

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-508742

(P2008-508742A)

(43) 公表日 平成20年3月21日 (2008.3.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 33/00 (2006.01)	H01L 33/00 N	4H001
C09K 11/08 (2006.01)	C09K 11/08 J	5F041
C09K 11/59 (2006.01)	C09K 11/59 C P R	
C09K 11/66 (2006.01)	C09K 11/59 C Q A	
C09K 11/73 (2006.01)	C09K 11/59 C P D	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-524805 (P2007-524805)
 (86) (22) 出願日 平成17年7月5日 (2005.7.5)
 (85) 翻訳文提出日 平成19年4月2日 (2007.4.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2005/023559
 (87) 国際公開番号 W02006/023100
 (87) 国際公開日 平成18年3月2日 (2006.3.2)
 (31) 優先権主張番号 10/909,564
 (32) 優先日 平成16年8月2日 (2004.8.2)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

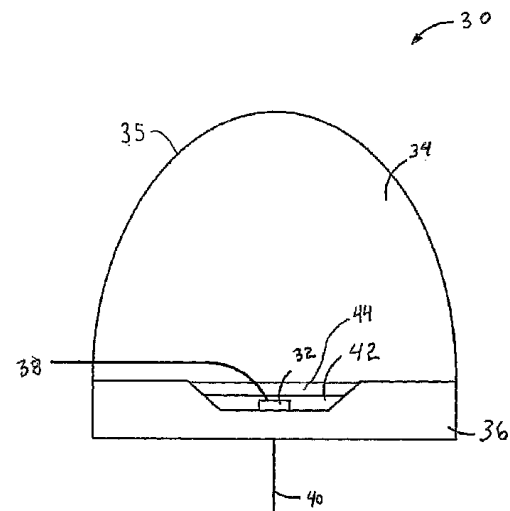
(71) 出願人 503399964
 ゲルコアー リミテッド ライアビリティ
 カンパニー
 アメリカ合衆国 オハイオ州 44125
 -4635 ヴァリー ヴィュー ヘイル
 ドライブ 6180
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 禎男
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100086771
 弁理士 西島 孝喜
 (74) 代理人 100109070
 弁理士 須田 洋之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 調整可能な演色指数を有する白色LED

(57) 【要約】

実質的に同じ発光色座標の少なくとも二つの燐光体組成物層を使用することにより、調節可能な演色指数 (CRI) または明度を達成することができ、各組成物は少なくとも一つの個別の燐光体化合物を含有する白色LEDを製造する方法が提案される。この方法は、与えられた最小明度要件におけるCRIについて、当該装置を最適化することを可能にし、その逆も同様である。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

白色光を放出するための照明装置であって：

約 250 nm ~ 約 500 nm の発光ピークを有する放射線を放出する半導体光源と；

該光源と放射線的にカップリングされた少なくとも一つの燐光化合物を含んでなる第一の燐光体組成物と；

前記光源に放射線的にカップリングされた少なくとも一つの燐光化合物を含んでなる第二の燐光体組成物とを具備し、

前記第一および第二の燐光体組成物は、同じ放射線源によって励起されたときには実質的に同じ発光色座標を有する照明装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の照明装置であって、更に、250 nm ~ 450 nm の発生した放射線を吸収できる色素、フィルタまたは他の吸収剤を含んでなる照明装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が二以上の燐光体化合物を含んでなる照明装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が、約 615 nm ~ 680 nm に極大をもった発光帯を有する燐光体化合物を含んでなる照明装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 に記載の照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が、約 625 nm ~ 660 nm に極大をもった発光帯を有する燐光体化合物を含んでなる照明装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が、約 575 ~ 615 nm に極大をもった発光帯を有する燐光体化合物を含んでなる照明装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が、約 500 ~ 575 nm に極大をもった発光帯を有する燐光体化合物を含んでなる照明装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 に記載の照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が、約 400 ~ 500 nm に極大をもった発光帯を有する燐光体化合物を含んでなる照明装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物は、CIE 色度図表上の x および y 色座標の両方において、相互に 0.020 単位の範囲内にある色点を有する照明装置。

40

【請求項 10】

請求項 1 に記載の照明装置であって、該照明装置の CRI および明度の少なくとも一方が、前記装置の中に存在する前記第一および第二の燐光体組成物の相対的量を変更することによって変化され得る照明装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の照明装置であって、該照明装置は、該装置の中に存在する前記第一および第二の燐光体組成物の相対的量に関係なく、CIE 色度図表上の実質的に同じ色点を有する照明装置。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の照明装置であって、該照明装置の色点が、CIE 色度図表の黒体軌跡

50

上に、または実質的に黒体軌跡上にある照明装置

【請求項 13】

請求項 1 に記載の照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物が別々の層の形態である照明装置

【請求項 14】

請求項 1 に記載の照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物が、 $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_4 \text{Si}_2\text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $3.5 \text{MgO} \cdot 0.5 \text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2 : \text{Mn}^{4+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{OH}) : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}) \text{Mg}_x \text{Al}_y \text{O}_{(1+x+1.5y)} : \text{Eu}^{2+}$ [ここで、 x は約 1 ~ 25 の整数であり、 y は約 5 ~ 25 の整数である]; $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_2 \text{P}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{OH}) : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{Cl}, \text{F}, \text{Br}, \text{OH}) : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Sb}^{3+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{BPO}_5 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10} (\text{PO}_4)_6 \cdot n \text{B}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_3 \text{B}_2\text{O}_6 : \text{Eu}^{2+}$; $2 \text{SrO} \cdot 0.84 \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 0.16 \text{B}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{2+}$; $\text{Sr}_2 \text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2 \text{SrCl}_2 : \text{Eu}^{2+}$; $\text{Ba}_3 \text{MgSi}_2\text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}$; $\text{Sr}_4 \text{Al}_{14} \text{O}_{25} : \text{Eu}^{2+}$; $\text{BaAl}_8 \text{O}_{13} : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{MgAl}_{10} \text{O}_{17} : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}) \text{Al}_2 \text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Lu}, \text{Sc}, \text{La}) \text{BO}_3 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$; $\text{Ca}_8 \text{Mg} (\text{SiO}_4)_4 \text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2 \text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2 (\text{Mg}, \text{Zn}) \text{Si}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}) (\text{Al}, \text{Ga}, \text{In})_2 \text{S}_4 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{La}, \text{Sm}, \text{Pr}, \text{Lu})_3 (\text{Al}, \text{Ga})_5 \text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr})_8 (\text{Mg}, \text{Zn}) (\text{SiO}_4)_4 \text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $\text{Na}_2 \text{Gd}_2 \text{B}_2\text{O}_7 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr})_2 (\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Zn}) \text{B}_2\text{O}_6 : \text{K}, \text{Ce}, \text{Tb}$; $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La})_2 \text{O}_3 : \text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$; $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La})_2 \text{O}_2 \text{S} : \text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$; $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La}) \text{VO}_4 : \text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr}) \text{S} : \text{Eu}^{2+}, \text{SrY}_2 \text{S}_4 : \text{Eu}^{2+}$; $\text{CaLa}_2 \text{S}_4 : \text{Ce}^{3+}$; $(\text{Y}, \text{Lu})_2 \text{WO}_6 : \text{Eu}^{3+}, \text{Mo}^{6+}$; $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_v (\text{Si}, \text{Ge})_y \text{N}_{(2v/3+4y/3)} : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_v (\text{Si}, \text{Ge})_y \text{O}_z \text{N}_{(2v/3+4y/3+2z/3)} : \text{Eu}^{2+}$; および $\text{A}_{2-2x} \text{Na}_{1+x} \text{E}_x \text{D}_2 \text{V}_3 \text{O}_{12}$ [ここで、 A は Ca 、 Ba 、 Sr またはこれらの組み合わせであってよく、 E は、 Eu 、 Dy 、 Sm 、 Tm もしくは Er 、またはこれらの組み合わせであってよく、 D は、 Mg もしくは Zn 、またはそれらの組み合わせであってよく、 x は、 $0.01 \sim 0.3$ の範囲である] からなる群から選択される 1 以上の燐光体化合物を含有してなる照明装置。

【請求項 15】

調節可能な演色指数 (CRI) および明度を達成できる白色光を放出するための照明装置を製造する方法であって:

約 250 nm ~ 約 500 nm の発光ピークを有する放射線を放出する半導体光源を準備する工程と;

前記光源と放射線的にカップリングされた少なくとも一つの燐光化合物を含んでなる第一の燐光体組成物を準備する工程と;

前記光源に放射線的にカップリングされた少なくとも一つの燐光化合物を含んでなる第二の燐光体組成物を準備する工程とを具備し、

前記第一および第二の燐光体組成物は、同じ放射線源によって励起されたときには実質的に同じ発光色座標を有する方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の方法であって、更に、前記光源から放出された放射線を吸収するために、250 nm ~ 450 nm の発生した放射線を吸収できる色素、フィルタまたは他の吸収剤を準備することを含んでなる方法。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

請求項 15 に記載の方法であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が、約 615 nm ~ 680 nm に極大をもった発光帯を有する燐光体化合物を含んでなる方法。

【請求項 18】

請求項 15 に記載の方法であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が、約 575 ~ 615 nm に極大をもった発光帯を有する燐光体化合物を含んでなる方法。

【請求項 19】

請求項 15 に記載の方法であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が、約 500 ~ 575 nm に極大をもった発光帯を有する燐光体化合物を含んでなる方法。

10

【請求項 20】

請求項 15 に記載の方法であって、前記第一および第二の燐光体組成物の少なくとも一方が、約 400 ~ 500 nm に極大をもった発光帯を有する燐光体化合物を含んでなる方法。

【請求項 21】

請求項 15 に記載の方法であって、前記第一および第二の燐光体組成物は、CIE 色度図表上の x および y 色座標の両方において、相互に 0.020 単位の範囲内にある色点を有する方法。

【請求項 22】

請求項 15 に記載の方法であって、該照明装置のCRI および明度の少なくとも一方が、前記装置の中に存在する前記第一および第二の燐光体組成物の相対的量を変更することによって変化され得る方法。

20

【請求項 23】

請求項 22 に記載の方法であって、前記照明装置は、該装置の中に存在する前記第一および第二の燐光体組成物の相対的量に関係なく、CIE 色度図表上の実質的に同じ色点を有する方法。

【請求項 24】

請求項 15 に記載の方法であって、前記第一および第二の燐光体組成物が、 $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_4\text{Si}_2\text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2 : \text{Mn}^{4+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{OH}) : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})\text{Mg}_x\text{Al}_y\text{O}_{(1+x+1.5y)} : \text{Eu}^{2+}$ [ここで、x は約 1 ~ 25 の整数であり、y は約 5 ~ 25 の整数である]; $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_2\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{OH}) : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl}, \text{F}, \text{Br}, \text{OH}) : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Sb}^{3+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})\text{BPO}_5 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{nB}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_3\text{B}_2\text{O}_6 : \text{Eu}^{2+}$; $2\text{SrO} \cdot 0.84\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 0.16\text{B}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{2+}$; $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{SrCl}_2 : \text{Eu}^{2+}$; $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}$; $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}^{2+}$; $\text{BaAl}_8\text{O}_{13} : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})\text{Al}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Lu}, \text{Sc}, \text{La})\text{BO}_3 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$; $\text{Ca}_8\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2(\text{Mg}, \text{Zn})\text{Si}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})(\text{Al}, \text{Ga}, \text{In})_2\text{S}_4 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{La}, \text{Sm}, \text{Pr}, \text{Lu})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr})_8(\text{Mg}, \text{Zn})(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$; $\text{Na}_2\text{Gd}_2\text{B}_2\text{O}_7 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$; $(\text{Ba}, \text{Sr})_2(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Zn})\text{B}_2\text{O}_6 : \text{K}, \text{Ce}, \text{Tb}$; $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La})_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$; $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La})_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$; $(\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La})\text{VO}_4 : \text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr})\text{S} : \text{Eu}^{2+}, \text{SrY}_2\text{S}_4 : \text{Eu}^{2+}$; $\text{CaLa}_2\text{S}_4 : \text{Ce}^{3+}$; $(\text{Y}, \text{Lu})_2\text{WO}_6 : \text{Eu}^{3+}, \text{Mo}^{6+}$; (M

30

40

50

$(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_x (\text{Si}, \text{Ge})_y \text{N}_{(2x/3+4y/3)} : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_x (\text{Si}, \text{Ge})_y \text{O}_z \text{N}_{(2x/3+4y/3+2z/3)} : \text{Eu}^{2+}$; および $\text{A}_{2-2x} \text{Na}_{1+x} \text{E}_x \text{D}_2 \text{V}_3 \text{O}_{12}$ [ここで、AはCa、Ba、Srまたはこれらの組み合わせであってよく、Eは、Eu、Dy、Sm、TmもしくはEr、またはこれらの組み合わせであってよく、Dは、MgもしくはZn、またはそれらの組み合わせであってよく、xは、0.01 ~ 0.3の範囲である] からなる群から選択される1以上の燐光体化合物を含有してなる方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本発明の実施形態は、光源によって放出される放射線を変換するための燐光体に関する。これには、LEDにより発生された紫外線(UV)、紫色または青色の放射線を、一般的照明目的のための白色光に変換することに関する特定の用途が存在する。しかし、本発明はUV、紫色および/または青色のレーザ、並びに他の光源からの放射線を白色光に変換するためにも適用可能である。

【0002】

発光ダイオード(LED)は、屢々、白熱灯のような他の光源の代替として使用される半導体発光素子である。それらは特にディスプレイ灯、警告灯および指示灯として、または着色光が望まれる他の用途に有用である。LEDによって生じる光の色は、その製造の際に使用される半導体材料の種類に依存する。

【0003】

発光ダイオードおよびレーザ(ここでは両者を一般的にLEDと称する)を含む着色半導体発光装置は、窒化ガリウム(GaN)のようなIII-V族合金から製造されている。LEDを形成するためには、典型的には炭化ケイ素またはサファイアのような基板上に該合金をエピタキシャル成長させ、発光効率等の特性を改善するために、種々のn型およびp型ドーパントがドーブされる。GaNに基づくLEDに関して、一般的には、電磁気スペクトルのUV領域および/または青色領域の光が放出される。全く最近まで、LEDにより生じる光の固有の色の故に、LEDは明るい白色光が必要とされる照明用途には適していなかった。

【0004】

最近、LEDから放出された光を、照明目的のための有用な光に変換するための技術が開発されている。一つの技術において、LEDは、燐光体層でコーティングまたは被覆される。燐光体は、電磁気スペクトルのある部分の放射線エネルギーを吸収して、電磁気スペクトルのもう一つの部分のエネルギーを放出する発光材料である。一つの重要な種類の燐光体は、化学純度が非常に高く、且つそれらを効率的な蛍光材料に変換するために少量の他の元素(「活性剤」と称する)が添加された制御された組成をもった、結晶性無機化合物である。活性剤およびホスト無機化合物の適正な組合せにより、発光の色は制御することができる。最も有用で且つ周知の燐光体は、可視領域外の電磁気放射線による励起に応答して、電磁気スペクトルの可視領域における放射線を放出する。

【0005】

LEDにより発生した放射線で燐光体を励起させることによって、異なる波長の光、例えば、スペクトルの可視領域の光が発生されてよい。着色LEDは、玩具、表示灯および他の装置に屢々使用される。製造業者は、特注の色および更に高い明度を生じるこのようなLEDに使用するために、新しい着色燐光体を探し続けている。

【0006】

着色LEDに加えて、LEDにより発生した光と蛍光体により発生した光の組み合わせを使用して、白色光を生じさせてもよい。最もポピュラーな白色LEDは、青色発光GaInNチップに基づくものである。この青色発光チップは、幾らかの青色放射線を補色(例えば黄緑)の光に変換する燐光体でコーティングされる。該燐光体およびLEDチップからの全体の光は、対応する色座標(CIE色度図表上のxおよびy)および相関色温度(

10

20

30

40

50

CCT)を備えた色点を与え、またそのスペクトル分布は、演色指数(CRI)によって測定される演色性を提供する。

【0007】

CRIは、通常は8個の標準色サンプル(R_{1-8})についての平均値として定義され、通常は一般演色指数と称されて R_a と略称されるが、国際的には14個の標準色サンプルが特定され、これにより、それらの平均としてのより広範なCRI(R_{1-14})を計算することができる。特に、強い赤色についての演色性の尺度である R_9 値が、医療分野での応用にとって非常に重要である。ここで使用する「CRI」とは、別途特定しない限り、上記の一般値、平均値、または特定値の何れかを意味する。

【0008】

一つの既知の白色発光装置は、セリウムをドープしたイットリウム・アルミニウム・ガーネット $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (「YAG」)のような燐光体と組み合わされた、青色領域にピーク発光波長(約440nm~約480nm)を有する青色発光LEDを具備している。この燐光は、前記LEDから放出される放射線の一部を吸収し、該吸収された放射線を黄緑色の光に変換する。LEDによって放出された青色光の残部は、前記燐光体を透過して、前記燐光体によって放出される黄色の光と混合される。観察者は、青色光および黄色光の混合光を白色光として感じる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

これまで、所定の色点および照明効率ターゲット付近において、燐光体で変換された白色光のCRIを緻密に調節することは極めて困難であった。上記で詳述したように、以前に提案された白色LEDの製造方法は、単一の燐光体組成物(1以上の燐光化合物を含む)を使用するか、または色バランスを提供するように、各々が実質的に異なる色点を備えた燐光体組成物の重層構造を使用する。

【0010】

この点において、一つの例示的な燐光変換発光装置10を示す図1に注意が向けられる。発光装置10は、発光ダイオード(LED)チップまたはダイ12のような半導体UVもしくは青色放射線源、および該LEDチップに電氣的に結合されたリード16, 18を具備している。このリードは、より厚いリードフレーム14に支持された細いワイヤからなっており、或いは、該リードは自己支持型の電極からなり且つリードフレームは省略されてもよい。リード16, 18はLEDチップ12に電流を与えて、LEDチップ12に放射線を放出させる。チップ12は、燐光体含有層20によって覆われる。層20の中に利用される燐光体材料は、層20によって発生される二次光の望ましい色に応じて変えることができる。チップ12および燐光体含有層20は、封止剤22によって封止される。

【0011】

動作に際しては、ダイ12に電力が供給されてこれを活性化させる。活性化されると、チップ12はその頂面から一次光を放出する。該放出された一次光は、燐光体含有層20により吸収される。次いで、この一次光の吸収に回答して、燐光体層20は二次光、即ち、より長いピーク波長を有する変換された光を放出する。該二次光は、層20の中の燐光体によって種々の方向にランダムに放出される。幾らかの二次光は、ダイ12から遠くへと放出され、封止体22を通して伝搬し、出力光として装置10を出て行く。封止体22は、出力光を矢印24で示した一般的な方向へと向わせる。

【0012】

単一の燐光体組成物(1以上の燐光体化合物を含む)のアプローチ、および層構造の燐光体組成物(各々の色点が実質的に異なる)のアプローチの両方とも、明度値およびCRI値の所定の組を提供するが、これらは燐光体層の化学組成または相対的サイズによって固定されており、燐光体混合物を再設計することなしに、または当該装置の色バランスを失うことなしには、更に変化させることはできない。

【0013】

10

20

30

40

50

従って、燐光体ブレンドの化学組成に影響することなく、または色点ターゲットを損なうことなく、CRIを調節し（例えば所定の最小明度要件について最大化する）または明度を調節する（たとえば所定の最小CRI要件について最大化する）ことを可能にする、新たなLEDに基づく解決策を開発することが望ましいであろう。これは、同じ色点を持つが、特定の応用についてカスタマイズされたCRIもしくは明度を有する白色LEDを製造するために使用される、二つの基本的な燐光体組成物の組を提供する。本発明は、上記で述べた問題および他の問題を克服する、新規且つ改善された燐光体の重層方法、ブレンドおよび形成方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0014】

第一の側面においては、約250nm～約500nmのピークをもった放射線を放出する半導体光源；第一の燐光体組成物；および第二の燐光体組成物を含んでなる白色光を放出するための照明装置であって、前記第一および第二の燐光体組成物は、同じ励起放射線に曝されたときには実質的に同じ発光色座標を有する照明装置が提供される。

【0015】

第二の側面においては、調節可能な演色性指数（CRI）および明度を達成できる白色光を放出するための照明装置を作製する方法であって、約250～500nmにピーク発光をもった放射線を放出する半導体光源を提供する工程と；前記光源に放射線的にカップリングされた第一の燐光体組成物を提供する工程と；前記第一の燐光体層の頂部に配置された第二の燐光体組成物を提供する工程とを含み、前記第一および第二の燐光体組成物は、同じ光源励起放射線に曝されるときに実質的に同じ発光色座標を有する方法が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

新規な燐光体の実施ストラテジーが、LEDおよび他の光源におけるそれらの使用と共にここに提示される。発生される可視光の色は、燐光体材料の特定の構成に依存する。ここで使用する「燐光体組成物」の用語は、特に注記しない限り、実施形態に応じて、単一の燐光体化合物、ならびに二以上の燐光体化合物のブレンドの両方を意味するように使用されてよい。

【0017】

何れかの所定の色点ターゲットのために調節可能なCRIおよび明度特性を有する、白色LEDランプが有用であることが決定された。従って、本発明の一つの実施形態においては、白色光を提供するために、同一または類似の色座標（例えばCIE 1931色度図表上の）をもった少なくとも二つの異なる燐光体組成物を有する、発光材料の燐光体でコートされたLEDチップが開示される。該組成物中の燐光体または燐光体のブレンドは、特定波長の放射線、例えば近UVもしくは可視LEDによって放出される約250～500nmのピークを有する放射線を、異なる波長の可視光に変換する。

【0018】

図面を参照して以下に説明するように、燐光体組成物は、好ましくはLEDチップを覆う異なる層として堆積される。しかし、封止体中における二つの層の均質な分散体のような、燐光体組成物の他の構成もまた想定される。燐光体組成物（および可視光を放出するならばLEDチップ）によって提供される可視光は、高い強度および輝度をもった明るい白色光からなっている。一つの実施形態において、この方法を使用した白色LEDの製造は、対応する燐光体組成物AおよびBを含有した最小限二つの層を形成することを含むであろう。これは、例えば平坦な表面（例えばパネル）上、湾曲基板（例えばキャップ）上、または直接LEDチップ上で行うことができるであろう。

【0019】

次に、図2を参照すると、放射線放出半導体（LEDチップのような）32を含んだ、本発明の一実施形態に従う発光装置30が示されている。

【0020】

10

20

30

40

50

ＬＥＤチップ３２はシェル３５で封止されてよく、該シェルはＬＥＤチップおよび封止材料３４を取囲んでいる。該シェル３５は、例えばガラスまたはプラスチック製であってよい。好ましくは、ＬＥＤチップ３２は実質的に封止体３４の中心にある。封止体３４は、好ましくはエポキシ、プラスチック、低温ガラス、ポリマー、熱可塑性材料、熱硬化性材料、樹脂、または当該技術において知られた他の種類のＬＥＤ封止材料である。任意に、封止体３４はスピンオンガラス、または幾つかの他の高屈折率材料である。好ましくは、封止材料はエポキシ、またはシリコンのようなポリマー材料である。シェル３５および封止体３４の両者は、好ましくは、ＬＥＤチップ３２および存在する何れかの燐光体材料（以下で説明する）により生じる光の波長に関して透明、または実質的に光学的に透過性である。別の実施形態において、ランプ３０は、外部シェルを伴わない封止材料のみを具備している。ＬＥＤチップ３２は、例えばリードフレームによって、自己支持型電極によって、シェルの底部によって、またはシェルもしくはリードフレームに装着されたペDESTAL（図示せず）によって支持されてよい。

10

【００２１】

従来のＬＥＤ発光装置と同様に、半導体３２は、反射体カップリードフレーム３６内に配置され、また導電性リード３８および４０を介して電力を供給されてよい。該カップは、アルミナ、チタニア、または当該技術で知られた他の誘電体粉末のような反射性材料製であってよく、または該材料でコートされてもよい。好ましい反射性材料は Al_2O_3 である。１以上の燐光体化合物を含み、且つ例えばシリコンまたは他の適切な材料のマトリックスの中に埋設された第一の燐光体組成物層４２は、放射線的にＬＥＤチップにカップリングされている。放射線的にカップリングされるとは、一方からの放射線が他方へと伝達されるように、これらの要素が相互に関連していることを意味する。該第一の層４２は、ＬＥＤチップと第二の燐光体組成物層４４の間に配置されており、また１以上の燐光体化合物を含有している。今回の説明においては、各層における単一の燐光体化合物を参照するが、第一および第二の燐光体組成物の両者とも、２以上の異なる燐光体化合物を含有してよいことが理解されるべきである。

20

【００２２】

更に、封止体３４とは異なる二つの別々の燐光体組成物層が参照されるが、燐光体組成物の正確な位置は変更されてよく、例えば封止体の中に埋設されても、またはレンズ素子上にコーティングされてもよい。このような場合、二つの燐光体組成物は一つの層の中に存在してもよく、ここでの各々の相対的量は調節されてもよい。従って、説明の目的で上記のように提示したが、二つの燐光体組成物は必ずしも異なる層または領域を形成しなくてもよい。燐光体組成物（粉末の形態）は、封止材料の単一の領域または層の中に散在して、異なる散在もしくは隣接したパターンまたは配列を形成してよく、或いは封止材料の全体に亘って均一に分散されてもよい。事実、本発明は燐光体組成物の特定の位置に関して如何なる限定も想定していない。

30

【００２３】

典型的には、好ましい実施形態では、燐光体が装置内の何処に如何にして配置されるかとは無関係に、第一の燐光体組成物粒子の大部分が、好ましくはＬＥＤチップに近接して配置され、さもなくば、第二の燐光体組成物粒子よりも前にＬＥＤチップからの入射光を受光するように設計される。従って、例えば図３を参照すると、第一および第二の燐光体組成物層４８、５０が、ギャップ５４を残してＬＥＤチップ５２から特定の距離だけ離間されて、半球状に配置された発光装置４６が示されている。図４に示す第三の実施形態においては、第一の燐光体組成物層６８がＬＥＤチップ７０上に配置される一方、第二の燐光体組成物層７２は、該ＬＥＤ装置の外表面７４上に配置された発光装置が示されている。ＬＥＤチップから放出される放射線７６は、両方の燐光体組成物層によって吸収および再放出される一方、封止体７８を通過する。これらは単なる代表的実施形態に過ぎず、限定的とみなされるべきではない。加えて、勿論、図２～図４の構造は組み合わせられてもよく、燐光体はこれら図示の何れか二つまたは三つ全部の位置に、或いはシェルから分離されまたはＬＥＤの中に組み込まれた他の何れか適切な位置に配置されてよい。

40

50

【0024】

該ランプは、その放出された放射線が燐光体に向けられるときに白色光を生じることができる何れかの半導体可視光源、または半導体UV光源を含んでよい。本発明において、該LEDチップの好ましいピーク発光は、開示された実施形態における燐光体組成物の個性に依存するであろうが、例えば250～500nmの範囲であってよい。しかし、一つの好ましい実施形態において、LEDの発光は、近UVから深青色領域にあり、また約360～約430nmの範囲にピーク波長を有するであろう。従って、典型的には、該半導体光源は種々の不純物をドーパされたLEDを具備している。こうして、該LEDは、何れか適切なIII-V族、II-VI族またはIV-IV族半導体層に基づき、且つ約250～500nmのピーク発光波長を有する半導体ダイオードを具備している。

10

【0025】

好ましくは、該LEDチップは、Ga_nN、ZnSeまたはSiCを含有してなる少なくとも一つの半導体層を含んでよい。例えば、該LEDチップは、約250nmよりも大きく且つ約500nmよりも小さいピーク発光波長を有する、式In_iGa_jAl_kN(0 ≤ i; 0 ≤ j; 0 ≤ kで、且つi + j + k = 1)で表される化合物半導体窒化物を具備してよい。このようなLED半導体は当該技術において既知である。放射線源は、ここでは便宜的にLEDとして記載される。しかし、ここで使用する該用語は、例えば半導体レーザダイオードを含む全ての半導体放射線源を包含することを意味している。

【0026】

ここで述べる本発明の例示構造の一般的議論は無機LEDに基づく光源に向けられているが、該LEDチップは、他に注記しない限り、有機発光構造体または他の放射線源によって置換えられてよいこと、およびLEDチップまたは半導体に対する如何なる言及も、何れかの適切な放射線源を表すに過ぎないことが理解されるべきである。

20

【0027】

上記実施形態における燐光体組成物は、何れか適切な方法によって堆積される。例えば、水ベースの懸濁液を形成し、燐光体層としてLED表面に塗布することができる。このような一つの方法では、燐光体粒子がランダムに懸濁されているシリコンスラリーが、LEDの回りに配置される。燐光体粒子が封止体材料内に散在されるべきときには、燐光体粉末をポリマー前駆体に添加し、これをLEDチップの回りに載置し、次いで該ポリマー前駆体をキュアさせてポリマー材料を固化させればよい。これらの方法は、燐光体層およびLEDチップの可能な配置の単なる例示に過ぎない。従って、燐光体層は、燐光体懸濁液をLEDチップ上にコーティングし、乾燥することによって、LEDチップの発光表面上を覆ってまたは該表面に直接にコーティングされてよい。存在するときは、シェルおよび封止体の両者が、燐光体層および一定の実施形態ではLEDチップからの放射線がこれらを透過することを可能にするように、好ましくは実質的に透明であるべきである。限定を意図するものではないが、一つの実施形態において、当該燐光体層における燐光体粒子のサイズ中央値は約1～約10ミクロンであってよい。

30

【0028】

上記構造の何れにおいても、ランプ10はまた、封止材料の中に埋め込まれた複数の散乱粒子(図示せず)を含んでもよい。これらの散乱粒子は、例えばアルミナ粉末のようなAl₂O₃粒子、またはTiO₂を含んでよい。該散乱粒子は、LEDチップから放出されるコヒーレント光を、好ましくは無視できる量の吸収を伴って効果的に散乱する。

40

【0029】

本実施形態は、二つの燐光体組成物層を示しているが、本発明はこれに限定されず、三つ以上の燐光体組成物層を含む実施形態も想定している。有利なことに、本発明に従う半導体組成物は従来の製造ラインを使用して製造することができる。

【0030】

一つの実施形態において、燐光体組成物層は本質的に同じ発光色座標(例えば1931CIE色度図表上のx座標およびy座標)を有し、各組成物は少なくとも一つの個別の燐光体化合物を含有している。従って、何れか所定の色点ターゲットにおいて、少なくとも

50

二つの基本燐光体組成物が調製され、その各々は、使用すべきLEDチップと本質的に同じ色点ターゲット（好ましくは紫色領域、例えば4.5nmであるがこれに限定されない）を与えることができる。組成物当りの燐光体化合物の数は、如何なる場合でも、1（例えば米国特許第6,522,065号に開示された燐光体化合物）から2または3以上（例えば米国特許第6,685,852号に開示された燐光体ブレンド）であることができ、これら特許の開示はその全体を本明細書の一部として援用する。色点変動を最小化するためには、好ましくは少なくとも二つの組成物が、同じ放射線源によって励起されるときに、好ましくは1931CIE色度図表上のxおよびy色座標における0.020単位以内、より好ましくは0.010単位以内、最も好ましくは0.005単位以内にある実質的に同じ色点を提供すべきである。

10

【0031】

これは、二つの組成物相互の相対的な量を変化させることによって、同じ色点を全て維持しながら、得られる照明装置を、所定の最小光度要件におけるCRIについて最適化すること（逆も可）を可能にする。即ち、二つの燐光体組成物は同じ色座標を有するけれども、選択されたLEDチップと共に使用されるときには異なるCRIおよび光度特性を有するであろう。従って、LED装置における各組成物の量を変化させることによって、当該装置の最終的なCRIおよび明度特性を連続的に変更することができる。

【0032】

このようにして、ここに開示した方法は、その中に使用される燐光体化合物の化学的構成に影響を与えることなく、または色点ターゲットを損なうことなく、照明装置のCRI（例えば、所定の最小明度要件について最大化する）または明度（例えば、所定の最小CRI要件について最大化する）を調節することを可能にする。これは、色点は同一または類似であるが、特定の用途についてカスタマイズされたCRIまたは明度値を備えた白色LEDを製造するために使用されるべき、少なくとも二つの基本的な燐光体組成物の一つの組を与える。

20

【0033】

上記のように、各燐光体組成物は、1以上の個々の燐光体化合物を含むことができる。好ましくは、各組成物における個々の燐光体の個性は、各組成物から放出される放射線が、LEDチップからの残留光と組み合わされたときに白色光を生じるように選択される。従って、UV・LEDチップが使用されるとき、燐光体組成物は、好ましくは、赤色発光燐光体、オレンジ色発光燐光体、緑色発光燐光体および青色発光燐光体からなる群から選択される少なくとも二つの燐光体化合物のブレンドを含んでいる。更に好ましくは、当該燐光体組成物は、上記から選択される少なくとも三つの燐光体を含んでいる。勿論、これら燐光体組成物の各々は、一つの燐光体を含む如何なる数の燐光体を含んでもよい。

30

【0034】

前記燐光体組成物中に使用される個々の燐光体化合物の特定の量は、望ましい色温度に依存するであろう。該燐光体組成物中における各燐光体の相対的な量は、スペクトル重量の用語で記述することができる。このスペクトル重量は、各燐光体が当該燐光体組成物の全体の発光スペクトルに寄与する相対的な量である。加えて、必要であれば、LED光の一部が滲み出して、当該装置の光スペクトルに寄与してもよい。LED滲み出しの量は、工業的な青色チップに基づく白色LEDについて日常的に行われているように、燐光体層の光学密度を変化させることによって調節することができる。或いは、以下で更に説明するように、それは適切なフィルタまたは色素を使用することによって調節されてもよい。

40

【0035】

各燐光体組成物における全ての個々の燐光体のスペクトル重量の量は、合計すると、個々の燐光体組成物の発光スペクトルの1（即ち100%）になるはずである。同様に、全ての燐光体組成物のスペクトル重量の量、並びにLED光源からの残留滲み出しは、合計すると、当該光装置の発光スペクトルの100%になるはずである。

【0036】

限定を意図するものではないが、燐光体組成物に使用するための好ましい赤色発光燐光

50

体には、約 615 nm ~ 680 nm、より好ましくは約 625 nm ~ 660 nm の間に極大値を備えた発光帯を有するものが含まれる。即ち、好ましい赤色発光燐光体には、 $3.5 \text{ MgO} \cdot 0.5 \text{ MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2 : \text{Mn}^{4+}$ (「MFG」)、および/または $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_4 \text{Si}_2\text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ (「SASI Red」) が含まれる。

【0037】

好ましいオレンジ色発光燐光体には、約 575 nm ~ 615 nm、より好ましくは約 580 nm ~ 610 nm の間に極大値を伴った発光帯を有するものが含まれる。即ち、好ましいオレンジ色発光燐光体処方には、 $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{OH}) : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ (「HALO」)、および/または $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_2 \text{P}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ (「SPP」) が含まれる。

10

【0038】

好ましい緑色発光燐光体には、約 500 nm ~ 575 nm、より好ましくは約 510 nm ~ 560 nm、より好ましくは約 515 nm ~ 545 nm の間に極大値を伴った発光帯を有するものが含まれる。即ち、好ましい緑色発光燐光体には、 $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}) \text{Al}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn})_2 \text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、および/またはそれらの混合物が含まれる。

【0039】

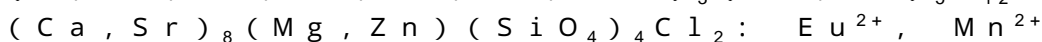
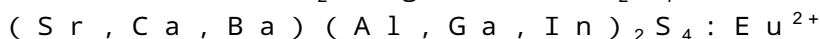
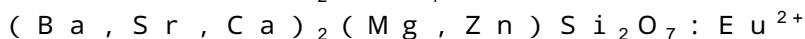
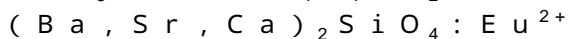
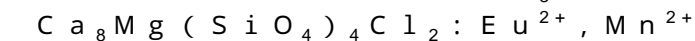
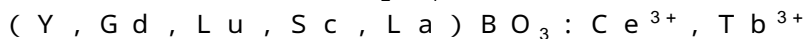
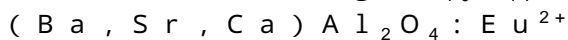
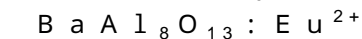
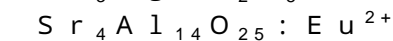
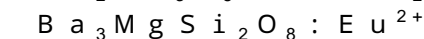
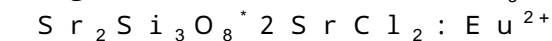
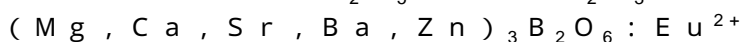
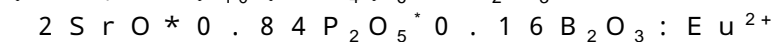
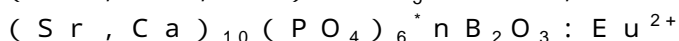
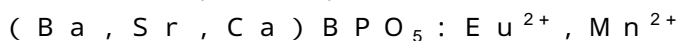
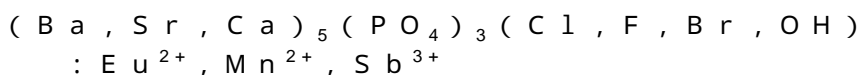
好ましい青色発光燐光体には、約 400 nm ~ 500 nm、より好ましくは約 440 nm ~ 460 nm の間に極大値を伴った発光帯を有するものが含まれる。即ち、好ましい青色発光燐光体には、 $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{OH}) : \text{Eu}^{2+}$ (「SECA」)、および $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}) \text{Mg}_x \text{Al}_y \text{O}_{(1+x+1.5y)} : \text{Eu}^{2+}$ (「BAM」)、並びにそれらの混合物が含まれ、ここでの x は約 1 ~ 5 の整数であり、 y は約 5 ~ 25 の整数である。

20

【0040】

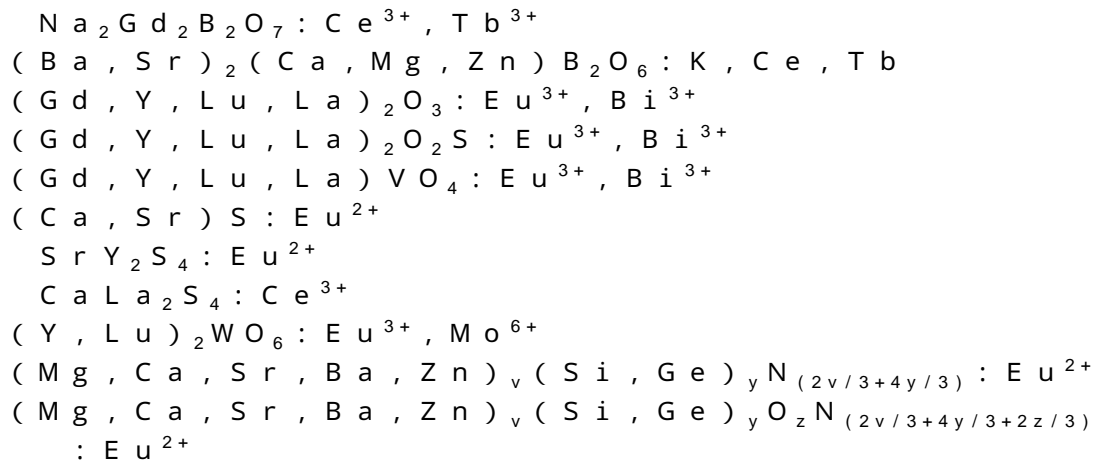
上記燐光体に加えて、またはそれらの代りに、他の燐光体を使用してもよい。このような一つの適切な燐光体は、 $\text{A}_{2-2x} \text{Na}_{1+x} \text{E}_x \text{D}_2 \text{V}_3 \text{O}_{12}$ であり、ここでの A は、 $\text{Ca}, \text{Ba}, \text{Sr}$ 、またはこれらの組み合わせであってよく； E は、 $\text{Eu}, \text{Dy}, \text{Sm}, \text{Tm}$ 、もしくは Er 、またはこれらの組み合わせであってよく； D は、 Mg もしくは Zn 、またはそれらの組み合わせであってよく、また x は 0.01 ~ 0.3 の範囲である。加えて、当該燐光体組成物に使用するための他の適切な燐光体には、下記のものが含まれる：

30



40

50



10

【0041】

十分に類似した発光スペクトルをもった他の燐光体化合物は、その化学式が上記の例とは顕著に異なっている、上記で述べた赤色燐光体、オレンジ色燐光体、緑色燐光体、青色燐光体、または他の燐光体の適切な例の何れかの代用として使用してよいことを、当業者は理解するであろう。

【0042】

種々の実施形態の燐光体組成物における個々の燐光体化合物の各比率は、望ましい光出力の特徴に依存して変化してよい。種々の実施形態の燐光体組成物における個々の燐光体の相対的比率は、それらの発光が混合されてLED照明装置に用いられるときに、CIE色度図表上の予め定められたx値およびy値の可視光を生じるように調節されてよい。先に述べたように、好ましくは白色光が発生される。この白色光は、例えば、約0.30～約0.55の範囲のx値、および約0.30～0.55の範囲のy値を有してよい。しかし、既に述べたように、燐光組成物における各燐光体化合物の正確な個性および量は、末端ユーザの必要性に従って変化することができる。

20

【0043】

上記で述べた燐光体化合物は、例えば、出発材料としての元素状酸素、炭酸塩および/または水酸化物を組み合わせることにより、燐光体を製造するための既知の固体反応プロセスを使用して製造されてよい。他の出発材料には、硝酸塩、硫酸塩、酢酸塩、クエン酸塩、または蔞酸塩が含まれてよい。典型的なプロセスにおいて、出発材料は乾式もしくは湿式混合法を介して合体され、空气中または還元雰囲気下において、例えば900～1600で燃焼される。

30

【0044】

融剤が、混合ステップの前または最中に該混合物に添加されてよい。この融剤は、 NH_4Cl 、またはテルビウム、アルミニウム、ガリウムおよびインジウムからなる群から選択される少なくとも一つの金属のフッ化物のような、従来の他の融剤であってよい。当該混合物の塩重量の約20重量%未満、好ましくは約10重量%未満の融剤の量が、融解の目的のためには充分である。

【0045】

出発材料は、何れかの機械的方法（攪拌または高速ブレンダーまたはリボンブレンダーにおけるブレンドが含まれるが、これらに限定されない）によって一緒に混合されてよい。該出発材料は、ボールミル、ハンマーミル、またはジェットミルの中で一緒に組み合わされ、粉碎されてもよい。特に、出発材料の混合物がその後の沈殿のために溶液にされるべきときは、該混合は湿式ミリングによって行われてもよい。該混合物が湿式であれば、約900～約1700、好ましくは約900～約1500の温度において、該混合物の全部を最終材料に変換するために十分な時間だけ還元雰囲気下で燃焼させる前に、それをまず乾燥させてよい。

40

【0046】

該燃焼は、好ましくは良好な気体/固体の接触を促進するための攪拌または混合作用を

50

用いて、バッチ式または連続式のプロセスで行われてよい。燃焼時間は、燃焼すべき混合物の量、燃焼装置を通して案内されるガスの速度、および燃焼装置におけるガス/固体接触の質に依存する。典型的には、約10時間以下の燃焼時間で充分である。還元性雰囲気は、任意に窒素、アルゴンまたはその組み合わせのような不活性ガスで希釈された、典型的には水素、一酸化炭素またはそれらの組み合わせのような還元性ガスを含んでいる。或いは、該混合物を含有する坩堝を、高純度の炭素粒子を含む第二の閉じた坩堝の中にパッキングし、空气中で燃焼させて、前記炭素粒子が空气中に存在する酸素と反応することにより還元性雰囲気を与えるための一酸化炭素を発生させるようにしてもよい。

【0047】

一つの実施形態では、これらの化合物はブレンドされて硝酸溶液中に溶解される。酸溶液の強さは、酸素含有化合物を迅速に溶解するように選択され、この選択は当業者の技量の範囲内である。次いで、該酸溶液に水酸化アンモニウムが徐々に添加される。水酸化アンモニウムの代りに、メタノールアミン、エタノールアミン、プロパノールアミン、ジメタノールアミン、ジエタノールアミン、ジプロパノールアミン、トリメタノールアミン、トリエタノールアミン、またはトリプロパノールアミンのような有機塩基を使用してもよい。

10

【0048】

沈殿を濾過し、脱イオン水で洗浄して乾燥させてよい。この乾燥した沈殿物をボールミルで粉碎し、さもなければ完全にブレンドし、次いで、出発材料の実質的に完全な脱水を保証するのに十分な時間だけ、約400 ~ 約1600 において空气中で焼成する。この焼成は一定の温度で行われてよい。或いは、焼成の持続時間の間に、焼成温度は周囲温度から最終温度まで上昇され、該最終温度に保持されてよい。焼成された材料は、同様に、 H_2 、 CO 、またはこれらのガス的一方と不活性ガスとの混合物のような還元性雰囲気、またはココナツチャコールと出発材料の分解生成物との間の反応によって生じる雰囲気下において十分な時間だけ1000 ~ 1600 で燃焼され、全ての焼成された材料が望ましい燐光体化合物に変換される。

20

【0049】

燐光体組成物には、色素またはフィルタを添加するのが望ましいであろう。従って、燐光体組成物および/または封止体はまた、0 ~ 約20重量% (燐光体の全重量に基づいて) の色素または250 nm ~ 500 nmの波長を有するUVを吸収できるUV吸収剤を含有してよい。

30

【0050】

適切な色素またはフィルタには、250 nm ~ 500 nmの発生した放射線を吸収できる当業者に既知の何れかのものが含まれる。このような色素には、例えばチタン酸ニッケル、またはジルコン酸プラセオジウムが含まれる。該色素は、250 nm ~ 450 nmの範囲で発生した放射線の10% ~ 100%をフィルターするのに効果的な量で使用される。

【0051】

各燐光体化合物に適切なスペクトル重量を与えることによって、各燐光体組成物に使用するための、特に白色ランプについての色空間の関連部分をカバーするスペクトルブレンドを作製することができる。この特定の例が下記に示される。種々の望ましい色点のために、個々の組成物に含めるための各燐光体化合物の個性および適切な量を決定することができる。こうして、照明装置における各組成物の量に基づいて、CRIおよび明度を制御しながら、殆ど全てのCCTまたは色点を生じる組成物に使用するための燐光体ブレンドをカスタマイズすることができる。

40

【0052】

示される実施例は、各燐光体の代表的なスペクトルについてのものである。勿論、各燐光体の色は、その正確な構成(例えば、BAM燐光体におけるBa、Ca、Sr、並びにEuの相対的量)に依存し、該構成は燐光体の色を、例えば青色の代りに緑色と名称を変えなければならないほどに変化させることができるであろう。加えて、SASI赤およびHALOのような幾つかの燐光体は、共アクチベータ(この場合は Eu^{2+})から二次的青

50

色ピークを放出する可能性があり、これは当該ブレンド（SECAまたはBAM）における青色燐光体からの発光に寄与するであろう。しかし、このような変形例によって必要とされる、同一または類似の特徴的照明装置を製造するためのスペクトル重量の変化を決定することは些細なことであり、実験の設計（DOE）または他の戦略等の種々の方法を使用して当業者が達成できるものである。

【0053】

同じ色点をもった二以上の燐光体組成物が照明装置に使用される本実施形態を使用することによって、所定の色点についてカスタマイズ可能なCRIおよび明度を有するランプを提供することができる。その中に存在する各燐光体化合物の個性および量を含む各燐光体組成物の調製、およびLEDスペクトルに対するその寄与の評価は、当業者にとっては些細なことであり、例えば、種々の厚さを有する二つの燐光体組成物を備えた一連の装置を調製する等の、DOEアプローチに補助された確立された技術を使用して行うことができる。

10

【0054】

上記実施形態に従う燐光体ブレンドを使用した光源が製造されてよい。二つの異なる仮想試験例が提示される。第一の試験では、二つの異なる燐光体組成物層AおよびBが研究される。この試験は、CIE色度図表の黒体軌跡での3500K点をターゲットとする二つの燐光体組成物についてのものである。この色点は、説明のためだけに選択されており、本発明の適用範囲を限定するものではない。組成物層AおよびBにおける各燐光体のスペクトル重量を、表1に列記する。この試験のために選択された燐光体は、赤色としての $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2 : \text{Mn}^{4+}$ （「MFG」）、オレンジ色のための $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl} : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ （「HALO」）、緑色のための $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、および青色のための $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl} : \text{Eu}^{2+}$ （「SECA」）であった。

20

【表1】

組成	SECA	SrAl_2O_4	HALO	MFG	合計
A	0.1022	0.2675	0.6303	0.0000	1.0000
B	0.0771	0.3382	0.0000	0.5847	1.0000

【0055】

表2は、420nm未満の全ての波長にカットオフフィルタを適用して、405nmでの励起下に、組成物AおよびBの異なるレベル（0%から100%まで10%ずつ増大させる）でのスペクトル寄与でシミュレートされた、一組のスペクトルモデルを示している。勿論、他の組み合わせ、例えば75%の組成物Aと25%の組成物Bとの組み合わせも可能である。フィルタの使用は任意であり、短波長放射線が放出される場合には望ましいものであるが、当該アプローチの一般性を限定するものではない。点1, 8, 9, 10および11についてのシミュレートされた発光スペクトルも、図5A～図5Eに示されている。11の点各々は、CIE色度図表上同じ色座標（ $x = 0.405$ 、 $y = 0.391$ ）を有している。

30

【表 2】

点 #	組成物 A	組成物 B	R_a	R_g	平均 CRI	lm/W_{rad}
1	0%	100%	42	-169	29	214
2	10%	90%	53	-123	42	226
3	20%	80%	63	-80	54	238
4	30%	70%	72	-39	65	250
5	40%	60%	80	1	76	262
6	50%	50%	88	38	85	274
7	60%	40%	95	74	93	285
8	70%	30%	98	92	97	297
9	80%	20%	92	59	89	309
10	90%	10%	86	27	82	321
11	100%	0%	81	-4	75	333

10

【0056】

表 2 から、明度 (lm/W_{rad} で示した) が組成物 A の寄与に比例して連続的に増大するのに対して、一般的 CRI 値 (R_a) は、明度に関係なく R_a を最大にするための良好な選択である点 8 付近に最大値を有する。しかし、より高い明度が必要であれば (例えば、放射線入力 1 W 当りのルーメンまたは lm/W_{rad} で 300 超)、この要件と、点 9 から点 11 まで低下する R_a との間のトレードオフを探る必要がある。90 の最小 R_a が要求されるならば点 9 が充分であろうし、85 の最小 R_a が必要であれば、点 10 が最大明度において当該要件を満足するであろう。平均 CRI (例えば $R_1 \sim R_{14}$) 値または特別な CRI (例えば R_g) 値に関しても、同様の所見を得ることができる。図 6 は、組成物 A の量の関数としての、提案された装置の一般的 CRI (R_a) および明度のグラフである。この例から、CRI および / または明度の精密な調節が、如何にして融通性を可能し且つ完全な製品バスケットを提供できるかを見ることができる。

20

【0057】

第二の試験においては、二つの異なる燐光体組成物層 A および B が研究される。この試験は、CIE 色度図表の黒体軌跡での 2000 K 点をターゲットとする二つの燐光体組成物のためのものであった。組成物層 A および B における各燐光体のスペクトル量が表 3 に列記されている。この試験のために選択された燐光体は、MFG、HALO、および $SrAl_2O_4 : Eu^{2+}$ であった。

30

【表 3】

組成物	$SrAl_2O_4$	HALO	MFG	合計
A	0.0187	0.9813	0.0000	1.0000
B	0.2290	0.0000	0.7710	1.0000

【0058】

表 4 は、420 nm 未満の全ての波長にカットオフフィルタを適用して、405 nm の励起下に、組成物 A および B の異なるレベル (0% から 100% まで 10% ずつ増大させる) でのスペクトル寄与でシミュレートされた、一組のスペクトルモデルを示している。

40

【表 4】

点#	組成物 A	組成物 B	R _a	lm/W rad	x	y
1	0%	100%	21	177	0.529	0.411
2	10%	90%	42	192	0.526	0.409
3	20%	80%	60	207	0.524	0.407
4	30%	70%	75	222	0.522	0.405
5	40%	60%	89	237	0.520	0.403
6	50%	50%	97	252	0.519	0.402
7	60%	40%	87	267	0.518	0.401
8	70%	30%	78	282	0.517	0.400
9	80%	20%	69	297	0.516	0.399
10	90%	10%	60	312	0.515	0.398
11	100%	0%	53	327	0.514	0.397

10

【0059】

先の実施例と同様に、表 4 からは、明度（ lm/W_{rad} で示した）が組成物 A の寄与に比例して連続的に増大するのに対して、 R_a 値は点 6 付近に最大値を有し、またこれら点の x 値および y 値が近接していることにより示されるように、色点は概ね一定のままであることを見ることができる。図 7 は、組成物 A の量の関数としての、該装置の一般的 CRI (R_a) および明度のグラフである。更に高い明度が必要とされ、または望ましいのであれば、この要件と、点 7 から 11 まで減少する CRI の間でのトレードオフを探す必要がある。85 の最小 R_a が必要とされるなら、点 7 が最大明度においてこの要件を満たすであろう。

20

【0060】

好ましい実施形態を参照して本発明を説明してきた。明らかに、以上の詳細な説明を読んで理解すれば、他への変更および修飾の思いつきが生じるであろう。本発明は、特許請求の範囲またはその均等の範囲内にある限り、そのような全ての修飾および変更を含むものとして解釈されるべきである。

30

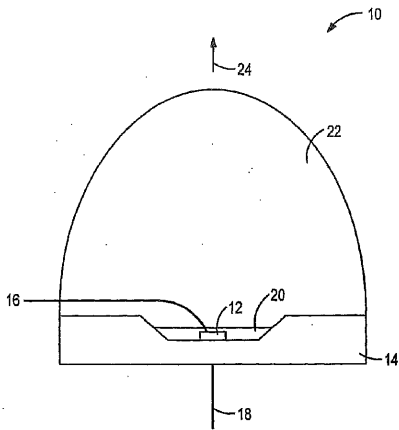
【図面の簡単な説明】

【0061】

【図 1】図 1 は、先行技術の燐光体変換による LED 照明システムの概略断面図である。
 【図 2】図 2 は、第一の実施形態に従う LED 装置の概略断面図である。
 【図 3】図 3 は、第二の実施形態に従う LED 装置の概略断面図である。
 【図 4】図 4 は、第三の実施形態に従う LED 装置の概略断面図である。
 【図 5 A】図 5 A は、二つの燐光体組成物を備えた一つの実施形態に従う照明装置について、各組成物の相対的量の関数としてシミュレートされた発光スペクトルである。
 【図 5 B】図 5 B は、二つの燐光体組成物を備えた一つの実施形態に従う照明装置について、各組成物の相対的量の関数としてシミュレートされた発光スペクトルである。
 【図 5 C】図 5 C は、二つの燐光体組成物を備えた一つの実施形態に従う照明装置について、各組成物の相対的量の関数としてシミュレートされた発光スペクトルである。
 【図 5 D】図 5 D は、二つの燐光体組成物を備えた一つの実施形態に従う照明装置について、各組成物の相対的量の関数としてシミュレートされた発光スペクトルである。
 【図 5 E】図 5 E は、二つの燐光体組成物を備えた一つの実施形態に従う照明装置について、各組成物の相対的量の関数としてシミュレートされた発光スペクトルである。
 【図 6】図 6 は、第一の実施形態に従う照明装置について、その中の第一の燐光体組成物の量の関数として計算された R_a および明度のグラフである。
 【図 7】図 7 は、第二の実施形態に従う照明装置について、その中の第一の燐光体組成物の量の関数として計算された R_a および明度のグラフである。

40

【 図 1 】

FIG. 1
(PRIOR ART)

【 図 2 】

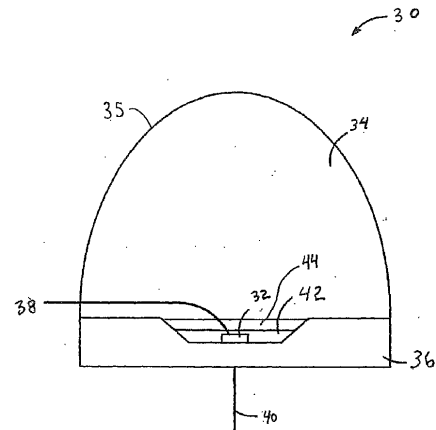


FIG. 2

【 図 3 】

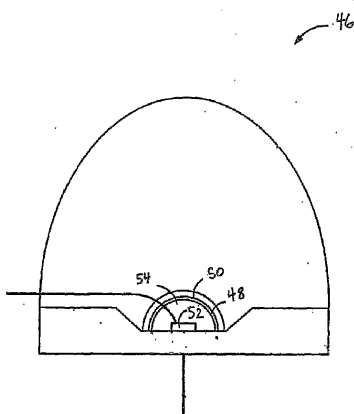


FIG. 3

【 図 4 】

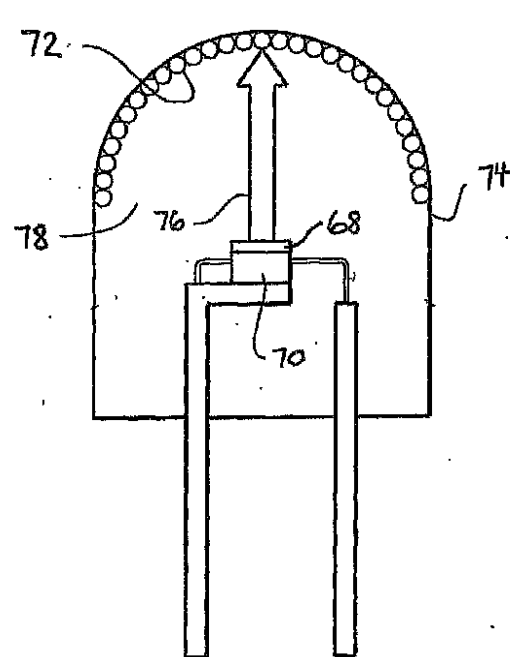


Fig. 4

【図 5 A】

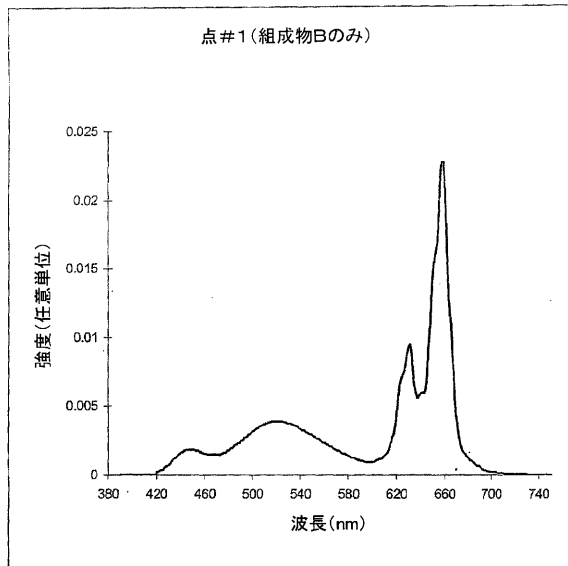


Fig. 5A

【図 5 B】

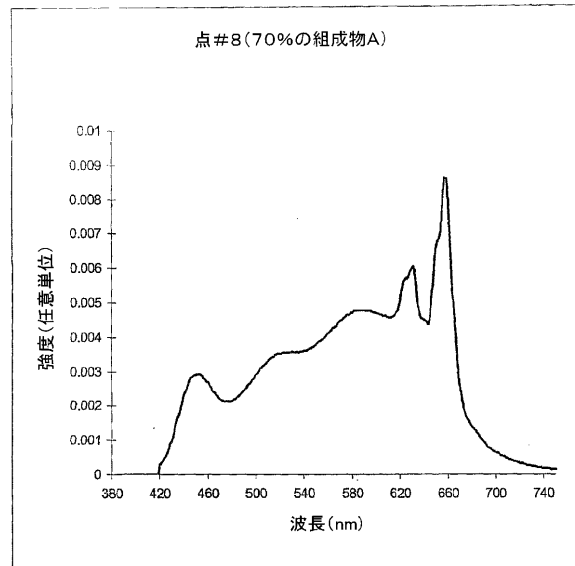


Fig. 5B

【図 5 C】

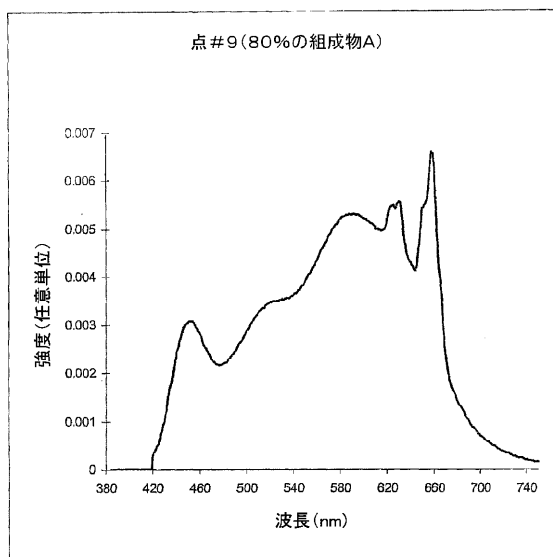


Fig. 5C

【図 5 D】

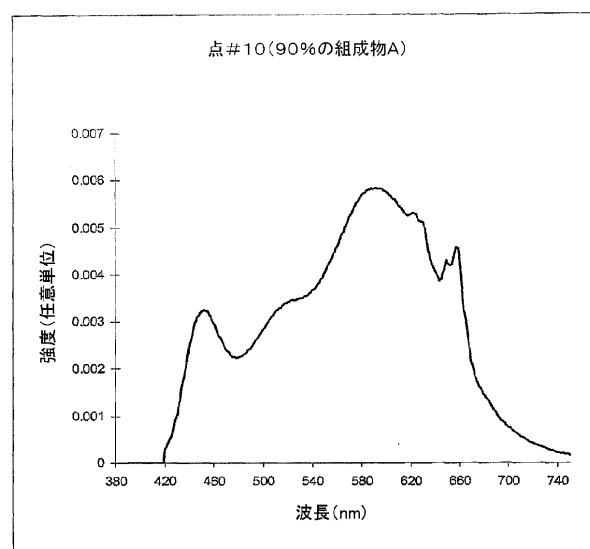


Fig. 5D

【図 5 E】

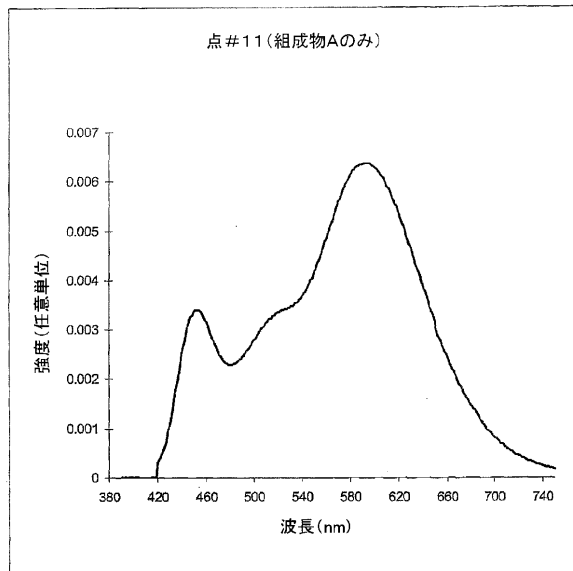


Fig. 5E

【図 6】

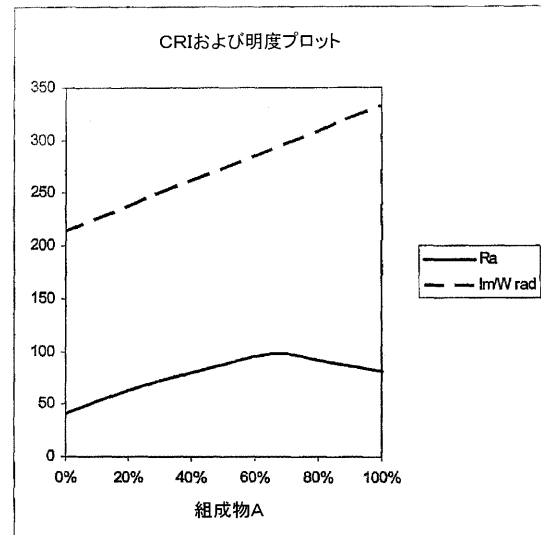


Fig. 6

【図 7】

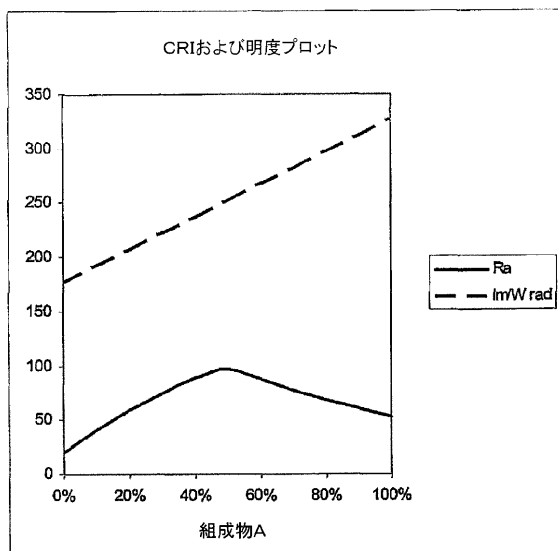


Fig. 7

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No

PCT/US2005/023559

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L33/00 C09K11/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L C09K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2004/000862 A1 (SETLUR ANANT ACHYUT ET AL) 1 January 2004 (2004-01-01) paragraphs '0007! - '0014!, '0034!	1, 15
A	US 2003/067008 A1 (SRIVASTAVA ALOK MANI ET AL) 10 April 2003 (2003-04-10) paragraphs '0007! - '0014!, '0078!, '0079!	1, 15
A	EP 1 138 747 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 4 October 2001 (2001-10-04) paragraph '0032!	1, 15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 15 November 2005		Date of mailing of the international search report 23/11/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Rodríguez-Gironés, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Application No

PCT/US2005/023559

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004000862 A1	01-01-2004	CN 1470596 A EP 1378555 A1 JP 2004107623 A	28-01-2004 07-01-2004 08-04-2004
US 2003067008 A1	10-04-2003	AU 782598 B2 AU 6155301 A BR 0106639 A CA 2375069 A1 CN 1386306 A CZ 20020167 A3 EP 1295347 A1 JP 2003533852 T WO 0189000 A1 US 6501100 B1	11-08-2005 26-11-2001 16-04-2002 22-11-2001 18-12-2002 17-07-2002 26-03-2003 11-11-2003 22-11-2001 31-12-2002
EP 1138747 A	04-10-2001	CN 1315484 A JP 2002076446 A TW 522423 B US 2003067265 A1 US 6522065 B1	03-10-2001 15-03-2002 01-03-2003 10-04-2003 18-02-2003

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 0 9 K 11/64 (2006.01)	C 0 9 K 11/59	C P P
C 0 9 K 11/71 (2006.01)	C 0 9 K 11/66	C P S
C 0 9 K 11/63 (2006.01)	C 0 9 K 11/73	
C 0 9 K 11/78 (2006.01)	C 0 9 K 11/64	C P T
C 0 9 K 11/62 (2006.01)	C 0 9 K 11/71	C Q H
C 0 9 K 11/80 (2006.01)	C 0 9 K 11/63	C P X
C 0 9 K 11/56 (2006.01)	C 0 9 K 11/78	C P M
C 0 9 K 11/84 (2006.01)	C 0 9 K 11/62	C P W
C 0 9 K 11/82 (2006.01)	C 0 9 K 11/80	C P K
F 2 1 V 9/16 (2006.01)	C 0 9 K 11/56	C P A
F 2 1 Y 101/02 (2006.01)	C 0 9 K 11/84	C Q C
	C 0 9 K 11/82	C P C
	F 2 1 V 9/16	1 0 0
	F 2 1 Y 101:02	

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ラドコフ エミール

アメリカ合衆国 オハイオ州 4 4 1 3 2 ユークリッド レイクショア ブールヴァード 2 6
2 4 1 # 6 7 0

F ターム(参考) 4H001 CA04 CA05 XA01 XA05 XA07 XA08 XA09 XA11 XA12 XA13
XA14 XA15 XA16 XA17 XA20 XA21 XA23 XA30 XA31 XA32
XA35 XA38 XA39 XA49 XA56 XA57 XA59 XA62 XA64 XA65
XA71 XA74 YA19 YA25 YA42 YA51 YA58 YA63 YA65 YA83
5F041 AA11 CA40 CB36 DA12 DA43 DA58 DA75 DB01 EE25 FF11