3 5 】

本明細書において、ハロゲン原子は、特にフッ素原子、塩素原子であり、より一層特に  
10  
はフッ素原子である。特に、1つ以上のハロゲン原子が存在する場合、その1つ以上のハロゲン原子はフッ素原子（のみ）を含む。

## 【 0 0 3 6 】

「～から独立して選択される」という句は、示された種類の幾つかが、他の選択とは無  
関係に選択されることを意味し得る。例えば、理論上、 $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_{10} \sim G_{12}$ が水  
素原子、 $G_3$ がフッ素原子、 $G_4$ が $C_1 \sim C_{18}$ アルキル基、 $G_5$ が $OR_1$ （ここで、 $R_1$   
は $C_1 \sim C_{18}$ アルキル基である）、 $G_6$ が $NR_1R_2$ （ここで、 $R_1$ は $C_1 \sim C_{18}$   
アルキル基、 $R_2$ は $C_6 \sim C_{24}$ アリール基である）、 $G_7$ が $C_6 \sim C_{24}$ ヘテロリール  
基、 $G_8$ 及び $G_9$ がハロゲン原子置換 $C_1 \sim C_{18}$ アルキル基であり得る。しかしながら  
、一般には、 $G_1 \sim G_{12}$ の少なくとも4つは水素原子である。更に、 $R_1$ 及び $R_2$ の1  
20  
つ以上が式Iで定義される基を含むとき、特にD、E、I、L、Mの少なくとも2つは  
、より特に少なくとも3つは、水素原子である。

## 【 0 0 3 7 】

一実施形態において、 $G_1 \sim G_{12}$ の1つ以上はまた、独立して、エーテル又はアルコ  
ール等の酸素含有アルキル基 $C_nH_{2n+1}O_m$ （ここで、 $n$ は1～16の整数であり、  
且つ $0 \leq m \leq n/2$ である）、特にエーテル基を含む。代替的に又は追加的に、D、E、  
I、L及びMの1つ以上はまた、独立して、酸素含有アルキル基 $C_nH_{2n+1}O_m$ （こ  
こで、 $n$ は1～16の整数であり、且つ $0 \leq m \leq n/2$ である）を含む。特に、D、E、  
I、L及びMの最小限2つは、水素原子である。更に他の実施形態では、 $G_1 \sim G_{12}$ は  
水素原子である。  
30

## 【 0 0 3 8 】

特定の実施形態では、D、E、I、L及びMは各々独立して、水素原子、フッ素原子、  
塩素原子、イソプロピル基、*t*-ブチル基、メトキシ基、16個以下の炭素原子を有する  
アルキル基、及び16個以下の炭素原子を有する酸素含有アルキル基から選択される基を  
含む。

## 【 0 0 3 9 】

更に、以下で説明されるように、マトリックスは特に芳香族ポリエステル、又はその共  
重合体、例えば、ポリカーボネート（PC）、ポリ（メチル）メタクリレート（P（M）  
MA）、ポリグリコリド若しくはポリグルコール酸（PGA）、ポリ乳酸（PLA）、ポ  
リカプロラクトン（PCL）、ポリエチレンアジペート（PEA）、ポリヒドロキシアル  
カノエート（PHA）、ポリヒドロキシ酪酸（PHB）、ポリ（3-ヒドロキシブチレ  
ート-コ-3-ヒドロキシバレレート）（PHBV）、ポリエチレンテレフタレート（PE  
T）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリトリメチレンテレフタレート（PT  
T）、ポロエチレンナフタレート（PEN）等を含み得る。マトリックスは、特に、ポリ  
エチレンテレフタレート（PET）を含み得る。更に、以下でまた説明されるように、マ  
トリックスは、マトリックス中に埋め込まれた更なる発光材料を含み得る。しかしながら  
、（PETG）（グリコール変性ポリエチレンテレフタレート、PDMS（ポリメチルシ  
ロキサン）、COC（シクロオレフィンコポリマー）、PE（ポリエチレン）又はPP（  
ポリプロピレン）もまたマトリックスとして適用され得る。従って、マトリックスは、特  
にはポリマーマトリックスである。  
40  
50

## 【 0 0 4 0 】

上記のように、有機蛍光体（発光材料）は光化学的安定性が比較的低いという問題があり得る。それらの安定性は、材料の温度及びそれが変換する光量に強く依存し得る。この理由のために、有機蛍光体は、リモート構造での使用に適した候補であり得る（下記を参照）。有機リモート蛍光体を使用する照明アセンブリは、比較的安価な発光材料を使用するため、比較的安価である。更に、発光材料は、可視スペクトルの任意の領域に発光スペクトルを有する特定の発光材料を容易に設計し得る。そのような分子を合成可能であり、分子構造に応じて、特定の光を発する。

## 【 0 0 4 1 】

上記発光材料は、ベンズイミダゾキサンテノイソキノリノン誘導体系である。ベンズイミダゾキサンテノイソキノリノン誘導体は当該技術分野で知られており、例えば、独国特許第 2 3 2 8 7 2 7 号明細書に記載されている。

10

## 【 0 0 4 2 】

上記発光材料は、青色光及び／又は UV 光によりよく励起され得る。

## 【 0 0 4 3 】

「発光材料」という用語は、特に発光特性を有する（即ち、（UV 光及び青色光の 1 種以上により）励起されて発光し得る）有機材料を指し得る。式 I A 及び／又は I B の発光材料は特に、少なくとも緑色及び／又は黄色を発光するので、本明細書では、発光材料はまた、緑色及び／若しくは黄色放射体、緑色及び／若しくは黄色放射発光材料、又は緑色及び／若しくは黄色発光材料として示される。しかしながら、式 I A 及び／又は I B の発光材料はまた、例えば、赤色を発し得る。

20

## 【 0 0 4 4 】

発光材料は、本明細書に記載されるような照明装置に適用され得る。そのような照明装置は、例えば、レトロフィットランプの 1 種である、T L E D（T 8 管等の管内に L E D を有する管）を含み得る。発光材料はまた、レトロフィット白熱灯の 1 種である、電球内に L E D を有する白熱電球に適用され得る。何れの場合も、発光材料は透過性外囲体の上流面（即ち、透過性外囲体の内面）等、リモートで適用され得る。

## 【 0 0 4 5 】

任意選択的に、マトリックスは、照明装置の透明性外囲体として使用され得る。換言すれば、透明性外囲体は実質的にマトリックスから成る。

30

## 【 0 0 4 6 】

光コンバータという用語は、第 1 の波長の光を第 2 の波長の光に変換するように構成されるシステムを指し得る。特に、UV 光及び／又は青色光（励起波長）が、（少なくとも部分的に）（励起波長より長波長の）可視光に変換され得る。「光コンバータ」に対する他の用語は、「波長コンバータ」である。

## 【 0 0 4 7 】

光コンバータは、例えば、粒子状、フレーク状、膜状、平板状等の形態であり得る。特定の実施形態では、光コンバータという用語は、自立層を含み得る。

## 【 0 0 4 8 】

従って、一実施形態においては、光コンバータは、コーティング、自立層及び平板からなる群から選択され、この場合、従って、光コンバータは、特に室温で、特に 1 0 0 まで、特に 1 5 0 まで、より特に 2 0 0 まででさえ固体である。光コンバータは、柔軟性があっても、硬くてもよい。更に、光コンバータは、平らであっても湾曲（一方向また二方向に）していてもよい。更に、任意選択的に、光コンバータは、光コンバータの外面の少なくとも一部にアウトカップリング（outcoupling）構造を含んでもよい。

40

## 【 0 0 4 9 】

光コンバータは、相互の上面に層等の一つ以上の要素を含んでもよい。そのような要素は、異種の発光材料、又は異なる濃度の発光材料を含んでもよい。しかしながら、光コンバータの少なくとも一部は、（赤色）発光材料を含む。

## 【 0 0 5 0 】

50



マトリックスは、特に、マトリックス材、及び発光材料等の上記材料、並びに任意選択的に更なる発光材料等を含んでもよい。発光材料、及び任意選択の他の発光材料は、一実施形態においては、特に、マトリックス全体に均一に分散され得る。しかしながら、光コンバータはまた、少なくとも発光材料（例えば、発光材料の種類及び／又は濃度）に関し、異なる組成を有する２つ以上のセグメントを含んでもよい。式ⅠＡ及びⅠＢの実施形態、又は式ⅠＡ、ⅠＢ、ⅠＡ'及びⅠＢ'の実施形態における２種（又は、それ以上）の蛍光体の組み合わせは、これらの材料を得る化学的プロセスのために、一般に、混合物として入手可能であろう。しかしながら、任意選択的に、本明細書に定義されている蛍光体の異なる組成からなる層もまた適用され得る。「発光材料」という用語は、本明細書では、特に、式ⅠＡ及びⅠＢ（又は、例えば、ⅠＡ、ⅠＢ、ⅠＡ'及びⅠＢ'等）の２種（又は、それ以上）の有機蛍光体の組み合わせを指す。

10

#### 【 0 0 5 1 】

発光材料（即ち、少なくとも式ⅠＡ及び／又はⅠＢの発光材料であるが、任意選択的に、１種以上の更なる発光材料も含む）は、一実施形態においては、分子的に、マトリックス全体に分布されていてよい。代替的に又は追加的に、発光材料は粒子（任意選択的に、コーティングを有する）として使用可能である。後者の実施形態では、コーティングされた粒子は、マトリックス中に埋め込まれてもよい。コーティングは、特に、そのような粒子を $H_2O$ 及び／又は $O_2$ から保護するために適用され得る。

#### 【 0 0 5 2 】

特に、マトリックス材は、 $380 \sim 750 \text{ nm}$ の範囲から選択される波長を有する光を透過する。例えば、マトリックス材は、青色及び／又は緑色及び／又は赤色の光を透過し得る。特に、マトリックス材は、少なくとも $420 \sim 680 \text{ nm}$ の全領域の光を透過する。特に、マトリックス材は、照明ユニット（下記も参照）の光源で生成された、可視波長域から選択される波長を有する光に対し、 $50 \sim 100\%$ 、特に $70 \sim 100\%$ の範囲の光透過性を有し得る。このように、マトリックス材は、照明ユニットからの可視光を透過する。透過性又は光透過性は、第１の強度を持った特定の波長の光を材料に照射し、その材料を透過した後に測定されるその波長の光の強度を、その材料に照射したその特定の波長の光の第１の強度と関連付けることによって決定され得る（CRC Handbook of Chemistry and Physics, 69th edition, 1088-1989のE-208及びE-406もまた参照されたい）。光コンバータは、透明又は半透明であり得るが、特に、透明であり得る。特に、光コンバータは、実質的に透明であり、且つ／又は光を実質的に散乱させない。光コンバータが透明であるとき、光源の光は光コンバータに完全に吸収され得るわけではない。このことは、特に、青色光を使用した場合、青色光は発光材料を励起するために使用でき、且つ青色成分（白色光中）を提供するために使用できるため、興味深いことであり得る。

20

30

#### 【 0 0 5 3 】

マトリックス（材）は、透過性有機材料支持材からなる群、例えば、PE（ポリエチレン）、PP（ポリプロピレン）、PEN（ポリエチレンナフタレート）、PC（ポリカーボネート）、ポリメチルアクリレート（PMA）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）（Plexiglas又はPerspex）、酢酸酪酸セルロース（CAB）、シリコン、ポリビニルクロリド（PVC）、ポリエチレンテレフタレート（PET）（一実施形態において、（PETG）（グリコール変性ポリエチレンテレフタレート）を含む）、PDMS（ポリジメチルシロキサン）及びCOC（シクロオレフィンコポリマー）からなる群から選択される１種以上の材料を含み得る。しかしながら、他の実施形態では、マトリックス（材）は、無機材料を含み得る。好ましい無機材料は、ガラス、（熔融）水晶、透過性セラミック材、及びシリコンからなる群から選択される。無機及び有機部分を共に含むハイブリッド材もまた適用され得る。マトリックス（材）の材料として特に好ましいのは、PMMA、PET、透明PC又はガラスである。より一層特には、マトリックスはポリエチレンテレフタレート（PET）を含む。これは、このマトリックスが、同じ発光材料を含む他の材料に比べ最も良い光学特性を付与し得るようであるからである。発光材料は、（光源照射の影響下）PET中で最も遅く分解する。本明細書では、「PET」という用語はまた

40

50

、PET-G（グリコール変性ポリエチレンテレフタレート）、又は任意選択的に他の変性物を指し得る。従って、マトリックスは、特に、発光材料によって生成される光の少なくとも一部を特に透過する（ポリマー）材料を含む。

【0054】

光コンバータは、特に、発光材料、任意選択的に他の成分、及び１種以上のマトリックス前駆体を混合した後、マトリックスを合成することによって作られてもよい。例えば、ポリマーマトリックス材の場合、これは、ポリマーのモノマー前駆体を使用し、そのモノマー前駆体を、発光材料及び任意選択的に他の成分の存在下、逐次重合又はラジカル連鎖重合等により重合して、ポリマーマトリックスを得ることによってなされてもよい。他の選択肢として、硬化可能な分子、特にポリマーを出発材料として使用し、これらの分子、特にポリマーを、発光材料及び任意選択的に他の成分の存在下に硬化させて、マトリックスを得るようにしてもよい。従って、特に、マトリックスはポリマーマトリックスである。式IA及びIBによって定義される２種の有機蛍光体（及び、任意選択的に他の蛍光体）がそのようなマトリックス材に埋め込まれてもよい。「埋め込まれた」という用語は、例えば、材料を粒子として含有していることを指し得るが、また、（ポリマー）マトリックス中の有機蛍光体の分子の分散も指し得る。本明細書に記載のように、（ポリマー）マトリックスは、特に、固体マトリックスである。特定の実施形態においては、 $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ 、 $G_5$ 、 $G_6$ 、 $G_7$ 、 $G_8$ 、 $G_9$ 、 $G_{10}$ 、 $G_{11}$  及び  $G_{12}$  の１つ以上が、マトリックス（材）（従って、特にポリマーマトリックス）との共有結合を含み得る。これは、例えば、これらの基の１つ以上に硬化性基又は重合性基を付与することによって得られ得る。これは、更に、発光材料のマトリックスへの埋め込むことを促進し得る。従って、一実施形態においては、 $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ 、 $G_5$ 、 $G_6$ 、 $G_7$ 、 $G_8$ 、 $G_9$ 、 $G_{10}$ 、 $G_{11}$  及び  $G_{12}$  の１つ以上が硬化性又は架橋性の基を含み得る。

【0055】

マトリックスは、封止材又はコーティングによって被覆又は包覆されていてもよい。コーティング又は封止材は、特にそのようなマトリックスを $H_2O$ 及び/又は $O_2$ から保護するために適用され得る。

【0056】

上述のように、光コンバータは、特に、緑色及び/又は黄色発光材料を含み、また任意選択的に赤色発光材料を含み得る。光コンバータは、複数の発光材料を含むことができ、そのうちの少なくとも１つは式Iの発光材料を含む。

【0057】

「式（IA）」という用語、及びそれに類似した用語はまた、「化学式（IA）」としても示され得る。しかしながら、光コンバータはまた、式IA及びIBの複数の発光材料を含み得る。従って、一実施形態においては、「発光材料」という用語は、異なる発光材料（全て式IA又はIBに該当する）の組み合わせに関係し得る。一般に、IA+IB、IA'及びIB'等の異なる発光材料の組み合わせがあり得る。

【0058】

更に、光コンバータは、特に、更なる発光材料を含み得る（更に下記を参照）。しかしながら、光コンバータはまた、複数の更なる発光材料を含み得る。従って、一実施形態においては、光コンバータは、式IA及びIB（それぞれ）の１種以上の発光材料、任意選択的に１種以上の他の有機発光材料、並びに任意選択的に１種以上の無機発光材料を含み得る。光コンバータは、更に、１種以上の散乱剤、及び任意選択的に他の材料を含み得る。

【0059】

従って、１種以上の更なる発光材料が適用され得る。それらの１種以上の他の発光材料もまた、光コンバータに埋め込まれていてもよい。

【0060】

代替的に又は追加的に、１種以上の更なる発光材料は、発光コンバータ上のコーティング中に使用され得る。代替的に又は追加的に、１種以上の更なる発光材料は、照明装置内

10

20

30

40

50

に、光コンバータから離れて配置され得る。１種以上の更なる発光材料は、特に、赤色発光蛍光体を含む。「更なる発光材料」という用語は、特に、発光特性を有する（即ち、（ＵＶ光及び青色光の１つ以上により）励起されて光を放射することができる）無機材料を指す。更なる発光材料は、（また）黄色、緑色等の他の波長が排除されるものではないが、特に、少なくとも赤色を発光するように構成されてもよい。「更なる発光材料」という用語は、特に、発光特性を有する（即ち、（ＵＶ光及び青色光の１つ以上により）励起されて光を放射することができる）無機材料を指す。しかしながら、他の実施形態においては、更なる発光材料は、（式ⅠＡ又はⅠＢの有機発光材料と異なる）有機発光材料を含んでもよい。

#### 【００６１】

10

従って、更なる発光材料は、上記のように、特に、赤色光（及び、任意選択的に他の光）を発するように構成されてもよい。従って、更なる発光材料は、特に、光源光の少なくとも一部を少なくとも赤色光に変換するように構成されてもよい。更なる発光材料、特に、（赤色光を発するように構成された）更なる発光材料は、光コンバータ、特にマトリックスに含まれ得るが、また、光コンバータ上のコーティング等、光コンバータの外側にあってもよい。

#### 【００６２】

更なる発光材料は、量子ドット（ＱＤ）を含み得る。他の狭い波長域の放出体の中でも、量子ドットが、この目的のために非常に適している。量子ドットは、一般に僅か数ナノメートルの幅又は直径を有する半導電体からなる小結晶である。入射光によって励起されると、量子ドットはその結晶の大きさ及び物質によって決まってくる色の光を放出する。従って、ドットの大きさを調節することによって特定の色の光が生成することができる。量子ドットは狭い波長域の放出体であるので、これは、量子ドットを使用することによって任意のスペクトルが得られ得ることを意味する。

20

#### 【００６３】

可視域の放射を有する最もよく知られた量子ドットは、硫化カドミウム（ＣｄＳ）、硫化亜鉛（ＺｎＳ）等のシェルを持ったセレン化カドミウム（ＣｄＳｅ）をベースとしている。リン化インジウム（ＩｎＰ）、並びに硫化インジウム銅（ＣｕＩｎＳ<sub>2</sub>）及び／又は硫化インジウム銀（ＡｇＩｎＳ<sub>2</sub>）等の、カドミウムを含まない量子ドットもまた使用され得る。量子ドットは非常に狭い放射帯域を示し、従って、それらは飽和色を示す。更に発光色は量子ドットの大きさを調節することによって容易に調節することができる。

30

#### 【００６４】

量子ドット又は発光ナノ粒子（本明細書では、光コンバータナノ粒子として示される）は、例えば、ＣｄＳ、ＣｄＳｅ、ＣｄＴｅ、ＺｎＳ、ＺｎＳｅ、ＺｎＴｅ、ＨｇＳ、ＨｇＳｅ、ＨｇＴｅ、ＣｄＳｅＳ、ＣｄＳｅＴｅ、ＣｄＳＴｅ、ＺｎＳｅＳ、ＺｎＳｅＴｅ、ＺｎＳＴｅ、ＨｇＳｅＳ、ＨｇＳｅＴｅ、ＨｇＳＴｅ、ＣｄＺｎＳ、ＣｄＺｎＳｅ、ＣｄＺｎＴｅ、ＣｄＨｇＳ、ＣｄＨｇＳｅ、ＣｄＨｇＴｅ、ＨｇＺｎＳ、ＨｇＺｎＳｅ、ＨｇＺｎＴｅ、ＣｄＺｎＳｅＳ、ＣｄＺｎＳｅＴｅ、ＣｄＺｎＳＴｅ、ＣｄＨｇＳｅＳ、ＣｄＨｇＳｅＴｅ、ＣｄＨｇＳＴｅ、ＨｇＺｎＳｅＳ、ＨｇＺｎＳｅＴｅ及びＨｇＺｎＳＴｅからなる群から選択されるⅡ－ⅤⅠ属化合物半導体量子ドットを含み得る。他の実施形態においては、発光ナノ粒子は、例えば、ＧａＮ、ＧａＰ、ＧａＡｓ、ＡｌＮ、ＡｌＰ、ＡｌＡｓ、ＩｎＮ、ＩｎＰ、ＩｎＡｓ、ＧａＮＰ、ＧａＮＡｓ、ＧａＰＡｓ、ＡｌＮＰ、ＡｌＮＡｓ、ＡｌＰＡｓ、ＩｎＮＰ、ＩｎＮＡｓ、ＩｎＰＡｓ、ＧａＡｌＮＰ、ＧａＡｌＮＡｓ、ＧａＡｌＰＡｓ、ＧａＩｎＮＰ、ＧａＩｎＮＡｓ、ＧａＩｎＰＡｓ、ＩｎＡｌＮＰ、ＩｎＡｌＮＡｓ及びＩｎＡｌＰＡｓからなる群から選択されるⅢ－Ⅴ属化合物半導体量子ドットであり得る。更に他の実施形態においては、発光ナノ粒子は、例えば、ＣｕＩｎＳ<sub>2</sub>、ＣｕＩｎＳｅ<sub>2</sub>、ＣｕＧａＳ<sub>2</sub>、ＣｕＧａＳｅ<sub>2</sub>、ＡｇＩｎＳ<sub>2</sub>、ＡｇＩｎＳｅ<sub>2</sub>、ＡｇＧａＳ<sub>2</sub>及びＡｇＧａＳｅ<sub>2</sub>からなる群から選択されるⅠ－ⅢⅠⅠ－Ⅴ１２カルコパイライト型半導体量子ドットであり得る。更に他の実施形態においては、発光ナノ粒子は、例えば、ＬｉＡｓＳｅ<sub>2</sub>、ＮａＡｓＳｅ<sub>2</sub>及びＫＡｓＳｅ<sub>2</sub>からなる群から選

40

50

扱われるようなI - V - V 1 2半導体量子ドットであり得る。更に他の実施形態においては、発光ナノ粒子は、例えば、S b T e等のI V - V I属化合物半導体ナノ結晶群であり得る。特定の実施形態では、発光ナノ粒子は、I n P、C u I n S<sub>2</sub>、C u I n S e<sub>2</sub>、C d T e、C d S e、C d S e T e、A g I n S<sub>2</sub>及びA g I n S e<sub>2</sub>からなる群から選択される。更に他の実施形態においては、発光ナノ粒子は、例えば、内部にZ n S e : M n、Z n S : M n等のドーパントを含む上記材料から選択される、I I - V I、I I I - V、I - I I I - V及びI V - V I属化合物半導体ナノ結晶群の1種であり得る。ドーパントの元素は、M n、A g、Z n、E u、S、P、C u、C e、T b、A u、P b、T b、S b、S n及びT lから選択されるであろう。本明細書において、発光ナノ粒子をベースとした発光材料はまた、C d S e及びZ n S e : M n等の異なるタイプのQ Dを含み得る。

10

#### 【0065】

I I - V I量子ドットの使用が特に有利のようである。従って、一実施形態においては、半導体をベースとした発光量子ドットは、I I - V I量子ドット、特に、C d S、C d S e、C d T e、Z n S、Z n S e、Z n T e、H g S、H g S e、H g T e、C d S e S、C d S e T e、C d S T e、Z n S e S、Z n S e T e、Z n S T e、H g S e S、H g S e T e、H g S T e、C d Z n S、C d Z n S e、C d Z n T e、C d H g S、C d H g S e、C d H g T e、H g Z n S、H g Z n S e、H g Z n T e、C d Z n S e S、C d Z n S e T e、C d Z n S T e、C d H g S e S、C d H g S e T e、C d H g S T e、H g Z n S e S、H g Z n S e T e及びH g Z n S T eからなる群から選択される量子ドット、より特には、C d S、C d S e、C d S e / C d S及びC d S e / C d S / Z n Sからなる群から選択される量子ドットを含む。

20

#### 【0066】

一実施形態においては、カドミウム非含有Q Dが適用される。特定の実施形態においては、光コンバータナノ粒子は、I I I - V Q Dを含み、より特には、I n Pをベースとした量子ドット、例えば、コア - シェル型I n P - Z n S Q Dを含む。なお、「I n P量子ドット」又は「I n Pをベースとした量子ドット」という用語、及びそれらに類似した用語は、「裸の」I n P Q Dに関係し得るが、また、I n Pコア上にシェルを有するコア - シェル型I n P Q D、例えば、I n P - Z n S Q Dドットインロッド等のコア - シェル型I n P - Z n S Q Dにも関係し得る。

30

#### 【0067】

代表的なドットは、セレン化カドミウム、硫化カドミウム、ヒ化インジウム及びリン化カドミウム等の二元合金から作られる。しかし、ドットはまた、硫セレン化カドミウム等の三元合金からも作られ得る。これらの量子ドットは、量子ドット体積中に僅か100から100,000の原子を含み、10~50原子の直径を有し得る。これは約2~10ナノメートルに相当する。例えば、直径約3nmのC d S e、I n P又はC u I n S e<sub>2</sub>等の球状粒子が提供され得る。発光ナノ粒子(コーティングなし)は、一次元の粒径が10nm未満の、球状、立方体状、ロッド状、線状、円盤状、マルチボッド状等の形状を有し得る。例えば、長さ20nm、直径4nmのC d S eのナノロッドが提供され得る。従って、一実施形態においては、半導体をベースとした発光量子ドットは、コア - シェル型量子ドットを含む。更に他の実施形態においては、半導体をベースとした発光量子ドットは、ドットインロッド型量子ドットを含む。異なる型の粒子の組み合わせもまた適用され得る。例えば、コア - シェル型粒子及びドットインロッドが適用され得、且つ/又はC d S及びC d S e等の上記ナノ粒子の2種以上の組み合わせが適用され得る。ここで、「異なる型」という用語は、異なる形状、及び半導体発光材料の異なる型に関係し得る。従って、(上記)量子ドット、又は発光ナノ粒子の2種以上の組み合わせもまた適用され得る。

40

#### 【0068】

国際公開第2011/031871号から導かれるような、半導体ナノ結晶の製造方法の一例は、コロイド成長法である。

#### 【0069】

50

一実施形態において、ナノ粒子は、第1の半導体材料を含むコアと、第2の半導体材料を含むシェルを含み、シェルがコア表面の少なくとも一部の上に設けられている半導体ナノ結晶を含み得る。コア及びシェルを含む半導体ナノ結晶はまた、「コア/シェル」半導体ナノ結晶とも呼ばれる。

#### 【0070】

例えば、半導体ナノ結晶は、式MX（ここで、Mは、カドミウム、亜鉛、マグネシウム、水銀、アルミニウム、ガリウム、インジウム、タリウム、又はその混合物であり、Xは、酸素原子、硫黄原子、セレン、テルル、窒素原子、リン、ヒ素、アンチモン、又はその混合物であり得る）で表されるコアを含み得る。半導体ナノ結晶コアとして使用するのに適した材料の例としては、限定はされないが、ZnO、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdO、CdS、CdSe、CdTe、MgS、MgSe、GaAs、GaN、GaP、GaSe、GaSb、HgO、HgS、HgSe、HgTe、InAs、InN、InP、InSb、AlAs、AlN、AlP、AlSb、TiN、TiP、TlAs、TlSb、PbO、PbS、PbSe、PbTe、Ge、Si、これらの何れかを含む合金、及び/又はこれらの何れかを含む混合物（三元及び四元の混合物又は合金を含む）が挙げられる。

#### 【0071】

シェルは、コア組成と同じか又は異なる組成を有する半導体材料であり得る。シェルは、コア表面の半導体材料からなる保護膜を含み、半導体ナノ結晶は、IV族元素、II-V族化合物、II-V族化合物、III-V族化合物、III-V族化合物、IV-V族化合物、I-III-V族化合物、II-IV-V族化合物、II-IV-V族化合物、これらの何れかを含む合金、及び/又はこれらの何れかを含む混合物（三元及び四元の混合物又は合金を含む）を含み得る。例としては、限定はされないが、ZnO、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdO、CdS、CdSe、CdTe、MgS、MgSe、GaAs、GaN、GaP、GaSe、GaSb、HgO、HgS、HgSe、HgTe、InAs、InN、InP、InSb、AlAs、AlN、AlP、AlSb、TiN、TiP、TlAs、TlSb、PbO、PbS、PbSe、PbTe、Ge、Si、これらの何れかを含む合金、及び/又はこれらの何れかを含む混合物が挙げられる。例えば、ZnS、ZnSe又はCdS保護膜は、CdSe又はCdTe半導体ナノ粒子上に成長させることができる。

#### 【0072】

例えば、半導体ナノ結晶（コア）シェル材料の例としては、限定はされないが、赤色（例えば、(CdSe)ZnS（コア）シェル）、緑色（例えば、(CdZnSe)CdZnS（コア）シェル等）及び青色（例えば、(CdS)CdZnS（コア）シェル）が挙げられる（更にまた、上記の、半導体をベースとする特定の光コンバータナノ粒子の例を参照されたい）。

#### 【0073】

従って、特定の実施形態では、光コンバータナノ粒子は、CdS、CdSe、CdTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、HgS、HgSe、HgTe、CdSeS、CdSeTe、CdSTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、HgSeS、HgSeTe、HgSTe、CdZnS、CdZnSe、CdZnTe、CdHgS、CdHgSe、CdHgTe、HgZnS、HgZnSe、HgZnTe、CdZnSeS、CdZnSeTe、CdZnSTe、CdHgSeS、CdHgSeTe、CdHgSTe、HgZnSeS、HgZnSeTe、HgZnSTe、GaN、GaP、GaAs、AlN、AlP、AlAs、InN、InP、InAs、GaNp、GaNAs、GaPAs、AlNP、AlNAs、AlPAs、InNP、InNAs、InPAs、GaAlNP、GaAlNAs、GaAlPAs、GaInNP、GaInNAs、GaInPAs、InAlNP、InAlNAs、及びInAlPAsの1種以上を含むコア及びシェルを有する、コア-シェル型ナノ粒子からなる群から選択される。

#### 【0074】

一般に、コア及びシェルは同じクラスの材料を含むが、例えば、ZnSシェルがCdSeコアを包囲しているような、実質的に異なる材料から構成される。

#### 【0075】

追加的に又は代替的に、更なる発光材料はまた、他の発光材料、例えば、窒化物発光材料を含む2価のユーロピウム、又は酸窒化物(oxonitride)発光材料を含む2価のユーロピウムからなる群から選択される1種以上、例えば、 $(Ba, Sr, Ca)S:Eu$ 、 $(Mg, Sr, Ca)AlSiN_3:Eu$ 及び $(Ba, Sr, Ca)_2Si_5N_8:Eu$ からなる群から選択される1種以上の材料を含み得る。これらの化合物において、ユーロピウム(Eu)は、実質的に2価であるか、又は2価のみであり、示した2価のカチオンの1種以上を置換する。一般に、Euは、カチオンの10%より多くの量は含まれないであ  
10  
ろう。特に、それが置換するカチオンの約0.5~10%の範囲であり、より特に、約0.5~5%の範囲である。「:Eu」又は「;Eu<sup>2+</sup>」という用語は、金属イオンの一部がEuで(これらの例では、Eu<sup>2+</sup>で)置換されていることを示している。例えば、 $CaAlSiN_3:Eu$ 中にEu 2%と仮定すると、正しい式は、 $(Ca_{0.98}Eu_{0.02})AlSiN_3$ となろう。2価のユーロピウムは、一般に、上記2価のアルカリ土類カチオン、特に、Ca、Sr又はBa等の2価のカチオンを置換するであろう。材料 $(Ba, Sr, Ca)S:Eu$ はまた、 $MS:Eu$ (ここで、Mは、バリウム(Ba)、ストロンチウム(Sr)及びカルシウム(Ca)からなる群から選択される1種以上の元素である)として示され得る。この化合物では、特に、Mは、カルシウム若しくはスト  
20  
ロンチウム、又はカルシウム及びストロンチウムを含み、より特に、カルシウムを含む。ここで、Euが導入され、M(即ち、Ba、Sr及びCaの1種以上)の少なくとも一部を置換する。更に、材料 $(Ba, Sr, Ca)_2Si_5N_8:Eu$ もまた、 $M_2Si_5N_8:Eu$ (ここで、Mは、バリウム(Ba)、ストロンチウム(Sr)及びカルシウム(Ca)からなる群から選択される1種以上の元素である)として示され得る。この化合物では、特に、Mは、Sr及び/又はBaを含む。他の特定の実施形態では、Mは、Sr及び/又はBaからなり(Euの存在は考慮していない)、特に、例えば、 $Ba_{1.5}Sr_{0.5}Si_5N_8:Eu$ 、(即ち、75%Ba、25%Sr)等、50~100%、特に50~90%のBaと、50~0%、特に50~10%のSrとからなる。ここで、Euが導入され、M(即ち、Ba、Sr及びCaの1種以上)の少なくとも一部を置換する。同様に、材料 $(Ba, Sr, Ca)AlSiN_3:Eu$ もまた、 $MAAlSiN_3:Eu$   
30  
(ここで、Mは、バリウム(Ba)、ストロンチウム(Sr)及びカルシウム(Ca)からなる群から選択される1種以上の元素である)として示され得る。この化合物では、特に、Mは、カルシウム若しくはストロンチウム又はカルシウム及びストロンチウムを含み、より特に、カルシウムを含む。ここで、Euが導入され、M(即ち、Ba、Sr及びCaの1種以上)の少なくとも一部を置換する。一実施形態において、好ましくは、更なる発光材料は、 $(Ca, Sr, Mg)AlSiN_3:Eu$ 、好ましくは、 $CaAlSiN_3:Eu$ を含む。更に、前記のものと組み合わせられてもよい他の実施形態では、更なる発光材料は、 $(Ca, Sr, Ba)_2Si_5N_8:Eu$ 、好ましくは、 $(Sr, Ba)_2Si_5N_8:Eu$ を含む。「(Ca, Sr, Ba)」という用語は、対応するカチオンが、カルシウム、ストロンチウム又はバリウムで占められ得ることを示している。それは、又  
40  
、そのような材料の対応するカチオン部位が、カルシウム、ストロンチウム及びバリウムからなる群から選択されるカチオンで占められ得ることを示している。従って、材料は、例えば、カルシウム及びストロンチウム、又はストロンチウムのみ等を含み得る。

#### 【0076】

更なる発光材料はまた、3価のセリウム含有ガーネット(上記を参照)、及び3価のセリウム含有酸窒化物からなる群から選択される1種以上の発光材料を含み得る。酸窒化物材料は、当該技術分野では、しばしば酸窒化物(oxynitride)材料としても示される。

#### 【0077】

従って、一実施形態においては、更なる発光材料は少なくとも赤色光を発するように構成され、本明細書で定義されている2種(以上)の蛍光体を含む(有機)発光材料は、少  
50

なくとも緑色及び／又は黄色の光を発するように構成され、そして、特に、光源は青色光を発するように構成される。記載したように、更に発光材料は、量子ドットをベースとする発光材料を含む。

#### 【0078】

従って、一実施形態においては、光源は青色光を発するように構成され、照明装置は、更に、赤色光を発するように構成される更なる発光材料を含み、更なる発光材料は、 $(Ba, Sr, Ca)S:Eu$ 、 $(Mg, Sr, Ca)AlSiN_3:Eu$  及び  $(Ba, Sr, Ca)_2Si_5N_8:Eu$  からなる群から選択される発光材料、(任意選択的に量子ドットをベースとした発光材料(上記も参照))、(並びに、任意選択的に有機赤色発光体(下記も参照))を含む。代替的に又は追加的に、更なる発光材料は、量子ドットをベースとした発光材料を含む。更なる発光材料は、マトリックスに埋め込まれてもよく、且つ／又はマトリックスのコーティングとして適用されてもよい。追加的に又は代替的に、更なる発光材料は又、照明装置の他の場所に配置されてもよいが、更に、光源光の少なくとも一部を可視光に変換するように構成されてもよく、それは、任意選択的に有機発光材料の光を補完し得る。従って、特定の実施形態では、照明装置は、更に、マトリックスに埋め込まれた量子ドットをベースとする発光材料を含む。

10

#### 【0079】

「更なる発光材料」という用語は、従ってまた、複数の異なる更なる発光材料にも関係し得る。更なる発光材料は、特に有機発光材料のように、マトリックスに埋め込まれる等、光コンバータに含まれてもよく、光コンバータ上の層等、光コンバータの外にあっててもよく、又は照明装置の他の場所にあっててもよい。そのような構成の2つ以上の組み合わせもまた可能である。従って、一実施形態では、量子ドットをベースとした発光材料等の更なる発光材料は、マトリックスに埋め込まれている。

20

#### 【0080】

上述したように、照明装置は、(a)光源光を発生するように構成される光源、及び(b)光源光の少なくとも一部を可視コンバータ光に変換するように構成される光コンバータを含む。

#### 【0081】

光コンバータ、又は、特に発光材料は、光源光の少なくとも一部を変換するように構成される。換言すれば、光源は、光コンバータ、特に発光材料に、放射線的に結合されると言うことができる。光源が実質的にUV光を放射する光源を含むとき、発光材料は、発光材料に作用する光源光の全てを実質的に変換するように構成されてもよい。光源が青色光を生成するように構成される場合、発光材料は光源光を部分的に変換してもよい。構成に応じて、残りの光源光の一部は、発光材料を含む層を透過してもよい。ここで、この用語は、有機発光材料及び更なる発光材料の1つ以上に関係し得る。

30

#### 【0082】

光源という用語は、原則として、当該技術分野で知られている任意の光源に関係し得るが、特に、LEDをベースとした光源(本明細書では、またLEDとして示される)を指し得る。理解のために、下記の説明では、LEDをベースとした光源についてのみ記載する。光源は、UV及び／又は青色光を発するように構成される。好ましい実施形態では、発光ダイオードは、青色成分を有するLED光を生成するように構成される。換言すれば、光源は、青色LEDを含む。従って、一実施形態では、光源は、青色光を生成するように構成される。特に、LEDは固体LEDである。「光源」という用語は、特に、LED又は固体レーザのような固体光源等の電氣的光源に関係し得る。

40

#### 【0083】

更に他の実施形態においては、発光ダイオードは、UV成分を有するLED光を生成するように構成される。換言すれば、光源はUV LEDを含む。UV光源が適用され、青色又は白色光が所望されるとき、青色成分として、例えば、よく知られた材料の  $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$  及び／又は  $(Sr, Ba, Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$  が適用され得る。しかしながら、UV光を青色光に変換することができる他の発光材料

50

もまた、代替的に又は追加的に適用され得る。そのような青色発光材料は、光源の一部として、又は離れて適用されてよく、任意選択的に（また）光コンバータに含まれてもよい。本明細書に記載されている発光材料の全てが光源に放射線的に結合されてもよいが、任意選択的に、１種以上の発光材料が１種以上の他の発光材料と放射線的に結合されていてもよい（即ち、それらは、１種以上の他の発光材料の発光を受光するように構成され、その発光により励起され得る）。

#### 【００８４】

好ましくは、光源は、動作中、２００～４９０ｎｍの範囲から選択される波長の光を少なくとも放射する光源、特に、動作中、４００～４９０ｎｍの範囲、より一層特には、４４０～４９０ｎｍの範囲から選択される波長の光を少なくとも放射する光源である。この光は一部が発光材料によって使用され得る（下記を参照）。特定の実施形態においては、光源は、固体ＬＥＤ光源（ＬＥＤ又はレーザダイオード等）を含む。「光源」という用語はまた、複数の光源、例えば２～２０個の（固体）ＬＥＤ光源に関係し得る。従って、ＬＥＤという用語はまた、複数のＬＥＤを指し得る。従って、特定の実施形態においては、光源は青色光を生成するように構成される。更に他の実施形態においては、照明装置は、ＬＣＤ用途のバックライトユニットとして適用され得る。従って、本発明は、更なる態様において、バックライトユニットを含み、バックライトユニットが、本明細書に定義されている照明装置の１つ以上を含む液晶表示装置を提供する。

#### 【００８５】

本明細書において、白色光という用語は、当業者には知られている。それは、特に、約２０００～２００００Ｋ、特に、２７００～２００００Ｋ、一般的な照明では特に２７００Ｋ～６５００Ｋの範囲、及びバックライトの目的では特に７０００Ｋ～２００００Ｋの範囲の相関色温度（ＣＣＴ）を有し、且つ、ＢＢＬ（黒体軌跡）の約１５ＳＤＣＭ（等色標準偏差）以内の、特にＢＢＬの約１０ＳＤＣＭ以内の、より一層特にはＢＢＬの約５ＳＤＣＭ以内の光に関係している。

#### 【００８６】

一実施形態においては、例えば、直接蛍光体変換型ＬＥＤ（例えば、１００００Ｋを得るため、蛍光体の薄層を有する青色発光ダイオード）等、光源はまた、約５０００～２００００Ｋの相関色温度（ＣＣＴ）を有する光源光を発し得る。従って、特定の一実施形態においては、光源は、５０００～２００００Ｋの範囲、より一層特には、６０００～２００００Ｋ、例えば８０００～２００００Ｋの範囲の相関色温度を有する光源光を提供するように構成される。色温度が比較的高いことの利点は、光源光中に比較的高い青色成分が存在し得ることであり得る。

#### 【００８７】

照明装置は、式ⅠＡ及び／又はⅠＢで表される有機発光材料を含む光コンバータを少なくとも含む。他の（更なる）発光材料も含まれ得る。１種以上の更なる発光材料は、各々個々にマトリックスに含まれ得るが、又、マトリックス上のコーティング若しくは層として設けられてもよく、又は照明装置の他の場所に配置されてもよい。

#### 【００８８】

照明装置は、特に、白色光を発するように構成されてもよい。任意選択的に、照明装置は、着色光を発するように構成されるか、又は、照明装置の制御のやり方に応じて、着色光及び白色光を発することができるように構成される。

#### 【００８９】

「紫色光」又は「紫色発光」という用語は、特に、約３８０～４４０ｎｍの範囲の波長を有する光に関係する。「青色光」又は「青色発光」という用語は、特に、約４４０～４９０ｎｍの範囲の波長を有する光（紫色及び青緑色の色合いを幾らか含んでいる）に関係する。「緑色光」又は「緑色発光」という用語は、特に、約４９０～５６０ｎｍの範囲の波長を有する光に関係する。「黄色光」又は「黄色発光」という用語は、特に、約５４０～５７０ｎｍの範囲の波長を有する光に関係する。「橙色光」又は「橙色発光」という用語は、特に、約５７０～６００ｎｍの範囲の波長を有する光に関係する。「赤色光」又は



「赤色発光」という用語は、特に、約 600 ~ 750 nm の範囲の波長を有する光に係する。「桃色光」又は「桃色発光」という用語は、青色及び赤色成分を有する光を指す。「可視」、「可視光」又は「可視発光」という用語は、約 380 ~ 750 nm の範囲の波長を有する光を指す。

【0090】

光源は、反射壁 (TiO<sub>2</sub> 等の反射材料でコーティングされているような) 及び光透過窓を有するチャンバー内に構成されてもよい。一実施形態においては、窓は光変換層である。更に他の実施形態では、窓は光変換層を含む。この層は、窓の上流又は下流に配置され得る。更に他の実施形態においては、光変換層は窓の両側に適用される。

【0091】

「上流」及び「下流」という用語は、光発生手段 (ここでは、特に第 1 の光源) からの光の伝播に対する部品又は機構の配置に関係しており、光発生手段からの光線の第 1 の位置に対し、光発生手段により近い光線の第 2 の位置が「上流」であり、光発生手段から更に遠い光線の第 3 の位置が「下流」である。

【0092】

効率及び / 又は安定性を考慮すると、光コンバータ (及び、任意選択的に、光コンバータ内にない他の発光材料) は、光源から非零の距離、例えば 0.5 ~ 50 mm、例えば 1 ~ 50 mm の距離に配置することが有利であり得る。従って、一実施形態においては、光コンバータは、光源の非零の距離に構成され得る。例えば、光コンバータ、又は特に (有機) 発光材料は、照明ユニットの窓に適用または含まれ得る。従って、一実施形態においては、光コンバータは、光源から非零の距離に構成され得る。しかしながら、発明は、光コンバータと光源との距離が非零である適用に限定されるものではないことに留意されたい。本発明及び本明細書に記載の特定の実施形態はまた、光源及び光コンバータが物理的に接触している他の実施形態にも提供され得る。そのような例においては、光コンバータは、特に、例えば LED ダイと物理的に接触した状態で構成され得る。

【0093】

光源が青色光を発するように構成される場合、発光材料は光源光の一部のみを変換するように構成されてもよい。一実施形態では、光源光の青色光、有機発光材料光、及び任意選択の更なる発光材料、例えばナノ粒子をベースとした発光材料の光は、一実施形態においては、一緒になって白色光を発し得る。

【0094】

本明細書において、「実質的に全ての発光」又は「実質的に ~ からなる」等における「実質的に」という用語は、当業者であれば理解されよう。「実質的に」という用語は、また、「全面的に」、「完全に」、「全て」等を有する実施形態を含み得る。従って、実施形態においては、形容詞もまた、実質的に除かれ得る。該当する場合、「実質的に」という用語は、また、90 % 以上、例えば 95 % 以上、特に 99 % 以上、より一層特には 99.5 % 以上、例えば 100 % に関係し得る。「~ を含む」という用語もまた、「~ を含む」という用語が「~ からなる」を意味する実施形態を含む。「及び / 又は」という用語は、特に、「及び / 又は」の前及び後に記載の 1 つ以上の事項に係する。例えば、「事項 1 及び / 又は事項 2」という句、及びそれに類似した句は、事項 1 及び事項 2 の 1 つ以上に関係し得る。「~ を含む」という用語は、一実施形態においては、「~ からなる」を指し得るが、他の実施形態ではまた、「少なくとも定義された種を含み、且つ任意選択的に他の 1 種以上の種を含む」ことを指し得る。

【0095】

更に、明細書及び特許請求の範囲における、第 1 の、第 2 の、第 3 の、等の用語は、類似の要素を区別するために使用されるが、必ずしも発生順又は年代順を記載するためではない。当然ながら、そのように使用される用語は、適切な状況下では互いに交換可能であり、また、本明細書に記載の発明の実施形態は、本明細書に記載又は説明されたのとは異なる順序で動作させることができる。

【0096】

本明細書においては、特に、動作下の装置が記載されている。当業者には明らかなように、本発明は、動作の態様又は動作中の装置に限定されない。

【0097】

上記実施形態は、本発明を限定するよりむしろ説明するものであり、当業者であれば添付の特許請求の範囲から逸脱することなく多数の代替の実施の形態を考案することができることに注意されたい。特許請求の範囲では、括弧内に配された如何なる参照符号も、特許請求の範囲を限定するように解釈されるべきではない。動詞「含む」及びその活用の使用は、特許請求の範囲に記載されている構成要素又は工程以外の構成要素又は工程の存在を排除するものではない。構成要素の前に付された冠詞「a」又は「an」は、複数のそのような構成要素の存在を排除するものではない。ある方策が互いに異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの方策の組み合わせが有利に用いられ得ないことを示すものではない。

10

【0098】

本発明は更に、本明細書に記載された、及び／又は添付の図面に示された特徴の1つ以上を含む装置に適用する。本発明は更に、本明細書に記載された、及び／又は添付の図面に示された特徴の1つ以上を含む方法又はプロセスに関連する。

【0099】

本特許で論じられた様々な態様は、更なる利点をもたらすために組み合わせられ得る。更に、特徴の幾つかは、1つ以上の分割出願の基礎を形成することができる。

【0100】

20

「～を含むアリール基」又は「～を含むヘテロアリール基」という句、及びこれらに類似した句は、そのような炭化水素がそれぞれ少なくともアリール基又はヘテロアリール基を含むことを示しているが、実施形態においては、それぞれそのような基を2つ以上含んでもよい。

【0101】

本発明は、更なる態様において、個々の蛍光体の1種以上（即ち、1種以上の異性体）を提供する。一実施形態では、本発明は2410A蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2410B蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2441A蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2441B蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2442A蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2442B蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2463A蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2463B蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2475A蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2475B蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2485A蛍光体を提供する。一実施形態では、本発明は2485B蛍光体を提供する。本発明は更に、そのような（個々の）有機蛍光体を含む発光材料を含むマトリックスを提供する。更にまた、本発明は、そのような（個々の）有機蛍光体を含む発光材料を提供する。本発明は更に、照明装置及び光コンバータであって、光コンバータがそのような（個々の）有機蛍光体を含む発光材料を含む照明装置及び光コンバータを提供する。発光材料及び光源は、特に、放射線的に結合される（上記もまた参照）。本発明は更に、本明細書に示されているモノマーの誘導体に言及する。

30

40

【0102】

次に、添付した概略図を参照しながら、本発明の実施形態を、単に一例として記載する。図中、対応する参照符号は、対応する部分を示す。図面は次の通りである。

【図面の簡単な説明】

【0103】

【図1A】照明装置の一実施形態を概略的に図示したもので、図面は必ずしも一定の比率の縮尺ではない。

【図1B】照明装置の一実施形態を概略的に図示したもので、図面は必ずしも一定の比率の縮尺ではない。

【図1C】照明装置の一実施形態を概略的に図示したもので、図面は必ずしも一定の比率

50

の縮尺ではない。

【図 1 D】照明装置の一実施形態を概略的に図示したもので、図面は必ずしも一定の比率の縮尺ではない。

【図 1 E】照明装置の一実施形態を概略的に図示したもので、図面は必ずしも一定の比率の縮尺ではない。

【図 1 F】照明装置の一実施形態を概略的に図示したもので、図面は必ずしも一定の比率の縮尺ではない。

【図 2 A】式 I A 及び I B の蛍光体に関する情報を示す。

【図 2 B】式 I A 及び I B の蛍光体に関する情報を示す。

【図 2 C】式 I A 及び I B の蛍光体に関する情報を示す。

10

【図 3 A】合成スキーム及び製造された多くの発光材料を示す。

【図 3 B】合成スキーム及び製造された多くの発光材料を示す。

【図 3 C】合成スキーム及び製造された多くの発光材料を示す。

【図 4 A】それらの発光材料の酢酸エチル中の発光スペクトル（室温）を示し、F 0 8 3（最新のペリレン誘導体）とも比較する。

【図 4 B】青色 L E D を励起源として用い、更にその発光材料を他の有機発光材料と組み合わせ用いた白色光発光スペクトルを示す（実験の最後の表 2 も参照）。

【図 4 C】青色 L E D を励起源として用い、更にその発光材料を量子ドット物質と組み合わせ用いた白色光発光スペクトルを示す（実験の最後の表 2 も参照）。

【図 4 D】青色 L E D を励起源として用い、更にその発光材料を赤色 L E D と組み合わせ用いた白色光発光スペクトルを示す（実験の最後の表 2 も参照）。

20

【図 4 E】青色 L E D を励起源として用い、更にその発光材料を他の有機発光体と組み合わせ用いた白色光発光スペクトルを示す（実験の最後の表 2 も参照）。

【図 4 F】青色 L E D を励起源として用い、更にその発光材料を他の有機発光体と組み合わせ用いた白色光発光スペクトルを示す（実験の最後の表 2 も参照）。

【図 5 A】蛍光体 2 4 8 5 A / 2 4 8 5 B を示す。

【図 5 B】蛍光体 2 4 7 5 A / 2 4 7 5 B を示す。

【発明を実施するための形態】

【0 1 0 4】

図 1 A は、光コンバータ 1 0 0 を有する照明装置を概略的に図示しており、この実施形態では、それは式 1 の発光材料 1 4 0 を少なくとも含む。この実施形態では、発光材料 1 4 0 は、P E T 等の（ポリマー）マトリックスに埋め込まれている。図から明らかなように、発光材料（光コンバータ 1 0 0 中）及び光源（符号 1 0 で示す）との間に非零の距離 d を有するリモート型が示されている。照明装置 1 は、光源光 1 1、特に青色及び / 又は U V 光を発するように構成される光源 1 0 を 1 つ以上含む。照明装置 1 は、そのような光源を複数含み得る。白色タイプの光源光（符号 2 で示す）が望まれるとき、緑色及び / 又は黄色、或いは少なくともその一部が、緑色及び / 又は黄色発光材料 1 4 0 によって発せられ、且つ青色光及び赤色光が 1 つ以上の光源、及び光源と他の発光材料、特に更なる発光材料との組み合わせによって発せられる、R G B コンセプトを使用することが必要になり得る。更なる発光材料は、符号 1 3 0 で示されており、更なる発光材料光 1 3 1 を発する。

30

40

【0 1 0 5】

式 I の発光材料 1 4 0 は、光源光 1 1、及び / 又は 1 種以上の他の発光材料の発光、例えば、更なる発光材料光 1 3 1 により励起されて、発光材料光 1 4 1 等を発する。ここで、光コンバータ 1 0 0 は、光源 1 0 から離れており、光コンバータ 1 0 0 に埋め込まれている発光材料も又、それ故、離れている。任意選択の更なる発光材料 1 3 0 もまた、離れて配置され得る（下記を参照）が、一例として、L E D ダイ上のドーム内に、及び / 又は層として等、光源 1 0 に近接している。

【0 1 0 6】

単に一例として、更なる発光材料 1 3 0 のない 1 つの光源が図示されている。しかしな

50

がら、他の実施形態では、全ての光源 10 が、少なくとも更なる発光材料 130 を有するように構成され得る。また、一例として、3つの光源 10 が図示されている。しかしながら、3超又は3未満の光源が適用され得る。

#### 【0107】

光源 10 が青色及び／又はUV光を発し得ることに留意されたい。更なる発光材料 130 は、特に（光源 10 の前記光によって）励起されて赤色光を発し得る。任意選択的に、更なる発光材料 130 はまた、緑色及び／又は黄色光を発し得る。

#### 【0108】

図1A及び他の図面は、キャビティ 172 の少なくとも一部を囲み、透過部 173 を有する筐体 171 を備えた光チャンパー 170 を有する装置を概略的に示す。一実施形態において、透過部 173 は、光コンバータ 100 を含むか、又は、特に光コンバータからなり得る。筐体の非透過部の表面は符号 171 で示されている。表面 171 の少なくとも一部は、反射膜等の反射体を含み得る。

10

#### 【0109】

光コンバータ 100 は、励起されて、発光材料光 141 を少なくとも含み、任意選択的に他の発光体光も含み得る、光コンバータ光 111 を発する（下記を参照）。符号 2 で示す照明装置光は、光コンバータ光 111 / 発光材料光 141 を少なくとも含み、任意選択的に光源光 11、更なる発光材料光 131 及び他の発光材料光（図示されていない）の1つ以上を含み得る。

#### 【0110】

20

図1Bは、光コンバータ 100 が更なる発光材料 130 を有する上流層を含み得る実施形態を概略的に示す。これは、任意選択的に、同じマトリックスを含むが、異なる発光材料を含む2つの層を含む光コンバータであり得る。更なる発光材料 130 を含む層と光源との距離が  $d_1$  で示されている。この距離は、この実施形態では、非零であり、図1Aに概略的に図示された実施形態とは異なっている。

#### 【0111】

図1Cは、光コンバータ 100 が、例えば、量子ドットの形態の更なる発光材料 130 と、式Iの発光材料 140 とを含む実施形態を概略的に示す。発光材料 140 と更なる発光材料 130 は何れもこの実施形態では、（リモート）光コンバータに埋め込まれている。即ち、光コンバータ 100 の（ポリマー）マトリックスに埋め込まれている。

30

#### 【0112】

図1Dは、透過部 173 が少なくとも2種の、 $0.25\text{ cm}^3$  を超える体積を有するセグメントを含み、その2種のセグメントが発光材料と更なる発光材料を異なる重量比で含んでいる実施形態を概略的に示す。例えば、第1のセグメントが、発光材料として発光材料 140 のみを含み、第2のセグメントが、発光材料として更なる発光材料 130 のみを含んでいる。この実施形態では、発光材料 140 はまた、PET等の（ポリマー）マトリックスに埋め込まれ得る。同様に、更なる発光材料 130 もまた、PET等の（ポリマー）マトリックスに埋め込まれ得る。

#### 【0113】

図1Eは、筐体 170 が透過拡散体 160 を（透過部 173 として）含み、光コンバータが筐体 171 の非透過部の少なくとも一部に適用されている実施形態を概略的に示す。

40

#### 【0114】

図1Fは、反射的構成を概略的に示す。上記のように、発光材料 140 と、任意選択的に更なる発光材料 130 が、（何れも）（ポリマー）マトリックスに埋め込まれ得る。

#### 【0115】

図1Dのセグメント化された光コンバータを、例えば、1A、1B、1E、1F等の他の図面に示された光コンバータと組み合わせる、又は代替とする等、実施形態の組み合わせもまた、適用され得る。

#### 【0116】

図1A～図1Dにおいて、照明装置は、マトリックスを含む、又はマトリックスからな

50

る光透過窓を含む。従って、マトリックスは、光透過窓として適用され得る。図 1 E ~ 1 F において、透過拡散体は透過窓として使用される。透過窓は、外囲体として、又は外囲体の一部として使用される。ここで、透過窓はキャビティ 172 の少なくとも一部を覆う。透過窓は必ずしも平らであるとは限らないことに留意されたい。実施形態において、マトリックスを含む透過窓もまた、TLEDの実施形態や、レトロフィット白熱灯（電球）のように湾曲していてもよい。

#### 【0117】

図 2 A は、式 I A 及び I B に蛍光体の組み合わせを示す。それらの組み合わせは、上記のように、幾つかの特定の装置実施形態と関連させて、発光材料に利用可能であり得る。図 2 B は、式 I I の基を示し、それは、置換基、又は置換基の一部（ $G_1 \sim G_{12}$  の 1 つ以上（I A 及び I B の 1 つ以上において））であり得る。特定の条件下、特に、 $G_9$ 、 $G_{12}$  のとき、及び  $G_{10}$ 、 $G_{11}$  のとき、図 2 C に示すような、式 I A、I A'、I B、I B' の 4 つの異なる系が得られ得る。

#### 【実施例】

#### 【0118】

例として、以下に幾つかの合成が記載される。図 3 A ~ 3 C に合成スキームが示されている。それらの物質の発光スペクトルが、F083（従来技術の系）とも比較されて、図 4 a に示されている。

#### 【0119】

2410（異性体の混合物）の合成：

1. 4 - (2 - ニトロフェノキシ) - 1, 8 - ナフタル酸無水物 2458 .

DMF (1 L) 中の、4 - ブロモナフタル酸無水物 (50 g、180.46 mmol)、2 - ニトロフェノール (50.2 g、360.92 mmol)、NaOH (13 g、325.17 mmol) 及び銅粉 (1.9 g) の混合物が、窒素下で 2 時間還流された。混合物が冷却され、塩酸水溶液 (20%、1 L) に注がれ、沈澱した固形物が濾過され、水で洗浄され、AcOH 中で再結晶化されて、出発材料と所期化合物 2458 の混合物が得られた。熱トルエンによる固形分の洗浄により、未反応の出発原料が除去され、真空乾燥後、ベージュ色の固体として化合物 2458 (11.5 g、10%) が得られた。

#### 【0120】

2. 4 - (2 - アミノフェノキシ) - 1, 8 - ナフタル酸無水物 2459 .

化合物 2458 (11.0 g、32.81 mmol) の 1, 4 - ジオキサン (800 mL) 中懸濁液が、窒素雰囲気下、加温されて、透明溶液が得られた。その後、混合物が 60 に冷却され、10% Pd/C (2.5 g) が添加された。水素雰囲気下 (バルーン)、60 で 20 時間、混合物が攪拌され、その後、40 に冷却され、セライトパッドにより濾過され、濃縮されて、黄色の固体として粗化合物 2459 (9.5 g、95%) が得られ、そのまま次工程で使用された。

#### 【0121】

3. ベンゾ [k, l] キサンテン - 3, 4 - ジカルボン酸無水物 2460 .

化合物 2459 (6.1 g、19.98 mmol) の AcOH (120 mL) 溶液が、0 ~ 5 で、濃塩酸 (5.3 mL) 及び水 (7 mL) で処理された。亜硝酸ナトリウム (1.6 g、23.98 mmol) の水 (10 mL) 溶液が滴下され、混合物が 0 ~ 8 で 2 時間攪拌された。ジアゾニウム溶液が、沸騰している硫酸銅 (II) 水和物 (13.4 g、53.75 mmol) の水 (180 mL) 及び酢酸 (11 mL) 中溶液に少量ずつ 30 分かけて添加された。添加が完了した後、混合物が更に 30 分間沸騰され、冷却され、濾過された。得られた沈澱物が水で洗浄され、DMF から再結晶化されて、黄色の固体として、表題の化合物 (1.2 g、21%) が得られた。

#### 【0122】

4. 8H - ベンゾ [3, 4] イソクロメノ [7, 8, 1 - def] ベンゾ [4, 5] イミダゾ [1, 2 - b] イソキノリン - 8 - オン及び 7H - ベンゾ [3, 4] イソクロメノ [7, 8, 1 - def] ベンゾ [4, 5] イミダゾ [2, 1 - a] イソキノリン - 7 - オ

ンの混合物：2410．

1460 (260 mg、0.90 mmol) 及び o - フェニレンジアミン (215 mg、1.98 mmol) のプロピオン酸 (30 mL) 中混合物が140 で20時間撹拌された。黄色の溶液が赤色になった。混合物が室温にまで冷却され、5%の塩酸水溶液 (30 mL) に注がれ、そして沈殿物が濾過によって集められ、水で洗浄され、DMF から再結晶化された。得られた結晶がメタノールで洗浄され、乾燥されて、室温で溶解性の低い橙色の固体として標題の化合物 (異性体の混合物、270 mg、83%) が得られた。

(exc) (酢酸エチル) = 447 nm 及び 475 nm。 (em) (酢酸エチル) 487 nm 及び 521 nm。用語「 (exc) 」は励起波長 (即ち、励起される波長) を意味し、用語「 (em) 」は蛍光波長 (即ち、発光が観察される発光波長) を意味する。

図3A、図3C (2410) 及び図4A (87 (2410)) もまた参照されたい。

#### 【0123】

2441 (異性体の混合物) の合成：

1. 6 - クロロ - 2 - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 1H - ベンゾ [de] イソキノリン - 1, 3 (2H) - ジオン (2368) 。

4 - クロロナフタル酸無水物 (10 g、43.0 mmol) 及び 2, 6 - ジイソプロピルアニリン (16.2 mL、86 mmol) の AcOH (300 mL) 中混合物が終夜環流された。混合物が冷却され、水に注がれた。沈殿物が濾過によって集められ、水で洗浄され、真空乾燥された。SiO<sub>2</sub> (DCM / ヘプタン = 2 : 1) カラムクロマトグラフィによる精製により、7.5 g (44%) の純粋な化合物 2368 が得られた。

#### 【0124】

2. 4 - (2 - ニトロフェノキシ) - N - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 1, 8 - ナフタルイミド (2369) 。

2368 (7.5 g、19.1 mmol)、2 - ニトロフェノール (13.5 g、34.4 mmol) 及び K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (5.3 g、38.2 mmol) の NMP (300 mL) 中混合物が、窒素雰囲気下、90 で終夜撹拌された。混合物が冷却され AcOH (150 mL) 及び氷水の混合液に注がれた。5分後、2NHCl (200 mL) が添加され、混合物がトルエン (4x) で抽出された。集められた有機層が水及び塩水で洗浄され、乾燥され (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)、濾過され、濃縮された。SiO<sub>2</sub> (DCM / ヘプタン = 1 / 1 ~ 2 : 1) カラムクロマトグラフィによる精製により、白色固体として 6.7 g (71%) の純粋な化合物 2369 が得られた。

#### 【0125】

3. 4 - (2 - アミノフェノキシ) - N - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 1, 8 - ナフタルイミド (2370) 。

THF (60 mL) 及び MeOH (50 mL) の混合液に溶解された化合物 2369 の溶液が、窒素雰囲気下、加温されて、透明な溶液が得られた。その後、混合物が室温にまで冷却され、10% Pd / C (2 g) が添加された。混合物が水素雰囲気下 (バルーン) 室温で2時間撹拌され、セライトパッドで濾過され、濃縮された。SiO<sub>2</sub> (DCM) カラムクロマトグラフィによる精製により、黄色固体として 4.9 g (90%) の純粋な化合物 2370 が得られた。

#### 【0126】

4. 2 - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 1H - キサンテノ [2, 1, 9 - def] イソキノリン - 1, 3 (2H) - ジオン (2363) 。

化合物 2370 (5.1 g、11.0 mmol) の AcOH (80 mL) 溶液が塩酸 (1.5 M、21 mL) 及び亜硝酸ナトリウム (3.0 g、43.9 mmol、水 20 mL 中) により 0 で処理された。60分後、CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O (11.24 g、45.0 mmol) の水 (130 mL) 溶液が添加された。混合物が更に 0.5 時間環流され、その後冷却された。沈殿した基色の固体が濾過され、水で洗浄され、真空乾燥された。SiO<sub>2</sub> (DCM / ヘプタン = 1 / 1 ~ 2 : 1) カラムクロマトグラフィによる精製により、黄色固体として 850 mg (17%) の純粋な化合物 2363 が得られた。M + H = 4

10

20

30

40

50

48.1。  $m_{\max}$  (酢酸エチル) = 421 nm、  $\epsilon$  = 25500 及び 444 nm  $\epsilon$  = 21300。 (em) (酢酸エチル) 460 nm 及び 490 nm。

【0127】

5. 5, 11 - ジブプロモ - 2 - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 1H - キサンテノ [2, 1, 9 - def] イソキノリン - 1, 3 (2H) - ジオン (2404)

窒素下、化合物 2363 (2 g、4.47 mmol) の  $\text{CHCl}_3$  (160 mL) 溶液中に、臭素 (2.7 mL、53.64 mmol) が添加された。混合物が 60 で 5 時間撹拌され、室温にまで冷却され、濃縮された。各種の臭素化物がカラムクロマトグラフィ ( $\text{SiO}_2$ 、溶離液: トルエン / DCM 1 / 1 ~ 2 / 1) により分離された。黄色固体として、化合物 2404 (1.8 g、66%) が得られた。

10

【0128】

6. 2 - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 5, 11 - ジフェニル - 1H - キサンテノ [2, 1, 9 - def] イソキノリン - 1, 3 (2H) - ジオン (2401) :

窒素下、化合物 2404 (500 mg、0.83 mmol)、フェニルボロン酸 (810 mg、6.64 mmol)、 $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$  (40 mg、0.03 mmol) 及び  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (265 mg、2.50 mmol) が、脱ガスされた EtOH (1 mL)、ベンゼン (15 mL) 及び水 (2 mL) の混合液に添加された。混合物の反応が終夜 80

で行われた。反応が水の添加によって停止され、DCM (3x) で抽出された。集められた有機層が水、塩水で洗浄され、乾燥され ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )、濾過され、減圧下で濃縮された。粗固体がカラムクロマトグラフィ ( $\text{SiO}_2$ 、溶離液: DCM / ヘプタン 2 / 1) により精製された。黄色固体として化合物 2401 (490 mg、98%) が得られた。 $M + H = 600.3$ 。  $m_{\max}$  (酢酸エチル) = 435 nm、  $\epsilon$  = 17700 及び 455 nm、  $\epsilon$  = 15600。 (em) (酢酸エチル) 489 nm 及び 516 nm。

20

【0129】

7. 5, 11 - ジフェニルイソクロメノ [6, 5, 4 - mna] キサンテン - 1, 3 - ジオン (2456) :

化合物 2401 (1.20 g、2.00 mmol) の tBuOH (60 mL) 及び 1, 4 - ジオキサン (15 mL) 中溶液に、KOH 粉末 (1.12 g、20.00 mmol) が添加された。混合物が 4 時間還流された。数分後、黄色の溶液が赤みを帯びた色になった。溶液が室温にまで冷却され、AcOH (60 mL) に注がれた。2 分後、2 N の HCl 水溶液 (300 mL) が添加された。橙色の沈殿物が濾過によって集められ、まず水で、次いでヘプタン及び Et<sub>2</sub>O で洗浄されて、未反応の出発材料及び 2, 6 - ジイソプロピルアニリンの殆どが除去された。沈殿物が還流する AcOH (70 mL) 中で 10 分間撹拌され、濃縮された。残留物がシリカゲルに被覆され、カラムクロマトグラフィ ( $\text{SiO}_2$ 、溶離液: DCM / ヘプタン 2 / 1 で残っている出発材料を除去、その後、DCM / ヘプタン 4 / 1 ~ 1 / 0) により精製された。橙色の固体として化合物 2456 (40 mg、41%) が得られた。出発材料 2401 を含む画分が一緒にされ、カラムクロマトグラフィ ( $\text{SiO}_2$ 、溶離液: DCM / ヘプタン 2 / 1) により精製されて、純粋な化合物 2401 (255 mg、21%) が回収された。

30

【0130】

8. 6, 16 - ジフェニル - 8H - ベンゾ [3, 4] イソクロメノ [7, 8, 1 - def] ベンゾ [4, 5] イミダゾ [1, 2 - b] イソキノリン - 8 - オン及び 5, 15 - ジフェニル - 7H - ベンゾ [3, 4] イソクロメノ [7, 8, 1 - def] ベンゾ [4, 5] イミダゾ [2, 1 - a] イソキノリン - 7 - オンの混合物 (2441) :

2456 (30 mg、0.068 mmol) 及び o - フェニレンジアミン (36.8 mg、0.34 mmol) の AcOH (10 mL) 及び 1, 4 - ジオキサン (5 mL) 中混合物が 6 時間還流された。黄色の溶液が赤色になった。混合物が室温にまで冷却され、濃縮された。得られた赤色の固体が MeOH (50 mL) 中で粉碎され、ガラスフィルタによる濾過で集められ、MeOH で再び洗浄されて、余剰の o - フェニレンジアミン及び他の幾つかの不純物が除去された後、ヘプタンで洗浄され、真空乾燥された。橙赤色の固体

40

50

として化合物 2 4 4 1 (異性体の混合物、30 mg、86%) が得られた。M + H = 513.6。  $m_{ax}$  (クロロホルム) = 461 nm、 $\epsilon$  = 27400 及び 488 nm、 $\epsilon$  = 29800。 (em) (酢酸エチル) 502 nm 及び 535 nm。

図 3 B / 図 3 C (2 4 4 1) 及び 4 A (1 0 1 (2 4 4 1)) もまた参照されたい。

#### 【0131】

2 4 4 2 (異性体の混合物) の合成：

1. 2 - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 5, 11 - ジフェニル - 1 H - キサンテノ [2, 1, 9 - def] イソキノリン - 1, 3 (2 H) - ジオン (2 4 3 6)：

脱ガスした 1, 4 - ジオキサン (1560 mL) 中の、2404 (2.0 g、3.3 mmol)、フェノール (10.0 g、16.5 mmol) 及び  $Cs_2CO_3$  (6.4 g、19.8 mmol) の混合物が、窒素下、90 ° で 1 時間攪拌された。その後、Cu (I) I (314 mg、1.65 mmol) 及び N, N - ジメチルグリシン (510 mg、4.95 mmol) の 1, 4 - ジオキサン (4 mL) 中混合物が添加され、反応混合物が窒素下で終夜 90 ° で攪拌された。混合物が室温にまで冷却され、減圧下、溶媒が除去された。残留物が DCM 中に溶解され、 $SiO_2$  が添加された。減圧下、DCM が除去され、シリカに被覆された生成物が、精製用のカラムクロマトグラフィ ( $SiO_2$ 、溶離液：DCM / ヘプタン 1 / 1) の上に注がれた。化合物がガラスフィルター内で熱ヘプタンで洗浄され、真空乾燥された。黄色固体として化合物 2 4 3 6 (1.0 g、48%) が得られた。

#### 【0132】

2. 5, 11 - ジフェノキシイソクロメノ [6, 5, 4 - mna] キサンテン - 1, 3 - ジオン (2 4 5 7)：

化合物 2 4 3 6 (390 mg、0.62 mmol) の t BuOH (20 mL) 及び 1, 4 - ジオキサン (5 mL) 中溶液に、KOH 粉末 (348 mg、6.20 mmol) が添加された。混合物が 4 時間還流された。数分後、黄色の溶液が赤みを帯びた色になった。溶液が室温にまで冷却され、AcOH (50 mL) に注がれた。2 分後、2 N の HCl 水溶液 (150 mL) が添加された。橙色の沈殿物が濾過によって集められ、まず水で、次いでヘプタン及び Et<sub>2</sub>O で洗浄されて、未反応の出発材料 2 4 3 6 及び 2, 6 - ジイソプロピルアニリンの殆どが除去された。沈殿物が還流する AcOH (50 mL) 中で 10 分間攪拌され、濃縮された。残留物がシリカゲルに被覆され、カラムクロマトグラフィ ( $SiO_2$ 、溶離液：DCM / ヘプタン 2 / 1 で残っている出発材料を除去、その後、DCM / ヘプタン 4 / 1 ~ 1 / 0) により精製された。橙色の固体として化合物 2 4 5 7 (135 mg、46%) が得られた。

#### 【0133】

3. 6, 16 - ジフェノキシ - 8 H - ベンゾ [3, 4] イソクロメノ [7, 8, 1 - def] ベンゾ [4, 5] イミダゾ [1, 2 - b] イソキノリン - 8 - オン及び 5, 15 - ジフェノキシ - 7 H - ベンゾ [3, 4] イソクロメノ [7, 8, 1 - def] ベンゾ [4, 5] イミダゾ [2, 1 - a] イソキノリン - 7 - オンの混合物 (2 4 4 2)：

2 4 5 7 (135 mg、0.286 mmol) 及び o - フェニレンジアミン (36.8 mg、0.34 mmol) の AcOH (50 mL) 及び 1, 4 - ジオキサン (15 mL) 中混合物が 6 時間還流された。黄色の溶液が赤色になった。混合物が室温にまで冷却され、濃縮された。得られた赤色の固体が MeOH (60 mL) 中で粉碎され、ガラスフィルタによる濾過で集められ、MeOH で再び洗浄されて、余剰の o - フェニレンジアミン及び他の幾つかの不純物が除去された後、ヘプタンで洗浄され、真空乾燥された。橙赤色の固体として化合物 2 4 4 2 (異性体の混合物、132 mg、85%) が得られた。M + H = 545.2。  $m_{ax}$  (クロロホルム) = 463 nm、 $\epsilon$  = 40500 及び 485 nm、 $\epsilon$  = 47200。 (em) (酢酸エチル) 508 nm 及び 540 nm。

図 3 B / 図 3 C (2 4 4 2) 及び 4 A (1 0 2 (2 4 4 2)) もまた参照されたい。

#### 【0134】

2 4 6 4 (異性体の混合物) の合成：

10

20

30

40

50



1. 2 - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 5 - ブロモ - 11 - フェノキシ - 1H - キサンテノ [2, 1, 9 - d e f] イソキノリン - 1, 3 (2H) - ジオン (2405) :

2404 (1.4 g、2.31 mmol)、フェノール (1.2 g、12.75 mmol) 及び  $K_2CO_3$  (2.2 g、15.92 mmol) の NMP (60 mL) 中混合物が、窒素下、90 °C で終夜撹拌された。その後、フラスコの内容物が 20 % 酢酸水溶液に注がれた。5 分後、2 N の HCl 水溶液が添加され、10 分間撹拌され、そして、沈殿した固体が濾過され、温水で洗浄されて中性とされ、60 °C で真空乾燥された。残留物がシリカゲルに被覆され、カラムクロマトグラフィ ( $SiO_2$ 、溶離液: DCM / ヘプタン 1 / 1 ~ 2 / 1) により精製された。黄色固体として化合物 2405 (1.1 g、76 %) が得られた。

10

#### 【0135】

2. 2 - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 11 - フェノキシ - 1H - キサンテノ [2, 1, 9 - d e f] イソキノリン - 1, 3 (2H) - ジオン (2389) :

化合物 2405 (600 mg、0.97 mmol) が THF (80 mL) 及び MeOH (10 mL) に溶解した透明な溶液に、窒素下、10 % Pd / C (100 mg) が添加され、反応物がバルーン内の窒素下に置かれた。混合物が 30 °C で終夜撹拌され、その後、セライトで濾過された。粗固体がカラムクロマトグラフィ ( $SiO_2$ 、溶離液: トルエン / DCM 3 / 2) により精製された。黄色固体として化合物 2389 (540 mg、98 %) が得られた。

20

#### 【0136】

3. 11 - フェノキシイソクロメノ [6, 5, 4 - m n a] キサンテン - 1, 3 - ジオン (2464) :

化合物 2389 (2.0 g、3.71 mmol) の tBuOH (110 mL) 及び 1, 4 - ジオキサン (30 mL) 中溶液に、KOH 粉末 (2.1 g、37.10 mmol) が添加された。混合物が 1 時間還流された。数分後、黄色の溶液が橙色になった。溶液が室温にまで冷却され、AcOH (100 mL) に注がれた。2 分後、2 N の HCl 水溶液 (300 mL) が添加された。橙色の沈殿物が濾過によって集められ、まず水で、次いでヘプタン及び Et<sub>2</sub>O で洗浄されて、未反応の出発材料 2389 及び 2, 6 - ジイソプロピルアニリンの殆どが除去された。沈殿物が還流する AcOH (70 mL) 中で 10 分間撹拌され、濃縮された。残留物がシリカゲルに被覆され、カラムクロマトグラフィ ( $SiO_2$ 、溶離液: DCM / ヘプタン 2 / 1 で残っている出発材料を除去、その後、DCM / ヘプタン 4 / 1 ~ 1 / 0) により精製された。黄橙色の固体として化合物 2464 (600 mg、42 %) が得られた。出発材料 2389 を含む画分と一緒にされ、カラムクロマトグラフィ ( $SiO_2$ 、溶離液: DCM / ヘプタン 2 / 1) により精製されて、純粋な化合物 2464 (600 mg、42 %) が回収された。

30

#### 【0137】

4. 16 - フェノキシ - 8H - ベンゾ [3, 4] イソクロメノ [7, 8, 1 - d e f] ベンゾ [4, 5] イミダゾ [1, 2 - b] イソキノリン - 8 - オン及び 5 - フェノキシ - 7H - ベンゾ [3, 4] イソクロメノ [7, 8, 1 - d e f] ベンゾ [4, 5] イミダゾ [2, 1 - a] イソキノリン - 7 - オンの混合物 (2463) :

40

2464 (600 mg、1.58 mmol) 及び o - フェニレンジアミン (853 mg、7.89 mmol) の AcOH (100 mL) 及び 1, 4 - ジオキサン (20 mL) 中懸濁液が 16 時間還流された。黄色の懸濁液が橙色の透明な溶液になり、その後、橙色の沈殿物が生成された。混合物が室温にまで冷却され、濃縮された。得られた赤色固体が MeOH (70 mL) 中で粉碎され、ガラスフィルタによる濾過で集められ、MeOH (4 × 50 mL) で再び洗浄されて、余剰の o - フェニレンジアミン及び他の幾つかの不純物が除去された後、ヘプタンで洗浄され、真空乾燥された。橙色の固体として化合物 2463 (異性体の混合物、680 mg、93 %) が得られた。M + H = 452.9. 2. <sub>m</sub> <sub>a</sub> x (クロロホルム) = 455 nm、<sub>m</sub> <sub>a</sub> x = 30900 及び 481 nm、<sub>m</sub> <sub>a</sub> x = 33700。

50

(em)(酢酸エチル)496nm及び529nm。

図3B/図3C(2463)及び図4A(111(2463))もまた参照されたい。

# 【0138】

更なる物質が製造された。その構造式は図5A及び図5Bに示されている。

# 【0139】

6,16-ビス(4-(2,4,4-トリメチルペンタン-2-イル)フェノキシ)-8H-ベンゾ[3,4]イソクロメノ[7,8,1-def]ベンゾ[4,5]イミダゾ[1,2-b]イソキノリン-8-オン及び5,15-ビス(4-(2,4,4-トリメチルペンタン-2-イル)フェノキシ)-7H-ベンゾ[3,4]イソクロメノ[7,8,1-def]ベンゾ[4,5]イミダゾ[2,1-a]イソキノリン-7-オンの混合物(2475)の合成:

10

この化合物は、フェノールを4-(2,4,4-トリメチルペンタン-2-イル)フェノールに代えた以外は、2442の合成で記載したのと同様の方法で製造された。

化合物2475は橙赤色の固体として得られた。 $M + H = 769.4$ 。 $m_{ax}$ (酢酸エチル) = 456nm、 $\lambda_{em}$  = 23900及び479nm、 $\lambda_{ex}$  = 27700。(em)(酢酸エチル)510nm及び542nm。

# 【0140】

16-(4-(2,4,4-トリメチルペンタン-2-イル)フェノキシ)-8H-ベンゾ[3,4]イソクロメノ[7,8,1-def]ベンゾ[4,5]イミダゾ[1,2-b]イソキノリン-8-オン及び5-(4-(2,4,4-トリメチルペンタン-2-イル)フェノキシ)-7H-ベンゾ[3,4]イソクロメノ[7,8,1-def]ベンゾ[4,5]イミダゾ[2,1-a]イソキノリン-7-オンの混合物(2485)の合成:

20

この化合物は、フェノールを4-(2,4,4-トリメチルペンタン-2-イル)フェノールに代えた以外は、2463の合成で記載したのと同様の方法で製造された。

化合物2485は橙色の固体として得られた。 $M + H = 574.8$ 。 $m_{ax}$ (酢酸エチル) = 448nm、 $\lambda_{em}$  = 27000及び473nm、 $\lambda_{ex}$  = 29500。(em)(酢酸エチル)498nm及び531nm。

# 【0141】

PET(ポリエチレンテレフタレート)膜における2410及び他の系の寿命が、60で、 $0.5 \sim 7 W/cm^2$ の青色光を照射して寿命を測定することにより検査された。濃度及び層の厚みは、青色光の透過率が90%となるように設定された。

30

# 【0142】

寿命は、光束密度に対し減衰率に線形の依存性があると仮定して、TLEDの条件( $0.016 W/cm^2$ 青色、及び大気中、60の温度)に外挿させた発光の10%減少とする。F083の場合、寿命約100時間と推定された。一方、新規な化合物2410は約12500時間の寿命を示した。これは、約125倍の寿命の増加を意味する。

# 【0143】

PETマトリックス中の黄色発光有機分子の寿命( $0.016 W/cm^2$ 青色照射、及び大気中、60の温度で10%退色した時間)は、表1を参照されたい。

40

# 【0144】

## 【表 1】

表 1: 寿命測定

化合物	寿命 (時間)
F083	50-200
F170	150-400
ソルベントイエロー98	400-650
2410A+2410B	12500
2441A+2441B	12500
2442A+2442B	17000
2463A+2463B	21000
2475A+2475B	13000
2485A+2485B	18000

10

## 【0145】

フェノキシ置換化合物は、寿命がより長いようである。更に、G<sub>2</sub>置換はG<sub>7</sub>置換化合物より寿命を伸長させる効果がより大きいようである。

## 【0146】

マトリックスは、PET（又は、PET類似体）より一般に悪い結果をもたらす。PETG及びPETは特に安定した発光系をもたらす。

20

## 【0147】

白色ブレンド物の実施例

## 実施例 1

青色LEDによって励起された各種有機分子の発光を組み合わせ、白色光を生成することができる。ここでは、図3Aに示す分子（材料2410、図3A/図4Aを参照）と、F305（BASFから）としても知られるN,N'-ビス（2,6-ジイソプロピルフェニル）-1,6,7,12-テトラフェノキシペリレン-3,4,9,10-テトラカルボン酸ジイミド；CAS番号123174-58-3からの発光が、青色光と組み合わせられて、図4Bに示すスペクトルを有する白色光が得られた。次のような、下表に示す値を示す、そうした白色光が生成され得る。

30

## 【0148】

## 実施例 2

この例では、図3Aに示す分子（材料2410、図3A/図4Aを参照）からの発光が、青色光と、そしてまた615nmで発光極大を示す量子ドットからの発光と組み合わせられて、図4Cに示すスペクトルを有し、且つ下表に示される値を有する白色光が得られる。

## 【0149】

## 実施例 3

この例では、図3Aに示す分子（材料2410、図3A/図4Aを参照）からの発光が、青色光と、そしてまた615nmで発光極大を示す赤色LEDからの発光と組み合わせられて、図4Dに示すスペクトルを有し、且つ下表に示される値を有する白色光が得られる。

40

## 【0150】

## 実施例 4

この例では、図3Aに示す分子（材料2441、図3C/図4Aを参照）からの発光が、青色光と、そしてまた赤色発光材料F305からの発光と組み合わせられて、図4Eに示すスペクトルを有し、且つ下表に示される値を有する白色光が得られる。

## 【0151】

## 実施例 5

50

この例では、図 3 A に示す分子（材料 2 4 4 2、図 3 C / 図 4 A を参照）からの発光が、青色光と、そしてまた赤色発光材料 F 3 0 5 からの発光と組み合わせられて、図 4 F に示すスペクトルを有し、且つ下表に示される値を有する白色光が得られる。

【 0 1 5 2 】

【表 2】

表 2: 白色ブレンド物

	ルーメン当量 (Lm/W)	CCT (K)	CRI	R9
例 1 (青色 + 2410 + F305)	311	3550	92	11
例 2 (青色 + 2410 + QDs)	350	3665	92	30
例 3 (青色 + 2410 + 赤色 LED)	350	3700	90	44
例 4 (青色 + 2441 + F305)	290	3300	84	94
例 5 (青色 + 2442 + F305)	290	3500	85	93

10

【 0 1 5 3 】

従って、中でも、図 3 A、図 3 B ( C )、図 3 C ( A )、図 3 C ( B )、図 5 A、図 5 B を参照すると、本発明はまた、一実施形態において、（組み合わせ）：（ i ） 2 4 1 0 A + 2 4 1 0 B、（ i i ） 2 4 4 1 A + 2 4 4 1 B、（ i i i ） 2 4 4 2 A + 2 4 4 2 B、（ i v ） 2 4 6 3 A + 2 4 6 3 B、（ v ） 2 4 7 5 A + 2 4 7 5 B 及び（ v i ） 2 4 8 5 A + 2 4 8 5 B からなる群から選択される、少なくとも 2 種の有機蛍光体の組み合わせを含む発光材料を提供する。「 2 4 1 0 + 2 4 1 0 B 」という句、及びそれに類似した句は、異性体の組み合わせを指す。従って、本明細書に記載されている発光材料は、特に、2 種の（関連する）異性体の組み合わせと、任意選択的に、例えば 2 4 1 0 A + 2 4 1 0 B と 2 4 7 5 A + 2 4 7 5 B の組み合わせ等、1 つ超のそのような組み合わせを含む。従って、実施形態では、発光材料は、2 つの異性体の組み合わせ、上に示した 6 つの群から選択される（組み合わせ）を含む。異性体の組み合わせは、上述の図面に示されており、中でも、一般式は図 2 A に示されている。

20

【図 1 A】

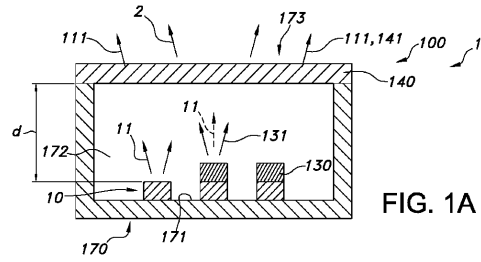


FIG. 1A

【図 1 B】

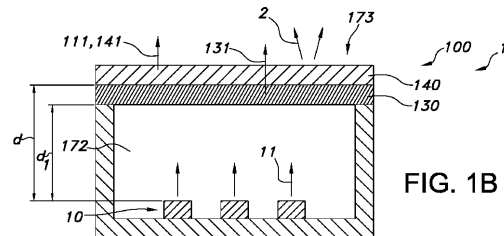


FIG. 1B

【図 1 C】

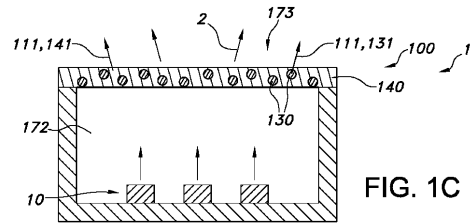


FIG. 1C

【図 1 D】

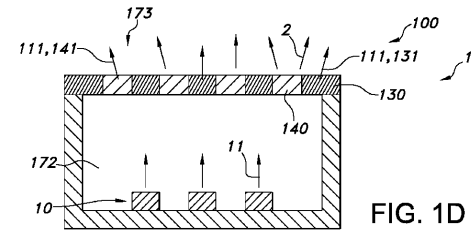


FIG. 1D

【図 1 E】

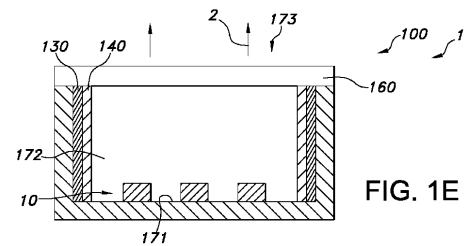


FIG. 1E

【図 1 F】

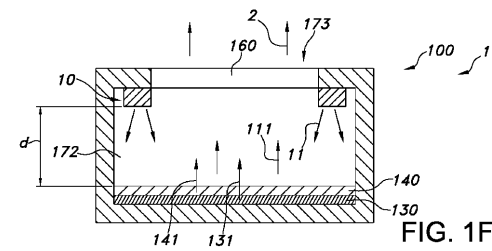
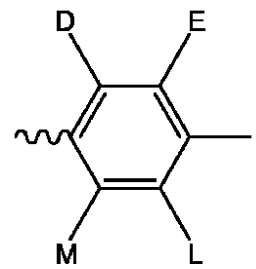


FIG. 1F

【図 2 B】



II

FIG. 2B

【図 2 A】

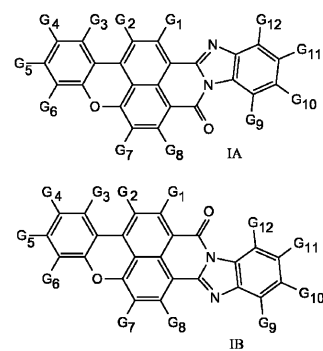


FIG. 2A

【 図 2 C 】

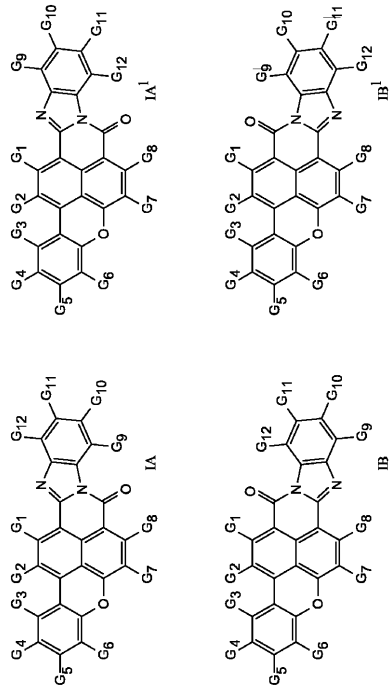


FIG. 2C

【 図 3 A 】

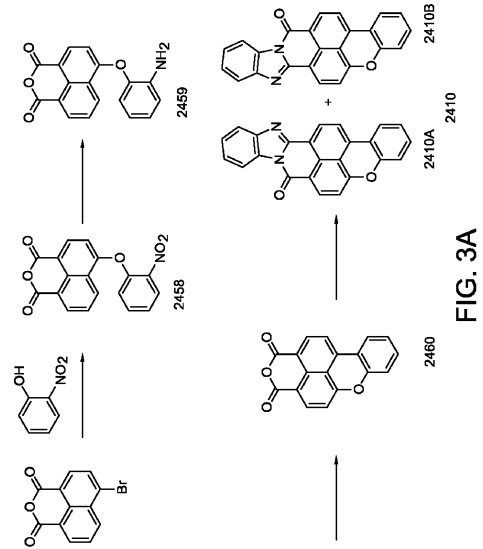


FIG. 3A

【 図 3 B ( A ) 】

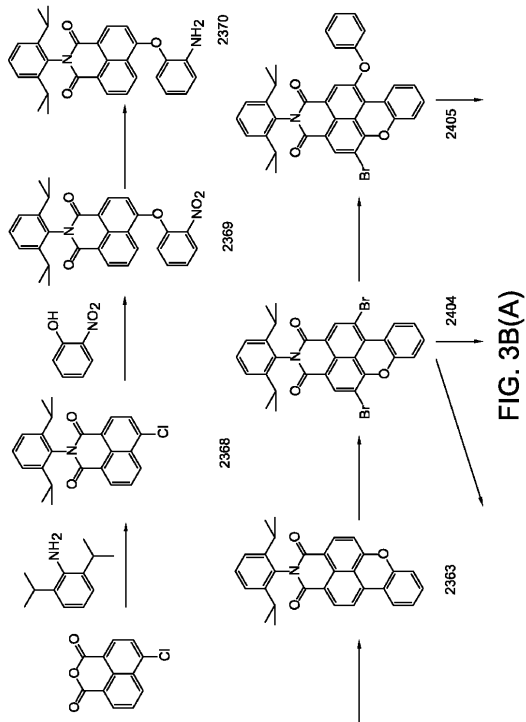


FIG. 3B(A)

【 図 3 B ( B ) 】

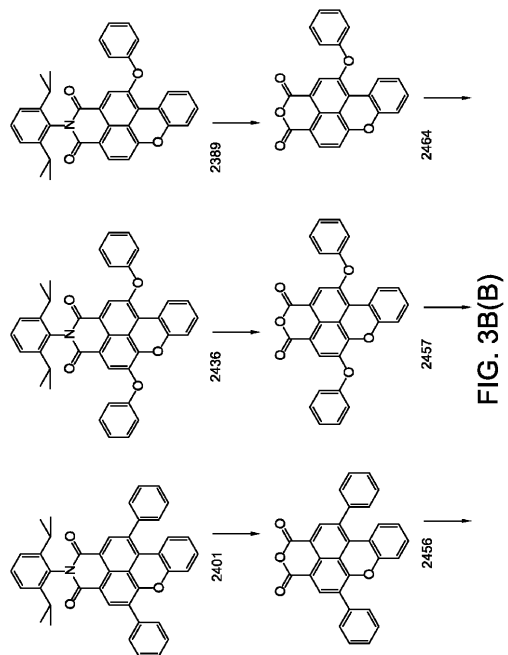


FIG. 3B(B)

【図 3 B ( C )】

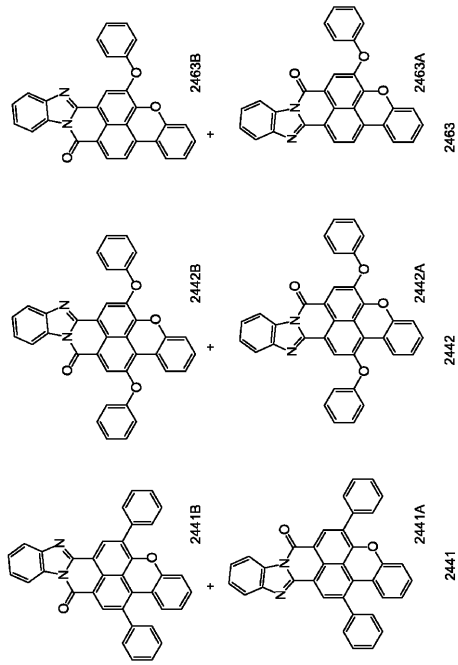


FIG. 3B(C)

【図 3 C ( A )】

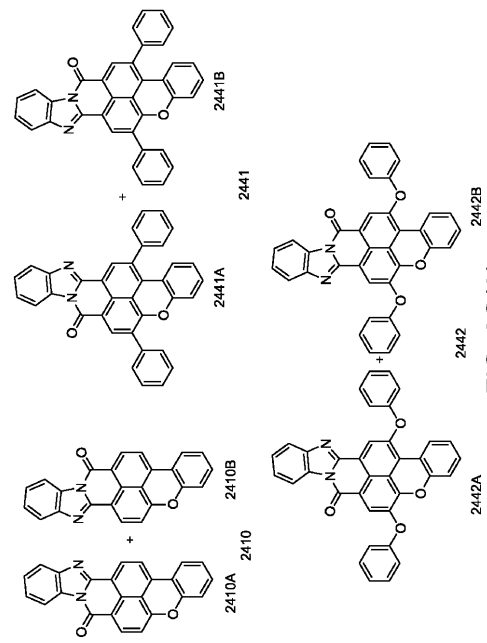


FIG. 3C(A)

【図 3 C ( B )】

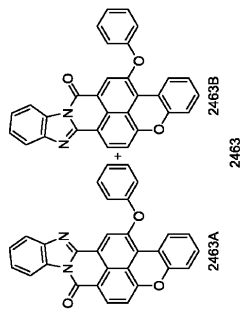


FIG. 3C(B)

【図 4 A】

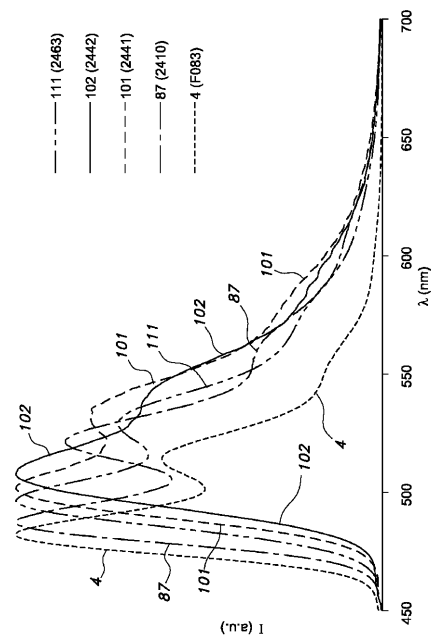
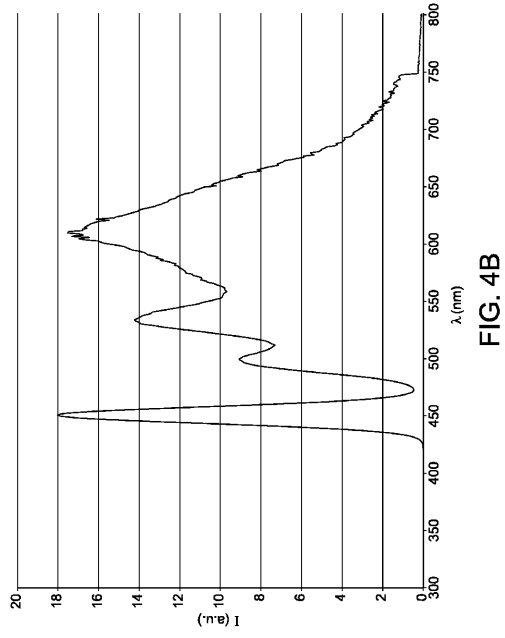
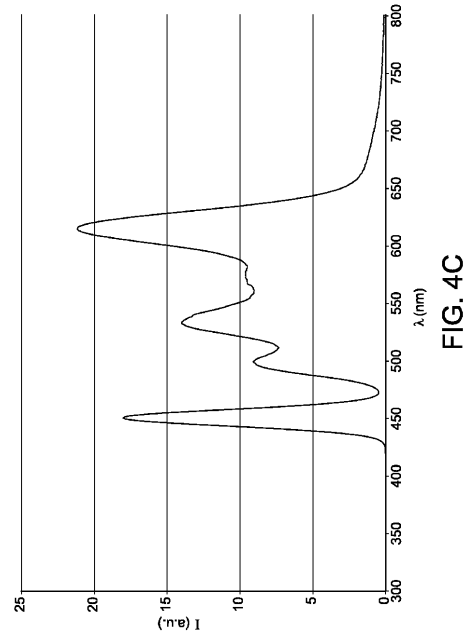


FIG. 4A

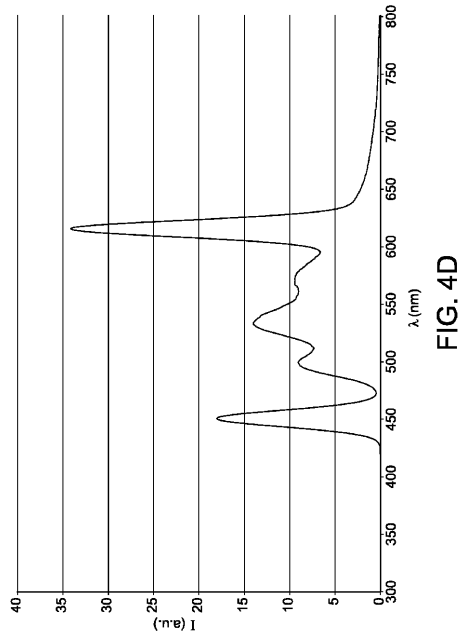
【図 4 B】



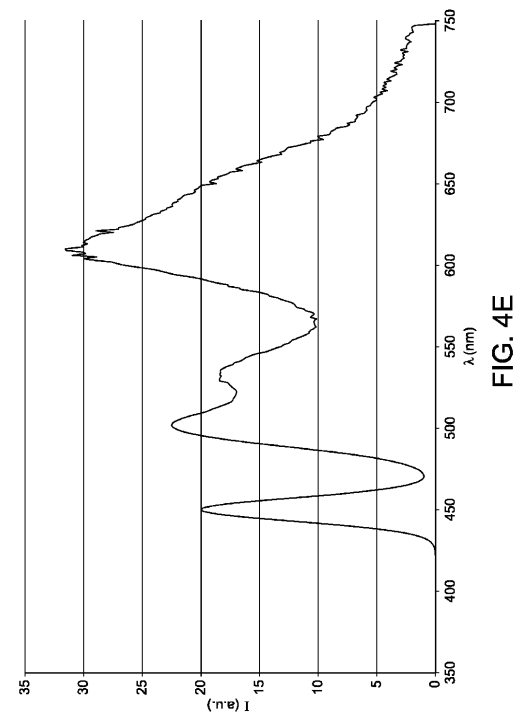
【図 4 C】



【図 4 D】



【図 4 E】





【図 4 F】

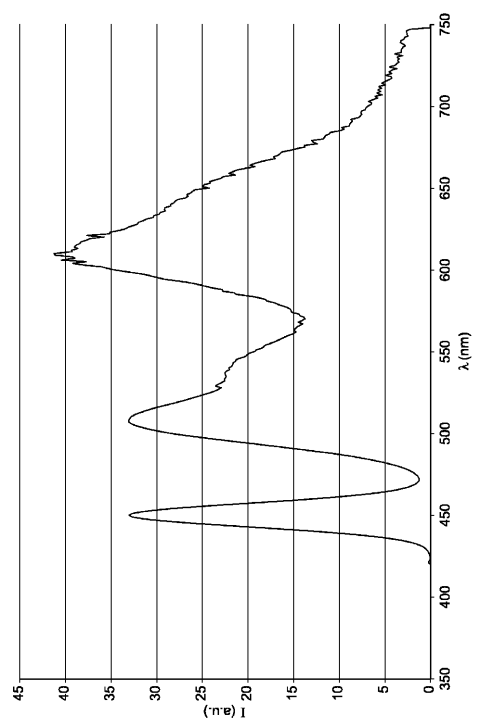


FIG. 4F

【図 5 A】

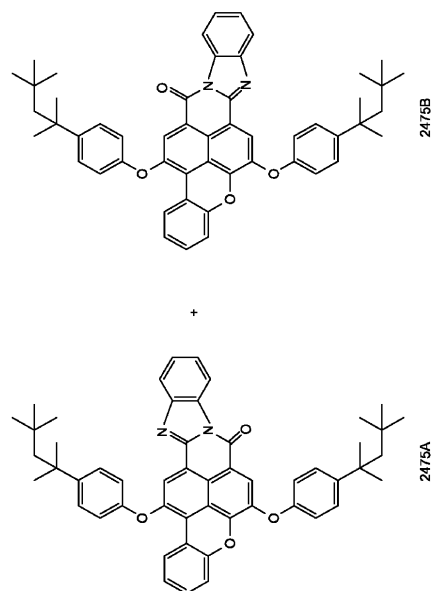


FIG. 5A

【図 5 B】

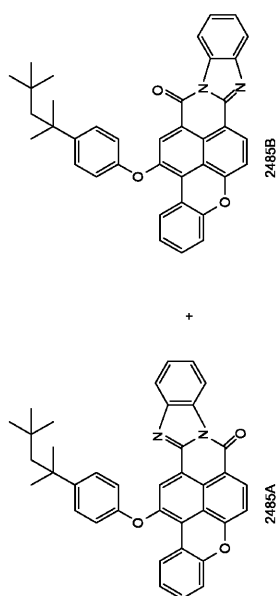


FIG. 5B

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
C 0 9 K 11/06	(2006.01)	C 0 9 K 11/06	
C 0 9 K 9/02	(2006.01)	C 0 9 K 9/02	B
F 2 1 V 9/08	(2018.01)	F 2 1 V 9/08	2 0 0
F 2 1 V 9/00	(2018.01)	F 2 1 V 9/00	
F 2 1 S 2/00	(2016.01)	F 2 1 S 2/00	3 1 1
F 2 1 Y 115/10	(2016.01)	F 2 1 Y 115:10	

(72)発明者 ヒクメット リファット アタ ムスタファ  
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 5

(72)発明者 フェルトマン ダーク  
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 5

審査官 辻本 寛司

(56)参考文献 特開平06-228549(JP,A)  
 独国特許出願公開第2328727(DE,A1)  
 欧州特許出願公開第02645822(EP,A1)  
 特開昭51-001778(JP,A)  
 特開2008-182197(JP,A)  
 特表2010-535903(JP,A)  
 XU HONG, Qian et al., Benzoxanthene-3,4-dicarboximides and Benzimidazoxanthenoisoquinol  
 inones, J. Chem. Eng. Data, 米国, 1988年10月, Vol.33 No.4, Page.528-529  
 PETERS, A. T. et al., Benzo[k,l]xanthene-3,4-dicarboximides and benzimidazoxanthenoiso  
 quinolinones - Yellow and orange dyes for synthetic-polymer fibres, J. Soc. Dyers Colo  
 ur, 英国, 1989年 1月, Vol.105 No.1, Page.29-35

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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