



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I589675 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：102129980

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 22 日

(51)Int. Cl. : C09K11/65 (2006.01)

H01L33/50 (2010.01)

(30)優先權：2012/08/31 美國

13/601,489

(71)申請人：光域材料科技公司 (美國) LIGHTSCAPE MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：李遠強 LI, YUANQIANG (CN)；羅馬尼爾 麥克 D ROMANELLI, MICHAEL D.

(US)；庭 楊奇 TIAN, YONGCH (US)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

TW 200605390A

TW 201211206A

WO 2011/142880A1

WO 2012/033557A1

審查人員：李惟德

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：8 共 34 頁

(54)名稱

鹵化氧碳氮化物磷光體及使用該磷光體之裝置

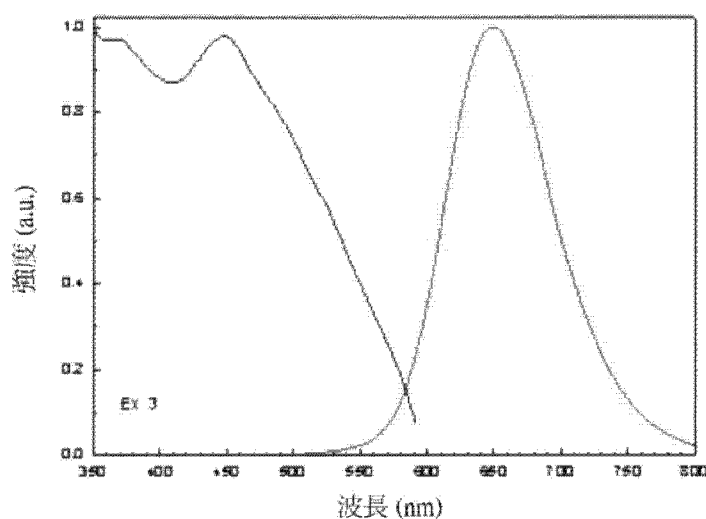
HALOGENATED OXYCARBIDONITRIDE PHOSPHOR AND DEVICES USING SAME

(57)摘要

本發明係提供一種紅磷光體。本發明也提供一種含紅磷光體的照明設備。

A red phosphor is provided. Also provided is a lighting apparatus containing a red phosphor.

指定代表圖：



第2圖

公告本

發明摘要

※ 申請案號：102129980

C09K 11/65 (2006.01)

※ 申請日：102.8.22

※ IPC 分類：H01L 33/50 (2010.01)

【發明名稱】(中文/英文)

鹵化氧碳氮化物磷光體及使用該磷光體之裝置

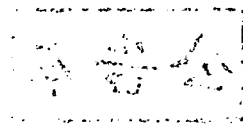
HALOGENATED OXYCARBIDONITRIDE PHOSPHOR
AND DEVICES USING SAME

【中文】

本發明係提供一種紅磷光體。本發明也提供一種含紅磷光體的照明設備。

【英文】

A red phosphor is provided. Also provided is a lighting apparatus containing a red phosphor.



【代表圖】

(10.0000)

【本案指定代表圖】：第（ 2 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

該代表圖無元件符號及其所代表之意義。

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

本案無化學式。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

鹵化氧碳氮化物磷光體及使用該磷光體之裝置

HALOGENATED OXYCARBIDONITRIDE PHOSPHOR
AND DEVICES USING SAME

【技術領域】

【0001】 本發明係由美國政府依能源部資助號碼 DE-EE0003245 進行。美國政府可對本發明擁有某些權利。

【0002】 本發明係關於一種紅磷光體及其用於照明應用之用途，特別係用於發光二極體的發光裝置。

【先前技術】

【0003】 磷光體轉換之 LED(pcLED)運用藍 LED 晶片作為光源及一或多個磷光體以產生白光。基於 pcLED 技術的裝置可望成為一般用在固態應用的基礎裝置。儘管如此，仍需要顯著進展以達成固態市場設定的效能規格。

【0004】 pcLED 裝置藉由使用藍 LED 晶片所產生的發射光譜激發所含括的磷光體而造成從單一 LED 發射白光。由藍 LED 晶片所產生的發射光譜激發所含括的磷光體，然後產生發射光譜，其與該藍 LED 晶片的發射光譜組合而獲得白光。重要的是要瞭解，藍 LED 晶片及所含括的磷光體之色彩調節對 pcLED 裝置的能效及最佳化具有關鍵重要性。據此，仍然需要持續發展磷光體以給 pcLED 裝置的製造上提供增強的色彩調節能力。

【0005】 又，習知 pcLED 裝置設計上使用的磷光體位置緊鄰藍 LED 光源。結果，此等磷光體於發光期間處於升高的溫度。高功率 LED 晶片呈現的接面溫度典型地係在 100°C 至 150°C 之範圍內。於如此升高的溫度，該磷光體的晶體係為高振盪激發態。當置於此高振盪激發態時，激發能可能導致經由非發光弛豫(non-luminescent relaxation)而產生額外熱能，而不是導致該磷光體期望的發光。此種熱生成使得情況惡化，導致惡性循環，致使現行 pcLED 裝置無法達成固態照明市場已確立的產業效能規格。據此，成功地發展用於一般照明的 pcLED 裝置係需要辨識能在 100°C 至 150°C 之溫度高效率地操作的磷光體。

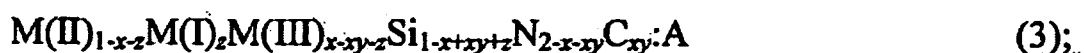
【0006】 以氮化物為主的磷光體曾被推薦用在 pcLED 裝置，原因在於其在 pcLED 裝置發展的高溫具有優異的發光效能。此種以氮化物為主的磷光體實施例包括以金屬矽氮化物為主的磷光體。此等磷光體材料的主晶體主要係由 Si-N、Al-N 之化學鍵及其混成鍵結組成作為結構式的骨幹(backbone)。雖然此等鍵結是安定的，但矽與碳間之化學鍵(Si-C)具有較高鍵能，因而具有較高熱安定性及化學安定性。此外，碳與許多金屬原子形成非常安定的化學鍵。

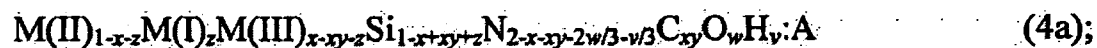
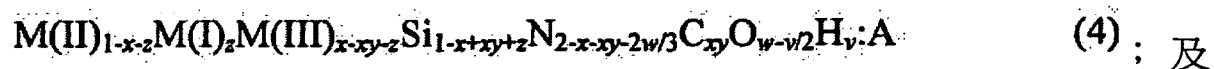
【0007】 然而，先前已經認為將碳或碳化物導入結晶性磷光體材料對發光效能有害。各種金屬碳化物常見的深體色(body color)可能成為發射光的吸收或淬熄來源。又，使用碳或碳化物作為前體的磷光體製備中，所殘留未反應的碳或碳化物會妨害磷光體的發射強度。

【0008】 碳氮化物磷光體可包含碳、矽、銻、氮、鋁、硼及主晶體中的其它金屬，及作為發光活化劑的一或多個金屬摻雜劑組成。此類磷光體近來已崛起作為色彩轉換器，能夠將近紫外光(nUV)或藍光轉換成可見光譜範圍，例如藍、綠、黃、橙、及紅光。碳氮化物磷光體的主晶體包含 -N-Si-C-、-N-Si-N-、及 -C-Si-C- 網絡，其中 Si-C 及 Si-N 強共價鍵作為該結構式的主結構單元。概略言之，藉由 Si-C 形成的網絡結構在整個可見光譜區具有強吸收，因而先前被視為不適合作為高效率磷光體的主體材料。

【0009】 於某些碳氮化物磷光體中，碳能夠增強而非淬熄磷光體的發光，特別當磷光體接觸相對高溫(例如 200℃ 至 400℃)時尤為如此。某些碳氮化矽磷光體在期望的發射光譜之波長範圍內的反射比隨著碳含量的增加而增高。已報告此等碳氮化物磷光體具有優異的發射熱安定性及高發射效率。

【0010】 設計用在 pcLED 裝置的一個以碳氮化物為主的磷光體家族係揭示於核發給 Li 等人的美國專利申請公開案第 2011/0279016 號。Li 等人描述化學計算上的碳氮化物磷光體及利用該磷光體的發光裝置，其中以該碳氮化物為主的磷光體家族係表示如下：



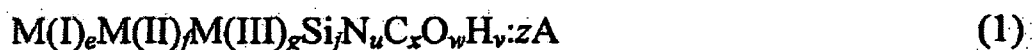


其中， $0 < x < 1$ ， $0 < y < 1$ ， $0 \leq z < 1$ ， $0 \leq v < 1$ ， $0 < w < 1$ ， $(x+z) < 1$ ， $x > (xy+z)$ ，及 $0 < (x-xy-z) < 1$ ；M(II)為至少一個二價陽離子；M(I)為至少一個一價陽離子；M(III)為至少一個三價陽離子；其中 H 為至少一個一價鹵陰離子；以及其中 A 為該晶體結構中摻雜的發光活化劑。

【0011】 儘管如此，持續需要對 pcLED 裝置的製造上提供增強的色彩調節能力的磷光體。更明確言之，持續需要額外的紅磷光體提供具有 600 奈米至 660 奈米峰值波長的可調式發射光譜，及較佳地，進一步於 100℃ 至 150℃ 的操作溫度具有高效率。

【發明內容】

【0012】 本發明係提供一種紅磷光體，包含：下式(1)表示之無機化合物：



其中，M(I)為至少一個一價陽離子；M(II)為至少一個二價陽離子；其中 M(III)為至少一個三價陽離子；其中 H 為一價鹵陰離子；其中 A 為至少一個發光活化劑；其中 $0 < e \leq 0.5$ ；其中 $0.5 \leq f \leq 1$ ；其中 $0.5 \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq 1.5$ ；其中 $0 < u < 3$ ；其中 $0 < x \leq 2$ ；其中 $0 < w \leq 0.75$ ；其中 $0 < v < 1$ ；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；及其中 $0 < z \leq 0.5$ 。

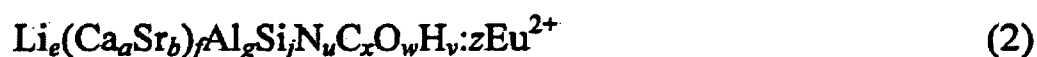
【0013】 本發明係提供一種紅磷光體，包含：下式(2)

表示之無機化合物：



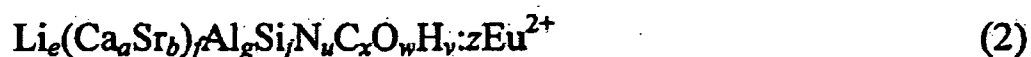
其中，A 為至少一個發光活化劑；其中 $0 < e \leq 0.5$ ；其中 $0 \leq a \leq 1$ ；其中 $0 \leq b \leq 1$ ；其中 $(a+b) \leq 1$ ；其中 $0.5 \leq f \leq 1$ ；其中 $0.5 \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq 1.5$ ；其中 $0 < u < 3$ ；其中 $0 < x \leq 2$ ；其中 $0 < w \leq 0.75$ ；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ ；及其中 $0 < z \leq 0.5$ 。

【0014】 本發明係提供一種紅磷光體，包含：下式(2)表示之無機化合物：



其中， $0 < e \leq 0.5$ ；其中 $0 \leq a \leq 1$ ；其中 $0 \leq b \leq 1$ ；其中 $(a+b) \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq f \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq (1+e)$ ；其中 $u = \{3 - (4x/3) - z\}$ ；其中 $0 < x \leq 2$ ；其中 $0.9 * \{(3z/2) - (v/2)\} \leq w \leq 1.1 * \{(3z/2) - (v/2)\}$ ；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ ；及其中 $0 < z \leq 0.5$ 。

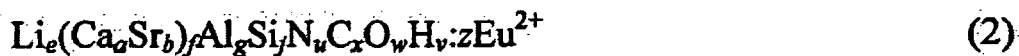
【0015】 本發明係提供一種紅磷光體，包含：下式(2)表示之無機化合物：



其中， $0 < e \leq 0.5$ ；其中 $0 \leq a \leq 1$ ；其中 $0 \leq b \leq 1$ ；其中 $(a+b) \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq f \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq (1+e)$ ；其中 $u = \{3 - (4x/3) - z - (v/3)\}$ ；其中 $0 < x \leq 2$ ；其中 $\{0.9 * (3z/2)\} \leq w \leq \{1.1 * (3z/2)\}$ ；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ ；及其

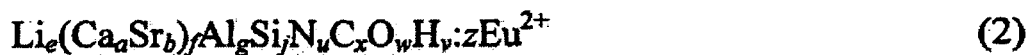
中 $0 < z \leq 0.5$ 。

【0016】 本發明係提供一種紅磷光體，包含：下式(2)表示之無機化合物：



其中， $0 < e \leq 0.5$ ；其中 $0 \leq a \leq 1$ ；其中 $0 \leq b \leq 1$ ；其中 $(a+b) \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq f \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq (1+e)$ ；其中 $u = \{3 - (4x/3) - z\}$ ；其中 $0.9 * \{2 - (v/4)\} \leq x \leq 1.1 * \{2 - (v/4)\}$ ；其中 $\{0.9 * (3z/2)\} \leq w \leq \{1.1 * (3z/2)\}$ ；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ ；及其中 $0 < z \leq 0.5$ 。

【0017】 本發明係提供一種紅磷光體，包含：下式(2)表示之無機化合物：



其中， $0 < e \leq 0.5$ ；其中 $0 \leq a \leq 1$ ；其中 $0 \leq b \leq 1$ ；其中 $(a+b) \leq 1$ ；其中 $\{1 - (2e)\} \leq f \leq 1$ ；其中 $g = 1$ ；其中 $j = 1$ ；其中 $u = \{3 - (4x/3) - z\}$ ；其中 $0 < x \leq 2$ ；其中 $\{0.9 * (3z/2) - (v/2)\} \leq w \leq \{1.1 * (3z/2) - (v/2)\}$ ；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ ；及其中 $0 < z \leq 0.5$ 。

【0018】 本發明係提供一種發白光的照明設備，包含：光源，其中該光源產生具有源發光光譜的光；及第一源發光光譜修飾劑，其中該第一源發光光譜修飾劑係為依據本發明之紅磷光體；其中該紅磷光體係輻射耦合該光源。

【圖式簡單說明】

【0019】 第 1 圖為描繪比較性材料的激發及所得發射光譜。

【0020】 第 2 圖為略圖描繪本發明之紅磷光體的激

發及所得發射光譜。

【0021】 第 3 圖為略圖描繪本發明之紅磷光體的激發及所得發射光譜。

【0022】 第 4 圖為略圖描繪本發明之紅磷光體的 x 光繞射圖樣。

【0023】 第 5 圖為略圖描繪本發明之數個紅磷光體的反射光譜。

【0024】 第 6 圖為略圖描繪本發明之兩個紅磷光體的反射光譜。

【0025】 第 7 圖為略圖描繪本發明之數個紅磷光體所具有的熱淬熄表現。

【0026】 第 8 圖為略圖描繪本發明之兩個紅磷光體所具有的熱淬熄表現。

【實施方式】

【0027】 較佳地，本發明之紅磷光體包含：下式(1)表示之無機化合物：



其中，M(I)為至少一個一價陽離子(較佳地，其中 M(I)為選自 Li、Na、K、Rb、Cu、Ag 及 Au 中之至少一個一價陽離子；更佳地，其中 M(I)為選自 Li、Na、及 K 中之至少一個一價陽離子；最佳地，其中 M(I)為 Li)；其中 M(II)為至少一個二價陽離子(較佳地，其中 M(II)為選自於由 Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Cu、Co、Ni、Pd、Zn 及 Cd 所組成組群中之至少一個二價陽離子；更佳地，其中 M(II)為選自於由 Mg、

Ca 及 Sr 所組成組群中之至少一個二價陽離子；最佳地，其中 M(II)為選自於由 Ca 及 Sr 所組成組群中之至少一個二價陽離子)；其中 M(III)為至少一個三價陽離子(較佳地，其中 M(III)為選自於由 B、Al、Ga、In、Sc 及 Y 所組成組群中之至少一個三價陽離子；更佳地，其中 M(III)為選自於由 Al、Ga 及 B 所組成組群中之至少一個三價陽離子；最佳地，其中 M(III)為 Al)；其中 A 為至少一個發光活化劑(較佳地，其中 A 為選自於由 Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Mn、Bi 及 Sb 所組成的金屬離子組群中之至少一個發光活化劑；更佳地，其中 A 為選自於由 Eu^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Tb^{3+} 、 Yb^{2+} 及 Mn^{2+} 所組成的金屬離子組群中之至少一個發光活化劑；最佳地，其中 A 包含 Eu^{2+})；其中 $0 < e \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < e \leq 0.1$ ；更佳地， $0 < e \leq 0.075$ ；最佳地， $0 < e \leq 0.05$)；其中 $0.5 \leq f \leq 1$ (較佳地，其中 $0.5 \leq f \leq 0.98$ ；更佳地， $0.75 \leq f \leq 0.95$ ；最佳地， $0.75 < f \leq 0.9$)；其中 $0.5 \leq g \leq 1$ (較佳地，其中 $0.5 < g \leq 0.98$ ；更佳地， $0.75 \leq g \leq 0.95$ ；最佳地， $0.8 \leq g \leq 0.91$)；其中 $1 \leq j \leq 1.5$ (較佳地，其中 $1 \leq j \leq 1.2$ ；更佳地， $j=1$)；其中 $0 < u < 3$ (較佳地，其中 $1 \leq u < 3$ ；更佳地，其中 $1 \leq u \leq 2.8$ ；最佳地，其中 $1.5 \leq u \leq 2.5$)；其中， $0 < x \leq 2$ (較佳地，其中 $0.05 < x \leq 1.75$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq x \leq 1.5$ ；最佳地，其中 $0.2 \leq x \leq 0.7$)；其中 $0 < w \leq 0.75$ (較佳地，其中 $0 < w \leq 0.3$ ；更佳地，其中 $0.001 \leq w \leq 0.075$ ；最佳地，其中 $0.001 < w \leq 0.05$)；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中， $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ (較佳地，其中 $0 < v \leq 0.5$ ；更佳地，其中 $0 < v \leq 0.1$ ；最佳地， $0 < v \leq 0.05$)

及其中 $0 < z \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < z \leq 0.2$ ；更佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.05$ ；最佳地， $0.001 < z \leq 0.01$)。

【0028】 較佳地，於式(1)表示之無機化合物中，相對於以莫耳為基準的 $M(II)$ 及 $M(I)$ 含量之和， A 係以等於 0.0001 至 50% (更佳地， 0.001 至 20% ；又更佳地， 0.1 至 5% ；最佳地， 0.1 至 1%)之用量摻混於主晶格。不欲受理論所限，相信該式(1)表示之無機化合物係於斜方 $Cmc21$ 晶系結晶化。又，發光活化劑 A 可位在主晶系中之取代位置(例如置換 $M(II)$ 陽離子或 $M(III)$ 陽離子)及間隙位置中之至少一者。

【0029】 本發明之紅磷光體於使用較高輻射能激發時，較佳於 400 至 800 奈米波長範圍呈現發光發射。更佳地，本發明之紅磷光體於使用具有 200 至 550 奈米波長之光能激發時，呈現出 550 至 750 奈米波長範圍之發射光譜帶。較佳地，當從呈現具有 200 至 600 奈米之峰值源波長($P\lambda_{\text{源}}$)(較佳地， 200 至 550 奈米；更佳地， 350 至 490 奈米；最佳地，其中 $P\lambda_{\text{源}}$ 為 453 奈米)之發射光譜的光源激發時，該紅磷光體呈現具有 600 至 660 奈米(更佳地， 620 至 650 奈米；又更佳地， 625 至 650 奈米；最佳地， 625 至 640 奈米)之峰值發射波長($P\lambda_{\text{磷光體}}$)的發射光譜。

【0030】 較佳地，式(1)表示之無機化合物係以下式(2)表示：



其中， A 為至少一個發光活化劑(較佳地，其中 A 為選自於

由 Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Mn、Bi 及 Sb 所組成的金屬離子組群中之至少一個發光活化劑；更佳地，其中 A 為選自於由 Eu^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Tb^{3+} 、 Yb^{2+} 及 Mn^{2+} 所組成的金屬離子組群中之至少一個發光活化劑；最佳地，其中 A 為 Eu^{2+} ；其中 $0 < e \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < e \leq 0.1$ ；更佳地，其中 $0 < e \leq 0.075$ ；最佳地，其中 $0 < e \leq 0.05$)；其中 $0 \leq a \leq 1$ (較佳地，其中 $0.01 \leq a \leq 0.5$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq a \leq 0.3$)；其中 $0 \leq b \leq 1$ (較佳地，其中 $0.05 \leq b \leq 0.99$ ；更佳地，其中 $0.7 \leq b \leq 0.9$)；其中 $(a+b) \leq 1$ ； $0.5 \leq f \leq 1$ (較佳地，其中 $0.5 \leq f \leq 0.98$ ；更佳地， $0.75 \leq f \leq 0.95$ ；最佳地， $0.75 < f \leq 0.9$)；其中 $0.5 \leq g \leq 1$ (較佳地，其中 $0.5 < g \leq 0.98$ ；更佳地， $0.75 \leq g \leq 0.95$ ；最佳地， $0.8 \leq g \leq 0.91$)；其中 $1 \leq j \leq 1.5$ (較佳地，其中 $1 \leq j \leq 1.2$ ；更佳地， $j=1$)；其中 $0 < u < 3$ (較佳地，其中 $1 \leq u < 3$ ；更佳地， $1 \leq u \leq 2.8$ ；最佳地， $1.5 \leq u \leq 2.5$)；其中 $0 < x \leq 2$ (較佳地，其中 $0.05 < x \leq 1.75$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq x \leq 1.5$ ；最佳地， $0.2 \leq x \leq 0.7$)；其中 $0 < w \leq 0.75$ (較佳地，其中 $0 < w \leq 0.3$ ；更佳地，其中 $0.001 \leq w \leq 0.075$ ；最佳地，其中 $0.001 < w \leq 0.05$)；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ (較佳地，其中 $0 < v \leq 0.5$ ；更佳地， $0 < v \leq 0.1$ ；最佳地， $0 < v \leq 0.05$)；及其中 $0 < z \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < z \leq 0.2$ ；更佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.05$ ；最佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.01$)。

【0031】 較佳地，於式(2)表示之無機化合物中，相對於以莫耳為基準的 Ca、Sr 及 Li 含量，A 係以等於 0.0001 至 50% (更佳地，0.001 至 20%；又更佳地，0.1 至 5%；最

佳地，0.1 至 1%)之用量摻混於主晶格。不欲受理論所限，相信該式(1)表示之無機化合物係於斜方 $Cmc21$ 晶系結晶化。又，發光活化劑 A 可位在主晶系中之取代位置(例如置換 Ca、Sr 及 Li 陽離子)及間隙位置中之至少一者。

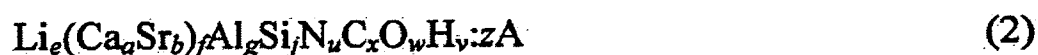
【0032】 較佳地，式(1)表示之無機化合物係以下式(2)表示：



其中， $0 < e \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < e \leq 0.1$ ；更佳地，其中 $0 < e \leq 0.075$ ；最佳地，其中 $0 < e \leq 0.05$)；其中 $0 \leq a \leq 1$ (較佳地，其中 $0.01 \leq a \leq 0.5$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq a \leq 0.3$)；其中 $0 \leq b \leq 1$ (較佳地，其中 $0.5 \leq b \leq 0.99$ ；更佳地，其中 $0.7 \leq b \leq 0.9$)； $(a+b) \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq f \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq (1+e)$ ；其中 $u = \{3 - (4x/3) - z\}$ ；其中 $0 < x \leq 2$ (較佳地，其中 $0.05 < x \leq 1.75$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq x \leq 1.5$ ；最佳地， $0.2 \leq x \leq 0.7$)；其中 $0.9 * \{(3z/2) - (v/2)\} \leq w \leq 1.1 * \{(3z/2) - (v/2)\}$ (較佳地，其中 $0.95 * \{(3z/2) - (v/2)\} \leq w \leq 1.05 * \{(3z/2) - (v/2)\}$ ；更佳地，其中 $0.99 * \{(3z/2) - (v/2)\} \leq w \leq 1.01 * \{(3z/2) - (v/2)\}$ ；最佳地，其中 $w = \{(3z/2) - (v/2)\}$)；其中 $0 < w \leq 0.75$ (較佳地，其中 $0 < w \leq 0.3$ ；更佳地，其中 $0.001 \leq w \leq 0.075$ ；最佳地，其中 $0.001 < w \leq 0.05$)；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ (較佳地，其中 $0 < v \leq 0.5$ ；更佳地， $0 < v \leq 0.1$ ；最佳地， $0 < v \leq 0.05$)；及其中 $0 < z \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < z \leq 0.2$ ；更佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.05$ ；最佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.01$)。

【0033】 較佳地，式(1)表示之無機化合物係以下式

(2)表示：



其中， $0 < e \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < e \leq 0.1$ ；更佳地，其中 $0 < e \leq 0.075$ ；最佳地，其中 $0 < e \leq 0.05$)；其中 $0 \leq a \leq 1$ (較佳地，其中 $0.01 \leq a \leq 0.5$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq a \leq 0.3$)；其中 $0 \leq b \leq 1$ (較佳地，其中 $0.5 \leq b \leq 0.99$ ；更佳地，其中 $0.7 \leq b \leq 0.9$)；其中 $(a+b) \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq f \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq (1+e)$ ；其中 $u = \{3 - (4x/3) - z - (v/3)\}$ ；其中 $0 < x \leq 2$ (較佳地，其中 $0.05 < x \leq 1.75$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq x \leq 1.5$ ；最佳地， $0.2 \leq x \leq 0.7$)；其中 $\{0.9 * (3z/2)\} \leq w \leq \{1.1 * (3z/2)\}$ (較佳地，其中 $\{0.95 * (3z/2)\} \leq w \leq \{1.05 * (3z/2)\}$ ；更佳地，其中 $\{0.99 * (3z/2)\} \leq w \leq \{1.01 * (3z/2)\}$ ；最佳地，其中 $w = (3z/2)$)；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ (較佳地，其中 $0 < v \leq 0.5$ ；更佳地， $0 < v \leq 0.1$ ；最佳地， $0 < v \leq 0.05$)；及其中 $0 < z \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < z \leq 0.2$ ；更佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.05$ ；最佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.01$)。

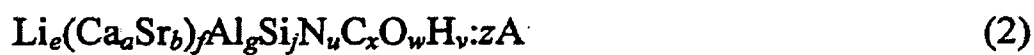
【0034】 較佳地，式(1)表示之無機化合物係以下式(2)表示：



其中， $0 < e \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < e \leq 0.1$ ；更佳地，其中 $0 < e \leq 0.075$ ；最佳地，其中 $0 < e \leq 0.05$)；其中 $0 \leq a \leq 1$ (較佳地，其中 $0.01 \leq a \leq 0.5$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq a \leq 0.3$)；其中 $0 \leq b \leq 1$ (較佳地，其中 $0.5 \leq b \leq 0.99$ ；更佳地，其中 $0.7 \leq b \leq 0.9$)； $(a+b) \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq f \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq (1+e)$ ；其中 $u = \{3 - (4x/3) - z\}$ ；其中 $0.9 * \{2 - (v/4)\} \leq x \leq 1.1 * \{2 - (v/4)\}$ (較佳地，

其中 $0.95*\{2-(v/4)\} \leq x \leq 1.05*\{2-(v/4)\}$ ；更佳地，其中 $0.99*\{2-(v/4)\} \leq x \leq 1.01*\{2-(v/4)\}$ ；最佳地，其中 $x=\{2-(v/4)\}$ ；其中 $\{0.9*(3z/2)\} \leq w \leq \{1.1*(3z/2)\}$ （較佳地，其中 $\{0.95*(3z/2)\} \leq w \leq \{1.05*(3z/2)\}$ ；更佳地，其中 $\{0.99*(3z/2)\} \leq w \leq \{1.01*(3z/2)\}$ ；最佳地，其中 $w=(3z/2)$ ）；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ （較佳地，其中 $0 < v \leq 0.5$ ；更佳地， $0 < v \leq 0.1$ ；最佳地， $0 < v \leq 0.05$ ）；及其中 $0 < z \leq 0.5$ （較佳地，其中 $0 < z \leq 0.2$ ；更佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.05$ ；最佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.01$ ）。

【0035】 較佳地，式(1)表示之無機化合物係以下式(2)表示：



其中， $0 < e \leq 0.5$ （較佳地，其中 $0 < e \leq 0.1$ ；更佳地，其中 $0 < e \leq 0.075$ ；最佳地，其中 $0 < e \leq 0.05$ ）；其中 $0 \leq a \leq 1$ （較佳地，其中 $0.01 \leq a \leq 0.5$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq a \leq 0.3$ ）；其中 $0 \leq b \leq 1$ （較佳地，其中 $0.5 \leq b \leq 0.99$ ；更佳地，其中 $0.7 \leq b \leq 0.9$ ）；其中 $(a+b) \leq 1$ ；其中 $\{1-(2e)\} \leq f \leq 1$ ；其中 $g=1$ ；其中 $j=1$ ；其中 $u=\{3-(4x/3)-z\}$ ；其中 $0 < x \leq 2$ （較佳地，其中 $0.05 < x \leq 1.75$ ；更佳地，其中 $0.1 \leq x \leq 1.5$ ；最佳地， $0.2 \leq x \leq 0.7$ ）；其中 $0.9*\{(3z/2)-(v/2)\} \leq w \leq 1.1*\{(3z/2)-(v/2)\}$ （較佳地，其中 $0.95*\{(3z/2)-(v/2)\} \leq w \leq 1.05*\{(3z/2)-(v/2)\}$ ；更佳地，其中 $0.99*\{(3z/2)-(v/2)\} \leq w \leq 1.01*\{(3z/2)-(v/2)\}$ ；最佳地，其中 $w=\{(3z/2)-(v/2)\}$ ）；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ （較佳地，其中 $0 < v \leq 0.5$ ；更佳地， $0 < v \leq 0.1$ ；最佳地， $0 < v \leq 0.05$ ）；

及其中 $0 < z \leq 0.5$ (較佳地，其中 $0 < z \leq 0.2$ ；更佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.05$ ；最佳地，其中 $0.001 < z \leq 0.01$)。

【0036】 本發明之紅磷光體可含有雜質。較佳地，本發明之紅磷光體包含： ≥ 80 wt%(更佳地，80 至 100 wt%；又更佳地，90 至 100 wt%；又更佳地，95 至 100 wt%；最佳地，99 至 100 wt%)式(1)表示之無機化合物。更佳地，本發明之紅磷光體包含： ≥ 80 wt%(更佳地，80 至 100 wt%；又更佳地，90 至 100 wt%；又更佳地，95 至 100 wt%；最佳地，99 至 100 wt%)式(1)表示之無機化合物；其中，該式(1)表示之無機化合物係以式(2)表示。

【0037】 較佳地，本發明之紅磷光體包含：式(1)表示之無機化合物(較佳地，以式(2)表示)，其中，該化合物具有式(1)載明(較佳地，式(2))的原子比，該原子比可為化學計算學比例或非化學計算學比例。式(1)表示(較佳地，式(2)表示)之無機化合物可表示為至少兩個不同結晶相。較佳地，式(1)表示(較佳地，式(2)表示)之無機化合物係呈現一個實質純質的結晶相(更佳地， $\geq 98\%$ 特定結晶相；最佳地， $\geq 99\%$ 特定結晶相)。

【0038】 較佳地，本發明之紅磷光體於 25°C 至 150°C 之溫度可維持其相對發射強度之 $\geq 70\%$ (更佳地， $\geq 85\%$ ；最佳地， $\geq 90\%$)。更佳地，本發明之紅磷光體於 25°C 至 200°C 之溫度可維持其相對發射強度之 $\geq 70\%$ (更佳地， $\geq 85\%$ ；最佳地， $\geq 90\%$)。最佳地，本發明之紅磷光體於 25°C 至 250°C 之溫度可維持其相對發射強度之 $\geq 70\%$ (更佳地， $\geq 85\%$ ；最

明之磷光體組成物包含式(2)表示之無機化合物；及液體載劑，其中該無機化合物係分散於該液體載劑中。本發明之磷光體組成物較佳地使用液體載劑調配，予以促進下列中至少一者：式(1)表示(較佳式(2)表示)之無機化合物的儲存及照明設備(較佳地，為 pcLED 裝置)的製造。液體載劑可選擇作為短效(fugitive)物質(例如於加工過程中蒸發去除)。液體載劑可選擇作為變化性物質(例如從可流動性液體反應成非可流動性材料)。

【0042】 適用作為液體載劑之短效物質包括，例如：非極性溶劑(例如戊烷；環戊烷；己烷；環己烷；苯；甲苯；1,4-二噁烷；氯仿；乙醚)及極性非質子溶劑(例如二氯甲烷；四氫呋喃；乙酸乙酯；丙酮；二甲基甲醯胺；乙腈；二甲亞砷；碳酸仲丙酯)。

【0043】 適用作為液體載劑的轉形性液體載劑包括，例如：熱塑性樹脂及熱固性樹脂，當其經由暴露於熱能及光子能中之至少一者時進行硬化。舉例言之，轉形性液體介質包括：丙烯酸系樹脂(例如(烷基)丙烯酸酯類，諸如聚(甲基)丙烯酸甲酯)；苯乙烯；苯乙烯-丙烯腈共聚物；聚碳酸酯類；聚酯類；苯氧基樹脂；丁醛樹脂；聚乙烯醇類；纖維素樹脂(例如乙基纖維素、乙酸纖維素、及乙酸丁酸纖維素)；環氧樹脂；酚樹脂；及聚矽氧樹脂(例如聚有機矽氧烷類)。

【0044】 本發明之磷光體組成物視需要地進一步包含：添加劑。較佳地，添加劑包括分散劑。較佳地，分散

劑可促進磷光體組成物之形成及安定。較佳地，分散劑包括例如氧化鈦類、氧化鋁類、鋇鈦酸鹽類及氧化矽類。

【0045】 本發明之磷光體組成物較佳地使用經選擇以提供存在於磷光體組成物中之元素的源材料組合製備。一些較佳原料的源材料係於表 1 中識別。一些此等原料成分較佳地一起提供作為單一原料化合物。舉例言之，矽成分及氮成分較佳係提供為單一氮化矽。

【0046】 源材料之組合視需要地含有助熔劑。使用的助熔劑(若有)並無特殊限制。較佳助熔劑包括含鹵化物之材料，例如 LiCl 、 LiF 、 NaCl 、 NaF 、 KCl 、 KF 、 CsCl 、 CsF 、 CaCl_2 、 CaF_2 、 BaCl_2 、 BaF_2 、 SrCl_2 、 SrF_2 、 AlCl_3 、 AlF_3 、 NH_4Cl 、 B_2O_3 、 H_3BO_3 、 NH_4F 、 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、 Na_3AlF_6 、 Li_2O 、 Na_2O 及 Li_3N 。

表 1

元 素	原 料 來 源
M(I) (例如 Li、Na、K)	M(I)氮化物、M(I)金屬、M(I)矽化物、M(I)合金、M(I)碳化物、M(I)疊氮化物、M(I)氧化物、M(I)碳酸鹽
M(II) (例如 Ca、Sr、Ba、Mg)	M(II)氮化物、M(II)金屬、M(II)矽化物、M(II)合金、M(II)碳化物、M(II)疊氮化物、M(II)氧化物、M(II)碳酸鹽
M(III) (例如 Al)	M(III)氮化物、M(III)氧氮化物、M(III)氧化物、M(III)碳化物、M(III)碳氮化物、M(III)金屬、M(III)鹵化物
矽(Si)	氮化矽、氮氧化矽、矽、碳化矽、矽化物、醯胺矽、碳二醯亞胺矽、氧化矽
氮(N)	氮化物、氮氣、氨氣、醯胺、疊氮化物、含氮有機前驅物
碳(C)	碳化物、碳化氮化碳、碳化矽、有機化合物、 $\text{Si}(\text{NCN})_2$ 、 $\text{C}_2\text{N}_2\text{H}_4$ 、 $\text{C}_2\text{N}_2(\text{NH})$ 、 $\text{C}_3\text{N}_3(\text{NH}_2)_3$ 、 CN_x
一種(A)	氮化物(例如 EuN 、 CeN)、氧化物(例如 Eu_2O_3 、 CeO_2)、金屬(例如 Eu 、 Ce)、鹵化合物(例如 EuF_3 及 CeF_3)

【0047】 所選用的源材料之組合較佳係藉由乾式處理、濕式處理或乾式/濕式處理的混合。

【0048】 於較佳乾式混合處理中，所選用的源材料組合較佳地經研磨及摻混。其中，該選擇的源材料組合可

使用研钵及研杵來手工研磨及摻混。該選擇的源材料組合可先混合(例如使用薄帶摻混機、V型摻混機或高速混合機)接著分開地或一起地乾式研磨(例如使用鎚磨機、輥磨機、球磨機或噴射磨機)。

【0049】 於較佳濕式混合處理中，所選擇的源材料組合較佳係添加至液體(例如丙酮或乙醇)，然後使用濕式磨機粉化及混合。然後濕式研磨源材料例如藉由乾燥或噴乾而從液體萃取。

【0050】 於較佳乾式/濕式處理中，所選擇的源材料組合較佳係使用研钵及研杵手工研磨及摻混。所選擇的源材料組合可先分開或一起乾研磨(例如使用鎚磨機、輥磨機、球磨機或噴射磨機)。然後經研磨的源材料混合液體(例如丙酮或乙醇)以促進混合。然後已混合的源材料從液體萃取，以促進藉由例如乾燥或噴乾進一步處理。

【0051】 然後源材料混合物經燒製。典型地，與置於加工條件下之源材料混合物相比，源材料混合物置於較佳地由具有較低反應性材料所製造的耐熱箱。源材料混合物於燒製期間暴露的溫度較佳為 1600°C 至 2000°C。源材料混合物於燒製處理期間較佳係維持於或維持高於大氣壓的壓力。

【0052】 源材料混合物於整個燒製處理期間較佳係維持於高純度氣體氣氛。燒製過程中存在的氣氛並無特殊限制；但以還原性氣氛為佳。較佳地，燒製過程中存在的氣氛係選自於由氮、氫、一氧化碳、氫及其混合物所組成

之組群。最佳地，燒製過程存在的氣氛為氮與氫之高純度混合物。

【0053】 燒製時間可依燒製溫度及燒製壓力改變。較佳地，燒製時間為 10 分鐘至 24 小時(更佳地 4 至 16 小時；最佳地 8 至 12 小時)。

【0054】 視需要地，燒製材料可經研磨、過篩及重新燒製。此種研磨、過篩及重新燒製之處理可視需要地重複多次。

【0055】 於燒製後，若有所需，較佳為將燒製材料研磨、過篩、洗滌及乾燥。較佳地，燒製材料係以酸洗滌，接著以去離子水洗滌。較佳地，燒製材料係經研磨、過篩而去除非期望的細料及團聚物，然後分散於酸性水溶液中(較佳地為具有 0.5 至 4 莫耳/升酸濃度的稀酸)。所使用的酸性水溶液較佳地係選自於由氫氯酸、氫氟酸、硫酸及硝酸所組成之組群。最佳地，所使用之酸性水溶液為鹽酸。然後該材料較佳地進一步以去離子水洗滌。使用酸洗滌較佳從磷光體組成物中去除未併入式(1)表示之無機化合物的晶體結構的原料成分、多餘的副產物及助熔劑成分(例如鹵化物及鹼土金屬)。然後，較佳為洗滌經乾燥之材料。接著，較佳為經乾燥之材料經過篩去除任何細料及過大尺寸材料。

【0056】 經乾燥之材料可視需要地經進一步處理來提供具有表面處理的本發明之磷光體組成物。

【0057】 經乾燥之材料可視需要地分散於液體載劑

來形成本發明之磷光體組成物。

【0058】 本發明之發白光的照明設備包含：至少一個光源，其中該光源產生具有源發光光譜的光；及第一源發光光譜修飾劑，其中該第一源發光光譜修飾劑為本發明之紅磷光體；及其中該紅磷光體係輻射偶合該光源。本發明之照明設備可含有多個光源。

【0059】 用於本發明之照明設備的光源較佳包括發射具有峰值波長($P\lambda_{\text{源}}$)為 200 至 600 奈米之間(較佳地 200 至 550 奈米之間；更佳地 350 至 490 奈米之間)之光的光源。較佳地，用於本發明之照明設備的光源為半導體光源。更佳地，用於本發明之照明設備的光源為選自於下列之半導體光源：以 GaN 為主的光源；以 InGaN 為基的光源(例如 $\text{In}_i\text{Al}_j\text{Ga}_k\text{N}$ ，其中 $0 \leq i \leq 1$ 、 $0 \leq j \leq 1$ 、 $0 \leq k \leq 1$ 、及其中 $i+j+k=1$)；以 BN 為主的光源；以 SiC 為主的光源；以 ZnSe 為主的光源；以 $\text{BiAl}_i\text{Ga}_k\text{N}$ 為主的光源，其中 $0 \leq i \leq 1$ 、 $0 \leq j \leq 1$ 、 $0 \leq k \leq 1$ 、及於該處 $i+j+k=1$ ；及以 $\text{BiIn}_i\text{Al}_j\text{Ga}_k\text{M}_m\text{N}$ 為主的光源，其中 $0 \leq i \leq 1$ 、 $0 \leq j \leq 1$ 、 $0 \leq k \leq 1$ 、 $0 \leq m \leq 1$ 、及其中 $i+j+k+m=1$ 。最佳地，用於本發明之照明設備的光源係選自以 GaN 為主的光源及以 InGaN 為主的光源；其中該光源發射具有峰值波長($P\lambda_{\text{源}}$)為 200 至 600 奈米之間(較佳地 200 至 550 奈米之間；更佳地 350 至 490 奈米之間；最佳地，其中峰值波長($P\lambda_{\text{源}}$)為 453 奈米)之光。

【0060】 較佳地，本發明之照明設備含有光源具有 200 至 600 奈米之峰值波長($P\lambda_{\text{源}}$)的發光光譜；其中該紅

磷光體曝光於該光源產生的光時，呈現具有 600 至 660 奈米之峰值波長($P\lambda_{\text{磷光體}}$)之發射光譜。

【0061】 本發明之照明設備視需要地進一步包含：第二源發光光譜修飾劑，其中該第二源發光光譜修飾劑包含至少一個額外磷光體，其中該至少一個額外磷光體係輻射偶合該光源及該第一源發光光譜修飾劑中之至少一者。較佳地，該第二源發光光譜修飾劑為選自於由發紅光磷光體、發藍光磷光體、發黃光磷光體、發綠光磷光體及其組合所組成之組群。較佳地，該第二源發光光譜修飾劑為至少一個插置於該光源與該第一發光光譜修飾劑間之額外磷光體。

【0062】 較佳地，本發明之照明設備包含至少兩個磷光體，其中該等磷光體中之至少一者為本發明之紅磷光體。該至少兩個磷光體可於一個基質交互混合。另外，該至少兩個磷光體可分開分散使得磷光體可層層重疊而非將該等磷光體一體分散於單一基質中。磷光體的分層可藉由複數種彩色轉換處理法來獲得最終發光顏色。

【0063】 現在將於下列實施例中，進一步詳述本發明之若干具體例。

【0064】 比較例 C1 及實施例 1 至 9
式(1)無機化合物之製備

於各比較例 C1 及實施例 1 至 9 中，式(1)表示之無機化合物係以表 2 識別之含量經由固態反應來製備起始物。實施例中使用之金屬氮化物係事先使用標準氮化技術從個

別金屬製備。於各個實施例中，表 2 標示的起始物係呈粉末狀提供，經稱重，物理混合在一起及於乾燥氮氣氣氛的手套箱中使用研钵及研杵研磨而形成均勻粉末混合物。然後該粉末混合物載入燒製坩堝內及置於高純度氮/氫氣氛下的高溫爐內。然後粉末混合物於 1550℃ 至 2000℃ 溫度加熱 8 至 12 小時。所得材料從燒製坩堝中移出，使用研钵及研杵研磨，及使用 100 至 400 篩號過篩。隨後粉末於室溫藉由酸及去離子水洗滌，以提供無機化合物產物。

表 2

實施例 編號	Ca ₃ N ₂ (g)	Sr ₂ N (g)	AlN (g)	Si ₃ N ₄ (g)	SiC (g)	Eu ₂ O ₃ (g)	Li ₂ CO ₃ (g)	CaF ₂ (g)
C1	8.396	10.338	7.109	8.964	--	0.222	0.337	0.178
1	8.479	10.378	7.179	7.328	1.479	0.224	0.341	0.180
2	8.563	10.418	7.250	5.660	2.986	0.226	0.344	0.182
3	8.649	10.712	7.323	3.957	4.525	0.228	0.347	0.184
4	8.343	10.753	7.160	7.309	1.475	0.223	0.340	0.359
5	1.170	10.338	5.675	5.774	1.165	0.256	0.268	0.284
6	1.175	10.378	5.679	5.115	1.754	0.257	0.269	0.285
7	1.179	10.418	5.701	4.450	2.348	0.258	0.270	0.286
8	1.222	10.712	5.847	5.336	1.144	0.201	--	0.278
9	1.227	10.753	5.869	4.687	1.722	0.202	--	0.279

無機化合物性質

【0065】 當使用光源(亦即峰值於 453 毫米的發光二極體(LED)燈及其發射係使用海洋光學公司(Ocean Optics)之海洋光學 USB4000 光譜儀分析)激發時，各種無機化合物產物所呈現的發射光譜。針對各無機化合物，從發射光譜測定的峰值波長(Pλ_{發光體})及發射峰的半峰全寬值(FWHM)係報告於表 3。

【0066】 針對各無機化合物，表示為 CIE 13.3-1995 的 XYZ 色系中的色彩座標 CIE_x 及 CIE_y 係當根據 CIE 13.3-1995 所述方法以來自 LED 光源的發光激發時，從 380 至 780 奈米之波長範圍的發射光譜計算。對無機化合物測定的色彩座標係報告於表 3。

【0067】 得自實施例之各無機化合物產物的內部量子效率之測定係取無機化合物試樣封裝入一個單元中，將該單元安裝於積分球內，然後該無機化合物暴露於光源發射的光。具體而言，來自光源的光被導引通過光管，經由窄帶通濾波器過濾而提供具有 453 奈米波長的單色光，接著導向於無機化合物。當以來自光源的光激發時，積分球內無機化合物發射的光譜及無機化合物反射光的光譜係使用海洋光學公司的海洋光學 US4000 型光譜儀測量。該發光效率的測量係藉由封裝於 683 lm/W 之最大可能效率的 LED。該發射百分比係藉由發光光譜面積/激發光譜面積的積分測量。此等數值係報告於表 3。根據比較例 C1、實施例 3 及實施例 8 製備的無機化合物之發射光譜分別係描繪於第 1 圖至第 3 圖。

表 3

實施例 編號	CIE x	CIE y	FWHM (nm)	Pλ _{phosphor} (nm)	lm/W (%)	QE (%)	Emission (%)
C1	0.666	0.333	90	654	85.5	96.2	107.5
1	0.662	0.337	92	652	95.8	101.7	109.3
2	0.665	0.335	92	652	87.2	93.4	98.1
3	0.664	0.336	93	651	82.0	87.0	91.8
4	0.663	0.337	91	653	87.3	99.2	108.0
5	0.648	0.352	96	637	112.5	83.7	91.5
6	0.648	0.352	96	637	104.8	77.5	84.3
7	0.648	0.351	99	639	85.1	66.0	71.9
8	0.645	0.355	94	634	126.1	87.7	92.9
9	0.643	0.354	96	635	107.3	77.0	82.0

【0068】 依據實施例 1 製備之無機化合物係藉由 X 光粉末繞射(2-θ 掃描)分析，使用 45 kV/40 mA 之 Ni 濾波 CuKα射線的 PAN 分析專家(Panalytical X’pert) X 光粉末繞射計。試樣係以 0.02 之步階大小及每階 1 秒的計數時間從 10 度至 80 度掃描(2-θ 掃描)。實施例 1 之掃描輸出提供於第 4 圖。

【0069】 當各無機化合物產物使用峰值於 467 奈米的氬燈激發而呈現反射光譜時，其發射光譜係使用可得自久賓伊凡(Jobin Yvon)的史貝弗洛(SPEX Fluorlog) 2 光譜儀觀察。比較例 C1 及實施例 1 至 3 觀察到的反射光譜描繪於第 5 圖。實施例 5 及 8 觀察到的反射光譜係描繪於第 6 圖。

【0070】 依據比較例 C1 及實施例 1 至 3、5 及 8 製備的無機化合物之熱淬熄性質係使用海洋光學 USB2000 及客製化加熱器評估。針對比較例 C1 及實施例 1 至 3 觀察到的熱淬熄分析結果描繪於第 7 圖。針對實施例 7 及 8 觀察

到的熱淬熄分析結果描繪於第 8 圖。

【符號說明】

無。

申請專利範圍

1. 一種紅磷光體，包含：

式(1)表示之無機化合物：



其中，M(I)為至少一個一價陽離子；M(II)為至少一個二價陽離子；其中M(III)為至少一個三價陽離子；其中H為一價鹵陰離子；其中A為至少一個發光活化劑；其中 $0 < e \leq 0.5$ ；其中 $0.5 \leq f \leq 1$ ；其中 $0.5 \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq 1.5$ ；其中 $0 < u < 3$ ；其中 $0 < x \leq 2$ ；其中 $0 < w \leq 0.75$ ；其中 $0 < v < 1$ ；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；及其中 $0 < z \leq 0.5$ 。

2. 如申請專利範圍第1項所述之紅磷光體，其中，該無機化合物係以式(2)表示：



其中，A為至少一個發光活化劑；其中 $0 < e \leq 0.5$ ；其中 $0 \leq a \leq 1$ ；其中 $0 \leq b \leq 1$ ；其中 $(a+b) \leq 1$ ；其中 $0.5 \leq f \leq 1$ ；其中 $0.5 \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq 1.5$ ；其中 $0 < u < 3$ ；其中 $0 < x \leq 2$ ；其中 $0 < w \leq 0.75$ ；其中 $0 < (x+w) < 3$ ；其中 $x \neq w$ ；其中 $0 < v \leq 1$ ；及其中 $0 < z \leq 0.5$ 。

3. 如申請專利範圍第2項所述之紅磷光體，其中，A為 Eu^{2+} 。
4. 如申請專利範圍第3項所述之紅磷光體，其中，
 $(1-e) \leq f \leq 1$ ；其中 $(1-e) \leq g \leq 1$ ；其中 $1 \leq j \leq (1+e)$ ；其中 $u = \{3 - (4x/3) - h\}$ ；及其中 $0.9 * \{(3z/2) - (v/2)\} \leq w \leq 1.1 * \{(3z/2) -$

$(v/2)\}$ 。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之紅磷光體，其中，
 $\{1-(2e)\} \leq f \leq 1$ ；其中 $g=1$ ；其中 $j=1$ ；其中 $u=\{3-(4x/3)-z\}$ ；
 及其中 $\{0.9*(3z/2)-(v/2)\} \leq w \leq \{1.1*(3z/2)-(v/2)\}$ 。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅磷光體，其中當使用
 呈現出具有 200 奈米至 600 奈米之間之峰值波長($P\lambda_{\text{源}}$)
 之發射光譜的光源激發時，該紅磷光體呈現具有 600
 奈米至 660 奈米之間之峰值波長($P\lambda_{\text{磷光體}}$)的發射光譜。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅磷光體，進一步包含
 表面處理；其中該表面處理係施用至該無機化合物之
 表面。
8. 一種磷光體組成物，包含：如申請專利範圍第 1 項所
 述之紅磷光體；及液體載劑；其中該紅磷光體係分散
 於該液體載劑中。
9. 一種發白光的照明設備，包含：
 光源，其中該光源產生具有源發光光譜的光；及
 第一源發光光譜修飾劑，其中該第一源發光光譜
 修飾劑為如申請專利範圍第 1 項所述之紅磷光體；
 其中該紅磷光體係輻射偶合該光源。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之照明設備，其中該源發
 光光譜具有 200 奈米至 600 奈米之間之峰值波長($P\lambda_{\text{源}}$)；及其中該紅磷光體藉由曝光於該光源產生的光而
 被激發時，該紅磷光體呈現具有 600 奈米至 660 奈米之
 間之峰值波長($P\lambda_{\text{磷光體}}$)的發射光譜。