

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6456308号
(P6456308)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019.1.23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018.12.28)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 1 S 2/00	(2016.01)
F 2 1 V 9/45	(2018.01)
C 0 9 K 11/06	(2006.01)
H 0 1 L 33/50	(2010.01)
F 2 1 Y 115/00	(2016.01)
	F 2 1 Y 115:00

請求項の数 14 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2015-559461 (P2015-559461)
(86) (22) 出願日	平成26年2月14日 (2014.2.14)
(65) 公表番号	特表2016-517612 (P2016-517612A)
(43) 公表日	平成28年6月16日 (2016.6.16)
(86) 国際出願番号	PCT/EP2014/052887
(87) 国際公開番号	W02014/131628
(87) 国際公開日	平成26年9月4日 (2014.9.4)
審査請求日	平成29年2月13日 (2017.2.13)
(31) 優先権主張番号	13157359.4
(32) 優先日	平成25年3月1日 (2013.3.1)
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者	516043960 フィリップス ライティング ホールディング ビー ウィ 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 5
(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

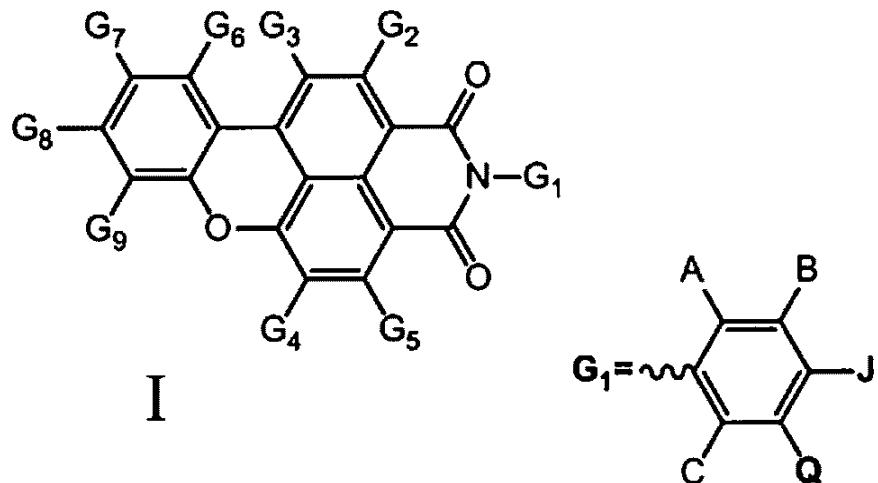
(54) 【発明の名称】赤色照明用ベンゾキサンテン誘導体に基づく新種の緑／黄色放出蛍光体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 光源光を生成する光源及び(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変換体を有する照明デバイスであつて、前記光変換体は、式(I)

【化1】



により規定され、上記式に定義されるG₁を伴う有機ルミネセンス材料を含有するマトリクスを有し、式中、A、B、C、J、Qは独立して水素、ハロゲン、R₁、OR₂、NH R₇及びNR₂R₇から選択され、R₁が独立してC₂ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択され、R₂及びR₇が独立してC₁ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択される上記式に定義されるG₁を伴い、G₂ないしG₉は独立して水素、ハロゲン、R₃、OR₃、NHR₃及びNR₄R₃から選択され、R₃及びR₄は独立してC₁ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択され、A、B、C、J、Qの一つ以上は独立してイソプロピル又はtert-ブチルを有し、G₈がアミン基を含まない、当該照明デバイス。

【請求項2】

A、B及びCの2つが独立してイソプロピル及びtert-ブチルより成る群から選択される、請求項1記載の照明デバイス。

【請求項3】

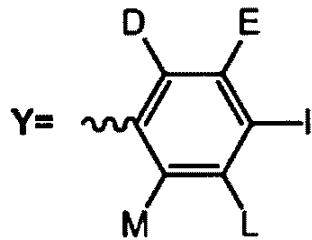
G₃及びG₄の一方又は両方が独立してR₃及びOR₃から選択され、R₃=Yであり、D、E、I、L及びMは独立して水素、ハロゲン、R₅、OR₅、NHR₅及びNR₆R₅から選択され、R₅及びR₆は独立してC₁ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択され、Yは以下の式により規定される、

10

20

30

【化2】



10

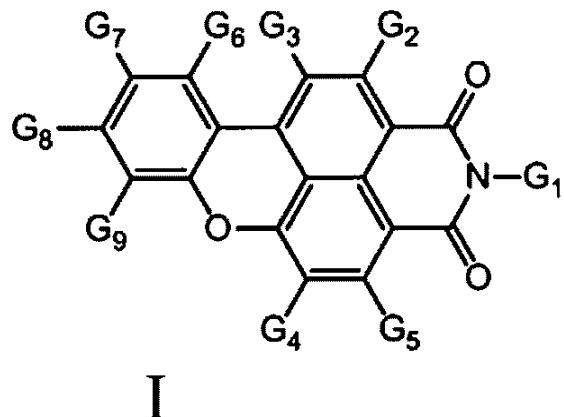
請求項2記載の照明デバイス。

20

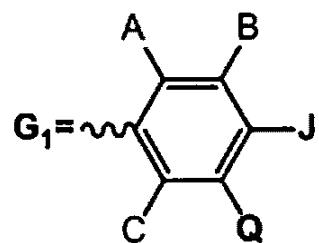
【請求項4】

(a) 光源光を生成する光源及び(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変換体を有する照明デバイスであって、前記光変換体は、式(I)

【化3】



30



40

により規定され、上記式に定義される G_1 を伴う有機ルミネセンス材料を含有するマトリクスを有し、式中、A、B、C、J、Qは独立して水素、ハロゲン、 R_1 、 OR_2 、 NH
 R_7 及び NR_2R_7 から選択され、 R_1 が独立して C_2 ないし C_{1-8} のアルキル、 C_6 ないし C_{2-4} のアリール及び C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールから選択され、 R_2 及び R_7 が独立して C_1 ないし C_{1-8} のアルキル、 C_6 ないし C_{2-4} のアリール及び C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールから選択される上記式に定義される G_1 を伴い、 G_2 ないし G_9 は独立して水素、ハロゲン、 R_3 、 OR_3 、 NHR_3 及び NR_4R_3 から選択され、 R_3 及び R_4 は独立して C_1 ないし C_{1-8} のアルキル、 C_6 ないし C_{2-4} のアリール及び C_6

50

ないし C_{2-4} のヘテロアリールから選択され、A、B、C、J、Qの一つ以上は独立してイソプロピル又はtert-ブチルを有し、

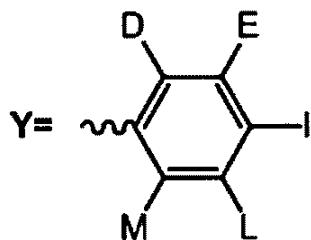
(i) A及びCがイソプロピルであり、 G_2 、 G_5 、 G_7 ないし G_9 、B、J及びQが水素であるか又は(iii) B及びCがtert-ブチルであり、 G_2 、 G_5 、 G_7 ないし G_9 、A、J及びQが水素である、当該照明デバイス。

【請求項5】

G_3 及び G_4 の一方又は両方が独立して R_3 及びOR₃から選択され、 $R_3 = Y$ であり、D、E、I、L及びMは水素であり、Yは以下の式により規定される、

【化4】

10



20

請求項4記載の照明デバイス。

【請求項6】

R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 の1つ以上が利用可能であり、これらの1つ以上は、(i) n が1から18までの整数であり、 $0 \leq n \leq 2$ である $C_nH_{2n+1}O_m$ 、(ii) n が1から18までの整数であり、 $0 \leq m \leq 2n+1$ である $C_nH_{2n+1-m}F_m$ 、(iii) 1つ以上のエーテル基を有する C_6 ないし C_{2-4} のアリール、(iv) 1つ以上のフッ素含有置換基を有する C_6 ないし C_{2-4} のアリール、(v) 1つ以上のエーテル基を有する C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリール、(vi) 1つ以上のフッ素含有置換基を有する C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールより成る群から独立して選択される、請求項1ないし5のいずれか一項に記載の照明デバイス。

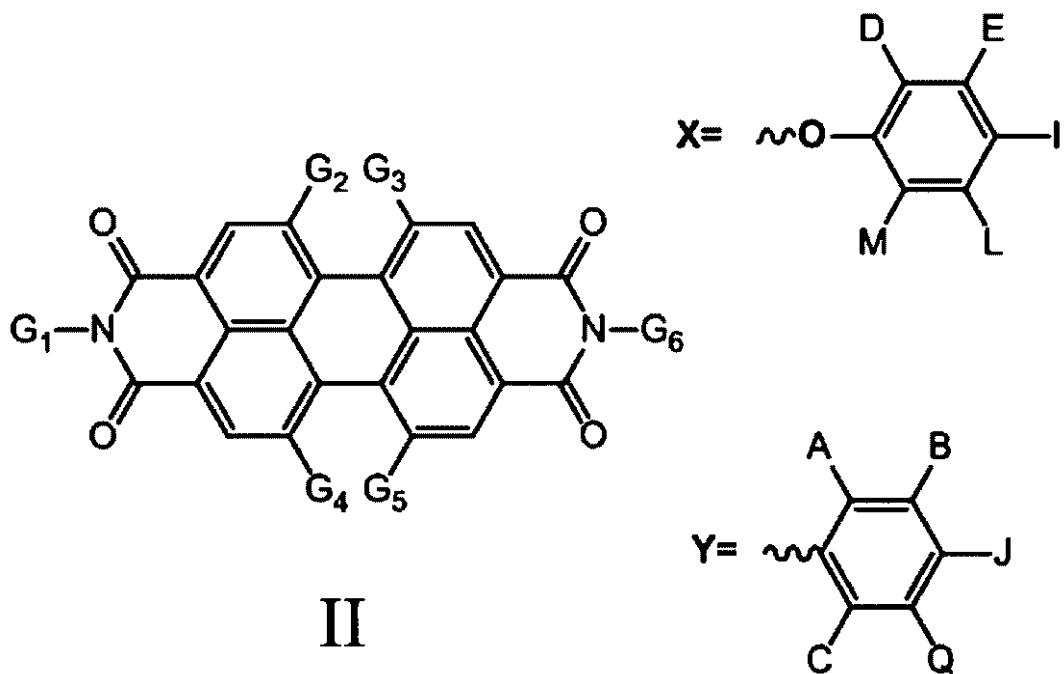
【請求項7】

赤色光を与える他のルミネセンス材料を更に有し、前記他のルミネセンス材料は式(I) I)

30

40

【化5】



により規定される有機ルミネセンス材料を有し、

G_1 ないし G_6 は独立して直鎖アルキル、分岐アルキル、酸素含有アルキル、シクロアルキル、ナフチル及びYから選択される基を有し、A、B、C、J及びQのそれぞれが独立して水素、フッ素、塩素、イソプロピル、t-ブチル、メトキシ、16個までの炭素原子を有するアルキル及び16個までの炭素原子を有する酸素含有アルキルから選択される基を有し、

G_2 、 G_3 、 G_4 及び G_5 は独立して水素、フッ素、塩素、イソプロピル、t-ブチル、メトキシ、16個までの炭素原子を有するアルキル、16個までの炭素原子を有する酸素含有アルキル及びXから選択される基を有しており、D、E、I、L及びMのそれぞれは独立して水素、フッ素、塩素、イソプロピル、t-ブチル、メトキシ、16個までの炭素原子を有するアルキル及び16個までの炭素原子を有する酸素含有アルキルから選択される基を有し、

G_2 、 G_3 、 G_4 及び G_5 から選択される少なくとも2つはXを少なくとも有し、前記 G_2 、 G_3 、 G_4 及び G_5 から選択される少なくとも2つの少なくとも2つのD、E、I、L及びMの少なくとも1つは独立してフッ素含有基及び塩素含有基から選択される基を有する、請求項1ないし6のいずれか一項に記載の照明デバイス。

【請求項8】

前記光源が青色光を与え、当該照明デバイスは赤色光を与える他のルミネセンス材料を更に有し、前記他のルミネセンス材料は、(Ba, Sr, Ca)S:Eu、(Mg, Sr, Ca)AlSiN₃:Eu、(Ba, Sr, Ca)₂Si₅N₈:Eu及び量子ドットをベースとするルミネセンス材料より成る群から選択されるルミネセンス材料を有する、請求項1ないし7のいずれか一項に記載の照明デバイス。

【請求項9】

前記マトリクスが、芳香族ポリエステル又はその共重合体を有する、請求項1ないし8のいずれか一項に記載の照明デバイス。

【請求項10】

G_1 、 G_2 、 G_3 、 G_4 、 G_5 、 G_6 、 G_7 、 G_8 及び G_9 の1つ以上が前記マトリクスとの共有結合を有する、請求項1ないし9のいずれか一項に記載の照明デバイス。

10

20

30

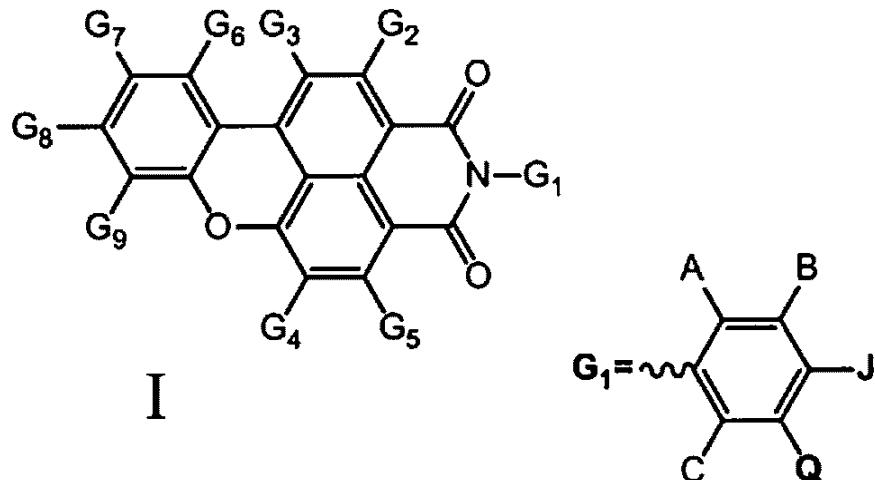
40

50

【請求項 11】

式(I)

【化 6】



10

20

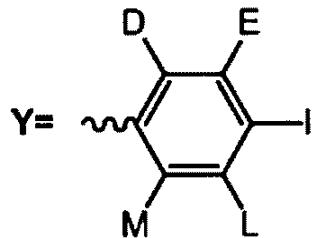
30

により規定され、上記式に定義される G_1 を伴う有機ルミネセンス材料を含有するマトリクスを有する光変換体であって、式中、A、B、C、J、Qが独立して水素、ハロゲン、 R_1 、 OR_2 、 NHR_7 及び NR_2R_7 から選択され、 R_1 は独立して C_{1-8} のアルキル、 C_6 ないし C_{2-4} のアリール及び C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールから選択され、 R_2 及び R_7 が独立して C_1 ないし C_{1-8} のアルキル、 C_6 ないし C_{2-4} のアリール及び C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールから選択され、 G_2 ないし G_9 は独立して水素、ハロゲン、 R_3 、 OR_3 、 NHR_3 及び NR_4R_3 から選択され、 R_3 及び R_4 は独立して C_1 ないし C_{1-8} のアルキル、 C_6 ないし C_{2-4} のアリール及び C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールから選択され、A、B、C、J、Qの一つ以上は独立してイソプロピル又は tert-ブチルを有し、 G_8 がアミン基を含まない、当該光変換体。

【請求項 12】

G_3 及び G_4 の一方又は両方が独立して R_3 及び OR_3 から選択され、 $R_3 = Y$ であつて、D、E、I、L 及び M は水素であり、 G_2 、 G_5 、 G_7 ないし G_9 、J 及び Q は水素であり、Y は以下の式により規定される、

【化7】



10

請求項1_1記載の光変換体。

20

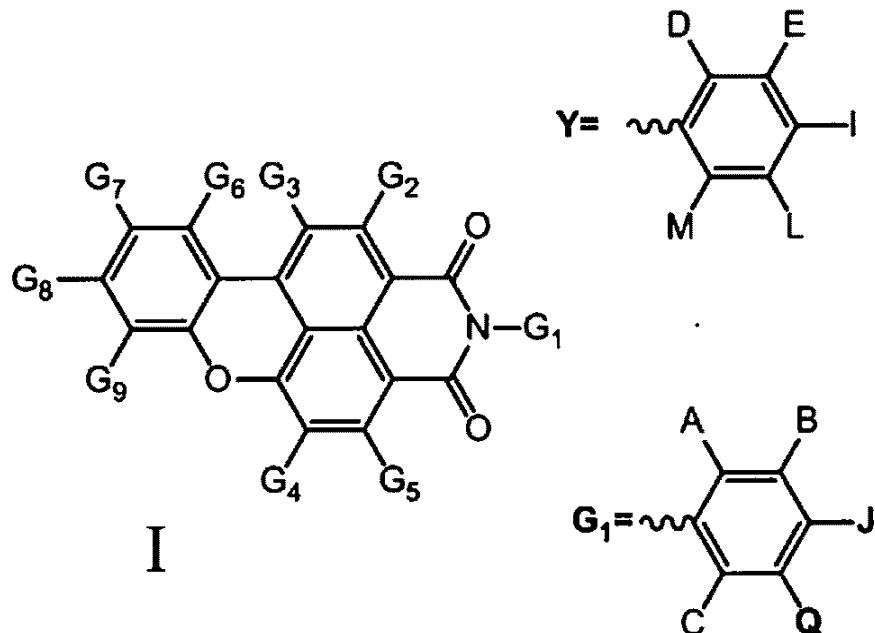
【請求項1_3】

$R_3 = Y$ であって、D、E、I、L 及びMは水素であり、前記マトリクスがポリエチレンテレフタレート（P E T）を有し、前記マトリクスは前記マトリクス中に組み込まれた他のマトリクス材料を有する、請求項1_2記載の光変換体。

【請求項1_4】

式(I)

【化8】



30

40

により規定され、上記式に定義される G_1 を伴う有機ルミネセンス材料であって、式中、A、B、C、J、Q が独立して水素、ハロゲン、 R_1 、 $O R_2$ 、 $N H R_7$ 及び $N R_2 R_7$ から選択され、 R_1 は独立して C_2 ないし C_{1-8} のアルキル、 C_6 ないし C_{2-4} のアリール及び C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールから選択され、 R_2 及び R_7 が独立して C_1 ないし C_{1-8} のアルキル、 C_6 ないし C_{2-4} のアリール及び C_6 ないし C_{2-4} のヘテロア

50

リールから選択され、

G_2 ないし G_9 は独立して水素、ハロゲン、 R_3 、 OR_3 、 NHR_3 及び NR_4R_3 から選択され、 R_3 及び R_4 は独立して C_1 ないし C_{18} のアルキル、 C_6 ないし C_{24} のアリール及び C_6 ないし C_{24} のヘテロアリールから選択され、

G_3 及び G_4 の一方又は両方は独立して R_3 及び OR_3 から選択され、 $R_3 = Y$ であつて、 D 、 E 、 I 、 L 及び M は独立して水素、ハロゲン、 R_5 、 OR_5 、 NHR_5 及び NR_6R_5 から選択され、 R_5 及び R_6 は独立して C_1 ないし C_{18} のアルキル、 C_6 ないし C_{24} のアリール及び C_6 ないし C_{24} のヘテロアリールから選択され、 G_8 はアミン基を含まず、 A 、 B 、 C 、 J 、 Q の一つ以上は独立してイソプロピル又は $t\text{-}er\text{-}t\text{-ブチル}$ を有する、当該有機ルミネセンス材料。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、(a) 光源光を生成する光源及び(b) 光源光の少なくとも一部を可視変換光に変換する光変換体を有する照明デバイスに関する。本発明は、更に、そのような光変換体自体及びそのような光変換体に含まれる有機ルミネセンス材料に関する。

【背景技術】

【0002】

蛍光体で強化された光源は、それ自体は知られており、ほぼ全ての種類の光源に用いられる。蛍光体で強化された光源は、発光体及びルミネセンス材料を有している。ルミネセンス材料は、発光体により発せられる光の少なくとも一部をより長い波長の光に変換する。

20

【0003】

よく知られている蛍光体で強化された光源は、例えば、水銀蒸気の存在が放電に紫外線放射を発せさせ、光が放電から発せられる水銀蒸気放電ランプである。紫外線放射の少なくとも一部は、ルミネセンス材料により吸収され、実質的にルミネセンス材料により発せられるより長い波長の光に変換される。そのような水銀蒸気放電ランプは、例えば、放電が生成される放電容器を有している。ルミネセンス材料は、典型的には、放電により発せられる紫外線放射が放電容器を通過する必要がなく、放電容器の内部で例えば可視光に変換されるように放電容器の内壁に与えられる。

30

【0004】

代替として、蛍光体で強化された光源は、発光体として固体発光体を有している。そのような固体発光体は、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る。固体発光体により発せられる光は、典型的には、中心波長の周りに配置されるかなり狭いスペクトルを有している。スペクトルの幅は、例えば、固体発光体により発せられる光の最大放出強度の半分である強度で測定される放出ピークの幅である放出ピークの半値全幅(更に、FWHMとしても示される。)により規定される。固体発光体の典型的な放出スペクトルのFWHMは、30ナノメートル未満であり、これは典型的には単色の光として人間の目に認識される。

40

【0005】

固体発光体により発せられる光の色を変化させるために、ルミネセンス材料が蛍光体で強化された光源を生成するように加えられる。このルミネセンス材料は、例えば、固体発光体の(LED)ダイの上に層として与えられてもよいし、又は、例えば、固体発光体の或る距離に位置するマトリクス内に分散された、所謂「リモート蛍光体」配置であってもよい。ルミネセンス材料は、また、例えば、混合された光が例えば特定の色温度を有する白色光を生成するようにそれぞれが異なる色を生成する種々のルミネセンス材料の混合物の一部であってもよい。更に、ルミネセンス材料の典型的な放出特性がかなり広い光のスペクトルであるので、ルミネセンス材料は固体発光体の演色特性を改善するために固体発光体に加えられ得る。

50

【0006】

マトリクスにおける色素の使用は、（これも）当該技術分野において既知である。米国特許 U S 6 5 3 7 6 7 9 公報には、例えば、ポリ(1,4-シクロヘキサンジメタノール-コ-エチレンテレフタレート) (P E T G) を有するポリマ樹脂と、ペリレンイミド、ペリレンエステル色素、チオキサンテン色素、ベンゾキサンテン色素及びベンゾチアジン色素よりなる群から選択される蛍光色素とを有する蛍光回帰反射型の物品が説明されている。上記 P E T G 蛍光樹脂マトリクスは、車道の標識の昼間の視認性を向上させるために用いられ得る。そのような路面標識は、光透過可能な蛍光材料の構造を有するベース部材を有しており、上記構造は上面及び前端面を備え、上記ベース部材は上記構造の下にエアキャップを与える。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

白色発光固体光源の効率は、依然として改善され得る。これは、R G B の L E D を組み合わせることにより最善を尽くされる。しかしながら、緑色 L E D は、現在、高い効率を得るのに十分に効率的ではない。この理由のために、蛍光体変換 (P C) L E D が白色光を得るために提案されている。主要ソースとして青色 L E D を用いると、赤及び黄色のルミネセンス蛍光体が必要とされる。これらの蛍光体は、完全な光源の寿命までの間、青色光照射条件の下で安定（例えば、T L - レトロフィット管、高温における動作、少なくとも 5 0 0 0 0 時間の寿命）であるべきである。F 1 7 0 (2-(2,6-ジイソピルフェニル)-1,3-ジオキソ-2,3-ジヒドロ-1H-ベンゾ[5,10]アントラ[2,1,9-d e f]イソキノリン)-8-カルボニトリル；C A S 登録番号 9 3 6 2 1 2 - 9 5 - 2 及び 6 7 6 3 6 3 - 1 6 - 9) 又は F 8 3 (ジイソブチル 4 - シアノ - 9 - イソシアノペリレン - 3 , 1 0 - ジカルボキシレートとのジイソブチル 4 - シアノ - 1 0 - イソシアノペリレン - 3 , 9 - ジカルボキシレート混合物；C A S 登録番号 1 0 0 4 4 3 - 9 5 - 6) 及びソルベントイエロー-9 8 (2-オクタデシリ-1H-チオキサンテン[2,1,9-d e f]イソキノリン-1,3(2H)ジオン；C A S 登録番号 1 2 6 7 1 - 7 4 - 8) 又はディスパーズイエロー(7-(ジエチルアミノ)-3-(6-メチルベンゾ[d]オキサゾール-2-イル)-2H-クロメン-ジオン；C A S 登録番号 3 4 5 6 4 - 1 3 - 1) のようなペリレンから生じる黄色有機蛍光体の使用は、短寿命をもたらす。これらの黄色蛍光体は、照明用途に用いるためにはあまりにも速く劣化させる。

20

【0008】

従って、好ましくは、更に上述した欠点の1つ以上を少なくとも部分的に未然に防ぐ代替の照明デバイス及び特に代替の光変換体を提供することが本発明の一観点である。好ましくは、更に上述した欠点の1つ以上を少なくとも部分的に未然に防ぐ代替の有機ルミネセンス材料、特に青色 L E D のような青色光源と組み合わせられる特に緑及び/又は黄色を発する有機ルミネセンス材料を提供することが、更に本発明の一観点である。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

ここで、我々は、ソルベントイエロー-9 8 と同様の構造を有しているが、酸素に置換された硫黄原子を有する有機蛍光体、所謂ベンゾキサンテン誘導体を提案する。提案される特定の系は、上記照射条件の下で既知の同様の先行技術の系よりも非常に長い寿命を示す。好ましくは、黄及び/緑色（及び赤色）放出蛍光体が、系の有効性の全体の増加をもたらすリモート蛍光体構成において存在する。この構成は、T L E D (直管形 L E D 構成、例えば、(蛍光照明の分野では既知の) T 8 直管の L E D 器具) のような低出力低動作温度のアプリケーションに最も適している。

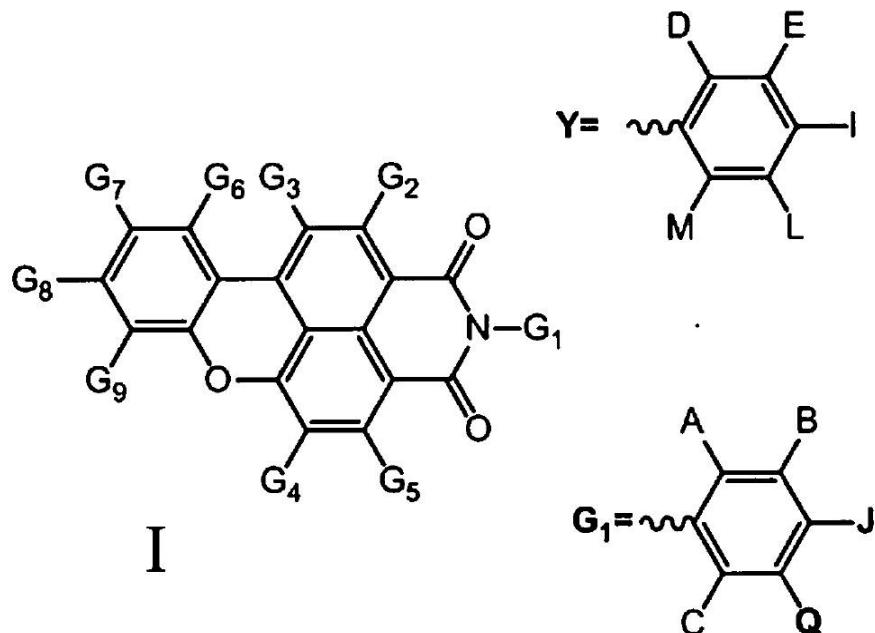
40

【0010】

従って、第1の観点では、本発明は、(a) 光源光を生成する光源と、(b) 上記光源光の少なくとも一部を可視変換光に変換する光変換体であって、式(I)により規定される有機ルミネセンス材料（有機ルミネセンス材料は、特に緑及び/又は黄色光を与える。

50

)を含有するマトリクスを有する当該光変換体と、(c)オプションで(特に、少なくとも赤色光を与える)他のルミネセンス材料とを有する照明デバイスであって、式(I)
【化1】



に従い、上記に定義されるG₁を伴う有機ルミネセンス材料は、A、B、C、J、Qが独立して水素、ハロゲン、R₁、OR₂、NHR₇及びNR₂R₇から選択され、R₁が独立してC₂ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択され、R₂及びR₇が独立してC₁ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択され、G₂ないしG₉が独立して水素、ハロゲン、R₃、OR₃、NHR₃及びNR₄R₃から選択され、R₃及びR₄が独立してC₁ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択される当該照明デバイスを提供する。

【0011】

他の観点では、本発明は、また、光変換体自体を提供する。従って、他の観点では、本発明は、式I(上記参照)により規定され、上記に定義されるG₁を伴う有機ルミネセンス材料を含有するマトリクスを有する光変換体であって、A、B、C、J、Qが独立して水素、ハロゲン、R₁、OR₂、NHR₇及びNR₂R₇から選択され、R₁は独立してC₂ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択され、R₂及びR₇は独立してC₁ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択され、G₂ないしG₉は独立して水素、ハロゲン、R₃、OR₃、NHR₃及びNR₄R₃から選択され、R₃及びR₄は独立してC₁ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択される当該光変換体も提供する。以下に明らかにされるように、そのようなマトリクスは、量子ドットをベースとする材料、窒化物をベースとする材料及び/又は特に赤色で発光する他の有機ルミネセンス材料等のような1つ以上の他のルミネセンス材料も有していてもよい。

【0012】

更に他の観点では、本発明は、また、そのような有機ルミネセンス材料自体を提供する。従って、他の観点では、本発明は、式I(上記参照)により規定される有機ルミネセンス材料であって、A、B、C、J、Qが独立して水素、ハロゲン、R₁、OR₂、NHR₇及びNR₂R₇から選択され、R₁は独立してC₂ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択され、R₂及びR₇が独立してC₁ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択され、G₂ないしG₉は独立して水素、ハロゲン、R₃、OR₃、NHR₃及びNR₄R₃から選択され、R₃及びR₄は独立してC₁ないしC₁₈のアルキル、C₆ないしC₂₄のアリール及びC₆ないしC₂₄のヘテロアリールから選択される当該光変換体も提供する。

30

40

50

₂ ₄ のヘテロアリールから選択される上記に定義される G₁ を伴い、 G₂ ないし G₉ は独立して水素、ハロゲン、 R₃ 、 O R₃ 、 N H R₃ 及び N R₄ R₃ から選択され、 R₃ 及び R₄ は独立して C₁ ないし C₁₈ のアルキル、 C₆ ないし C₂₄ のアリール及び C₆ ないし C₂₄ のヘテロアリールから選択され、特定の実施形態では、オプションで (i) G₃ 及び G₄ の一方又は両方が独立して R₃ 及び O R₃ から選択され、 R₃ = Y であって、 D 、 E 、 I 、 L 及び M は独立して水素、ハロゲン、 R₅ 、 O R₅ 、 N H R₅ 及び N R₆ R₅ から選択され、 R₅ 及び R₆ は独立して C₁ ないし C₁₈ のアルキル、 C₆ ないし C₂₄ のアリール及び C₆ ないし C₂₄ のヘテロアリールから選択され、オプションで (ii) G₈ はアミン基を含まない当該有機ルミネセンス材料も提供する。従って、上記照明デバイス、上記光変換体及び上記有機ルミネセンス材料自体の 1 つ以上に関連する実施形態では、 G₂ ないし G₉ の 1 つ以上が独立して R₃ 、 O R₃ 、 N H R₃ 及び N R₄ R₃ から選択され、 R₃ = Y であって、 D 、 E 、 I 、 L 及び M は独立して水素、ハロゲン、 R₅ 、 O R₅ 、 N H R₅ 及び N R₆ R₅ から選択され、 R₅ 及び R₆ は独立して C₁ ないし C₁₈ のアルキル、 C₆ ないし C₂₄ のアリール及び C₆ ないし C₂₄ のヘテロアリールから選択される。

【 0013 】

上記に定義された及び以下に更に明らかにされるそのような照明デバイス、光変換体及び / 又は有機ルミネセンス材料は、効率的に、(青色) 照射下で良好な寿命で適用される。先行技術の系と比較して、 10 ないし 100 倍の寿命の増加が見られた。

【 0014 】

本明細書では、「 C₁ ないし C₁₈ のアルキル」という表現は、分岐した C₁ ないし C₁₈ のアルキル又は分岐していない C₁ ないし C₁₈ のアルキルに関連している。「 C₁ ないし C₁₈ のアルキル」という表現は、置換されていない C₁ ないし C₁₈ のアルキル又は置換された C₁ ないし C₁₈ のアルキル(すなわち、 1 つ以上の置換基を有する C₁ ないし C₁₈ のアルキル)に関連している。「 C₁ ないし C₁₈ のアルキル」という表現は、(置換された又は置換されていない) 直鎖の C₁ ないし C₁₈ のアルキル又は非直鎖の C₁ ないし C₁₈ のアルキルに関連している。本明細書における上記「非直鎖」という用語は、 C₁ ないし C₁₈ のシクロアルキルのような環状のことを指す。

【 0015 】

本明細書では、「 C₂ ないし C₁₈ のアルキル」という表現は、分岐した C₂ ないし C₁₈ のアルキル又は分岐していない C₂ ないし C₁₈ のアルキルに関連している。「 C₂ ないし C₁₈ のアルキル」という表現は、置換されていない C₂ ないし C₁₈ のアルキル又は置換された C₂ ないし C₁₈ のアルキル(すなわち、 1 つ以上の置換基を有する C₂ ないし C₁₈ のアルキル)に関連している。「 C₂ ないし C₁₈ のアルキル」という表現は、(置換された又は置換されていない) 直鎖の C₂ ないし C₁₈ のアルキル又は非直鎖の C₂ ないし C₁₈ のアルキルに関連している。本明細書における上記「非直鎖」という用語は、 C₂ ないし C₁₈ のシクロアルキルのような環状のことを指す。

【 0016 】

例として、「 C₁ ないし C₁₈ のアルキル」という表現は、一実施形態では、直鎖ヘプチル基に関連しているが、他の実施形態では、 1 つ以上のフッ素含有置換基を有するメチル置換シクロヘキサン基に関連している。 C₁ ないし C₁₈ のアルキルは、特に、 C₁ ないし C₄ のアルキル等の C₁ ないし C₈ のアルキルのような C₁ ないし C₁₆ のアルキルに関連している。

【 0017 】

アルキル基の例は、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、ネオペンチル基、 n - ヘキシリル基、 n - ヘブチル基、 n - オクチル基、 n - ノニル基、 n - デシル基、 n - ウンデシル基、 n - ドデシル基等である。シクロアルキル基の例は、例えば、シクロペンチル、シクロヘキシリル、シクロヘブチル、シクロオクチル等である。

10

20

30

40

50

【0018】

オプションで、C₁ないしC₁₈のアルキル及び/又はC₂ないしC₁₈のアルキルの炭素鎖は、独立して-O-及び-S-から選択される1つ以上の基により中断される。従って、一実施形態では、C₁ないしC₁₈のアルキルという表現は、エーテル又は変形例ではポリエーテルにも関連している。従って、特定の実施形態では、C₁ないしC₁₈のアルキルは、nは1ないし16のような1から18までの整数であり、0 m n / 2であるC_nH_{2n+1}O_mのような1つ以上のエーテル基を有するC₁ないしC₁₈のアルキルのことも指す。

【0019】

例えば、A、B、C、J、Qは独立してOR₁に関連すると、G₂ないしG₉は独立してOR₃に関連し、D、E、I、L及びMは独立してOR₅に関連し、従って、C₁₋₁₈アルキルは、アルコキシ基の一部である。例えば、(G₁の)「A」はメトキシ等である。

【0020】

適用され得る置換基は、フッ素、塩素、ヒドロキシル、シアノ、アシリル、COOH、カルボキシレート、アルキルカルボニルオキシ、カルバモイル、アルキルアミノカルボニル、(ジアルキルアミノ)カルボニル、SO₃H、スルホネート、スルホアミノ、スルファミド、スルファモイル及びアミジノから選択され得る。一般に、上記置換基は、1ないし4個の置換基のような1ないし6個の置換基に制限される。特定の実施形態では、C₁ないしC₁₈のアルキルは、1つ以上のフッ素原子で置換されている。例えば、一実施形態では、C₁ないしC₁₈のアルキルは、特に、nは1ないし16のような1から18までの整数であり、0 m 2n+1であるC_nH_{2n+1-m}F_mに関連している。従って、「アルキル」という用語及び同様の用語は、1つ以上のフッ素含有置換基によりフッ素化されたアルキルのような置換アルキルにも関連する。

【0021】

本明細書では、「C₆ないしC₂₄のアリール」という表現は、単環芳香族アリール基又は多環芳香族アリール基のことを指す。「C₆ないしC₂₄のアリール」という表現は、置換されていないC₆ないしC₂₄のアリール又は置換されたC₆ないしC₂₄のアリール(すなわち、1つ以上の置換基を有するC₆ないしC₂₄のアリール)に関連している。C₆ないしC₂₄のアリールは、特に、C₆ないしC₁₀のアリールのようなC₆ないしC₁₆のアリールに関連している。C₆ないしC₂₄のアリールは、少なくとも1つのアリール基に加えて、1つ以上の非共役環状基も有していてもよい。

【0022】

アリール基の例は、フェニル、ナフチル、インデニル、フルオレニル、アントラセニル、フェナントレニル、ナフタセニル等である。C₆ないしC₂₄のアリールが、メチルフェニル(C₇)又はエチルフェニル(C₈)のような1つ以上の芳香族基及び1つ以上のアルキル基を有するケースでは、アルキル基は、特に、直鎖アルキル基である。また、これらのアルキル基は、独立して1つ以上の置換基を有していてもよい。更にまた、これらのアルキル基は、独立して-O-及び-S-から選択される1つ以上の基により中断され得る。従って、一実施形態では、そのようなアルキル基は、エーテル又は変形例ではポリエーテルにも関連する。

【0023】

適用され得る置換基は、フッ素、塩素、ヒドロキシル、シアノ、アシリル、COOH、カルボキシレート、アルキルカルボニルオキシ、カルバモイル、アルキルアミノカルボニル、(ジアルキルアミノ)カルボニル、SO₃H、スルホネート、スルホアミノ、スルファミド、スルファモイル及びアミジノから選択され得る。一般に、上記置換基は、1ないし4個の置換基のような1ないし6個の置換基に制限される。特定の実施形態では、C₆ないしC₂₄のアリールは、1つ以上のフッ素原子で置換されている。

【0024】

10

20

30

40

50

本明細書では、「 C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリール」という表現は、ヘテロ芳香族単環又は多環基のことを指している。この「 C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリール」という表現は、置換されていない C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリール又は置換された C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリール（すなわち、1つ以上の置換基を有する C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリール）に関連している。 C_6 ないし C_{2-4} のアヘテロアリールは、特に、 C_6 ないし C_{1-6} のヘテロアリールのような C_6 ないし C_{1-6} のヘテロアリールに関連している。 C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールは、少なくとも1つのヘテロアリール基に加えて、1つ以上の非共役環状基も有していてもよい。

【0025】

C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリール基の例は、例えば、2,5-インデニレン、2,6-インデニレン、ピラニジレン、ピリニジレン、ピリミニジレン、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-イレン等である。 C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールが、メチルフェニル(C_7)又はエチルフェニル(C_8)のような1つ以上のヘテロ芳香族基及び1つ以上のアルキル基を有するケースでは、アルキル基は、特に、直鎖アルキル基である。また、これらのアルキル基は、独立して1つ以上の置換基を有していてもよい。更にまた、これらのアルキル基は、独立して-O-及び-S-から選択される1つ以上の基により中断され得る。従って、一実施形態では、そのようなアルキル基は、エーテル又は変形例ではポリエーテルにも関連する。

【0026】

適用され得る置換基は、フッ素、塩素、ヒドロキシル、シアノ、アシリル、COOH、カルボキシレート、アルキルカルボニルオキシ、カルバモイル、アルキルアミノカルボニル、(ジアルキルアミノ)カルボニル、SO₃H、スルホネート、スルホアミノ、スルファミド、スルファモイル及びアミジノから選択され得る。一般に、上記置換基は、1ないし4個の置換基のような1ないし6個の置換基に制限される。特定の実施形態では、 C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールは、1つ以上のフッ素原子で置換されている。

【0027】

R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 の1つ以上が利用可能である一実施形態では、これらの1つ以上は、(i) n が1から18までの整数であり、0 m $n/2$ である $C_nH_{2n+1}O_m$ 、(ii) n が1から18までの整数であり、0 m $2n+1$ である $C_nH_{2n+1-m}F_m$ 、(iii) 1つ以上のエーテル基を有する C_6 ないし C_{2-4} のアリール、(iv) 1つ以上のフッ素含有置換基を有する C_6 ないし C_{2-4} のアリール、(v) 1つ以上のエーテル基を有する C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリール、(vi) 1つ以上のフッ素含有置換基を有する C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリールより成る群から独立して選択される。

【0028】

本明細書におけるハロゲンは、特に、フッ素、塩素であり、更に特にはフッ素である。とりわけ、1つ以上のハロゲンが存在する場合、1つ以上のハロゲンは(専ら)フッ素を有している。

【0029】

「から独立して選択される」という表現は、示された種のいずれかが他の選択に関係なく選択され得ることを示している。例えば、理論的には、 G_2 は水素であり、 G_3 はフッ素、 G_4 は C_1 ないし C_{1-8} のアルキル、 G_5 は R_3 が C_1 ないし C_{1-8} のアルキルであるOR₃、 G_6 は R_3 が C_1 ないし C_{1-8} のアルキル、 R_4 が C_6 ないし C_{2-4} のアリールであるNR₄R₃、 G_7 は C_6 ないし C_{2-4} のヘテロアリール、 G_8 及び G_9 はハロゲンで置換された C_1 ないし C_{1-8} のアルキルである。しかしながら、一般に、 G_2 ないし G_9 の少なくとも4つは水素であり、A、B、C、J、Qの少なくとも2つ、特に、少な

くとも 3 つは水素である。更に、R₃ = Y である場合、特に、D、E、I、L、M の少なくとも 2 つ、特に、少なくとも 3 つは水素である。

【0030】

一実施形態では、G₈ はアミン基を含んでいない。そのようなアミノ基がないことは、安定性に関して有益である。特に、一級、二級又は三級アミンへの直接的なフェニルCの共有結合が回避される。オプションで、G₈ 基又はラジカルはアミド基も含んでいない。特定の実施形態では、G₈ は水素、ハロゲン、R₃、OR₃ から選択され、R₃ 及び R₄ は、C₁ ないし C₁₈ のアルキル、C₆ ないし C₂₄ のアリール及び C₆ ないし C₂₄ のヘテロアリールから独立して選択され、とりわけアミン基を有していない。特に、G₈ は水素又はハロゲンを有している。

10

【0031】

発光の安定性、効率及び / 又はスペクトル分布の観点における良好な光学的結果は、G₁ に関するイソプロピル及び tert - ブチル基の 1 つ以上により得られる。従って、特定の実施形態では、A、B 及び C の 1 つ又は特に 2 つが、イソプロピル及び tert - ブチルより成る群から独立して選択される。特定の実施形態では、A 及び C はイソプロピルであり、G₂、G₅、G₇ ないし G₉、B、J 及び Q は水素である。更に他の実施形態では、B 及び C が tert - ブチルであり、G₂、G₅、G₇ ないし G₉、A、J 及び Q が水素である。

【0032】

更に、代替又は追加として、アリール又はアリールオキシ（すなわち、R₃ = Y である場合、OR₃ のような - O - アリール）基を有する G₃ 及び / 又は G₄ の置換基は、優れた有機ルミネセンス材料を与える。従って、一実施形態では、G₃ 及び G₄ の一方又は両方が独立して R₃ 及び OR₃ から選択され、R₃ = Y（上記化学式参照）であり、D、E、I、L 及び M が独立して C₁ ないし C₁₈ のアルキル、C₆ ないし C₂₄ のアリール及び C₆ ないし C₂₄ のヘテロアリールから選択される。特に、D、E、I、L 及び M は、水素及びハロゲン、特に、水素及びハロゲンから選択され、更に特には水素である。従って、特定の実施形態では、G₃ 及び G₄ の一方又は両方が独立して R₃ 及び OR₃ から選択され、R₃ = Y であり、D、E、I、L 及び M は水素である。

20

【0033】

特定の実施形態では、G₃ 及び G₄ の一方又は両方が独立して R₃ 及び OR₃ から選択され、R₃ = Y であり、D、E、I、L 及び M が水素であって、G₂、G₅、G₇ ないし G₉、J 及び Q が水素である。特に、R₃ = Y であり、D、E、I、L 及び M が水素である。

30

【0034】

一実施形態では、G₂ ないし G₉ の 1 つ以上が、エーテル又はアルコール、特にエーテルのような酸素含有アルキル基 C_nH_{2n+1}O_m を有しており、式中、n は 1 から 16 までの整数であり、0 m n / 2 である。代替又は追加として、D、E、I、L 及び M の 1 つ以上もまた、酸素含有アルキル基 C_nH_{2n+1}O_m を有していてもよく、式中、n は 1 から 16 までの整数であり、0 m n / 2 である。特に、D、E、I、L 及び M の最低 2 つは、水素原子である。更に、特定の実施形態では、G₃ は C₆H₅O - 基であり、G₂、G₄ ないし G₉ は水素である。更に他の実施形態では、G₂ ないし G₉ は水素である。

40

【0035】

特定の実施形態では、A、B、C、J 及び Q のそれぞれが、水素、フッ素、塩素、イソプロピル、t - ブチル、メトキシ、16 個までの炭素原子を有するアルキル及び 16 個までの炭素原子を有する酸素含有アルキルから選択される基を独立して有している。

【0036】

更に、以下に明らかにされるように、上記マトリクスは、特に、例えば、ポリグリコール酸（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（

50

P H B)、ポリ(3-ポリヒドロキシブチレート-co-3-ヒドロキシバレレート)(P H B V)、ポリエチレンテレフタレート(P E T)、ポリブチレンテレフタレート(P B T)、ポリトリメチレンテレフタレート(P T T)、ポリエチレンナフタレート(P E N)のような芳香族ポリエステル又はそのコポリマを有しており、特に、上記マトリクスはポリエチレンテレフタレート(P E T)を有している。更に、以下に明らかにされるように、上記マトリクスは、マトリクスに組み込まれた他のルミネセンス材料を有している。

【0037】

上記に示されているように、有機蛍光体(有機ルミネセンス材料)はかなり低い光化学的安定性の点で劣っている。それらの安定性は、材料の温度及び材料が変換する光の量に強く依存する。この理由のために有機蛍光体は、リモート構成(以下参照)で用いられる場合に適した対象である。有機リモート蛍光体を用いる照明アセンブリは、かなり安価な有機ルミネセンス材料の使用によりかなり安価である。更に、有機ルミネセンス材料は、可視スペクトルのどこにでも発光スペクトルを有する特定の有機ルミネセンス材料の容易な設計を可能にする。そのような分子は、合成され、分子構造に依存して、特定の光を発する。

【0038】

上述した有機ルミネセンス材料は、ベンゾキサンテン誘導体型である。ベンゾキサンテン誘導体は、当該技術分野においては既知であり、例えば米国特許U S 3 7 4 8 3 3 0に説明されている。

【0039】

上述した有機ルミネセンス材料は、青色及び/又はUVにおいて励起可能である。

【0040】

上記「有機ルミネセンス材料」という用語は、特に、ルミネセンス特性を有する(すなわち、(UV及び青色光の1つ以上により)励起すると光を発する)有機材料のことを指している。式Iの有機ルミネセンス材料は、少なくとも緑及び/又は黄色で放射するので、本明細書においては緑及び/又は黄色放出体、緑及び/又は黄色放出ルミネセンス材料又は緑及び/又は黄色ルミネセンス材料としても示される。しかしながら、式Iの有機ルミネセンス材料は、例えば赤色でも放射し得る。

【0041】

上記有機ルミネセンス材料は、本明細書において規定されるような照明デバイスに適用され得る。そのような照明デバイスは、例えば、レトロフィットランプの一一種であるT L E D(T 8直管のような管内にLEDを有するチューブ)を有している。上記有機ルミネセンス材料は、レトロフィット白熱ランプの一一種であるバルブ内にLEDを有する光バルブにも適用され得る。どちらの場合も、有機ルミネセンス材料は、透過性の覆いの上流面(すなわち、透過性の覆いの内側面)に離れて適用され得る。

【0042】

オプションで、上記マトリクスは、照明デバイスの透過性の覆いとして用いられ、言い換えれば、透過性の覆いは実質的にマトリクスより成っている。

【0043】

上記光変換体という用語は、第1の波長からの光を第2の波長の光に変換するシステムのことを指している。特に、UV及び/又は青色光(励起波長)は、(励起波長よりも高い波長の)可視光に(少なくとも部分的に)変換される。「光変換体」に関する他の用語は、「波長変換体」である。

【0044】

上記光変換体は、例えば粒子、薄片(f l a k e)、フィルム、フレーム等の形態である。特定の実施形態では、光変換体という用語は、自己支持層を含んでいる。

【0045】

従って、一実施形態では、光変換体は、コーティング、自己支持層及びプレートより成る群から選択され、従って、この光変換体は、とりわけ室温で固体であり、特に更には1

10

20

30

40

50

00まで、特に更には150まで、特に更には200まで固体である。この光変換体は、フレキシブルであってもよいし、剛体であってもよい。更に、光変換体は、(1又は2次元で)平坦であっても湾曲していてもよい。更に、光オプションで、上記光変換体は光変換体の出口面の少なくとも一部で光導出構造を有している。

【0046】

上記光変換体は、互いの上部に層のような1つ以上の部分を有している。そのような部分は、種々のルミネセンス材料又は異なる濃度のルミネセンス材料を有している。しかしながら、光変換体の少なくとも一部は(赤色)有機ルミネセンス材料を有している。

【0047】

上記マトリクスは、特に、マトリクス材料及び有機ルミネセンス材料のような上述した材料と、オプションで他のミネセンス材料等とを有している。有機ルミネセンス材料及びオプションの他のルミネセンス材料は、一実施形態では、特に、マトリクス全体にわたって均一に分散されている。しかしながら、光変換体は、少なくともルミネセンス材料に関して、例えば、ルミネセンス材料のタイプ及び/又は濃度に関して異なる組成を有する2つ以上のセグメントを有していてもよい。

【0048】

上記ルミネセンス材料(すなわち、少なくとも式Iに従うルミネセンス材料であるが、オプションで1つ以上の他のルミネセンス材料も含む)は、一実施形態では、分子的にマトリクス全体に分布している。代替又は追加として、上記ルミネセンス材料は、オプションでコーティングを有する粒子として利用可能である。後者の実施形態では、コーティングされた粒子はマトリクス中に組み込まれている。コーティングは、特に、H₂O及び/又はO₂からそのような粒子を密閉するために適用される。

【0049】

特に、上記マトリクス材料は、380ないし750nmの範囲から選択される波長を有する光に対して透過可能である。例えば、上記マトリクス材料は、青、緑及び/又は赤色光に対して透過可能である。特に、上記マトリクス材料は、少なくとも420ないし680nmの全範囲に関して透過可能である。特に、上記マトリクス材料は、50ないし100%の範囲、特に、照明ユニット(以下参照)の光源により生成され、可視波長範囲から選択される波長を有する光に対して70ないし100%の範囲で光を透過する。このやり方では、マトリクス材料は、照明ユニットからの可視光に対して透過可能である。透過又は光透過性は、垂直放射の下で第1の強度を持つ特定の波長の光を当該材料に与え、当該材料を通って透過した後測定される当該波長における光の強度を特定の波長で当該材料に与えられる光の第1の強度に関連付けることにより決定される(E-208 and E-406 of the CRC Handbook of Chemistry and Physics, 69th edition, 1088-1989も参照されたい)。

上記光変換体は、透明又は半透明であるが、とりわけ透明である。特に、上記光変換体は、実質的に透明である及び/又は実質的に光を散乱させない。光変換体が透明であると、光源の光は光変換体によって完全には吸収されない。特に、青色光を用いる場合、青色光は光ルミネセンス材料を励起させるために用いられ、(白色光の)青色成分を与えるために用いられるので、これは興味深い。

【0050】

上記マトリクス(材料)は、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(ポリエチレンカーボネート)、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)(プレキシガラス又はパースペックス)、酢酸酪酸セルロース(CAB)、シリコーン、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、(PETG)(グリコール修飾ポリエチレンテレフタレート)、PDMS(ポリジメチルシリコサン)及びCOC(シクロオレフィンコポリマー)よりなる群から選択されるような透過性有機材料のサポートよりなる群から選択される1つ以上の材料を有している。しかしながら、他の実施形態では、上記マトリクス(材料)は、無機材料を有している。好みの無機材料は、ガラス、(溶融)石英、透過性セラミック材料及びシリコーンよりなる群から選択されるものである。また、無機及び

10

20

30

40

50

有機の両方の部分を有するハイブリッド材料も適用され得る。PMMA、PET、透明PC又はガラスは、マトリクス（材料）用の材料として特に好ましい。更に特にマトリクスは、ポリエチレンテレフタレート（PET）を有している。このマトリクスは同じルミネセンス材料を有する他のマトリクスと比較して最良の光学特性を与えるように思われるからである。上記有機ルミネセンス材料は、（光源の照射の影響の下、）PET中で最も遅く劣化する。ここでは、「PET」という用語は、PET-G（グリコール変性ポリエチレンテレフタレート）又はオプションで他の変更例のことも指している。従って、上記マトリクスは、特に、ポリママトリクスを有しており、すなわち、有機ルミネセンス材料により生成される光の少なくとも一部を透過可能である。

【0051】

10

上記光変換体は、特に、ルミネセンス材料及びオプションで他の成分と、マトリクスの1つ以上の前駆体とを組み合わせ、その後マトリクスを合成することにより作られる。例えば、ポリママトリクス材料の場合、これは、ポリマのモノマー前駆体を用い、ポリママトリクスを与えるためにルミネセンス材料及びオプションで他の成分の存在下で例えば段階成長重合又はラジカル連鎖重合等によってモノマー前駆体を重合して行われる。他の選択肢は、特に、硬化可能であるポリマを出発材料分子として用い、マトリクスを与えるためにルミネセンス材料及びオプションで他の成分の存在下でこれらの分子、特にポリマを硬化させることである。従って、特に、上記マトリクスはポリママトリクスである。

【0052】

20

特定の実施形態では、G₁、G₂、G₃、G₄、G₅、G₆、G₇、G₈及びG₉の1つ以上はマトリクス（材料）と共有結合を有し、特に、G₁及びG₈の1つ以上がマトリクス（従って、特にポリママトリクス）と共有結合を有している。これは、例えば、G₁及びG₆の1つ以上のようなこれらの基の1つ以上に硬化可能な基又は重合可能な基を与えることにより得られる。これは、マトリクス中に有機ルミネセンス材料を組み込むことをより容易にする。従って、一実施形態では、G₁、G₂、G₃、G₄、G₅、G₆、G₇、G₈及びG₉の1つ以上は、硬化可能又は架橋可能な基を有する。

【0053】

30

上記マトリクスは、シール又はコーティングにより被覆又は密封されている。コーティング又はシールは、特に、H₂O及び/又はO₂からそのようなマトリクスを密閉するために適用される。

【0054】

上記に示されているように、光変換体は、特に、緑及び/又は黄色ルミネセンス材料及びオプションで赤色ルミネセンス材料を有している。光変換体は、少なくとも1つが式Iに従う有機ルミネセンス材料を有する複数のルミネセンス材料を有している。

【0055】

「式(I)」という表現は、「化学式(I)」としても示され得る。しかしながら、光変換体は、また、式Iに従う複数の有機ルミネセンス材料を有していてもよい。従って、一実施形態では、「有機ルミネセンス材料」という用語は、全てが式(I)に準拠する種々の有機ルミネセンス材料の組み合わせに関連している。

【0056】

40

更に、光変換体は、特に、他のルミネセンス材料を有している（更に以下も参照されたい。）。しかしながら、光変換体はまた、複数の他のルミネセンス材料を有していてもよい。従って、一実施形態では、光変換体は、式Iに従う1つ以上の有機ルミネセンス材料、オプションで1つ以上の他の有機ルミネセンス材料及び1つ以上の無機ルミネセンス材料を有している。光変換体は、更に、1つ以上の散乱材料及びオプションで他の材料を有している。

【0057】

従って、1つ以上の他のルミネセンス材料が適用され得る。1つ以上の他のルミネセンス材料もまた、光変換体に組み込まれていてもよい。代替又は追加として、1つ以上の他のルミネセンス材料は、ルミネセンス光変換体上のコーティングにおいて利用可能である

50

。代替及び又は追加として、1つ以上の他のルミネセンス材料は、光変換体から離れて照明デバイス内に配されていてもよい。特に、上記1つ以上の他のルミネセンス材料は、赤色放射蛍光体を有している。「他のルミネセンス材料」という用語は、特に、ルミネセンス特性を有する（すなわち、（UV及び青色光の1つ以上により）励起すると光を発する）無機材料のことを指している。上記他の無機ルミネセンス材料は、特に、少なくとも赤色で放射するが、黄、緑色等のような他の波長が（もまた）排除されるわけではない。「他のルミネセンス材料」という用語は、特に、ルミネセンス特性を有する（すなわち、（UV及び青色光の1つ以上により）励起すると光を発する）無機材料のことを指している。しかしながら、他のルミネセンス材料は、他の実施形態では、（式Iに従う有機ルミネセンス材料とは異なる）有機ルミネセンス材料を有する。

10

【0058】

従って、上記に示されているような他のルミネセンス材料は、特に、赤色光（及びオプションで他の色の光）を与える。従って、他のルミネセンス材料は、特に、光源の光の少なくとも一部を少なくとも赤色光に変換する。他のルミネセンス材料及びとりわけ（赤色光を与えるように構成された）他のルミネセンス材料は、光変換体、特にマトリクスにより構成され得るが、光変換体上のコーティングのような光変換体の外部にも存在し得る。

【0059】

上記他のミネセンス材料は、量子ドット（QD）を有している。とりわけ、狭帯域放射体の量子ドットは、この目的のために非常に好適である。量子ドットは、一般にわずか数ナノメートルの幅又は径を有する半導体材料の微小結晶である。入射光により励起されると、量子ドットは、結晶のサイズ及び材料により決定される色の光を発する。従って、ドットのサイズを適合させることにより特定の色の光が生成される。これは、量子ドットが狭帯域の放出体であるので、量子ドットを用いることによって任意のスペクトルが得られることを意味する。

20

【0060】

可視範囲において発光する最も知られている量子ドットは、硫化カドミウム（CdS）及び硫化亜鉛（ZnS）のようなシェルを伴うセレン化カドミウム（CdSe）に基づくものである。リン化インジウム（InP）並びに硫化銅インジウム（CuInS₂）及び/又は硫化銀インジウム（AgInS₂）のようなカドミウムを含有していない量子ドットも用いられ得る。量子ドットは、非常に狭い発光帯を示し、従って、飽和色を示す。更に、発光色は、量子ドットのサイズを適合させることにより容易に変更され得る。

30

【0061】

本明細書では光変換体ナノ粒子としても示される量子ドット又はルミネセンスナノ粒子は、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より成る群から選択されるII-II-VI族化合物半導体量子ドットを有している。他の実施形態では、ルミネセンスナノ粒子は、例えば、GaN、GaP、GaAs、AlN、AlP、AlAs、InN、InP、InAs、GaN_P、GaN_As、GaP_As、AlN_P、AlN_As、AlP_As、InN_P、InN_As，InP_As、GaAlN_P、GaAlN_As、GaInN_PAs、InAlN_P、InAlN_As及びInAlP_Asより成る群から選択されるII-II-V族化合物半導体量子ドットを有している。更に他の実施形態では、ルミネセンスナノ粒子は、例えば、CuInS₂、CuInSe₂、CuGaS₂、CuGaSe₂、AgInS₂、AgInSe₂、AgGaS₂及びAgGaSe₂より成る群から選択されるI-II-I-VI₂黄銅鉱型半導体量子ドットである。更に他の実施形態では、ルミネセンスナノ粒子は、例えば、LiAsSe₂、NaAsSe₂及びKAsSe₂より成る群から選択され

40

50

るような I - V - VI₂ 半導体量子ドットである。更に他の実施形態では、ルミネセンスナノ粒子は、例えば、SbTe のような IV - VI 族化合物半導体ナノ結晶である。特定の実施形態では、ルミネセンスナノ粒子は、InP、CuInS₂、CuInSe₂、CdTe、CdSe、CdSeTe、AgInS₂ 及び AgInSe₂ より成る群から選択される。更に他の実施形態では、ルミネセンスナノ粒子は、例えば、ZnSe : Mn、ZnS : Mn のような内部にドーパントを伴う上述した材料から選択される II - VI 族化合物、II II - V 族化合物 I - III I - V 族化合物及び IV - VI 族化合物半導体ナノ結晶の 1 つである。ドーパント元素は、Mn、Ag、Zn、Eu、S、P、Cu、Ce、Tb、Au、Pb、Tb、Sb、Sn 及び Tl から選択され得る。ここで、ルミネセンスナノ粒子をベースとするルミネセンス粒子は、CdSe 及び ZnSe : Mn のような種々のタイプの QD も有していてもよい。

【0062】

II - VI の量子ドットを用いることは、特に有利であるように思われる。従って、一実施形態では、半導体を使用するルミネセンス量子ドットは、II - VI の量子ドット、特に、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 より成る群から選択される II - VI の量子ドット、更に特には、CdS、CdSe、CdSe / CdS 及び CdSe / CdS / ZnS より成る群から選択される II - VI の量子ドットを有している。

【0063】

一実施形態では、Cd を含まない QD が適用される。特定の実施形態では、光変換体ナノ粒子は、II II - V の QD、より具体的には、コアシェル型 InP - ZnSQD のような InP をベースとする量子ドットを有している。「InP 量子ドット」又は「InP をベースとする量子ドット」という表現及び類似する表現は、「むき出しの (bare)」InP QD に関連するが、ドットインロッド方式の InP - ZnSQD 等のコアシェル型 InP - ZnSQD のような InP コア上にシェルを有するコアシェル型 InP QD にも関連することに注意されたい。

【0064】

典型的なドットは、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インジウムのような二元合金で作られている。しかしながら、ドットは、硫セレン化カドミウムのような三元合金からも作られる。これらの量子ドットは、10ないし50 原子の径で、量子ドットの体積内に100ないし100000 個の原子を含むことができる。これは、約2ないし10 ナノメートルに対応する。例えば、約3 mm の径を有する CdSe、InP 又は CuInSe₂ のような球形粒子が与えられる。(コーティングされていない) ルミネセンスナノ粒子は、10 nm 未満の一次元のサイズで、球、立方体、ロッド、ワイヤ、ディスク、マルチボッド等の形状を有している。例えば、20 nm の長さ及び4 nm の径の CdSe のナロロッドが与えられる。従って、一実施形態では、半導体をベースとするルミネセンス量子ドットは、コアシェル型量子ドットを有している。更に他の実施形態では、半導体をベースとするルミネセンス量子ドットは、ドットインロッド方式のナノ粒子を有している。異なるタイプの粒子の組み合わせも適用され得る。例えば、コアシェル型粒子とドットインロッド方式とが適用されてもよい及び / 又は CdS 及び CdSe のような上述したナノ粒子の 2 つ以上の組み合わせが適用されてもよい。ここでは、「異なるタイプ」という表現は、異なる幾何学的形状及び異なるタイプの半導体ルミネセンス材料に関連している。従って、(上記の) 量子ドット又はルミネセンスナノ粒子の 2 つ以上の組み合わせも適用され得る。

【0065】

10

20

30

40

50

国際特許出願公開WO 2011 / 031871公報から得られるような半導体ナノ結晶を製造する方法の一例は、コロイド成長法である。

【0066】

一実施形態では、ナノ粒子は、第1の半導体材料を有するコアと第2の半導体材料を有するシェルとを有する半導体ナノ結晶を有し、シェルはコアの表面の少なくとも一部を覆って配される。コア及びシェルを含む半導体ナノ結晶は、「コア／シェル」半導体ナノ結晶とも呼ばれる。

【0067】

例えば、半導体ナノ結晶は式MXを有するコアを含んでおり、式中、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、タリウム又はそれらの混合物であり、Xは、酸素、硫黄、セレン、テルル、窒素、リン、ヒ素、アンチモン又はそれらの混合物である。半導体ナノ結晶のコアとして用いて好適な材料の例は、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、TlN、TlP、TlAs、TlSb、PbO、PbS、PbSe、PbTe、Ge、Si、三元及び四元混合物又は合金を含む上述のいずれか含む合金及び／又は上述のいずれか含む混合物を含んでいるが、これらに限定されない。

【0068】

シェルは、コアの組成と同じである又はコアの組成とは異なる組成を有する半導体材料である。シェルは、コアの半導体ナノ結晶の表面に半導体材料の保護膜を有しており、I-V族元素、II-VI族化合物、II-V族化合物、IIII-VI族化合物、IIII-V族化合物、IV-VI族化合物、III-IVI-VI族化合物、II-IIII-VI族化合物、II-IIV-VI族化合物、II-II-VI族化合物、三元及び四元混合物又は合金を含む上述のいずれか含む合金及び／又は上述のいずれか含む混合物を含んでいる。例は、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、TlN、TlP、TlAs、TlSb、PbO、PbS、PbSe、PbTe、Ge、Si、上述のいずれか含む合金及び／又は上述のいずれか含む混合物を含んでいるが、これらに限定されない。例えば、ZnS、ZnSe又はCdSの保護膜が、CdSe又はCdTe半導体ナノ結晶上に成長される。

【0069】

半導体ナノ結晶の（コア）シェルの材料の例は、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）シェルを含んでいるが、これらに限定されない（例えば半導体に基づく特定の光変換体ナノ粒子の上記記載も更に参照されたい）。

【0070】

従って、特定の実施形態では、上記光変換体ナノ結晶は、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、GaN、GaP、GaAs、AlN、AlP、AlNAS、AlPAs、InNP、InNAS、InPAs、GaAlNP、GaAlNAS、GaAlPAs、GaInNP、GaInNAS、GaInPAs、InAlNP、InAlNAS及びInAlPAsの1つ以上を有するコア及びシェルを持つコア・シェル型ナノ粒子よりなる群から選択される。

10

20

30

30

40

50

【0071】

一般に、上記コア及びシェルは、同じ類(class)の材料を有するが、本質的には、C_dSeコアを取り巻くZnSシェル等のように異なる材料よりなっている。

【0072】

追加又は代替として、上記他のルミネセンス材料は、(Ba, Sr, Ca)₂Si₅N₈:Eu、(Mg, Sr, Ca)AlSiN₃:Eu及び(Ba, Sr, Ca)₂Si₅N₈:Euよりなる群から選択される1つ以上の材料のような二価のユーロピウムを含有する窒化物ルミネセンス材料又は二価のユーロピウムを含有するオキソ窒化物ルミネセンス材料よりなる群から選択される1つ以上のような他のルミネセンス材料も有している。これらの化合物では、ユーロピウム(Eu)が実質的に又は専ら二価であり、示されている二価のカチオンの1つ以上を置換している。一般に、Euは、上記カチオンの10%よりも多い量では存在せず、特に、Euが置換するカチオンに対して約0.5ないし10%の範囲内、更に特には、約0.5ないし5%の範囲内の量で存在する。「:Eu」又は「:Eu²⁺」という表現は、金属イオンの一部がEuにより(これらの例では、Eu²⁺により)置換されていることを示している。例えば、CaAlSiN₃中の2%のEuを考えると、正確な式は(Ca_{0.98}Eu_{0.02})AlSiN₃である。二価のユーロピウムは、一般に、上記二価のアルカリ土類カチオンのような二価のカチオン、特に、Ca、Sr又はBaを置換する。材料(Ba, Sr, Ca)₂Si₅N₈:Euは、MS:Euとしても示され、式中、Mはバリウム(Ba)、ストロンチウム(Sr)及びカルシウム(Ca)よりなる群から選択される1つ以上の元素であり、特に、Mは、この化合物で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有し、更に特には、カルシウムを有している。ここでは、Euは、取り込まれてM(すなわち、Ba、Sr及びCaの1つ以上)の少なくとも一部を置換している。更に、材料(Ba, Sr, Ca)₂Si₅N₈:Euは、M₂Si₅N₈:Euとしても示され、式中、Mはバリウム(Ba)、ストロンチウム(Sr)及びカルシウム(Ca)よりなる群から選択される1つ以上の元素であり、特に、Mは、この化合物ではSr及び/又はBaを有している。他の特定の形態では、Mは、(Euの存在を考慮に入れないと、)Sr及び/又はBaから成り、特に、Ba_{1.5}Sr_{0.5}Si₅N₈:Eu(すなわち、Ba75%、Sr25%)のように50ないし100%、とりわけ50ないし90%のBa及び50ないし0%、とりわけ50ないし10%のSrから成っている。ここでは、Euは、取り込まれてM(すなわち、Ba、Sr及びCaの1つ以上)の少なくとも一部を置換している。同様に、材料(Ba, Sr, Ca)AlSiN₃:EuもMAlSiN₃:Euとしても示され、式中、Mはバリウム(Ba)、ストロンチウム(Sr)及びカルシウム(Ca)よりなる群から選択される1つ以上の元素であり、特に、Mは、この化合物で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有し、更に特には、カルシウムを有している。ここでは、Euは、取り込まれてM(すなわち、Ba、Sr及びCaの1つ以上)の少なくとも一部を置換している。好ましくは、一形態では、他のルミネセンス材料は、(Ca, Sr, Mg)AlSiN₃:Eu、好ましくは、CaAlSiN₃:Euを有している。更に、前者と組み合わせられ得る更に他の形態では、他のルミネセンス材料は(Ca, Sr, Ba)₂Si₅N₈:Eu、好ましくは、(Sr, Ba)₂Si₅N₈:Euを有している。「(Ca, Sr, Ba)」という表現は、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により占められていることを示している。この表現は、そのような材料では、対応するカチオンのサイトがカルシウム、ストロンチウム及びバリウムよりなる群から選択されるカチオンで占められていることも示している。従って、上記材料は、例えば、カルシウム及びストロンチウムを有していてもよいし、また、ストロンチウムのみを有していてもよい等である。

【0073】

上記他のルミネセンス材料は、三価のセリウム含有ガーネット(上記参照)及び三価のセリウム含有オキソ窒化物よりなる群から選択される1つ以上のルミネセンス材料も有していてもよい。上記オキソ窒化物材料は、当該技術分野においては、オキシ窒化物材料と

10

20

30

40

50

して示されることも多い。

【0074】

従って、一実施形態では、上記他のルミネセンス材料は少なくとも赤色光を与え、有機ルミネセンス材料は少なくとも緑及び／又は黄色光を与え、特に、光源が青色光を与える。示されたように、他のルミネセンス材料は量子ドットをベースとするルミネセンス材料を有している。

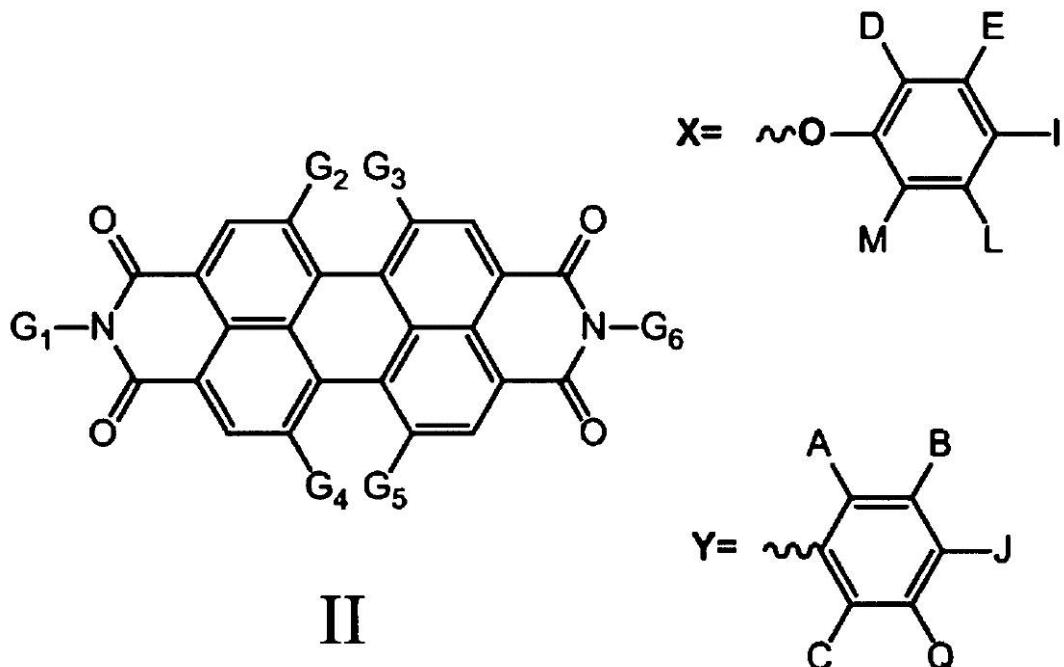
【0075】

従って、実施形態では、上記光源は青色光を与え、照明デバイスは赤色光を与える他のルミネセンス材料を更に有し、上記他のルミネセンス材料は、(Ba, Sr, Ca)S : Eu、(Mg, Sr, Ca)AlSiN₃ : Eu、(Ba, Sr, Ca)₂Si₅N₈ : Eu (及びオプションで量子ドットをベースとするルミネセンス材料 (上記も参照されたい。)) (及びオプションで有機赤色ルミネセンス (以下も参照されたい。)) より成る群から選択されるルミネセンス材料を有している。追加又は代替として、上記他のルミネセンス材料は、量子ドットをベースとするルミネセンス材料を有している。この他のルミネセンス材料は、マトリクス中に組み込まれていてもよいし、及び／又はマトリクスにコーティングとして塗布されていてもよい。追加又は代替として、上記他のルミネセンス材料は、照明デバイスのどこにでも配され得るが、依然として光源光の少なくとも一部をオプションで有機ルミネセンス材料の光を補足する可視光に変換するように構成される。従って、特定の実施形態では、上記照明デバイスは、更に、マトリクス中に組み込まれた量子ドットをベースとするルミネセンス材料を有している。

【0076】

更に他の実施形態では、上記他のルミネセンス材料は、有機ルミネセンス材料、本質的には、有機赤色ルミネセンス材料を有している。他の特定の実施形態では、上記他のルミネセンス材料は、式 (II)

【化2】



により規定されるような有機ルミネセンス材料を有しており、

・ G₁ないし G₆は独立して直鎖アルキル、分岐アルキル、酸素含有アルキル、シクロアルキル、ナフチル及びYから選択される基を有し、A、B、C、J及びQのそれぞれが独

立して水素、フッ素、塩素、イソプロピル、*t*-ブチル、メトキシ、16個までの炭素原子を有するアルキル及び16個までの炭素原子を有する酸素含有アルキルから選択される基を有し、

・G₂、G₃、G₄及びG₅は独立して水素、フッ素、塩素、イソプロピル、*t*-ブチル、メトキシ、16個までの炭素原子を有するアルキル、16個までの炭素原子を有する酸素含有アルキル及びXから選択される基を有しており、D、E、I、L及びMのそれぞれは独立して水素、フッ素、塩素、イソプロピル、*t*-ブチル、メトキシ、16個までの炭素原子を有するアルキル及び16個までの炭素原子を有する酸素含有アルキルから選択される基を有し、

G₂、G₃、G₄及びG₅から選択される少なくとも2つはXを少なくとも有し、上記G₂、G₃、G₄及びG₅から選択される少なくとも2つの少なくとも2つのD、E、I、L及びMの少なくとも1つはフッ素及び塩素から選択される基、特にフッ素基を有する。

【0077】

上述した式IIの有機ルミネセンス材料はペリレン型のものである。ペリレンは、当該技術分野において既知であり、例えば、米国特許U.S.4,845,223公報、米国特許出願公開U.S.2003/0111649公報、国際特許出願公開WO2010/116294公報（参照することにより本明細書に組み込まれるものとする。）及び国際特許出願公開WO2012/113884公報に説明されている。

【0078】

従って、「他のルミネセンス」という用語は、複数の異なる他のルミネセンス材料にも関連している。上記他のルミネセンス材料は、特に有機ルミネセンス材料と同様にマトリクス中に組み込まれたような光変換体により構成されていてもよいし、光変換体上の層のように光変換体の外部に存在していてもよいし、照明デバイスの他の場所に存在していてもよい。そのような構成の2つ以上の組み合わせも可能である（上記も参照されたい。）。従って、一実施形態では、量子ドットをベースとするルミネセンス材料のような他のルミネセンス材料が、マトリクス中に組み込まれている。

【0079】

上記のように、この照明デバイスは、（a）光源光を生成する光源及び（b）光源光の少なくとも一部を可視変換光に変換する光変換体を有している。

【0080】

上記光変換体又は特にルミネセンス材料は、光源光の少なくとも一部を変換する、言い換えれば、光源は光変換体、特にルミネセンス材料に放射結合されると言うことができる。上記光源が実質的にUV光を発する光源を有していると、ルミネセンス材料は、ルミネセンス材料に衝突するほぼ全ての光源光を変換する。光源が青色光を生成するケースでは、ルミネセンス材料は光源光を部分的に変換する。構成に依存して、残りの光源光の一部は、ルミネセンス材料を有する層を通じて伝送される。ここで、上記表現は、有機ルミネセンス材料及び他のルミネセンス材料の1つ以上に関連している。

【0081】

上記光源という用語は、原理的には、当該技術分野において既知の任意の光源に関連するが、特に、本明細書ではLEDとして更に示されるLEDを使用する光源のことを指す。以下の説明は、理解の目的のために、専らLEDを使用する光源を取り扱う。光源はUV及び/又は青色光を与える。好ましい実施形態では、発光ダイオードが青色成分を有するLED光を生成する。言い換えれば、光源は青色LEDを有している。従って、一実施形態では、光源は青色光を生成する、特に、LEDは固体LEDである。

【0082】

更に他の実施形態では、上記発光ダイオードは、UV成分を持つLED光を生成する。言い換えれば、光源はUVLEDを有している。UV光源が適用され、青色成分として青又は白色光が望まれる際には、例えば、よく知られている材料BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺及び/又は(Sr, Ba, Ca)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺が適用される。

10

20

30

40

50

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ルミネセンス材料もまた、代替又は追加として適用され得る。そのような青色ルミネセンス材料は、リモート又は光源の一部として適用されてもよく、オプションで（同様に）光変換体により構成されていてもよい。本明細書において説明される全てのルミネセンス材料が光源と放射結合され得るが、オプションで、1つ以上のルミネセンス材料が1つ以上の他のルミネセンス材料と放射結合される（すなわち、上記ルミネセンス材料はそれらの1つ以上の他のルミネセント材料の放射光を受け取るように構成され、当該放射光により励起され得る）。

【0083】

好ましいことに、上記光源は、動作中に200ないし490nmの範囲から選択される波長で少なくとも光を発する光源、とりわけ、動作中に400ないし490nmの範囲から選択される波長、更に特には440ないし490nmの範囲内にある波長で発する光源である。この光は、ルミネセンス材料により部分的に用いられる（以下参照）。特定の実施形態では、上記光源は、（LED又はレーザダイオードのような）固体LED光源を有している。「光源」という用語は、2ないし20の（固体）（LED）光源のような複数の光源にも関連がある。従って、LEDという用語は、複数のLEDのことも指している。従って、特定の実施形態では、光源は青色光を生成するように構成されている。更なる実施形態では、上記照明デバイスは、LCDアプリケーションにおいてバックライティングユニットとして適用される。従って、本発明は、更なる観点において、本明細書に規定されているような1つ以上の照明デバイスを有するバックライティングユニットを有する液晶表示装置を提供する。

10

20

【0084】

本明細書における白色光という用語は、当業者には既知である。これは、特に、約200から20000K、とりわけ、2700ないし20000K、一般照明に関してはとりわけ約2700K及び6500Kの範囲、バックライティングの目的に関してはとりわけ約7000K及び20000Kの範囲の相関色温度（CCT）を持ち、特に、BBL（黒体軌跡）から約15SDCM（等色標準偏差）以内、特に、BBLから約10SDCM以内、更に特には、BBLから約5SDCM以内の光に関連している。

【0085】

一実施形態では、上記光源、例えば、直接蛍光体変換型LED（例えば10000Kを得るように薄い蛍光体の層を有する青色発光ダイオード）は、約5000から20000Kの間の相関色温度（CCT）を持つ照明ユニット光も与える。従って、特定の実施形態では、上記光源は、5000ないし20000Kの範囲内、更に特には、8000ないし20000Kのような6000ないし20000Kの範囲内の相関色温度の照明ユニット光を与えるように構成される。相対的に高い色温度の利点は、光源光に相対的に高い青色成分が存在することである。

30

【0086】

上記照明デバイスは、少なくとも式Iに従う有機ルミネセンス材料を有する光変換体を有している。他の（更なる）ルミネセンス材料も存在する。1つ以上の他のルミネセンス材料は、それぞれ個々に、マトリクスにより構成されてもよいし、コーティング若しくはマトリクス上の層として与えられてもよいし、照明デバイスの他の場所に配されてもよい。

40

【0087】

上記照明デバイスは、特に、白色光を与えることができる。オプションで、上記照明デバイスは、照明デバイスがどのように制御されるかに依存して、着色光を与えるように構成されるか、又は着色光及び白色光を与えるように構成され得る。

【0088】

「紫色光」又は「紫色発光」という用語は、特に、約380ないし440nmの範囲内の波長を有する光に関連している。「青色光」又は「青色発光」という用語は、特に、約440ないし490nm（幾らかの紫及びシアンの色相を含む。）の範囲内の波長を有する光に関連している。「緑色光」又は「緑色発光」という用語は、特に、約490ないし

50

560 nmの範囲内の波長を有する光に関連している。「黄色光」又は「黄色発光」という用語は、特に、約540ないし570 nmの範囲内の波長を有する光に関連している。「橙色光」又は「橙色発光」という用語は、特に、約570ないし600 nmの範囲内の波長を有する光に関連している。「赤色光」又は「赤色発光」という用語は、特に、約600ないし750 nmの範囲内の波長を有する光に関連している。「桃色光」又は「桃色発光」という用語は、青色成分及び赤色成分を有する光のことを指している。「可視」、「可視光」又は「可視発光」という用語は、約380ないし750 nmの範囲内の波長を有する光のことを指している。

【0089】

上記光源は、(TiO₂のような反射材料でコーティングされているような)反射性の壁部及び光透過窓を有するチャンバ内に構成され得る。一実施形態では、上記窓は光変換層である。更に他の実施形態では、上記窓は光変換層を有している。この層は窓の上流又は窓の下流に配される。更に他の実施形態では、光変換層が窓の両側に適用される。

10

【0090】

上記「上流」及び「下流」という用語は、光生成手段(ここでは、特に第1の光源)からの光の伝播に対するアイテム又は特徴部の配置に関連しており、光生成手段からの光ビーム内の第1の位置に対して、光生成手段により近い光ビーム内の第2の位置は「上流」であり、光生成手段からより遠い光ビーム内の第3の位置は「下流」である。

【0091】

1ないし50 mm等の0.5ないし50 mmのような光源からゼロではない距離で光変換体(及びオプションで光変換体内部に存在しない他のルミネセンス材料)を配することは、効率及び/又は安定性の観点から有利である。従って、一実施形態では、光変換体は、光源のゼロではない距離に構成されている。例えば、光変換体又は特に(有機)ルミネセンス材料は、照明ユニットの窓部に適用されてもよいし、照明ユニットの窓部により構成されていてもよい。従って、一実施形態では、光変換体は、光源からゼロではない距離に構成されている。しかしながら、本発明は、光変換体と光源との距離がゼロではないアプリケーションに限定されるものではないことに注意されたい。本発明及び本明細書において説明される具体的な実施形態は、光源及び光変換体が物理的に接する他の実施形態にも適用され得る。そのような例では、光変換体は、特に、例えばLEDダイと物理的に接して構成される。

20

【0092】

光源が青色光を与えるケースでは、ルミネセンス材料は光源光の一部のみを変換する。一実施形態では、光源の青色光、有機ルミネセント材料の光及びオプションでナノ粒子を使用するルミネセンス材料のような他のルミネセント材料の光は、一実施形態では協働して白色光を与える。

30

【0093】

「実質的に全ての光」又は「実質的に構成される」のような本明細書における「実質的に」という用語は、当業者には理解されるであろう。「実質的に」という用語は、「全部」、「完全に」、「全て」等を伴う具体例も含んでいる。従って、実施形態では、形容詞的な実質的には取り除かれ得る。適用可能である場合、「実質的に」という用語は、95%以上のような90%以上、特に99%以上、更に特には100%を含む99.5%以上に関係がある。「有する」という用語は、「有する」という用語が「から成る」を意味する具体例も含んでいる。「及び/又は」という用語は、特に、「及び/又は」の前後に述べたアイテムの1つ以上に関連している。例えば、「アイテム1及び/又はアイテム2」という表現及び同様の表現は、アイテム1及びアイテム2の1つ以上に関連する。「有している」という用語は、一形態では、「から成る」を意味するが、他の形態では、「少なくとも規定された種を含み、オプションで1つ以上の他の種を含む」ことも意味する。

40

【0094】

更に、詳細な説明及び特許請求の範囲における第1、第2、第3等は、類似の構成要素を区別するために用いられており、必ずしも連続する順序又は発生順を説明するために用

50

いられるものではない。そのように用いられている用語は適切な状況下において置き換え可能であり、本明細書で説明される本発明の実施形態は、本明細書中に説明されている又は示されている順序ではない他の順序で動作可能であることを理解されたい。

【0095】

本明細書におけるデバイスは、とりわけ動作中について説明されている。当業者には明らかであるように、本発明は、動作の方法又は動作中のデバイスに限定されるものではない。

【0096】

上述した実施形態は本発明を限定するものではなく説明しており、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、括弧内に配されたいかなる参照符号もが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「有する」及びその活用の使用は、特許請求の範囲において述べられている構成要素又はステップ以外の構成要素又はステップ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。或る方策が互いに異なる従属請求項に列挙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ないことを示してはいない。

10

【0097】

本発明は、更に、詳細な説明において説明される及び/又は添付の図面に示される特徴的なフィーチャの1つ以上を有するデバイスに当たる。本発明は、更に、詳細な説明において説明される及び/又は添付の図面に示される特徴的なフィーチャの1つ以上を有する方法又はプロセスに関連している。

20

【0098】

この特許において論じられる種々の観点は、追加の利点を与えるために組み合わせられ得る。更に、上記フィーチャの幾つかは、1つ以上の分割出願の基礎を形成し得る。

【0099】

更に他の実施形態では、本発明は、式Iの有機ルミネセント材料を有する本明細書において説明される照明デバイス及び/又は式Iの有機ルミネセント材料を有する本明細書において説明される光変換体を提供する。式中、A、B、C、J、Qは独立して水素、ハロゲン、R₁、OR₂、NHR₇及びNR₂R₇から選択され、R₁が独立してC₂ないしC₁₈の炭化水素、C₆ないしC₂₄の炭化水素を含有するアリール基及びC₆ないしC₂₄の炭化水素を含有するヘテロアリール基から選択され、R₂及びR₇は独立してC₁ないしC₁₈の炭化水素、C₆ないしC₂₄の炭化水素を含有するアリール基、C₆ないしC₂₄の炭化水素を含有するヘテロアリール基から選択され、G₂ないしG₉は独立して水素、ハロゲン、R₃、OR₃、NHR₃及びNR₄R₃から選択され、R₃及びR₄は独立してC₁ないしC₁₈の炭化水素、C₆ないしC₂₄の炭化水素を含有するアリール基及びC₆ないしC₂₄の炭化水素を含有するヘテロアリール基から選択され、利用可能である場合、G₂ないしG₉の1つ以上が独立して水素、ハロゲン、R₃、OR₃、NHR₃及びNR₄R₃から選択されると、R₃=Yであり、D、E、I、L及びMは独立して水素、ハロゲン、R₅、OR₅、NHR₅及びNR₆R₅から選択され、R₅及びR₆は独立してC₁ないしC₁₈の炭化水素、C₆ないしC₂₄の炭化水素を含有するアリール基及びC₆ないしC₂₄の炭化水素を含有するヘテロアリール基から選択される。ここで、炭化水素は、置換された又は置換されていない、飽和した又は不飽和の炭化水素に関連する。更に、そのような炭化水素は、環状又は非環状の基等を含んでいる。「アリール基含有」又は「ヘテロアリール基含有」及び同様の表現は、そのような炭化水素がアリール基又はヘテロアリール基をそれぞれ少なくとも有するが、そのような基の2つ以上をそれぞれ有していてもよいことを示している。

30

【0100】

本発明の実施形態が、添付の模式図を参照して単に例としてこれから説明される。各図において、対応する参照符号は対応する部分を示している。

40

50

【図面の簡単な説明】**【0101】**

【図1A】照明デバイスの実施形態を模式的に示しており、縮尺は必ずしも正確ではない。
。

【図1B】照明デバイスの実施形態を模式的に示しており、縮尺は必ずしも正確ではない。
。

【図1C】照明デバイスの実施形態を模式的に示しており、縮尺は必ずしも正確ではない。
。

【図1D】照明デバイスの実施形態を模式的に示しており、縮尺は必ずしも正確ではない。
。

10

【図1E】照明デバイスの実施形態を模式的に示しており、縮尺は必ずしも正確ではない。
。

【図1F】照明デバイスの実施形態を模式的に示しており、縮尺は必ずしも正確ではない。
。

【図2A】合成スキーム及び作られた幾つかの有機ルミネセンス材料を示している。

【図2B】合成スキーム及び作られた幾つかの有機ルミネセンス材料を示している。

【図2C】合成スキーム及び作られた幾つかの有機ルミネセンス材料を示している。

【図3】(室温での)酢酸エチル中における上記の材料の発光スペクトルを示しており、
F083(ペリレン)と比較もしている。

【図4A】図4C及び図4Dに示されているような発光スペクトルを作り出す有機ルミネセンス材料を示している。
。

20

【図4B】図4C及び図4Dに示されているような発光スペクトルを作り出す有機ルミネセンス材料を示している。

【図4C】発光スペクトルを示している。

【図4D】発光スペクトルを示している。

【図5】他の有機ルミネセンス材料の例を示している。

【発明を実施するための形態】**【0102】**

図1aは、この実施形態では式Iに従う有機ルミネセンス材料140を少なくとも有する光変換体100を有する照明デバイス1を示している。有機ルミネセンス材料140は、この実施形態では、PETのような(ポリマ)マトリクスに組み込まれている。図に見られるように、(光変換体100内の)ルミネセンス材料と参照符号10で示されている光源とのゼロではない距離dのリモートバージョンが示されている。照明デバイス1は、光源光11、特に、青及び/又はUV光を与える1つ以上の光源10を有している。照明デバイス1は、複数のそのような光源を有している。参照符号2で示されている白色性の照明デバイス光が望まれる場合、RGBの概念を用いることが必要であり、緑及び/又は黄色又はその少なくとも一部が緑及び/又は黄色ルミネセンス材料140により与えられ、青及び赤色光が光源の1つ以上及び光源と他のルミネセンス材料、特に他のルミネセンス材料との組み合わせにより与えられる。上記他のルミネセンス材料は参照符号130で示されており、他のルミネセンス材料光131を与える。

30

【0103】

式Iに従う有機ルミネセンス材料140は、光源光11及び/又は例えば他のルミネセンス材料光131のような1つ以上の他のルミネセンス材料により励起されると、有機ルミネセンス材料光141を与える。ここでは、光変換体100は光源10から離れており、従って、光変換体100に組み込まれた有機ルミネセンス材料もまた離れている。オプションの他のルミネセンス材料130も、離れて配され得る(以下参照)が、例としてドーム内において及び/又はLEDダイ上の層としてのように光源10に近接している。

40

【0104】

単に例として、1つの光源が他のルミネセンス材料130を伴うことなく示されている。しかしながら、他の実施形態では、全ての光源10が少なくとも他のルミネセンス材料

50

130とともに構成されている。また、例として、3つの光源10が示されている。しかしながら、3つよりも多い又は少ない光源が適用され得る。

【0105】

光源10が青及び／又はUV光を与えることに注意されたい。他のルミネセンス材料130は、特に（光源10の上記光により）励起すると、赤色光を与える。オプションで、他のルミネセンス材料130は緑及び／又は黄色光も与える。

【0106】

図1a及び他の図は、空洞部172を少なくとも部分的に取り囲む筐体171を備えた光チャンバ170を有するデバイスを模式的に示しており、これは透過部173を有している。一実施形態では、透過部173は、光変換体100を有しているか、又は、特に光変換体100よりなっている。上記筐体の非透過部の面は参照符号171で示されている。面171の少なくとも一部は、反射性のコーティングのような反射体を有している。10

【0107】

光変換体100は、励起すると、有機ルミネセンス材料光141を少なくとも有するがオプションで他のルミネセンス光も有する（以下を参照されたい）光変換体光111を与える。参照符号2で示されている照明デバイス光は、光変換体光111／有機ルミネセンス材料光141を少なくとも有するが、オプションで、光源光11、他のルミネセンス材料光131及び更に他のルミネセンス材料光（図示せず）の1つ以上を有していてよい。20

【0108】

図1bは、光変換体100が他のルミネセンス材料130を伴う上流層を有する実施形態を模式的に示している。オプションで、これは、同じマトリクスを有するが異なるルミネセンス材料を有する2つの層を有する光変換体である。光源までの上記他のルミネセンス材料130を伴う層の距離は、d1で示されている。この距離は、図1aに模式的に示されている実施形態とは対照的に、この実施形態ではゼロではない。20

【0109】

図1cは、光変換体100が、例えば量子ドットの形態で他のルミネセンス材料130を有するとともに、式Iに従う有機ルミネセンス材料140を有する実施形態を模式的に示している。有機ルミネセンス材料140及び他のルミネセンス材料130の両方が、この実施形態では（リモート）光変換体に組み込まれている。すなわち、光変換体100の（ポリマ）マトリクスに組み込まれている。30

【0110】

図1dは、透過部173が、 0.25 cm^3 を超える体積を有する少なくとも2つのタイプのセグメントを有する実施形態を模式的に示しており、2つのタイプのセグメントは、有機ルミネセンス材料と他のルミネセンス材料との異なる重量比を有している。例えば、第1のセグメントはルミネセンス材料として有機ルミネセンス材料140のみを有し、第2のセグメントはルミネセンス材料として他のルミネセンス材料130のみを有している。有機ルミネセンス材料140は、また、この実施形態では、PETのような（ポリマ）マトリクスに組み込まれている。同様に、他のルミネセンス材料130もPETのような（ポリマ）マトリクスに組み込まれている。40

【0111】

図1eは、筐体170が（透過部173として）透過性の拡散部160を有しており、光変換体が筐体171の非透過部の少なくとも一部に適用される実施形態を模式的に示している。

【0112】

図1fは、反射の形態を模式的に示している。上述したように、有機ルミネセンス材料140及びオプションで他のルミネセンス材料130は、（両方ともに）（ポリマ）マトリクスに組み込まれている。

【0113】

例えば図1a、図1b、図1e、図1fのような他の図面に示されている光変換体と組

み合わせられる又はその代替の図 1 d のセグメント化された光変換体のように、実施形態の組み合わせが適用され得る。

【0114】

図 1 a ないし図 1 d では、照明デバイスは、マトリクスを有する又はマトリクスより成る光透過窓を有している。従って、上記マトリクスは光透過窓として適用され得る。図 1 e 及び図 1 f では、透過性の拡散部が光透過窓として用いられる。光透過窓は筐体として又は筐体の一部として用いられる。ここでは、光透過窓は空洞部 172 の少なくとも一部を取り囲む。透過窓は必ずしも平坦ではないことに注意されたい。各実施形態においてマトリクスを有する透過窓は、また、T L E D 又はレトロフィット白熱ランプ（電球）の実施形態のように湾曲していてもよい。

10

【実施例】

【0115】

例として、幾つかの合成が以下に説明される。2つの合成スキームが図 2 a 及び図 2 b にそれぞれ示されており、作製された幾つかの有機ルミネセンス材料が図 2 c に模式的に示されている。それらの材料の発光スペクトルが、F083（先行技術の系）とも比較され、図 3 に示されている。

【0116】

2363 の合成：

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

20

AcOH (300 mL) 中の 4 - クロロナフタル酸無水物 (10 g, 43.0 mmol) 及び 2 , 6 - デイソプロピルアニリン (16.2 mL, 86 mmol) の混合物が一晩還流された。この混合物が冷却され、水中に流し込まれた。濾過により沈殿物が回収され、水で洗浄され、真空化で乾燥された。SiO₂ 上でのカラムクロマトグラフィ（ジクロロメタン / ヘブタン = 2 : 1 ）による精製が 7.5 g (44%) の純粋な化合物 2368 を与えた。

【0117】

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

NMP (300 mL) 中の 2368 (7.5 g, 19.1 mmol) 、 2 - ニトロフェノール (13.5 g, 34.4 mmol) 及び K₂CO₃ (5.3 g, 38.2 mmol) の混合物が、窒素下で一晩 90 度攪拌された。混合物が冷却され、AcOH (150 mL) と氷水との混合物中に流し込まれた。5 分後、2NHC1 (200 mL) が加えられ、混合物がトルエン (4 x) で抽出された。混合有機層が水及び塩水で洗浄されて、濾過され、濃縮された。SiO₂ 上でのカラムクロマトグラフィ（ジクロロメタン / ヘブタン = 1 / 1 ないし 2 : 1 ）による精製が、白色の固体として 6.7 g (71%) の純粋な化合物 2369 を与えた。

30

【0118】

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

40

窒素雰囲気下の THF (60 mL) と MeOH (50 mL) との混合物中の化合物 2369 (5.7 g, 11.5 mmol) の溶液が、透明溶液になるように温められた。その後、混合物が室温まで冷却され、10% Pd / C が加えられた。混合物が水素雰囲気（バルーン）下で 2 時間室温で攪拌され、その後、セライトパッドを通して濾過され、濃縮された。SiO₂ 上でのカラムクロマトグラフィ（ジクロロメタン）による精製が、黄色の固体として 4.9 g (90%) の純粋な化合物 2370 を与えた。

【0119】

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

AcOH (80 mL) 中の化合物 2370 (5.1 g, 11.0 mmol) の溶液が、

50

0 度塩酸 (1.5 M、21 mL) 及び亜硝酸ナトリウム (水 20 mL 中 3.0 g、43.9 mmol) で処理された。60 分後、水 (130 mL) に $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (11.24 g、45.0 mmol) の溶液が加えられた。混合物が更に 0.5 時間還流され、その後、冷却を許可された。沈澱した黄色の固体が濾過され、水で洗浄され、真空下で乾燥された。 SiO_2 上でのカラムクロマトグラフィ (ジクロロメタン/ヘプタン = 1 / 1 ないし 2 : 1) による精製が、黄色の固体として 850 mg (17%) の純粋な化合物 2363 を与えた。結果は、 $M + H = 540.2$ 、 λ_{max} (酢酸エチル) = 428 nm、 $\lambda = 19300$ 及び 449 nm、 $\epsilon = 18500$ 、 (em) (酢酸エチル) 479 nm 及び 506 nm であった。

【0120】

10

2389 の合成：

1.5, 11 -ジブロモ -2 - (2, 6 -ジイソプロピルフェニル) -1 H -キサンテノ [2, 1, 9 -def] イソキノリン -1, 3 (2 H) -ジオン (2404)

臭素 (2, 7 mL、53.64 mmol) が、窒素下で CHCl_3 (160 mL) 中の溶液混合物 2363 (2 g、4.47 mmol) に加えられた。混合物が 60 度で 5 時間攪拌され、室温まで冷却されて、濃縮された。種々の臭化生成物がカラムクロマトグラフィ (SiO_2 、溶離液：ジクロロメタン/ヘプタン 1 / 1 ないし 2 / 1) により分離された。黄色の固体として化合物 2404 (1.8 g、66%) が得られた。

【0121】

20

2.2 - (2, 6 -ジイソプロピルフェニル) -5 -ブロモ -11 -フェノキシ -1 H -キサンテノ [2, 1, 9 -def] イソキノリン -1, 3 (2 H) -ジオン (2405)

NMP (60 mL) 中の 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) の混合物が、窒素下で一晩 90 度攪拌された。その後、フラスコの中身が冷たい 20% 酢酸水溶液に流し込まれた。5 分後、2 N の HCl 水溶液が加えられ、10 分間攪拌され、沈澱した固体が濾過され、温水で洗浄して中性にされ、60 度で真空乾燥された。残渣がシリカゲルに覆われ、カラムクロマトグラフィ (SiO_2 、溶離液：ジクロロメタン/ヘプタン 1 / 1 ないし 2 / 1) により精製された。黄色の固体として化合物 2405 (1.1 g、76%) が得られた。

【0122】

30

3.2 - (2, 6 -ジイソプロピルフェニル) -11 -フェノキシ -1 H -キサンテノ [2, 1, 9 -def] イソキノリン -1, 3 (2 H) -ジオン (2389)

窒素雰囲気下の THF (80 mL) 及び MeOH (100 mL) 中の化合物 2405 (600 mg、0.97 mmol) の透明溶液に、10% Pd / C (100 mg) が加えられ、バルーンによる水素雰囲気で反応が引き起こされた。混合物が 30 度で一晩攪拌され、その後、セライトパッドを通して濾過された。粗固体がカラムクロマトグラフィ (SiO_2 、溶離液：トルエンジクロロメタン 3 / 2) により精製された。黄色の固体として化合物 2389 (540 mg、98%) が得られた。結果は、 $M + H = 540.2$ 、 λ_{max} (酢酸エチル) = 428 nm、 $\lambda = 19300$ 及び 449 nm、 $\epsilon = 18500$ 、 (em) (酢酸エチル) 479 nm 及び 506 nm であった。

【0123】

40

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 (2401) の合成

化合物 2404 (500 mg、0.83 mmol)、フェニルボロン酸 (810 mg、6.64 mmol)、Pd (PPh_3)₄ (40 mg、0.03 mmol) 及び Na_2CO_3 (265 mg、2.50 mmol) が、 EtOH (1 mL)、ベンゼン (15 mL) 及び水 (2 mL) の脱気混合物に窒素下で加えられた。混合物が 80 度で一晩反応した。反応は、水を加えることにより抑えられ、ジクロロメタン (3 x) を用いて抽出された。混合有機層が水、塩水で洗浄され、乾燥され (Na_2SO_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 (SiO_2 、溶離液：DCM / ヘプタン 2 / 1

50

)により精製された。黄色の固体として化合物2401(490mg、98%)が得られた。結果は、M+H = 600.3、 λ_{max} (酢酸エチル) = 435nm、= 17700及び455nm、= 15600、(em)(酢酸エチル)489nm及び516nmであった。

【0124】

2-(2,6-ジイソプロピルフェニル)-11-フェノキシ-5-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(2402)の合成

化合物2405(400mg、0.65mmol)、フェニルボロン酸(396mg、3.25mmol)、Pd(PPh₃)₄(40mg、0.03mmol)及びNa₂C₁₀O₃(130mg、1.22mmol)が、EtOH(1mL)、ベンゼン(15mL)及び水(2mL)の脱ガス混合物に窒素下で加えられた。混合物が窒素下で80度で一晩反応した。反応は、水を加えることにより抑えられ、ジクロロメタン(3x)を用いて抽出された。混合有機層が水、塩水で洗浄され、乾燥され(Na₂SO₄)、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(SiO₂、溶離液：ジクロロメタン/ヘプタン1/1ないし3/2)により精製された。黄色の固体として化合物2402(390mg、97%)が得られた。結果は、M+H = 616.0、 λ_{max} (酢酸エチル) = 436nm、= 17700及び457nm、= 16700、(em)(酢酸エチル)491nm及び521nmであった。

【0125】

2389の合成：

1.2-(2,6-ジイソプロピルフェニル)-6-(4-メトキシ-2-ニトロフェノキシ)-1H-ベンゾ[de]イソキノリン-1,3(2H)-ジオン(2468)

N-メチルピロリドン(150mL)中の2368(12.0g、30.62mmol)、4-メトキシ-2-ニトロフェノール(8.9g、52.86mmol)及びK₂C₁₀O₃(8.1g、58.60mmol)の混合物が、窒素下で一晩90度で攪拌された。混合物が冷却され、酢酸及び冰水の混合物に流し込まれた。5分後、2NのHCl水溶液が加えられ、沈殿物が濾過により回収され、水及びメタノール(過剰フェノールの除去)で洗浄され、真空下で乾燥され、固体としての化合物2468(14g、収率87%)を与えた。

【0126】

2.4-(4-メトキシ-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(2469)

窒素雰囲気下のTHF(130mL)とMeOH(60mL)との混合物中の化合物2468(14.0g、28.31mmol)に10%Pd/C(3g)が加えられた。混合物が水素雰囲気(バルーン)下で一晩室温で攪拌され、その後、セライトパッドを通して濾過された。黄色の固体として化合物2469(14g、定量的収率)を与えた。

【0127】

3.2-(2,6-ジイソプロピルフェニル)-9-メトキシ-1H-キサンテノ[2,1,9-def]イソキノリン-1,3(2H)-ジオン7(2412)

ニトロシリ硫酸溶液(硫酸中5.8mL、33.96mmolの40wt%硝酸)が、酢酸(100mL)及びプロピオン酸(30mL)の混合物中の化合物2469(14.0g、28.3mmol)の溶液に0ないし5度で滴下された。1時間後、ジアゾニウム溶液が、水(250mL)及び酢酸(16mL)中の水和硫酸銅(II)(28.3g、113.2mmol)の沸騰溶液に少量ずつ加えられた。添加が終了した後、溶液が1時間煮沸され、冷却され、水で希釈されて、沈澱した黄色の固体が濾過され、水で洗浄されて真空下で乾燥された。SiO₂上のカラムクロマトグラフィ(ジクロロメタン/ヘプタン=1/1ないし2:1)による精製が、黄色の固体として化合物2412(1.3g、9.6%)を与えた。

【0128】

10

20

30

40

50

4 . 2 - (2 , 6 - デイソプロピルフェニル) - 9 - ヒドロキシ - 1 H - キサンテノ [2 , 1 , 9 - def] イソキノリン - 1 , 3 (2 H) - ジオン (2470)

BBr₃ (ジクロロメタン中 1 M 、 2 . 6 mL 、 2 . 60 mmol) の溶液がジクロロメタン (35 mL) 中の化合物 2412 (350 mg 、 0 . 72 mmol) の溶液に窒素下 0 度加えられた。混合物が 40 度で一晩攪拌され、 0 度まで冷却され、 NaHCO₃ の溶液が加えられた。混合物は、ジクロロメタン (1 ×) を用いて抽出され、その後、酢酸エチル (3 ×) を用いて抽出され、混合有機層が水、塩水で洗浄され、乾燥され (Na₂SO₄) 、濾過され、濃縮された。 SiO₂ 上でのカラムクロマトグラフィ (ジクロロメタン / メタノール = 60 / 1 ないし 40 / 1) による精製が、黄色の固体として純粋な化合物 2470 (284 mg 、収率 84 %) を与えた。

10

【 0129 】

5 . 2 - (2 , 6 - デイソプロピルフェニル) - 9 - フェノキシ - 1 H - キサンテノ [2 , 1 , 9 - def] イソキノリン - 1 , 3 (2 H) - ジオン (2413)

カリウム t - ブトキシド (91 mg 、 0 . 81 mmol) が、 THF (50 mL) 中の化合物 2470 (342 mg 、 0 . 74 mmol) の溶液に窒素下 0 度加えられ、この温度で 15 分間反応が引き起こされた。ジフェニルヨードニウムトリフルオロメタンスルホン酸 (473 mg 、 1 . 10 mmol) が一部加えられ、冷浴が取り除かれた。混合物が 40 度で 1 時間攪拌され、その後、 0 度に冷却され、ジクロロメタンで希釈され、水が加えられた。有機相が分離され、水相が酢酸エチル (2 ×) で抽出された。混合有機相が塩水で洗浄され、乾燥され (Na₂SO₄) 、濾過され、濃縮された。 SiO₂ 上でのカラムクロマトグラフィ (ジクロロメタン / ヘプタン = 2 / 1 ないし 4 / 1) による精製が、黄色の固体として純粋な化合物 2413 (295 mg 、収率 73 %) を与えた。結果は、 M + H = 540 . 2 、 _m^ax (酢酸エチル) = 429 nm 、 = 24800 及び 452 nm 、 = 22100 、 (em) (酢酸エチル) 473 nm 及び 501 nm であった。

20

【 0130 】

2 - (2 , 6 - デイソプロピルフェニル) - 5 , 11 - ディフェノキシ - 1 H - キサンテノ [2 , 1 , 9 - def] イソキノリン - 1 , 3 (2 H) - ジオン (2436) の合成

脱気された 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 Cs₂CO₃ (6 . 4 g 、 19 . 8 mmol) の混合物が、窒素下 90 度で 1 時間攪拌された。その後、 1 , 4 - ジオキサン (4 mL) 中の Cu (I) I (314 mg 、 1 . 65 mmol) 及び N , N - デミチルグリシン (510 mg 、 495 mmol) の混合物が加えられ、反応混合物が窒素下 90 度で一晩攪拌された。混合物は室温まで冷却され、溶媒が減圧下で除去された。残渣がジクロロメタンに溶解され、 SiO₂ が加えられた。減圧下でジクロロメタンが除去され、シリカでコーティングされた生成物が精製用のクロマトグラフィ (SiO₂ 、溶離液 : ジクロロメタン / ヘプタン 1 / 1) の上部に流し込まれた。化合物がガラスフィルタ中において温ヘプタンで洗浄され、真空下で乾燥された。黄色の固体として化合物 2413 (1 . 0 g 、 48 %) が得られた。結果は、 M + H = 632 . 2 、 _m^ax (酢酸エチル) = 437 nm 、 = 19300 及び 450 nm 、 = 19000 、 (em) (酢酸エチル) 499 nm であった。

30

【 0131 】

我々は、 60 度において 0 . 5 - 7 W / cm² の青色光の照射下で寿命を測定することにより、 PET (ポリエチレンテレフタレート) フィルム内の種々の分子の寿命を調べた。層の厚さ及び濃度は、青色光の透過が 90 % であるように設定された。 PET フィルムの全ての色素 (dye) が 0 . 92 から 0 . 96 の PLQE (フォトルミネセンス量子収量) を示した。

40

【 0132 】

寿命は、束密度に線形依存すると仮定して、 TLED の条件 (0 . 016 W / cm² の青色、空気中で 60 度の温度) に外挿されて 10 % の減少として決定されている。 F08

50

3のケースでは、約1000時間の寿命が見積もられ、一方、新規の化合物2363は、約2500時間の寿命を示した。これは、約25倍の寿命の増加を意味する。新規の化合物2389の場合、寿命は、同じ条件下で約5ないし12500時間の他のファクタで更に増加している。新規の化合物2401の場合には、寿命は、同じ条件下で約10ないし27000時間の他のファクタで更に一層増加している。

【0133】

P E Tマトリクス中の有機黄色発光分子の寿命（空気中で60°の温度の0.016 W / cm²の青色照射で10%が退色した時間）

【表1】

F083	F170	ソルベント イエロー 98	2363	2389	2401	2402	2413	2436
50-200	150- 400	400- 650	2500- 2800	10000- 15000	27000	14000	6000	12000

【0134】

白の混合の例

実施例1

青色LEDにより励起される種々の有機分子の発光が白色光を生成するために組み合わせられ得る。ここでは、図4aに示されている分子（材料2389、図2b参照）及び図4bに示されている分子（N,N'-ビス(2,6-ジイソプロピルフェニル)-1,7-ジ(2,6-ジイソプロピルフェノキシ)ペリレン-3,4:9,10-テトラカルボジイミド；CAS登録番号919488-78-1）からの放射が、図4cに示されているスペクトルを持つ白色光を得るように青色光と組み合わせられた。そのような白色光は、以下の表に示されている次の値を示して生成され得る。

【0135】

実施例2

この例では、図4a及び図4bに示されている分子からの発光が、青色光及び無機蛍光体チオガリウム酸塩(SrGa₂S₄:Eu²⁺)からの発光と組み合わせられ、図4dに示されているスペクトルを持ち、以下の表に示されている値を持つ白色光を得た。

【表2】

	変換効率 (Lm/W 青色光)	CCT	CRI	R9
実施例1	243	4015	81	63
実施例2	265	4016	86	22

【0136】

式Iに従う有機ルミネンス材料の他の例が、図5に示されている。ここでは、XはC-C結合又は酸素、すなわち、エーテル結合に関連している。例として、G₂及びG₃の1つ以上が、エーテル基を含む若しくは1つ以上のフッ素含有置換基でフッ素化される基を有しているか、又は、G₂及び/又はG₃がY基を有し、D、E、I、L及びMの1つ以上が、エーテル基を含む若しくは1つ以上のフッ素含有置換基でフッ素化されるアルキル基を有する。図5に示されている有機ルミネンス材料が、とりわけ、例として与えら

10

20

30

40

50

れる。他の基又は他の場所に位置する基を有する他の例も考えられる。

【図 1 A】

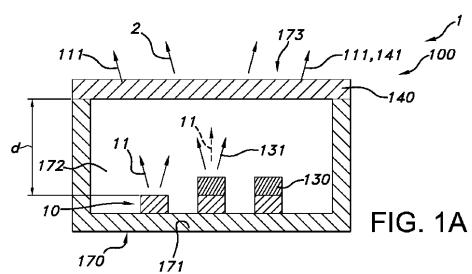


FIG. 1A

【図 1 C】

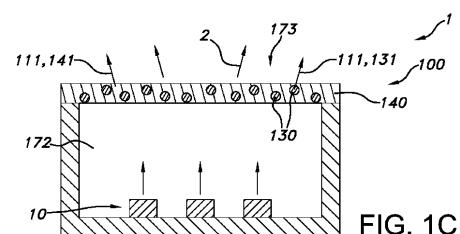


FIG. 1C

【図 1 B】

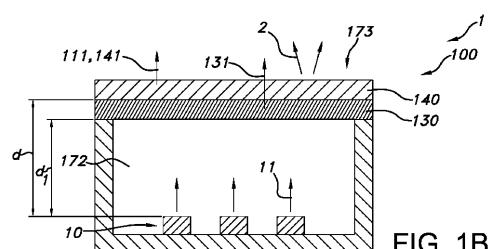


FIG. 1B

【図 1 D】

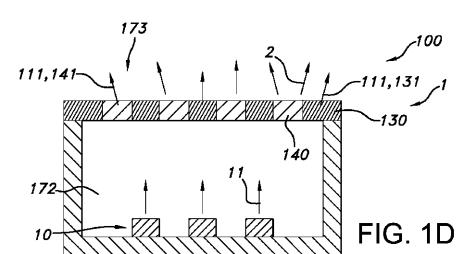


FIG. 1D

【図 1 E】

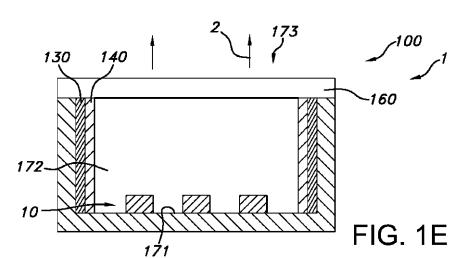


FIG. 1E

【図 1 F】

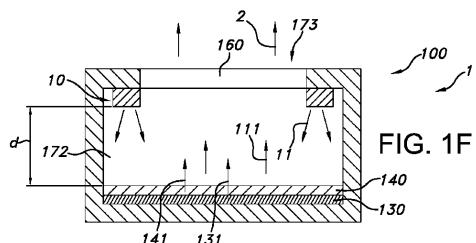


FIG. 1F

【図 2 B】

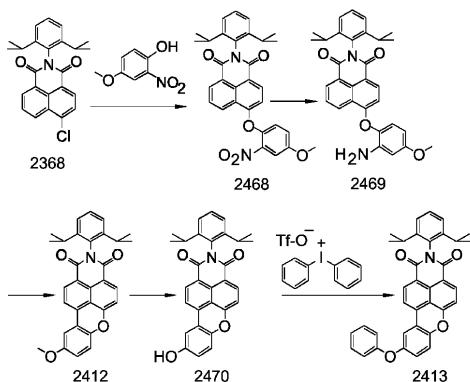


FIG. 2B

【図 2 A】

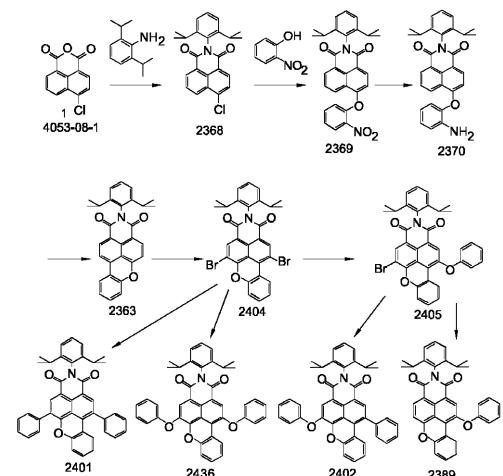


FIG. 2A

【図 2 C】

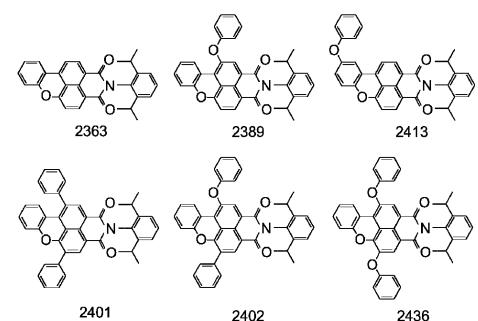


FIG. 2C

【図 4 A】

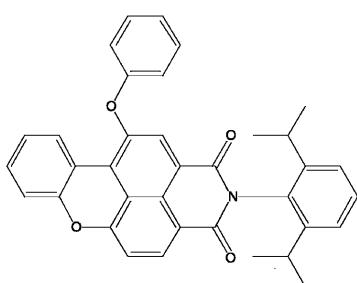


FIG. 4A

【図 3】

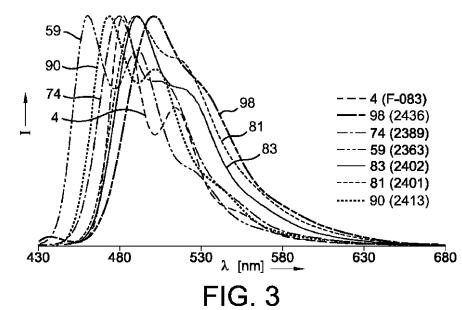


FIG. 3

【図 4 B】

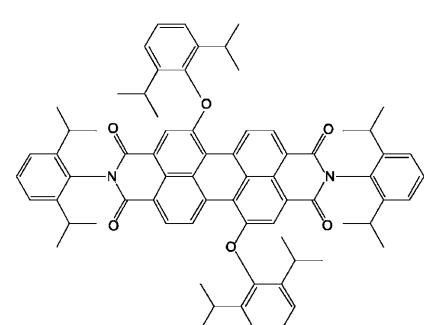


FIG. 4B

【図 4 C】

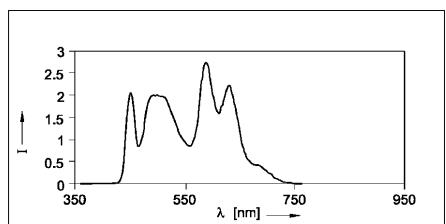


FIG. 4C

【図 4 D】

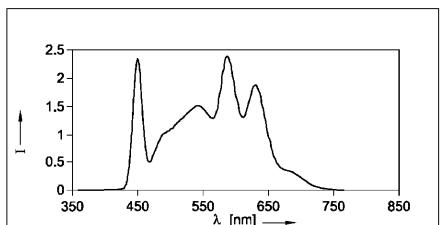


FIG. 4D

【図 5】

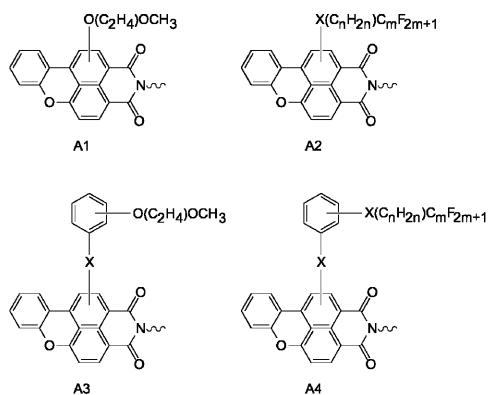


FIG. 5

フロントページの続き

(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 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 フェルトマン ダーク
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

審査官 磯貝 香苗

(56)参考文献 特開2003-217857(JP,A)
国際公開第2012/140542(WO,A1)
特公昭54-007825(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 21 S 2 / 0 0
C 0 9 K 1 1 / 0 6
F 2 1 V 9 / 4 5
H 0 1 L 3 3 / 5 0
F 2 1 Y 1 1 5 / 0 0
C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)