



(21) 申請案號：112113158 (22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 07 日  
 (51) Int. Cl. : C09K11/81 (2006.01) H01L33/50 (2010.01)  
 G02F1/13357(2006.01) F21K9/64 (2016.01)  
 (30) 優先權：2022/05/04 美國 63/338,428  
 2023/04/06 世界智慧財產權組織 PCT/US23/65472  
 (71) 申請人：美商奇異電器公司 (美國) GENERAL ELECTRIC COMPANY (US)  
 美國  
 (72) 發明人：卡馬德洛 山姆 約瑟夫 CAMARDELLO, SAMUEL JOSEPH (US)；墨菲 詹姆斯  
 斯 E MURPHY, JAMES E. (US)  
 (74) 代理人：陳長文；黃章典；羅文妙  
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：45 項 圖式數：8 共 52 頁

## (54) 名稱

磷光體組合物及其裝置

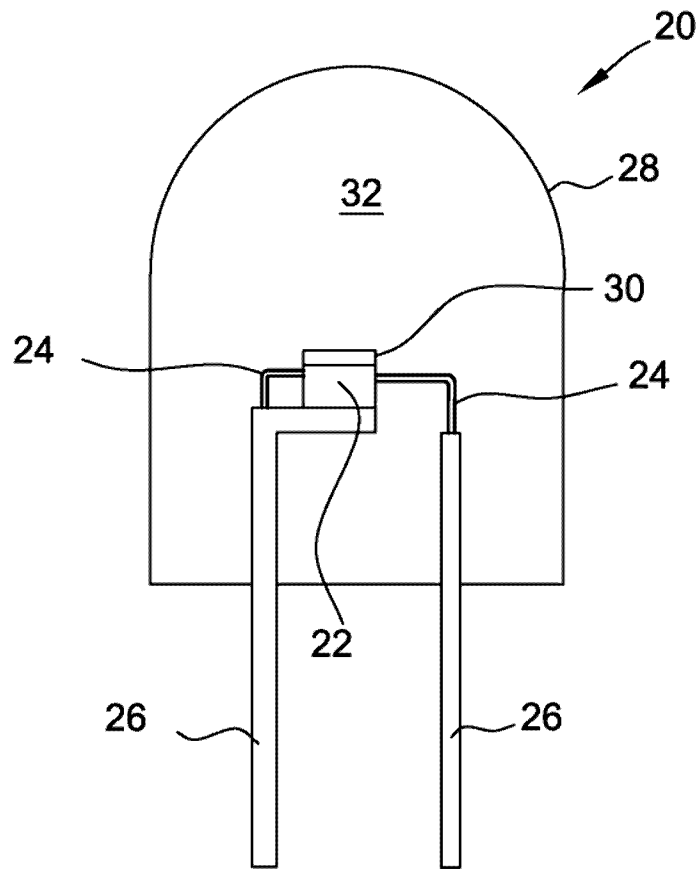
## (57) 摘要

本發明提供一種磷光體組合物，其包括具有紅色衰減率之紅色磷光體材料以及具有綠色衰減率之綠色磷光體材料。該紅色磷光體材料包括式 I 之  $Mn^{4+}$  摻雜磷光體及  $Eu^{3+}$  摻雜鈾磷光體，且該紅色衰減率與該綠色衰減率之間的差異不超過 7 ms，

$A_xMF_y:Mn^{4+}(I)$ ，其中 A 為 Li、Na、K、Rb、Cs 或其組合；M 為 Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Al、Ga、In、Sc、Hf、Y、La、Nb、Ta、Bi、Gd 或其組合；x 為  $MF_y$  離子之電荷的絕對值；且 y 為 5、6 或 7。本發明亦提供一種裝置。

A phosphor composition includes a red phosphor material having a red decay rate and a green phosphor material having a green decay rate. The red phosphor material includes a  $Mn^{4+}$  doped phosphor of Formula I and a  $Eu^{3+}$  doped uranium phosphor, and a difference between the red decay rate and the green decay rate is no more than 7 ms,  $A_xMF_y:Mn^{4+}(I)$ , wherein A is Li, Na, K, Rb, Cs, or a combination thereof; M is Si, Ge, Sn, Ti, Zr, Al, Ga, In, Sc, Hf, Y, La, Nb, Ta, Bi, Gd, or a combination thereof; x is an absolute value of a charge of the  $MF_y$  ion; and y is 5, 6 or 7. A device is also provided.

指定代表圖：



符號簡單說明：

20:照明設備/燈

22:LED 晶片

24:引線

26:引線框

28:封套

30:磷光體層

32:囊封材料

【圖2】

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

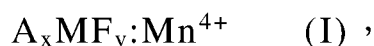
磷光體組合物及其裝置

### 【英文發明名稱】

PHOSPHOR COMPOSITIONS AND DEVICES THEREOF

### 【中文】

本發明提供一種磷光體組合物，其包括具有紅色衰減率之紅色磷光體材料以及具有綠色衰減率之綠色磷光體材料。該紅色磷光體材料包括式 I 之  $Mn^{4+}$  摻雜磷光體及  $Eu^{3+}$  摻雜鈾磷光體，且該紅色衰減率與該綠色衰減率之間的差異不超過 7 ms，



其中 A 為 Li、Na、K、Rb、Cs 或其組合；M 為 Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Al、Ga、In、Sc、Hf、Y、La、Nb、Ta、Bi、Gd 或其組合；x 為  $MF_y$  離子之電荷的絕對值；且 y 為 5、6 或 7。本發明亦提供一種裝置。

### 【英文】

A phosphor composition includes a red phosphor material having a red decay rate and a green phosphor material having a green decay rate. The red phosphor material includes a  $Mn^{4+}$  doped phosphor of Formula I and a  $Eu^{3+}$  doped uranium phosphor, and a difference between the red decay rate and the green decay rate is no more than 7 ms,



wherein A is Li, Na, K, Rb, Cs, or a combination thereof; M is Si, Ge, Sn, Ti, Zr, Al, Ga, In, Sc, Hf, Y, La, Nb, Ta, Bi, Gd, or a combination thereof; x is an

absolute value of a charge of the  $MF_y$  ion; and  $y$  is 5, 6 or 7. A device is also provided.

**【指定代表圖】**

圖2

**【代表圖之符號簡單說明】**

20:照明設備/燈

22: LED晶片

24:引線

26:引線框

28:封套

30:磷光體層

32:囊封材料

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

磷光體組合物及其裝置

## 【英文發明名稱】

PHOSPHOR COMPOSITIONS AND DEVICES THEREOF

## 【技術領域】

## 【先前技術】

【0001】 本發明之領域大體上係關於磷光體組合物及裝置,且更特定言之,係關於呈現良好亮度、較大色域及減少之滯後時間的裝置及顯示器。

【0002】 當前顯示器裝置技術依賴於液晶顯示器(LCD),其為工業及住宅應用中最常廣泛使用之平板顯示器中之一者。下一代裝置將具有低能量消耗、緊密尺寸及高亮度,從而需要更大的色域覆蓋度。下一代裝置將需要更小的LED,諸如小型LED或微型LED。小型LED具有約100  $\mu\text{m}$ 至0.7 mm之尺寸,且微型LED具有小於100  $\mu\text{m}$ 之尺寸。顯示器可包括用個別小型LED或微型LED排列之小型化背光,或顯示器可無LCD且包括自發光經磷光體轉換(PC)之小型LED或微型LED。

【0003】 可藉由將近紫外線(UV)或發射藍光之LED與無機磷光體或無機磷光體之摻合物,諸如發射紅光之磷光體及發射綠光或發射黃綠光之磷光體結合使用來產生白光。自磷光體及LED晶片之總發射提供具有相應色彩座標(1931 CIE色度圖上之x及y)及相關色溫(CCT)之色點,且其光譜分佈提供顯色性能力,其係藉由基於100比例尺之顯色指數(CRI)來量測。

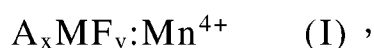
【0004】 理想地,用於顯示器應用之摻合物中所採用之磷光體將具

有類似衰減時間。磷光體摻合物中之磷光體之間的磷光體衰減時間之失配可引起色移且可導致顯示器滯後、顯示器模糊及重像。

【0005】 一些下一代裝置，諸如PC微型LED為自發光的且不需要LCD。此等裝置及顯示器可具有較快回應時間且需要具有較快衰減時間之磷光體。在無LCD之裝置中的磷光體衰減時間之間的失配可能更值得關注。

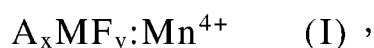
#### 【發明內容】

【0006】 在一個態樣中，磷光體組合物包括具有紅色衰減率之紅色磷光體材料以及具有綠色衰減率之綠色磷光體材料，其中該紅色磷光體材料包括式I之 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體及 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體，且其中該紅色衰減率與該綠色衰減率之間的差異不超過7 ms，



其中A為Li、Na、K、Rb、Cs或其組合；M為Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Al、Ga、In、Sc、Hf、Y、La、Nb、Ta、Bi、Gd或其組合；x為 $MF_y$ 離子之電荷的絕對值；且y為5、6或7。

【0007】 在另一態樣中，裝置包括光學耦合及/或以輻射方式連接至磷光體組合物的LED光源，其中該磷光體組合物包括具有紅色衰減率之紅色磷光體材料以及具有綠色衰減率之綠色磷光體材料，其中該紅色磷光體材料包括式I之 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體及 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體，且其中該紅色衰減率與該綠色衰減率之間的差異不超過7 ms，



其中A為Li、Na、K、Rb、Cs或其組合；M為Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Al、Ga、In、Sc、Hf、Y、La、Nb、Ta、Bi、Gd或其組合；x為

$MF_y$ 離子之電荷的絕對值；且 $y$ 為5、6或7。

### 【圖式簡單說明】

【0008】 圖1為根據本發明之一個實施例的裝置之示意性橫截面圖。

【0009】 圖2為根據本發明之一個實施例的照明設備之示意性橫截面圖。

【0010】 圖3為根據本發明之另一實施例的照明設備之示意性橫截面圖。

【0011】 圖4為根據本發明之一個實施例的照明設備之剖視側面透視圖。

【0012】 圖5為根據本發明之一個實施例的表面安裝裝置(SMD)之示意性透視圖。

【0013】 圖6展示 $\gamma$ - $Ba_2UO_2(PO_4)_2$ 之XRD粉末圖。

【0014】 圖7為實例1中所提供之DU-紅色樣品及NFS樣品之發射波長(nm)與發射強度之間的關係的光譜圖。

【0015】 圖8為實例1中所提供之DU-紅色樣品與NFS樣品之組合的發射波長(nm)與發射強度之間的關係的光譜圖。

### 【實施方式】

相關申請案之交互參考

【0016】 本申請案主張2022年5月4日申請之美國臨時專利申請案序號63/338,428及2023年4月6日申請之PCT/US2023/065472之優先權，其以全文引用之方式併入本文中。

【0017】 在以下說明書及申請專利範圍中，將提及多個術語，其應

定義為具有以下含義。

**【0018】** 除非上下文另有明確規定，否則單數形式「一(a)」、「一(an)」及「該」包括複數個參考物。

**【0019】** 如本文中貫穿說明書及申請專利範圍所使用之近似語言可用於修飾可以許可的方式變化而不引起與其相關之基本功能改變之任何定量表示。因此，由諸如「約」、「實質上」及「大致」之一或多個術語修飾之值不限於所指定的精準值。在至少一些情況下，近似措辭可對應於用於量測該值之儀器的精度。此處及在整個說明書及申請專利範圍中，範圍限制可經組合及/或互換，除非上下文或措辭另有指示，否則此類範圍經識別且包括其中所含有之所有子範圍。所有參考文獻以引用之方式併入本文中。

**【0020】** 化學式中之方括號指示括號內之元素中之至少一者存在於磷光體材料中，且可存在其中兩種或更多種之任何組合，此受到組合物之化學計量的限制。舉例而言，式 $[\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}]_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ 涵蓋Ca、Sr或Ba中之至少一者或Ca、Sr或Ba中之兩者或更多者之任何組合。實例包括  $\text{Ca}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$  ；  $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$  ； 或  $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ 。在冒號「:」之後具有活化劑之化學式指示磷光體組合物摻雜有活化劑。在冒號「:」之後展示由「,」分隔之超過一種活化劑之化學式指示磷光體組合物摻雜有任一種活化劑或兩種活化劑。舉例而言，式 $[\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}]_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ 涵蓋 $[\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}]_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 、式 $[\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}]_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Mn}^{2+}$ 或式 $[\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}]_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 及 $\text{Mn}^{2+}$ 。

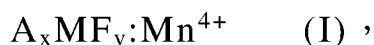
**【0021】** 裝置及顯示器可採用發光二極體(LED)以產生白光，其可由近紫外線(UV)或發射藍光之LED與發射紅光之磷光體及發射綠光或發



射黃綠光之磷光體的摻合物結合產生。在磷光體之摻合物中，磷光體之衰減率或衰減時間可能存在失配，且此失配會影響顯示器且可能引起模糊、顯示器滯後及重像，尤其在自發光且不需要液晶顯示器(LCD)之快速顯示裝置中，諸如PC (經磷光體轉換)微型LED顯示器。

【0022】 窄頻帶發射紅光之磷光體，諸如基於由 $Mn^{4+}$ 活化之複合氟化物材料之磷光體由於其較大色域及良好量子效率特性而係理想的。本發明人已發現，包括由 $Mn^{4+}$ 及 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體活化之複合氟化物材料的紅色磷光體材料及綠色磷光體材料使衰減時間失配降至最低，同時維持較大色域、亮度及良好量子效率。

【0023】 在一個態樣中，磷光體組合物包括具有紅色衰減率之紅色磷光體材料以及具有綠色衰減率之綠色磷光體材料，其中該紅色磷光體材料包括式I之 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體及 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體，且其中該紅色衰減率與該綠色衰減率之間的差異不超過7 ms，

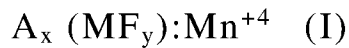


其中A為Li、Na、K、Rb、Cs或其組合；M為Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Al、Ga、In、Sc、Hf、Y、La、Nb、Ta、Bi、Gd或其組合；x為 $MF_y$ 離子之電荷的絕對值；且y為5、6或7。

【0024】 紅色磷光體材料摻合有式I之 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體及 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。式I之 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體為基於由 $Mn^{4+}$ 活化之複合氟化物材料的窄頻帶發射紅光之磷光體。適合的基於複合氟化物材料之發射紅光之磷光體及用於製造磷光體之方法描述於美國專利案第7,497,973號、美國專利案第7,648,649號、美國專利案第8,906,724號、美國專利案第8,252,613號、美國專利案第9,698,314號、US 2016/0244663、美國公開案第

2018/0163126號以及美國公開案第2020/0369956號中。其全部內容各自以引用之方式併入本文中。

**【0025】** 紅色磷光體材料包括式I之 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體



其中A為Li、Na、K、Rb、Cs或其組合；M為Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Al、Ga、In、Sc、Y、La、Nb、Ta、Bi、Gd或其組合；x為 $(MF_y)$ 離子之電荷的絕對值；且y為5、6或7。

**【0026】** 式I之發射紅光之磷光體的實例包括(但不限於)：

$K_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $K_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $K_2(SnF_6):Mn^{4+}$ 、 $Cs_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Rb_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Cs_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Rb_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Na_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Na_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Na_2(ZrF_6):Mn^{4+}$ 、 $K_3(ZrF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(BiF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(YF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(LaF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(GdF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(NbF_7):Mn^{4+}$ 以及 $K_3(TaF_7):Mn^{4+}$ 。

**【0027】** 併入 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體中之活化劑Mn之量(稱為Mn%)改良色彩轉換。增加所併入之Mn%之量可藉由增加紅色發射之強度、最大化激發藍光之吸收及減少來自藍色LED之未經轉換的藍光或藍光的擊穿量來改良色彩轉換。

**【0028】** 在一個實施例中，發射紅光之 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體具有至少1 wt%之Mn負載或Mn%。在另一實施例中，發射紅光之磷光體具有至少1.5 wt%之Mn負載。在另一實施例中，發射紅光之磷光體具有至少2 wt%之Mn負載。在另一實施例中，發射紅光之磷光體具有至少3 wt%之Mn負載。在另一實施例中，Mn%大於3.0 wt%。在另一實施例中，發射紅光之磷光體中之Mn含量為約1 wt%至約4 wt%。在另一實施例中，發射紅光之

磷光體具有約2 wt%至約5 wt%之Mn%。

【0029】 在一個實施例中，Mn<sup>4+</sup>摻雜磷光體可為錳摻雜氟矽酸鉀，諸如K<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>:Mn<sup>4+</sup> (PFS)。PFS具有窄頻帶發射，其具有平均半高全寬(FWHM)小於4 nm之多個峰值。在另一實施例中，發射紅光之磷光體可為Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>:Mn<sup>4+</sup> (NFS)。

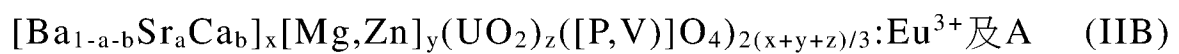
【0030】 在一個實施例中，Mn<sup>4+</sup>摻雜磷光體可經進一步處理，諸如藉由退火、洗滌處理、烘烤或此等處理之任何組合。Mn<sup>4+</sup>摻雜磷光體之後處理方法描述於美國專利案第8,906,724號、美國專利案第8,252,613號、美國專利案第9,698,314號、美國公開案第2016/0244663號、美國公開案第2018/0163126號以及美國公開案第2020/0369956號中。其全部內容各自以引用之方式併入本文中。在一個實施例中，Mn<sup>4+</sup>摻雜磷光體可經退火，經多次洗滌處理及烘烤處理。

【0031】 為改良可靠性，式I之Mn<sup>4+</sup>摻雜磷光體可至少部分地塗佈有表面塗層以藉由修飾粒子之表面及增加粒子之 $\zeta$ 電位來增強磷光體粒子之穩定性及阻止聚集。在一個實施例中，表面塗層可為金屬氟化物、二氧化矽或有機塗層。在一個實施例中，基於由Mn<sup>4+</sup>磷光體活化之複合氟化物材料的發射紅光之磷光體可至少部分地塗佈有金屬氟化物，其增加正 $\zeta$ 電位及減少黏聚。在一個實施例中，金屬氟化物塗層包括MgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>、SrF<sub>2</sub>、BaF<sub>2</sub>、AgF、ZnF<sub>2</sub>、AlF<sub>3</sub>或其組合。在另一實施例中，金屬氟化物塗層之量為約0.1 wt%至約10 wt%。在另一實施例中，金屬氟化物塗層以約0.1 wt%至約5 wt%之量存在。在另一實施例中，金屬氟化物塗層以約0.3 wt%至約3 wt%存在。如WO 2018/093832、美國公開案第2018/0163126號及美國公開案第2020/0369956號中所描述來製備經金屬

氟化物塗佈之基於由Mn<sup>4+</sup>活化之複合氟化物材料的發射紅光之磷光體。其全部內容各自以引用之方式併入本文中。

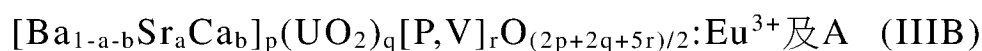
【0032】 Eu<sup>3+</sup>摻雜鈾磷光體具有窄頻帶發射，且為其中發生自鈾離子至鎔離子之能量轉移的鈾磷光體。由CIE色度圖上之色彩座標ccx及ccy之差所量測，能量轉移引起磷光體之色移。

【0033】 在一些實施例中，Eu<sup>3+</sup>摻雜鈾磷光體具有式IIA或式IIB：



其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $0.75 \leq x \leq 1.25$ ， $0.75 \leq y \leq 1.25$ ， $0.75 \leq z \leq 1.25$ 且A為Li<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Rb<sup>+</sup>、Cs<sup>+</sup>或其混合物。特定實施例包括Ba[Mg,Zn]UO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>，且更特定言之，BaMgUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>；BaZnUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>；BaMgUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及Li<sup>+</sup>；BaMgUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及Na<sup>+</sup>；BaMgUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及K<sup>+</sup>；BaMgUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及Rb<sup>+</sup>；BaMgUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及Cs<sup>+</sup>；BaZnUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及Li<sup>+</sup>；BaZnUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及Na<sup>+</sup>；BaZnUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及K<sup>+</sup>；BaZnUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及Rb<sup>+</sup>；以及BaZnUO<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>及Cs<sup>+</sup>。具有式IIA或式IIB之鈾磷光體展現橙色、橙色/紅色或紅色發射。

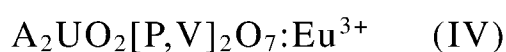
【0034】 在一些實施例中，Eu<sup>3+</sup>摻雜鈾磷光體具有式IIIA或式IIIB：



其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $2.5 \leq p \leq 3.5$ ， $1.75 \leq q \leq 2.25$ ， $3.5 \leq r \leq 4.5$ 且A為Li<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Rb<sup>+</sup>、Cs<sup>+</sup>或其混合物。特定實施例包括

$\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  ;  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Li}^+$  ;  
 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Na}^+$  ;  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{K}^+$  ;  
 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Rb}^+$  ;  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Cs}^+$  ;  
 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  ;  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Li}^+$  ;  
 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Na}^+$  ;  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{K}^+$  ;  
 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Rb}^+$  ;  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Cs}^+$  ;  $\gamma$ -  
 $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$  ;  $\gamma$ - $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Li}^+$  ;  $\gamma$ - $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$   
 及  $\text{Na}^+$  ;  $\gamma$   $\gamma$ - $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{K}^+$  ;  $\gamma$ - $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Rb}^+$  ; 以及  
 $\gamma$ - $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Cs}^+$  。在一個實施例中，當式為[Ba]時，p為3.5，  
 q為1.75，[P]及r為3.5，基礎化合物為 $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及A且化合物呈  
 $\gamma$ 相。在另一實施例中，當式為 $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及A時，磷光體呈 $\gamma$ 相  
 且為 $\gamma$ - $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及A。磷光體 $\gamma$ 相 $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 描述於PCT公開  
 案第WO 2021/211600號中，其以引用之方式併入本文中。 $\gamma$ 相  
 $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 或 $\gamma$ - $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 具有如圖6中所示之XRD粉末圖。具有式  
 IIIA或式IIIB之鈾磷光體展現橙色、橙色/紅色或紅色發射。

【0035】 在其他實施例中， $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體具有式IV：



其中A為Li、Na、K、Rb、Cs或其組合。特定實例包括  
 $\text{A}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ ，且更特定言之， $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{K}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 。具  
 有式IV之鈾磷光體展現橙色、橙色/紅色或紅色發射。

【0036】 在一個實施例中， $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體包括約0.001至約10  
 莫耳百分比之量的鎔離子，即 $\text{Eu}^{3+}$ 。在另一實施例中，鎔離子可以約0.01  
 莫耳百分比至約10莫耳百分比之量存在。在另一實施例中，鎔離子可以約

0.1莫耳百分比至約10莫耳百分比之量存在。在另一實施例中，銻離子可以約0.5至約5莫耳百分比之量存在。在另一實施例中，銻離子可以約1至約3莫耳百分比存在。在另一實施例中，銻離子可以約0.01莫耳百分比至約1莫耳百分比存在。在另一實施例中，銻離子可以約0.05莫耳百分比至約1莫耳百分比存在。在另一實施例中，銻離子可以約0.1莫耳百分比至約1莫耳百分比存在。在另一實施例中，銻離子可以約0.5莫耳百分比至約1莫耳百分比存在。

【0037】 在一些實施例中， $\text{Eu}^{3+}$  摻雜鈾磷光體包括一或多種鹼金屬離子，諸如 $\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Rb}^+$ 、 $\text{Cs}^+$ 或其混合物。鹼金屬離子可以約0.01莫耳百分比至約10莫耳百分比之量存在。在一個實施例中，鹼金屬離子可以約0.1至約10莫耳百分比之量存在。在另一實施例中，鹼金屬離子可以約0.5至約5莫耳百分比之量存在。在另一實施例中，鹼金屬離子可以約1至約3莫耳百分比存在。在另一實施例中，鹼金屬離子可以約0.01莫耳百分比至約1莫耳百分比存在。在另一實施例中，鹼金屬離子可以約0.05莫耳百分比至約1莫耳百分比存在。在另一實施例中，鹼金屬離子可以約0.1莫耳百分比至約1莫耳百分比存在。在另一實施例中，鹼金屬離子可以約0.5莫耳百分比至約1莫耳百分比存在。

【0038】 在一個實施例中， $\text{Eu}^{3+}$  摻雜鈾磷光體為 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 。 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 具有在618 nm處具有峰值發射之窄頻帶紅色發射。 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 可完全吸收來自藍色LED之藍光且完全轉換藍光。

【0039】 可藉由在氧化氛圍下燒製前驅體之混合物來產生本發明之 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。合適之前驅體之非限制性實例包括適當的金屬氧化

物、氫氧化物、烷氧化物、碳酸鹽、硝酸鹽、鋁酸鹽、矽酸鹽、檸檬酸鹽、草酸鹽、羧酸鹽、酒石酸鹽、硬脂酸鹽、亞硝酸鹽、過氧化物、磷酸鹽、焦磷酸鹽、鹼鹽及其組合。適用作前驅體之材料包括(但不限於)  $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{BaHPO}_4$ 、 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Ba}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ba}_2\text{Zn}(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{BaZnP}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{C}_2\text{O}_4)$ 、 $\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 、 $\text{Ba}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{UO}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 、 $\text{K}_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{LiH}_2\text{PO}_4$ 、 $\text{Mg}(\text{C}_2\text{O}_4)$ 、 $\text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7)$ 、 $\text{MgCO}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Mg}_2\text{Ba}(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{MgHPO}_4$ 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{MgPO}_4$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{NH}_4\text{VO}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{SrCO}_3$ 、 $\text{Zn}(\text{C}_2\text{O}_4)$ 、 $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 、 $\text{Zn}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ 、 $\text{ZnCO}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Zn}_2\text{Ba}(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{ZnHPO}_4$ 、 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{NH}_4\text{ZnPO}_4$ 、 $\text{UO}_2$ 、 $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 、 $(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{NH}_4(\text{UO}_2)\text{PO}_4$ 、 $\text{UO}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 、 $\text{UO}_2(\text{C}_2\text{O}_4)$ 、 $\text{H}(\text{UO}_2)\text{PO}_4$ 、 $\text{UO}_2(\text{OH})_2$  及  $\text{ZnUO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_4$ ，以及各種水合物。舉例而言，例示性磷光體  $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2$  可藉由將適當量之  $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{ZnO}$  及  $\text{UO}_2$  與適當量之  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  混合且隨後在空氣氛圍下燒製該混合物來產生。前驅體可呈固體形式或在溶液中。溶劑之非限制性實例包括水、乙醇、丙酮及異丙醇，且適用性主要視前驅體在溶劑中之溶解度而定。在燒製之後，可碾磨磷光體以分解在燒製程序期間形成之任何黏聚物。

**【0040】** 用於產生  $\text{Eu}^{3+}$  摻雜鈾磷光體之起始材料的混合物包括(但不限於)  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  或  $\text{EuPO}_4$ 。

**【0041】** 用於產生磷光體之起始材料的混合物亦可包括一或多種低

熔融溫度焊劑材料，諸如硼酸、硼酸酯化合物(諸如四硼酸鋰)、鹼金屬磷酸鹽及其組合。非限制性實例包括 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  (DAP)、 $\text{Li}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{Na}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{NaBO}_3\text{-H}_2\text{O}$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、 $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{H}_3\text{BO}_3$ 及 $\text{B}_2\text{O}_3$ 。焊劑可降低磷光體之燒製溫度及/或燒製時間。若使用焊劑，則可能需要用合適之溶劑洗滌最終磷光體產物以移除可能來源於焊劑之任何殘餘可溶雜質。

**【0042】** 樣品之燒製一般在空氣中進行，但由於鈾呈其最高氧化態( $\text{U}^{6+}$ )，其亦可在 $\text{O}_2$ 或其他濕潤或乾燥氧化氛圍中，包括在高於一個大氣壓之氧分壓下，在約 $300^\circ\text{C}$ 與約 $1300^\circ\text{C}$ 之間，尤其在約 $500^\circ\text{C}$ 與約 $1200^\circ\text{C}$ 之間的溫度下燒製足以將混合物轉換為磷光體之時間。視所燒製之混合物之量、固體與氛圍中之氣體之間的接觸程度以及在燒製或加熱混合物時之混合程度而定，所需要之燒製時間可在約一至二十小時之範圍內。混合物可快速地達到最終溫度且保持在該溫度下，或混合物可以諸如約 $2^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 至約 $200^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 之較低速率加熱至最終溫度。

**【0043】** 紅色磷光體材料摻合有式I之窄頻帶 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體及窄頻帶 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。紅色磷光體材料可包括具有橙色、紅色/橙色或紅色發射(約 $585\text{ nm}$ 至約 $780\text{ nm}$ )之額外磷光體。紅色磷光體材料具有紅色衰減率，以紅色磷光體材料之總重量計，該紅色衰減率為紅色磷光體材料中之各磷光體之衰減率的加權平均值。在一個實施例中，以紅色磷光體材料之總重量計，紅色磷光體材料之衰減率為式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體之衰減率與 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體之衰減率的加權平均值。在另一實施例中，當紅色磷光體材料包括一或多種具有橙色、紅色/橙色或紅色發射之額外磷光體時，以紅色磷光體材料之總重量計，紅色衰減率為式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光



體之衰減率、 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體之衰減率及該一或多種額外磷光體之一或多個衰減率的加權平均值。

【0044】 在一個實施例中，紅色磷光體材料包括約1重量百分比至約99重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體以及約99重量百分比至約1重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約10重量百分比至約90重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體以及約90重量百分比至約10重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約20重量百分比至約80重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體以及約80重量百分比至約20重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約30重量百分比至約70重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體以及約70重量百分比至約30重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約40重量百分比至約60重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體以及約60重量百分比至約40重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約45重量百分比至約55重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體以及約55重量百分比至約45重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約50重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體及約50重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約1重量百分比至約50重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體以及約50重量百分比至約1重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。重量百分比係以紅色磷光體材料之總重量計。

【0045】 在一個實施例中，紅色磷光體材料包括約1重量百分比至約99重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約10重量百分比至約90重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體。在

另一實施例中，紅色磷光體材料包括約20重量百分比至約80重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約30重量百分比至約70重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約40重量百分比至約60重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約45重量百分比至約55重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約50重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約1重量百分比至約50重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約50重量百分比至約99重量百分比的式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體。重量百分比係以紅色磷光體材料之總重量計。

**【0046】** 在一個實施例中，紅色磷光體材料包括約1重量百分比至約99重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約10重量百分比至約90重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約20重量百分比至約80重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約30重量百分比至約70重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約40重量百分比至約60重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約45重量百分比至約55重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約50重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約1重量百分比至約50重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括約50重量百分比至約99重量百分比的 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體。重量百分比係

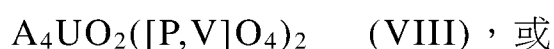
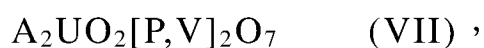
以紅色磷光體材料之總重量計。

【0047】 在一個實施例中，紅色磷光體材料包括 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Na}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$  (NFS)。在另一實施例中，紅色磷光體材料包括 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$  (PFS)。

【0048】 式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體具有較大色域，而 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體與式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體相比具有更小的色域及更短的衰減率。摻合磷光體產生紅色磷光體材料，該紅色磷光體材料具有與式I之 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體相比更短的紅色衰減時間，同時保持較大色域。

【0049】 磷光體組合物包括綠色磷光體材料。綠色磷光體材料包括至少一種發射綠光之磷光體。發射綠光之磷光體可包括任何適合的發射綠光之磷光體。

【0050】 在一個實施例中，發射綠光之磷光體可包括具有式V、VI、VII、VIII或IX之窄頻帶基於鈾之磷光體



其中 $0 \leq a \leq 1$ 、 $0 \leq b \leq 1$ 、 $0.75 \leq x \leq 1.25$ 、 $0.75 \leq y \leq 1.25$ 、 $0.75 \leq z \leq 1.25$ ；

$2.5 \leq p \leq 3.5$ 、 $1.75 \leq q \leq 2.25$ 、 $3.5 \leq r \leq 4.5$ ，且A為Li、Na、K、Rb、Cs或其組合。此等磷光體展現綠色發射。

【0051】 鈾磷光體之實例包括 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7$ 、 $\gamma\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{BaMgUO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、

$\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{K}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Rb}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Cs}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{K}_4\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{K}_4\text{UO}_2(\text{VO}_4)_2$ 、 $\text{NaUO}_2\text{P}_3\text{O}_9$ 。

【0052】可在不添加鎔起始材料(諸如 $\text{Eu}_2\text{O}_3$ 或 $\text{EuPO}_4$ )之情況下如上文關於 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體所展示來製備鈾磷光體。

【0053】在其他實施例中，綠色磷光體材料包括 $\beta\text{-SiAlON}$ 。

【0054】綠色磷光體材料具有綠色衰減率，以綠色磷光體材料之總重量計，該綠色衰減率為綠色磷光體材料中之各磷光體之衰減率的加權平均值。

【0055】磷光體組合物包括紅色磷光體材料及綠色磷光體材料。在一個實施例中，組合物包括約1重量百分比至約99重量百分比之紅色磷光體材料以及約99重量百分比至約1重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約10重量百分比至約90重量百分比之紅色磷光體材料以及約90重量百分比至約10重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約20重量百分比至約80重量百分比之紅色磷光體材料以及約80重量百分比至約20重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約30重量百分比至約70重量百分比之紅色磷光體材料以及約70重量百分比至約30重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約40重量百分比至約60重量百分比之紅色磷光體材料以及約60重量百分比至約40重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約45重量百分比至約55重量百分比之紅色磷光體材料以及約55重量百分比至約45重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約50重量百分比之紅色磷光體材料以及約50重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約1重量百分比

至約50重量百分比之紅色磷光體材料以及約50重量百分比至約1重量百分比之綠色磷光體材料。重量百分比係以組合物之總重量計。

**【0056】** 在一個實施例中，磷光體組合物包括約1重量百分比至約99重量百分比之紅色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約10重量百分比至約90重量百分比之紅色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約20重量百分比至約80重量百分比之紅色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約30重量百分比至約70重量百分比之紅色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約40重量百分比至約60重量百分比之紅色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約45重量百分比至約55重量百分比之紅色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約50重量百分比之紅色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約1重量百分比至約50重量百分比之紅色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約50重量百分比至約99重量百分比之紅色磷光體材料。重量百分比係以磷光體組合物之總重量計。

**【0057】** 在一個實施例中，磷光體組合物包括約1重量百分比至約99重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約10重量百分比至約90重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約20重量百分比至約80重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約30重量百分比至約70重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約40重量百分比至約60重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約45重量百分比至約55重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約50重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約1重量百分比至

約50重量百分比之綠色磷光體材料。在另一實施例中，組合物包括約50重量百分比至約99重量百分比之綠色磷光體材料。重量百分比係以磷光體組合物之總重量計。

**【0058】** 使磷光體組合物中之紅色磷光體材料與綠色磷光體材料之間的衰減率失配降至小於7毫秒產生在顯示器中具有減少之色移及較快回應時間的磷光體組合物。在另一實施例中，紅色衰減率與綠色衰減率之間的差異小於6毫秒。在另一實施例中，紅色衰減率與綠色衰減率之間的差異小於5毫秒。在另一實施例中，紅色衰減率與綠色衰減率之間的差異小於4毫秒。在另一實施例中，紅色衰減率與綠色衰減率之間的差異小於3毫秒。在另一實施例中，紅色衰減率與綠色衰減率之間的差異為約0 ms至約7 ms。在另一實施例中，紅色衰減率與綠色衰減率之間的差異為約0 ms至約6 ms。在另一實施例中，紅色衰減率與綠色衰減率之間的差異為約0 ms至約5 ms。在另一實施例中，紅色衰減率與綠色衰減率之間的差異為約0 ms至約4 ms。在另一實施例中，紅色衰減率與綠色衰減率之間的差異為約0 ms至約3 ms。

**【0059】** 磷光體可呈顆粒形式。在一些實施例中，磷光體之中值粒徑可在約1至約50微米之範圍內。在另一實施例中，中值粒徑可在約15至約35微米之範圍內。在另一實施例中，中值粒徑可為約30微米或更小。

**【0060】** 在另一實施例中，磷光體呈顆粒形式，該顆粒形式包括單分散粒子群，該單分散粒子群具有包括在約0.1  $\mu\text{m}$ 至約15  $\mu\text{m}$ 之範圍內的D50粒徑直徑之粒子群。在另一實施例中，粒徑直徑在約0.1  $\mu\text{m}$ 至約10  $\mu\text{m}$ 之範圍內。在另一實施例中，粒徑分佈，即D50小於15  $\mu\text{m}$ ，尤其D50小於10  $\mu\text{m}$ ，尤其D50小於5  $\mu\text{m}$ ，或D50小於3  $\mu\text{m}$ ，或D50小於2  $\mu\text{m}$ ，或



$[\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}]\text{Al}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$  ;  $[\text{Y}, \text{Gd}, \text{Lu}, \text{Sc}, \text{La}]\text{BO}_3:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$  ;  $\text{ZnS}:\text{Cu}^+, \text{Cl}^-$  ;  
 $\text{ZnS}:\text{Cu}^+, \text{Al}^{3+}$  ;  $\text{ZnS}:\text{Ag}^+, \text{Cl}^-$  ;  $\text{ZnS}:\text{Ag}^+, \text{Al}^{3+}$  ;  $[\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}]_2\text{Si}_{1-n}\text{O}_{4-2n}:\text{Eu}^{2+}$   
 ( 其 中  $0 \leq n \leq 0.2$  ) ;  $[\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}]_2[\text{Mg}, \text{Zn}]\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$  ;  
 $[\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}][\text{Al}, \text{Ga}, \text{In}]_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$  ;  $[\text{Y}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{La}, \text{Sm}, \text{Pr}, \text{Lu}]_3[\text{Al}, \text{Ga}]_{5-a}\text{O}_{12-3/2a}:\text{Ce}^{3+}$  ( 其 中  $0 \leq a \leq 0.5$  ) ;  $[\text{Ca}, \text{Sr}]_8[\text{Mg}, \text{Zn}](\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$  ;  
 $\text{Na}_2\text{Gd}_2\text{B}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$  ;  $[\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Mg}, \text{Zn}]_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$  ;  
 $[\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La}]_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$  ;  $[\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La}]_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$  ;  
 $[\text{Gd}, \text{Y}, \text{Lu}, \text{La}]\text{VO}_4:\text{Eu}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$  ;  $[\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Mg}]\text{S}:\text{Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$  ;  $\text{SrY}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$  ;  
 $\text{CaLa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$  ;  $[\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}]\text{MgP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$  ;  $[\text{Y}, \text{Lu}]_2\text{WO}_6:\text{Eu}^{3+}, \text{Mo}^{6+}$  ;  
 $[\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}]_b\text{Si}_g\text{N}_m:\text{Eu}^{2+}$  ( 其 中  $2b+4g=3m$  ) ;  $\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$  ;  
 $[\text{Lu}, \text{Sc}, \text{Y}, \text{Tb}]_{2-u-v}\text{Ce}_v\text{Ca}_{1+u}\text{Li}_w\text{Mg}_{2-w}\text{P}_w[\text{Si}, \text{Ge}]_{3-w}\text{O}_{12-u/2}$  ( 其 中  $0.5 \leq u \leq 1$  ,  
 $0 < v \leq 0.1$  及  $0 \leq w \leq 0.2$  ) ;  $[\text{Y}, \text{Lu}, \text{Gd}]_{2-m}[\text{Y}, \text{Lu}, \text{Gd}]\text{Ca}_m\text{Si}_4\text{N}_{6+m}\text{C}_{1-m}:\text{Ce}^{3+}$  ( 其 中  
 $0 \leq m \leq 0.5$  ) ;  $[\text{Lu}, \text{Ca}, \text{Li}, \text{Mg}, \text{Y}]$  , 摻雜有  $\text{Eu}^{2+}$  及 / 或  $\text{Ce}^{3+}$  之  $\alpha\text{-SiAlON}$  ;  
 $\text{Sr}(\text{LiAl}_3\text{N}_4):\text{Eu}^{2+}$  ,  $[\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}]\text{SiO}_2\text{N}_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$  ;  $\beta\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$  ;  
 $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2:\text{Mn}^{4+}$  ;  $\text{Ca}_{1-c-f}\text{Ce}_c\text{Eu}_f\text{Al}_{1+c}\text{Si}_{1-c}\text{N}_3$  ( 其 中  $0 \leq c \leq 0.2$  ,  
 $0 \leq f \leq 0.2$  ) ;  $\text{Ca}_{1-h-r}\text{Ce}_h\text{Eu}_r\text{Al}_{1-h}(\text{Mg}, \text{Zn})_h\text{SiN}_3$  ( 其 中  $0 \leq h \leq 0.2$  ,  $0 \leq r \leq 0.2$  ) ;  
 $\text{Ca}_{1-2s-t}\text{Ce}_s[\text{Li}, \text{Na}]_s\text{Eu}_t\text{AlSiN}_3$  ( 其 中  $0 \leq s \leq 0.2$  ,  $0 \leq t \leq 0.2$  ,  $s+t > 0$  ) ;  
 $[\text{Sr}, \text{Ca}]\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$  , 及  $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4:\text{Eu}^{2+}$  。

**【0063】** 在 特 定 實 施 例 中 ， 額 外 磷 光 體 包 括 ：  
 $[\text{Y}, \text{Gd}, \text{Lu}, \text{Tb}]_3[\text{Al}, \text{Ga}]_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  、  $\beta\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$  、  $[\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}][\text{Ga}, \text{Al}]_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$  、  
 $[\text{Li}, \text{Ca}]\alpha\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$  、  $[\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}]_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$  、  $[\text{Ca}, \text{Sr}]\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$  、  
 $[\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}]\text{LiAl}_3\text{N}_4:\text{Eu}^{2+}$  、  $[\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Mg}]\text{S}:\text{Eu}^{2+}$  及  $[\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}]_2\text{Si}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$  。

**【0064】** 適 用 於 磷 光 體 組 合 物 中 之 其 他 額 外 發 光 材 料 可 包 括 電 致 發



光聚合物，諸如聚蒽，較佳為聚(9,9-二辛基蒽)及其共聚物，諸如聚(9,9'-二辛基蒽-共-雙-N,N'-(4-丁基苯基)二苯胺) (F8-TFB)；聚(乙烷基咪唑)及聚伸苯基伸乙烷基及其衍生物。此外，發光層可包括藍色、黃色、橙色、綠色或紅色磷光染料或金屬錯合物、量子點材料或其組合。適合用作磷光染料之材料包括(但不限於)參(1-苯基異喹啉)銻(III) (紅色染料)、參(2-苯基吡啶)銻(綠色染料)及銻(III)雙(2-(4,6-二氟苯基)吡啶根基-N,C2) (藍色染料)。亦可使用來自ADS (American Dyes Source, Inc.)之市售螢光及磷光金屬錯合物。ADS 綠色染料包括 ADS060GE、ADS061GE、ADS063GE及ADS066GE、ADS078GE及ADS090GE。ADS 藍色染料包括 ADS064BE、ADS065BE 及 ADS070BE。ADS 紅色染料包括 ADS067RE、ADS068RE、ADS069RE、ADS075RE、ADS076RE、ADS067RE及ADS077RE。

**【0065】** 例示性QD材料包括(但不限於)第II-IV族化合物半導體，諸如CdS、CdSe、CdS/ZnS、CdSe/ZnS或CdSe/CdS/ZnS；第II-VI族，諸如CdTe、ZnSe、ZnTe、ZnS、HgTe、HgS、HgSe、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；第III-V族或第IV-VI族化合物半導體，諸如GaN、GaP、GaNP、GaNAs、GaPAs、GaAs、GaAlNP、GaAlNAs、GaAlPAs、GaInNP、GaInNAs、GaInPAs、AlN、AlNP、AlNAs、AlP、AlPAs、AlAs、InN、InNP、InP、InNAs、InPAs、InAS、InAlNP、InAlNAs、InAlPAs、PbS/ZnS或PbSe/ZnS；第

IV族，諸如Si、Ge、SiC及SiGe；黃銅礦型化合物，包括(但不限於)CuInS<sub>2</sub>、CuInSe<sub>2</sub>、CuGaS<sub>2</sub>、CuGaSe<sub>2</sub>、AgInS<sub>2</sub>、AgInSe<sub>2</sub>、AgGaS<sub>2</sub>、AgGaSe<sub>2</sub>，或具有式ABX<sub>3</sub>之鈣鈦礦QD，其中A為銻、甲基銻或甲脒銻，B為鉛或錫，且C為氯化物、溴化物或碘化物。

**【0066】** 在一個實施例中，鈣鈦礦量子點可為CsPbX<sub>3</sub>，其中X為Cl、Br、I或其組合。QD材料之平均尺寸可在約2 nm至約20 nm之範圍內。QD粒子之表面可經諸如胺配位體、膦配位體、磷脂及聚乙烯吡啶之配位體進一步改質。在一個態樣中，紅色磷光體可為量子點材料。

**【0067】** 所有半導體量子點亦可具有用於鈍化及/或環境保護之適當殼或塗層。QD材料可為核/殼QD，包括核、塗佈在核上之至少一個殼及包括一或多種配位體(較佳有機聚合配位體)之外塗層。用於製備核-殼QD之例示性材料包括(但不限於) Si、Ge、Sn、Se、Te、B、C (包括金剛石)、P、Co、Au、BN、BP、BAs、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs、InSb、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、ZnO、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdS、CdSe、CdSeZn、CdTe、HgS、HgSe、HgTe、BeS、BeSe、BeTe、MgS、MgSe、MnS、MnSe、GeS、GeSe、GeTe、SnS、SnSe、SnTe、PbO、PbS、PbSe、PbTe、CuF、CuCl、CuBr、CuI、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、Ge<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、[Al, Ga, In]<sub>2</sub>[S, Se, Te]<sub>3</sub>及此類材料中之兩者或更多者的適當組合。例示性核-殼發光奈米晶體包括(但不限於) CdSe/ZnS、CdSe/CdS、CdSe/CdS/ZnS、CdSeZn/CdS/ZnS、CdSeZn/ZnS、InP/ZnS、PbSe/PbS、PbSe/PbS、CdTe/CdS及CdTe/ZnS。

**【0068】** 在一個實施例中，磷光體組合物可包括散射粒子。在一個

實施例中，散射粒子具有至少1  $\mu\text{m}$ 之粒徑。在另一實施例中，散射粒子具有約1  $\mu\text{m}$ 至約10  $\mu\text{m}$ 之粒徑。在另一實施例中，散射粒子可包括二氧化鈦、氧化鋁( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、氧化鋯、氧化銻錫、氧化銻、氧化鋇、氧化鋅、氟化鎂( $\text{MgF}_2$ )、氟化鈣( $\text{CaF}_2$ )、氟化鋇( $\text{SrF}_2$ )、氟化鋇( $\text{BaF}_2$ )、氟化銀( $\text{AgF}$ )、氟化鋁( $\text{AlF}_3$ )或其組合。

**【0069】** 磷光體組合物中之各個磷光體與其他發光材料之比率可根據所需光輸出之特徵而變化。可調節各種磷光體組合物中之個別磷光體與其他發光材料之相對比例，使得在將其發射摻合且用於裝置(例如照明設備)中時，在CIE色度圖上產生預定x及y值之可見光。

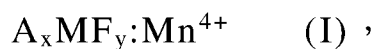
**【0070】** 磷光體組合物可呈墨水或漿料組合物形式，其可施用於諸如LED光源之基板或形成為膜。墨水組合物可與黏合劑或溶劑摻合。

**【0071】** 黏合劑之實例包括(但不限於)聚矽氧聚合物、聚矽氧烷、乙基纖維素、聚苯乙烯、聚丙烯酸酯、聚丙烯酸甲酯(PMA)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚碳酸酯、聚胺基甲酸乙酯、聚醚醚酮、聚砜、聚苯硫醚、聚乙烯吡咯啶酮(PVP)、聚乙二亞胺(PEI)、聚(甲基丙烯酸1-萘脂)、聚(乙烷基苯硫醚)(PVPS)、聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯縮丁醛(PVB)、聚(N-乙烷基鄰苯二甲醯亞胺)、聚偏二氟乙烯(PDVF)、聚(偏二氟乙烯-共-六氟丙烯)(PVDF-HFP)、聚矽氧材料及UV可固化材料，諸如環氧樹脂、丙烯酸樹脂、丙烯酸酯樹脂及胺基甲酸乙酯類材料。

**【0072】** 溶劑之實例包括(但不限於)水、乙醇、丙酮及異丙醇。

**【0073】** 在另一態樣中，裝置包括光學耦合及/或以輻射方式連接至磷光體組合物的LED光源，其中該磷光體組合物包括具有紅色衰減率之紅色磷光體材料以及具有綠色衰減率之綠色磷光體材料，其中該紅色磷光體

材料包括式I之 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體及 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體，且其中該紅色衰減率與該綠色衰減率之間的差異不超過7 ms，



其中A為Li、Na、K、Rb、Cs或其組合；M為Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Al、Ga、In、Sc、Hf、Y、La、Nb、Ta、Bi、Gd或其組合；x為 $MF_y$ 離子之電荷的絕對值；且y為5、6或7。

【0074】 在一個實施例中，照明設備包括裝置。在另一實施例中，背光設備包括裝置。在另一實施例中，顯示器包括裝置。在另一實施例中，裝置為自發光顯示器且不含液晶顯示器(LCD)。在一個實施例中，顯示器為微型LED顯示器，諸如經磷光體轉換之微型LED顯示器。

【0075】 根據本發明之裝置包括LED光源，該LED光源以輻射方式連接及/或光學耦合至磷光體組合物。圖1展示根據本發明之一個實施例的裝置10。裝置10包括LED光源12及磷光體組合物14。LED光源12可為發射UV或藍光之LED。在一些實施例中，LED光源12產生在約380 nm至約460 nm之波長範圍內之藍光。在裝置10中，磷光體組合物14以輻射方式耦合及/或光學耦合至LED光源12。以輻射方式連接或耦合或光學耦合意謂來自LED光源12之輻射能夠激發磷光體組合物14，且磷光體組合物14能夠回應於由輻射進行之激發而發射光。磷光體組合物14可安置於LED光源12之部件或一部分上或位於與LED光源12相距一距離之遠端。在一些實施例中，裝置可為用於顯示器應用之背光單元。在其他實施例中，LED光源12為微型LED且裝置係用於自發光顯示器。

【0076】 本文中所論述之例示性LED光源之一般論述係針對基於無機LED之光源。最風行之白光LED係基於發射藍光或UV之GaInN晶片。

此外，對於無機LED光源，術語LED光源意謂涵蓋所有LED光源，諸如半導體雷射二極體(LD)、有機發光二極體(OLED)或LED與LD之混合。LED光源可為小型LED或微型LED，其可用於自發光顯示器。此外，應理解，除非另外指出，否則LED光源可由另一輻射源替換、補充或擴增，且對半導體、半導體LED或LED晶片之任何參考僅表示任何適當輻射源，包括(但不限於) LD及OLED。

**【0077】** 磷光體組合物14可以任何形式存在，諸如粉末、玻璃或複合物，例如磷光體-聚合物複合物或磷光體-玻璃複合物。此外，磷光體組合物14可以層、片狀物、膜、帶狀物、分散顆粒或其組合形式使用。在一些實施例中，磷光體組合物14包括呈玻璃形式之基於鈾之磷光體材料。在一些此等實施例中，裝置10可包括呈磷光體輪(未展示)形式之磷光體組合物14。磷光體輪可包括嵌入玻璃中之磷光體組合物。磷光體輪及相關裝置描述於WO 2017/196779中。

**【0078】** 磷光體組合物光學耦合或以輻射方式連接至LED光源。在一個實施例中，可藉由將紅色磷光體材料及綠色磷光體材料與諸如藍光或UV LED之LED光源摻合來獲得白光摻合物。

**【0079】** 圖2繪示根據一些實施例之照明設備或燈20。在一個實施例中，照明設備20可為背光設備。照明設備20包括LED晶片22及電連接至LED晶片22之引線24。引線24可包含由一或多個較厚的引線框26支撐之細電線，或引線24可包含自支撐電極且可省略引線框。引線24向LED晶片22提供電流且因此使其發射輻射。

**【0080】** 磷光體組合物之層30安置於LED晶片22之表面上。磷光體層30可藉由任何適當方法，例如使用藉由混合磷光體組合物及黏合劑材料

或溶劑而製備之漿料或墨水組合物(如上文所論述)來安置。在一種此類方法中，將磷光體組合物粒子隨機懸浮或均勻分散之聚矽氧漿料置放於LED晶片22周圍。此方法僅為磷光體層30及LED晶片22之可能位置之例示。可藉由在LED晶片22上方塗佈且乾燥漿料而將磷光體層30塗佈於LED晶片22之發光表面上方或直接塗佈於LED晶片22之發光表面上。由LED晶片22發射之光與由磷光體組合物發射之光混合以產生所需發射。

**【0081】** 繼續參考圖2，可將LED晶片22囊封於封套28內。封套28可由例如玻璃或塑膠形成。LED晶片22可由囊封材料32封閉。囊封材料32可為低溫玻璃，或此項技術中已知之聚合物或樹脂，例如環氧樹脂、聚矽氧、環氧樹脂-聚矽氧、丙烯酸酯或其組合。在一個替代性實施例中，照明設備20可僅包括囊封材料32而無封套28。封套28及囊封材料32均應為透明的以允許光透射穿過此等元件。

**【0082】** 在如圖3中所繪示之一些實施例中，磷光體組合物33散佈於囊封材料32內，而非如圖2中所展示直接形成於LED晶片22上。磷光體組合物33可散佈於囊封材料32之一部分內或散佈遍及囊封材料32之整個體積。由LED晶片22發射之藍光或UV光與由磷光體組合物33發射之光混合，且混合光自照明設備20透射出。

**【0083】** 在另一實施例中，將磷光體組合物之層34塗佈於封套28之表面上，而非形成於LED晶片22上方，如圖4中所繪示。如所展示，將磷光體層34塗佈於封套28之內表面29上，但可視需要將磷光體層34塗佈於封套28之外表面上。磷光體層34可塗佈於封套28之整個表面上或僅塗佈於封套28之內表面29之頂部上。由LED晶片22發射之UV/藍光與由磷光體層34發射之光混合，且混合光透射出。當然，磷光體組合物可位於任何兩

個或全部三個位置中(如圖2至圖4中所展示)或位於任何其他適合之位置，諸如與封套28分開、遠離或整合至LED晶片22中。在一個實施例中，磷光體層34可為膜且位於LED晶片22遠端。在另一實施例中，磷光體層34可為膜且安置於LED晶片22上。在一些實施例中，磷光體層34可以墨水組合物形式施用於LED晶片22。在一些實施例中，可將磷光體層34以墨水組合物施用於LED晶片22且乾燥以在LED晶片22上形成膜。在一些實施例中，磷光體組合物可為單層或多層的。在一些實施例中，膜為多層結構，其中多層結構中之各層包括至少一種磷光體或量子點材料。在另一實施例中，裝置結構包括LED晶片上之磷光體組合物的層及包括量子點材料之遠端層。在另一實施例中，裝置結構包括LED晶片上之磷光體組合物的層以及包括量子點材料及磷光體材料之遠端層。在另一實施例中，裝置結構包括LED晶片上之磷光體組合物的層及位於LED晶片遠端之包括量子點材料的膜。在另一實施例中，裝置結構包括LED晶片上之磷光體組合物的層以及位於LED晶片遠端之包括量子點材料及磷光體材料的膜。

**【0084】** 在任何以上結構中，照明設備20 (圖2至圖4)亦可包括複數個嵌入囊封材料32中之散射粒子(未展示)。散射粒子可包含例如氧化鋁、二氧化矽、氧化鋯或二氧化鈦。散射粒子有效散射自LED晶片22發射之定向光，其較佳具有可忽略量之吸收。

**【0085】** 在一個實施例中，圖3或圖4中所展示之照明設備20可為背光設備。在另一實施例中，背光設備包含背光單元10。一些實施例包括用於背光應用之表面安裝裝置(SMD)型發光二極體50，例如圖5中所繪示。此SMD為「側發射型」且在光導引構件54之突出部分上具有發光窗52。SMD封裝可包含如上文所定義之LED晶片，及包括如本文所描述之發射

綠光之磷光體的磷光體組合物。在另一實施例中，裝置可為直下式顯示器 (direct lit display)。

【0086】 藉由使用本文所描述之磷光體組合物，可提供用於顯示器應用之產生白光的裝置，例如具有高色域及高發光度之LCD背光單元。或者，可提供用於一般照明之產生白光的裝置，其對於廣泛範圍之感興趣的色溫(2000 K至10,000 K)具有高發光度及高CRI值。

【0087】 本發明之裝置包括用於一般照明及顯示器應用之照明及顯示設備。顯示設備之實例包括液晶顯示器(LCD)背光單元、電視、電腦監視器、車載顯示器、膝上型電腦、筆記型電腦、行動電話、智慧型手機、平板電腦及其他手持型裝置。其中顯示器為背光單元，磷光體組合物可併入以輻射方式耦合及/或光學耦合至LED光源之膜、片狀物、或帶狀物中，如美國專利申請公開案第2017/0254943號中所描述。其他裝置之實例包括彩色燈、電漿螢幕、氙氣激發燈、UV激發標記系統、汽車前燈、家庭及影院投影機、雷射泵送裝置及點感測器。在一個實施例中，裝置可為不包括LCD之快速回應顯示器。快速回應顯示器可為包括經磷光體轉換(PC)之微型LED的自發光顯示器。此等應用之清單意謂僅為例示性且並非窮盡性的。

【0088】 在一些實施例中，包括磷光體組合物之膜可安置於小尺寸LED，諸如微型LED或小型LED上。在其他實施例中，膜包括約0.1至約15微米之磷光體粒徑。在其他實施例中，膜之磷光體粒徑不超過5微米。在另一實施例中，膜包括約0.1微米至約5微米之磷光體粒徑。在另一實施例中，膜包括約0.5微米至約5微米之粒徑。在另一實施例中，膜包括約0.1微米至約1微米之粒徑。在另一實施例中，膜包括約0.5微米至約1微米



之粒徑。在另一實施例中，膜包括約1微米至約3微米之粒徑。

【0089】 儘管本發明的各種實施例之特定特徵可能在一些圖式中但未在其他圖式中展示，但此僅出於方便起見。根據本發明之原理，圖式之任何特徵可結合任何其他圖式之任何特徵加以參考及/或主張。

實例

【0090】 實例1

【0091】 製備摻雜有1%莫耳量之 $\text{Eu}^{3+}$ 之 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$  (樣品DU-紅色)

【0092】 以0.495:1:1:0.005之莫耳比稱取出 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{UO}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 及 $\text{Eu}_2\text{O}_3$ ，且接著置於含氧化鋯介質之Nalgene瓶中，且球磨兩小時。將混合物充分摻合後，將粉末轉移至氧化鋁坩堝中且在 $500^\circ\text{C}$ 下燒製5小時，接著將混合物經由40目篩網篩分且在同一Nalgene瓶中再摻合兩小時。將粉末放回氧化鋁坩堝中且在 $900^\circ\text{C}$ 下燒製5小時。在最終燒製後，獲得磷光體粉末。 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  (DU-紅色)之ccx及ccy值、衰減時間及再新率展示於表1及表2中。

【0093】 製備 $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2$  (樣品綠色A)

【0094】 以1:1:1:0.05之莫耳比稱取出 $\text{BaH}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{H}_2\text{UO}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{ZnO}$ 及DAP，且接著置於含氧化鋯介質之Nalgene瓶中，且球磨兩小時。將混合物充分摻合後，將粉末轉移至氧化鋁坩堝中且在流動的濕潤空氣下在 $1050^\circ\text{C}$ 下燒製5小時。在燒製後，獲得黃色體色的粉末。 $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2$  (綠色A)之ccx及ccy值、衰減時間及再新率展示於表1及表2中。

【0095】 製備 $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$  (樣品綠色B)

【0096】對於製備  $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ ，以 2:1:0.05 之莫耳比稱取出  $\text{BaHPO}_4$ 、 $\text{UO}_2$  及  $\text{DAP}$ ，且接著置於含氧化鋯介質之 Nalgene 瓶中，且球磨兩小時。將混合物充分摻合後，將粉末轉移至氧化鋁坩堝中且在空氣中在  $1100^\circ\text{C}$  下燒製 5 小時。在燒製後，獲得黃色體色的粉末。 $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$  (綠色 B) 之  $\text{ccx}$  及  $\text{ccy}$  值、衰減時間及再新率展示於表 1 及表 2 中。 $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$  之 XRD 粉末圖展示於圖 6 中。

【0097】表 1

樣品或化合物	$\text{ccx}$ (Edinburgh)	$\text{ccy}$ (Edinburgh)
DU-紅色	0.6568	0.3429
NSF	0.6863	0.3136
綠色 A	0.2187	0.6698
綠色 B	0.2785	0.6731

LED	0.1529 (由計算器獲得)	0.0255 (由計算器獲得)
PFS	0.6938 (由計算器獲得)	0.3060 (由計算器獲得)
$\beta\text{-SiAlON}$	0.3460 (由計算器獲得)	0.6307 (由計算器獲得)

【0098】表 2

樣品	衰減(ms)	Hz	再新率(s)	再新率(ms)	再新率( $\mu\text{s}$ )
DU-紅色	1.8	120	0.008333333	8.33333333	8333.333
NSF	6	240	0.004166667	4.166666667	4166.667
綠色 A	0.52	60	0.016666667	16.66666667	16666.67
綠色 B	0.09				

【0099】如表 3 中所示，藉由摻合不同量之 DU-紅色樣品及 NSF 樣品來製備紅色磷光體材料。紅色磷光體材料之量子效率量測係在經固化之聚矽氧條帶上進行。藉由混合將磷光體粒子分散於 2 份熱可固化聚二甲基矽氧烷彈性體(諸如以來自 Dow Corning 之 Sylgard®184 形式出售)中。製備濃度為 0.17 g 磷光體:1.8 g 聚矽氧的經分散之磷光體粒子。將混合物施用

於聚矽氧條帶且固化。在此等膜中量測磷光體粒子之量子效率(QE)。LED為具有0.1529之ccx及0.0205之ccy的藍色LED。相對於氟化鉀硫化物磷光體(PFS)之QE來報導QE量測值。擊穿值為透過條帶之藍光的量。紅色磷光體材料之資料在表3中且DU-紅色樣品及NSF樣品之發射光譜展示於圖7中，且展示DU-紅色與NSF樣品之組合的發射光譜在圖8中。

【0100】 表3

DU-紅色 Wt.%	NSF Wt.%	DU-紅色 Vol.%	NSF Vol.%	QE	擊穿	ccx	ccy	ccx 具有 LED	ccy 具有 LED	618 之 峰值 比率	627 之 峰值 比率
100	0	100	0	0.948	0.405	0.6582	0.3415	0.3461	0.1513	100	0
75	25	65.5	34.5	0.950	0.458	0.6606	0.3391	0.3208	0.1331	89.5	10.5
50	50	38.8	61.2	0.950	0.501	0.6641	0.3356	0.3027	0.1192	82	18
25	75	17.4	82.6	0.968	0.593	0.6704	0.3294	0.2670	0.0938	68	32

【0101】 表3及圖8中所展示之量之紅色磷光體材料的衰減時間展示於表4中。與單獨的NSF相比，紅色磷光體材料之紅色衰減率降低。紅色磷光體材料保持良好量子效率及較大色域。

【0102】 表4

DU-紅色 之Wt%	NSF 之 Wt%	DU-紅色 衰減率(ms)	NSF 衰減率(ms)	紅色 衰減率(ms)
100	0	1.8		1.8
75	25	1.8	6	2.85
50	50	1.8	6	3.9
25	75	1.8	6	4.95

【0103】 表5

紅色衰減 率	綠色A 衰減率 (ms)	綠色B衰 減率 (ms)	紅色與綠色A之 間的失配或差異 (ms)	紅色與綠色B之 間的失配或差異 (ms)
2.85	0.52	0.09	2.33	2.76
3.9	0.52	0.09	3.38	3.81
4.95	0.52	0.09	4.43	4.86

【0104】 表5中展示50 wt%之紅色磷光體材料與50 wt%之綠色磷光體材料之間的衰減率之差異。紅色磷光體材料與綠色A之間的衰減率之差異及紅色磷光體材料與綠色B之間的衰減率之差異均低於7，此降低顯示

器滯後及模糊。

**【0105】** 此書面說明書使用實例來揭示本發明，包括最佳模式，且亦使得熟習此項技術者能夠實踐本發明，包括製造及使用任何裝置或系統且進行任何所併入之方法。本發明之可獲專利範疇係由申請專利範圍界定，且可包括熟習此項技術者可想到之其他實例。若此等其他實例具有並非不同於申請專利範圍之字面語言之構成要素，或若該等其他實例包括與申請專利範圍之字面語言無實質差異之等效構成要素，則該等實例意欲在申請專利範圍之範疇內。

**【符號說明】**

**【0106】**

10:裝置/背光單元

12: LED光源

14:磷光體組合物

20:照明設備/燈

22: LED晶片

24:引線

26:引線框

28:封套

29:內表面

30:磷光體層

32:囊封材料

33:磷光體組合物

34:磷光體層

50:表面安裝裝置(SMD)型發光二極體

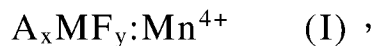
52:發光窗

54:光導引構件

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種磷光體組合物，其包含具有一紅色衰減率之一紅色磷光體材料以及具有一綠色衰減率之一綠色磷光體材料，其中該紅色磷光體材料包含式I之一 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體及一 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體，且其中該紅色衰減率與該綠色衰減率之間的一差異不超過7 ms，



其中A為Li、Na、K、Rb、Cs或其一組合；M為Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Al、Ga、In、Sc、Hf、Y、La、Nb、Ta、Bi、Gd或其一組合；x為 $MF_y$ 離子之一電荷的一絕對值；且y為5、6或7。

### 【請求項2】

如請求項1之磷光體組合物，其中該 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體係選自由以下組成之群組： $K_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $K_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $K_2(SnF_6):Mn^{4+}$ 、 $Cs_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Rb_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Cs_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Rb_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Na_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Na_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Na_2(ZrF_6):Mn^{4+}$ 、 $K_3(ZrF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(BiF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(YF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(LaF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(GdF_7):Mn^{4+}$ 、 $K_3(NbF_7):Mn^{4+}$ 以及 $K_3(TaF_7):Mn^{4+}$ 。

### 【請求項3】

如請求項1之磷光體組合物，其中該 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體具有至少1 wt%之一Mn負載或Mn%。

### 【請求項4】

如請求項1之磷光體組合物，其中該 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體為 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 或 $Na_2SiF_6:Mn^{4+}$ 。

## 【請求項5】

如請求項1之磷光體組合物，其中該 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體包含一表面塗層。

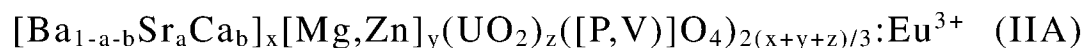
## 【請求項6】

如請求項5之磷光體組合物，其中該表面塗層包含一金屬氟化物，其中該金屬氟化物係選自由以下組成之群組： $MgF_2$ 、 $CaF_2$ 、 $SrF_2$ 、 $BaF_2$ 、 $AgF$ 、 $ZnF_2$ 、 $AlF_3$ 及其一組合。

## 【請求項7】

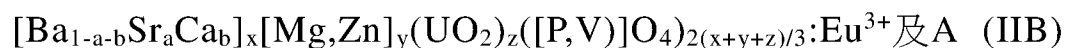
如請求項1之磷光體組合物，其中該 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體係選自由以下組成之群組：

(i)具有式IIA之一 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體



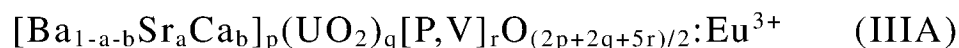
其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $0.75 \leq x \leq 1.25$ ， $0.75 \leq y \leq 1.25$ ， $0.75 \leq z \leq 1.25$ ；

(ii)具有式IIB之一 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體



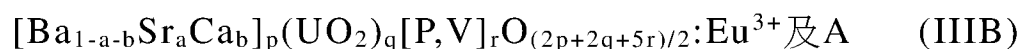
其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $0.75 \leq x \leq 1.25$ ， $0.75 \leq y \leq 1.25$ ， $0.75 \leq z \leq 1.25$ 且A為 $Li^+$ 、 $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Rb^+$ 、 $Cs^+$ 或其混合物；

(iii)具有式IIIA之一 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體



其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $2.5 \leq p \leq 3.5$ ， $1.75 \leq q \leq 2.25$ ， $3.5 \leq r \leq 4.5$ ；

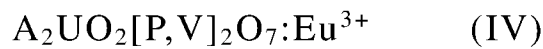
(iv)具有式IIIB之一 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體



其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $2.5 \leq p \leq 3.5$ ， $1.75 \leq q \leq 2.25$ ， $3.5 \leq r \leq 4.5$ 且A為

$\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Rb}^+$ 、 $\text{Cs}^+$ 或其混合物；及

(v)具有式IV之一 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體



其中A為 $\text{Li}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{K}$ 、 $\text{Rb}$ 、 $\text{Cs}$ 或其一組合。

### 【請求項8】

如請求項1之磷光體組合物，其中該 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體係選自由以下組成之群組： $\text{BaMgUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ ； $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ ； $\text{BaMgUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Li}^+$ ； $\text{BaMgUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Na}^+$ ； $\text{BaMgUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{K}^+$ ； $\text{BaMgUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Rb}^+$ ； $\text{BaMgUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Cs}^+$ ； $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Li}^+$ ； $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Na}^+$ ； $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{K}^+$ ； $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Rb}^+$ ； $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Cs}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Li}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Na}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{K}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Rb}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Cs}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Li}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Na}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{K}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Rb}^+$ ； $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Cs}^+$ ； $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ ； $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Li}^+$ ； $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Na}^+$ ； $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{K}^+$ ； $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Rb}^+$ ；以及 $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{Cs}^+$ ； $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{K}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及其混合物。

### 【請求項9】



如請求項1之磷光體組合物，其中該紅色磷光體材料包含  $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$  及  $\text{Na}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$  或  $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 。

**【請求項10】**

如請求項1之磷光體組合物，其中該綠色磷光體材料包含選自由以下組成之群組之一發射綠光之磷光體：

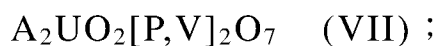
(i)具有式V之一發射綠光之磷光體



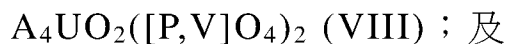
(ii)具有式VI之一發射綠光之磷光體



(iii)具有式VII之一發射綠光之磷光體



(iv)具有式VIII之一發射綠光之磷光體



(v)具有式IX之一發射綠光之磷光體



其中  $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $0.75 \leq x \leq 1.25$ ， $0.75 \leq y \leq 1.25$ ， $0.75 \leq z \leq 1.25$ ；  
 $2.5 \leq p \leq 3.5$ ， $1.75 \leq q \leq 2.25$ ， $3.5 \leq r \leq 4.5$  且 A 為 Li、Na、K、Rb、Cs 或其一組合。

**【請求項11】**

如請求項1之磷光體組合物，其中該綠色磷光體材料包含選自由以下組成之群組之一發射綠光之磷光體： $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7$ 、 $\gamma$ - $\gamma$ - $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{BaMgUO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{K}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Rb}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、

$\text{Cs}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{K}_4\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{K}_4\text{UO}_2(\text{VO}_4)_2$ 、 $\text{NaUO}_2\text{P}_3\text{O}_9$ 及其組合。

**【請求項12】**

如請求項1之磷光體組合物，其中該紅色磷光體材料包含 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 及 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 或 $\text{Na}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 且該綠色磷光體材料包含 $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2$ 或 $\gamma\text{-Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 。

**【請求項13】**

如請求項1之磷光體組合物，其進一步包含一或多種其他發光材料。

**【請求項14】**

如請求項13之磷光體組合物，其中該一或多種其他發光材料包含選自由以下組成之群組的一額外磷光體： $[\text{Y,Gd,Lu,Tb}]_3[\text{Al,Ga}]_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\beta\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $[\text{Sr,Ca,Ba}][\text{Ga,Al}]_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $[\text{Li,Ca}]\alpha\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $[\text{Ba,Sr,Ca}]_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ 、 $[\text{Ca,Sr}]\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 、 $[\text{Ba,Sr,Ca}]\text{LiAl}_3\text{N}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $[\text{Sr,Ca,Mg}]\text{S}:\text{Eu}^{2+}$ 以及 $[\text{Ba,Sr,Ca}]_2\text{Si}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ 。

**【請求項15】**

如請求項13之磷光體組合物，其中該一或多種其他發光材料包含電致發光聚合物、磷光染料或一量子點材料。

**【請求項16】**

如請求項15之磷光體組合物，其中該量子點材料包含一鈣鈦礦量子點。

**【請求項17】**

如請求項1之磷光體組合物，其進一步包含散射粒子。

**【請求項18】**

如請求項1之磷光體組合物，其中該磷光體組合物呈一墨水或漿料組

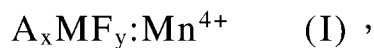
合物之形式。

**【請求項19】**

如請求項10之磷光體組合物，其中該 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體、該 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體及該發射綠光之磷光體呈粒子形式，該粒子形式包含一單分散粒子群，該粒子群具有包含約 $0.1\ \mu m$ 至約 $15\ \mu m$ 之一D50粒徑的一粒徑分佈。

**【請求項20】**

一種裝置，其包含光學耦合及/或以輻射方式連接至一磷光體組合物的一LED光源，其中該磷光體組合物包括具有一紅色衰減率之一紅色磷光體材料以及具有一綠色衰減率之一綠色磷光體材料，其中該紅色磷光體材料包括式I之一 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體及一 $Eu^{3+}$ 摻雜鈾磷光體，且其中該紅色衰減率與該綠色衰減率之間的一差異不超過7 ms，



其中A為Li、Na、K、Rb、Cs或其一組合；M為Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Al、Ga、In、Sc、Hf、Y、La、Nb、Ta、Bi、Gd或其一組合；x為 $MF_y$ 離子之一電荷的一絕對值；且y為5、6或7。

**【請求項21】**

如請求項20之裝置，其中該LED光源為一發射UV之LED或一發射藍光之LED。

**【請求項22】**

如請求項20之裝置，其中該 $Mn^{4+}$ 摻雜磷光體係選自由以下組成之群組： $K_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $K_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $K_2(SnF_6):Mn^{4+}$ 、 $Cs_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Rb_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Cs_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Rb_2(SiF_6):Mn^{4+}$ 、 $Na_2(TiF_6):Mn^{4+}$ 、

$\text{Na}_2(\text{SiF}_6):\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{Na}_2(\text{ZrF}_6):\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_3(\text{ZrF}_7):\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_3(\text{BiF}_7):\text{Mn}^{4+}$ 、  
 $\text{K}_3(\text{YF}_7):\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_3(\text{LaF}_7):\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_3(\text{GdF}_7):\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_3(\text{NbF}_7):\text{Mn}^{4+}$  以及  
 $\text{K}_3(\text{TaF}_7):\text{Mn}^{4+}$ 。

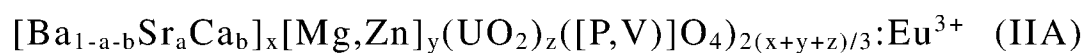
**【請求項23】**

如請求項20之裝置，其中該 $\text{Mn}^{4+}$ 摻雜磷光體為 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 或  
 $\text{Na}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 。

**【請求項24】**

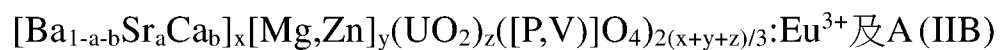
如請求項20之裝置，其中該 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體係選自由以下組成之  
 群組：

(i)具有式IIA之一 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體



其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $0.75 \leq x \leq 1.25$ ， $0.75 \leq y \leq 1.25$ ， $0.75 \leq z \leq 1.25$ ；

(ii)具有式IIB之一 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體



其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $0.75 \leq x \leq 1.25$ ， $0.75 \leq y \leq 1.25$ ， $0.75 \leq z \leq 1.25$

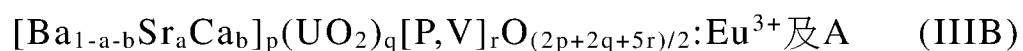
且A為 $\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Rb}^+$ 、 $\text{Cs}^+$ 或其混合物；

(iii)具有式IIIA之一 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體



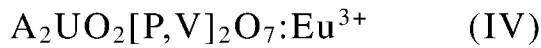
其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $2.5 \leq p \leq 3.5$ ， $1.75 \leq q \leq 2.25$ ， $3.5 \leq r \leq 4.5$ ；及

(iv)具有式IIIB之一 $\text{Eu}^{3+}$ 摻雜鈾磷光體



其中 $0 \leq a \leq 1$ ， $0 \leq b \leq 1$ ， $2.5 \leq p \leq 3.5$ ， $1.75 \leq q \leq 2.25$ ， $3.5 \leq r \leq 4.5$ 且A為  
 $\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Rb}^+$ 、 $\text{Cs}^+$ 或其混合物；及

(v)具有式IV之一Eu<sup>3+</sup>摻雜鈾磷光體



其中A為Li、Na、K、Rb、Cs或其一組合。

**【請求項25】**

如請求項20之裝置，其中該Eu<sup>3+</sup>摻雜鈾磷光體係選自由以下組成之群組： $BaMgUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ ； $BaZnUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ ； $BaMgUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Li<sup>+</sup>； $BaMgUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Na<sup>+</sup>； $BaMgUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及K<sup>+</sup>； $BaMgUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Rb<sup>+</sup>； $BaMgUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Cs<sup>+</sup>； $BaZnUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Li<sup>+</sup>； $BaZnUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Na<sup>+</sup>； $BaZnUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及K<sup>+</sup>； $BaZnUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Rb<sup>+</sup>； $BaZnUO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Cs<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2P_2O_7:Eu^{3+}$ ； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2P_2O_7:Eu^{3+}$ 及Li<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2P_2O_7:Eu^{3+}$ 及Na<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2P_2O_7:Eu^{3+}$ 及K<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2P_2O_7:Eu^{3+}$ 及Rb<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2P_2O_7:Eu^{3+}$ 及Cs<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2V_2O_7:Eu^{3+}$ ； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2V_2O_7:Eu^{3+}$ 及Li<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2V_2O_7:Eu^{3+}$ 及Na<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2V_2O_7:Eu^{3+}$ 及K<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2V_2O_7:Eu^{3+}$ 及Rb<sup>+</sup>； $Ba_3(PO_4)_2(UO_2)_2V_2O_7:Eu^{3+}$ 及Cs<sup>+</sup>； $\gamma-Ba_2UO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ ； $\gamma-Ba_2UO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Li<sup>+</sup>； $\gamma-Ba_2UO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Na<sup>+</sup>； $\gamma-Ba_2UO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及K<sup>+</sup>； $\gamma-Ba_2UO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Rb<sup>+</sup>；以及 $\gamma-Ba_2UO_2(PO_4)_2:Eu^{3+}$ 及Cs<sup>+</sup>； $Na_2UO_2P_2O_7:Eu^{3+}$ 、 $K_2UO_2P_2O_7:Eu^{3+}$ 及其混合物。

**【請求項26】**

如請求項20之裝置，其中該綠色磷光體材料包含選自由以下組成之

群組之一發射綠光之磷光體：

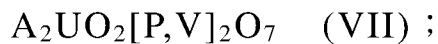
(i)具有式V之一發射綠光之磷光體



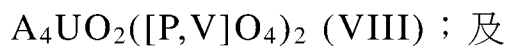
(ii)具有式VI之一發射綠光之磷光體



(iii)具有式VII之一發射綠光之磷光體



(iv)具有式VIII之一發射綠光之磷光體



(v)具有式IX之一發射綠光之磷光體



其中  $0 \leq a \leq 1$  ,  $0 \leq b \leq 1$  ,  $0.75 \leq x \leq 1.25$  ,  $0.75 \leq y \leq 1.25$  ,  $0.75 \leq z \leq 1.25$  ;  $2.5 \leq p \leq 3.5$  ,  $1.75 \leq q \leq 2.25$  ,  $3.5 \leq r \leq 4.5$  且A為Li、Na、K、Rb、Cs或其一組合。

#### 【請求項27】

如請求項20之裝置，其中該綠色磷光體材料包含選自由以下組成之群組之一發射綠光之磷光體： $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_7$ 、 $\gamma$ - $\gamma$ - $\text{Ba}_2\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{BaMgUO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{BaZnUO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Na}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{K}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Rb}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Cs}_2\text{UO}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 $\text{K}_4\text{UO}_2(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{K}_4\text{UO}_2(\text{VO}_4)_2$ 、 $\text{NaUO}_2\text{P}_3\text{O}_9$ 及其組合。

#### 【請求項28】

如請求項20之裝置，其中該磷光體組合物進一步包含至少一種其他發光材料。

**【請求項29】**

如請求項28之裝置，其中該至少一種其他發光材料包含量子點材料。

**【請求項30】**

如請求項29之裝置，其中該量子點材料包含一鈣鈦礦量子點。

**【請求項31】**

如請求項28之裝置，其中該磷光體組合物呈一膜之一形式且位於該LED光源之遠端。

**【請求項32】**

如請求項29之裝置，其中磷光體組合物呈一膜之一形式且該膜包含一多層結構，且該多層結構之各層包含至少一種磷光體或量子點材料。

**【請求項33】**

一種照明設備，其包含如請求項20之裝置。

**【請求項34】**

一種背光設備，其包含如請求項20之裝置。

**【請求項35】**

一種顯示設備，其包含如請求項20之裝置。

**【請求項36】**

如請求項20之裝置，其中該LED光源為一小型LED或一微型LED。

**【請求項37】**

一種電視，其包含如請求項34之背光設備。

**【請求項38】**

一種行動電話，其包含如請求項34之背光設備。

**【請求項39】**

一種電腦監視器，其包含如請求項34之背光設備。

**【請求項40】**

一種膝上型電腦，其包含如請求項34之背光設備。

**【請求項41】**

一種平板電腦，其包含如請求項34之背光設備。

**【請求項42】**

一種車載顯示器，其包含如請求項34之背光設備。

**【請求項43】**

如請求項36之裝置，其中該裝置為一自發光顯示器。

**【請求項44】**

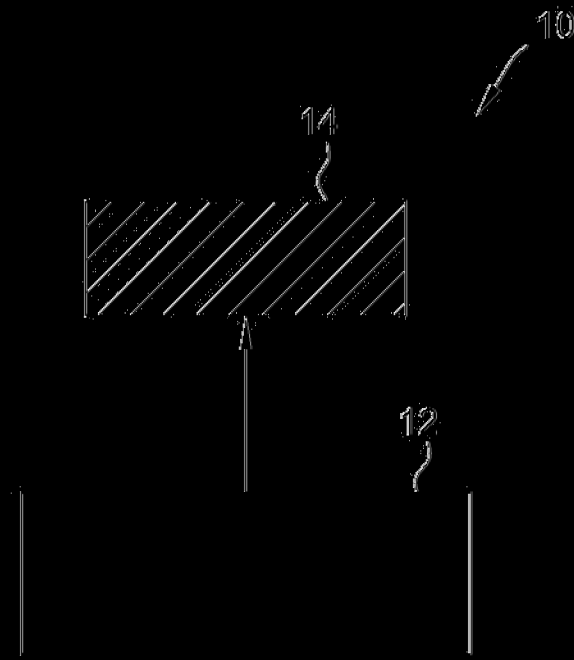
如請求項43之裝置，其中該裝置不具有一液晶顯示器。

**【請求項45】**

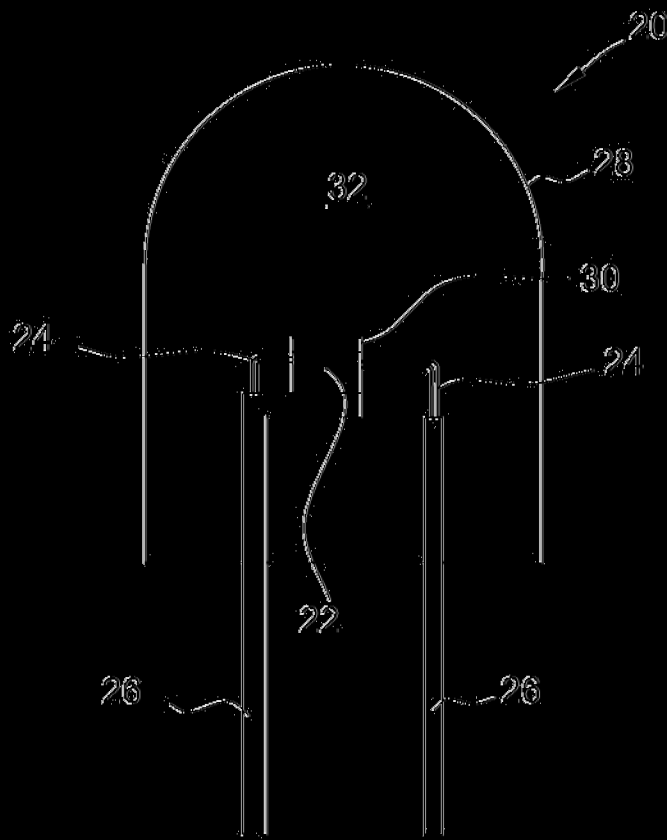
如請求項43之裝置，其中該裝置為一經磷光體轉換(PC)之顯示器且該LED光源為一或多個微型LED。



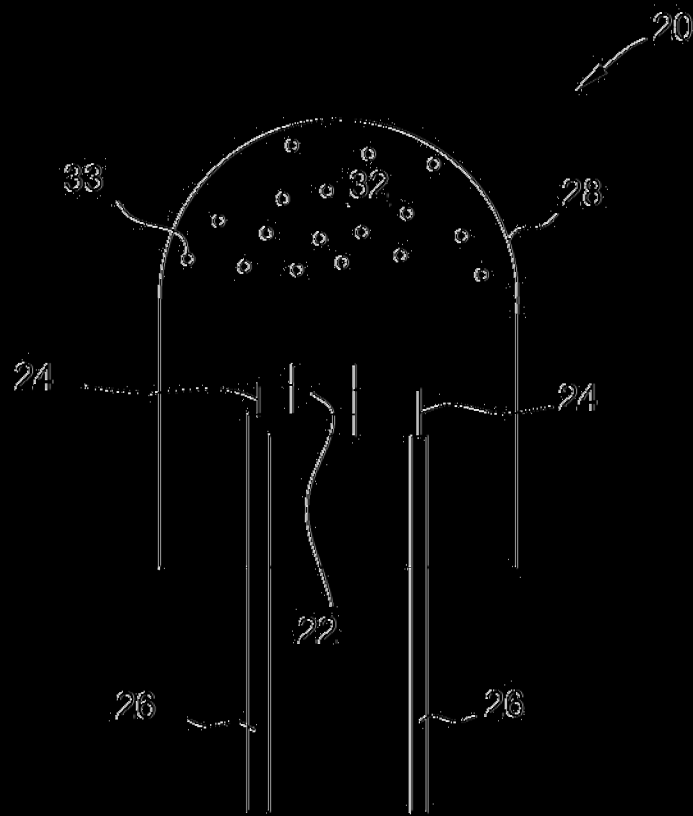
(發明圖式)



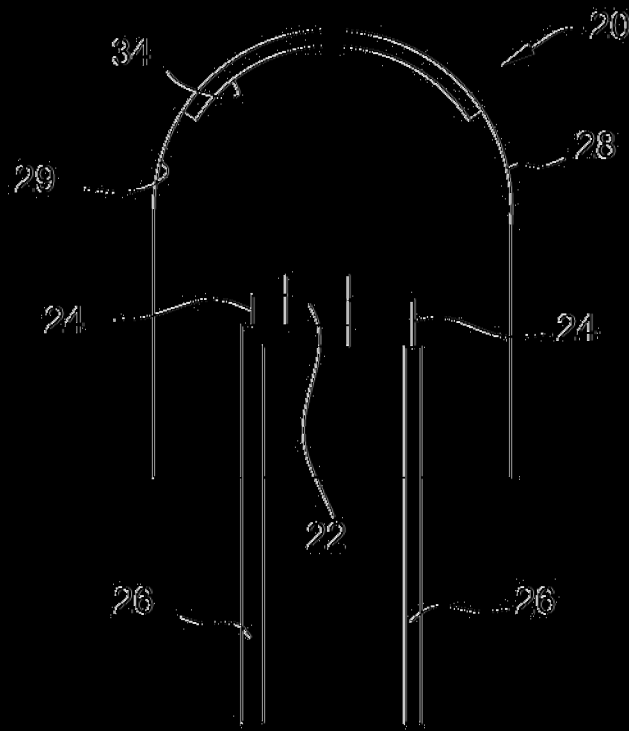
(圖1)



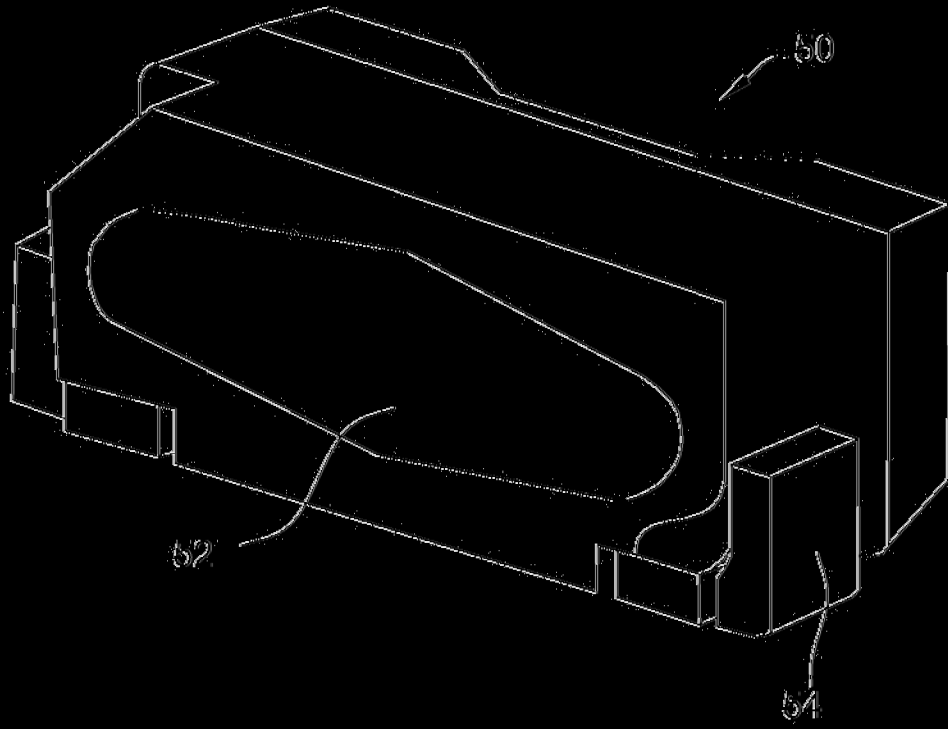
(圖2)



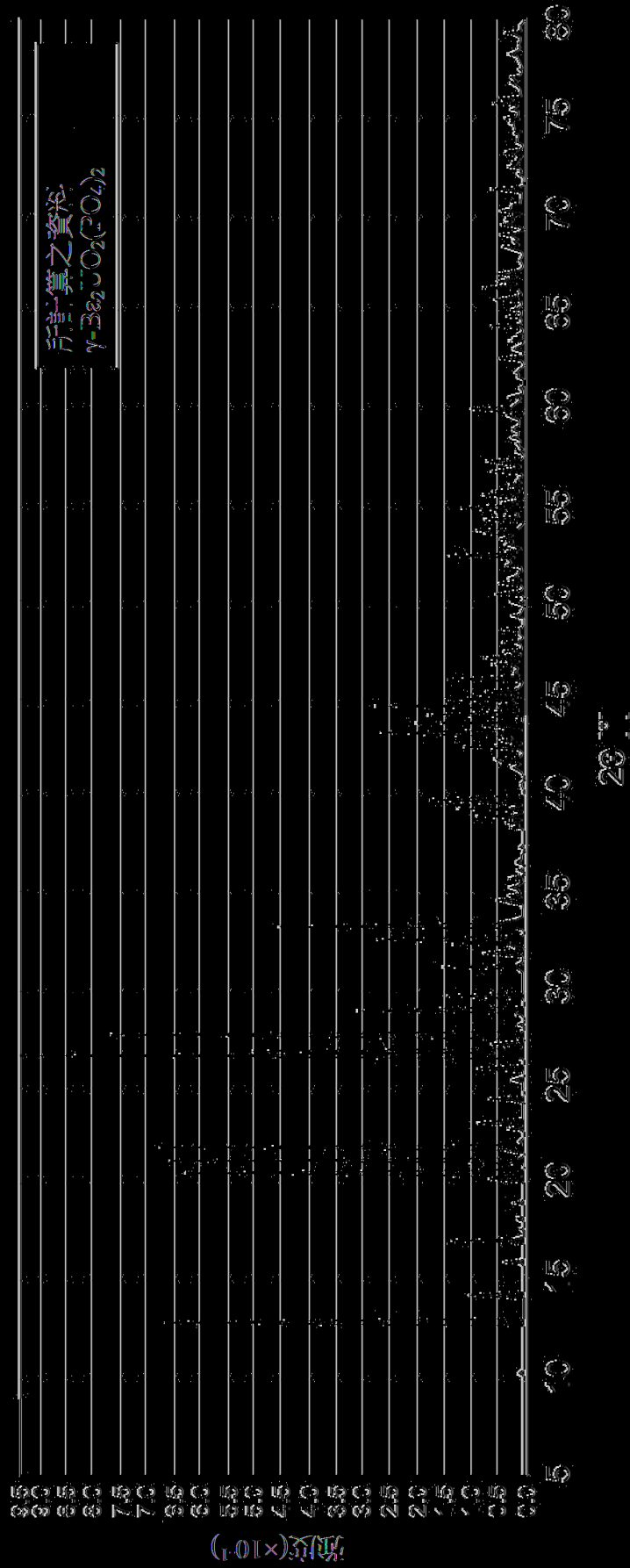
(圖3)



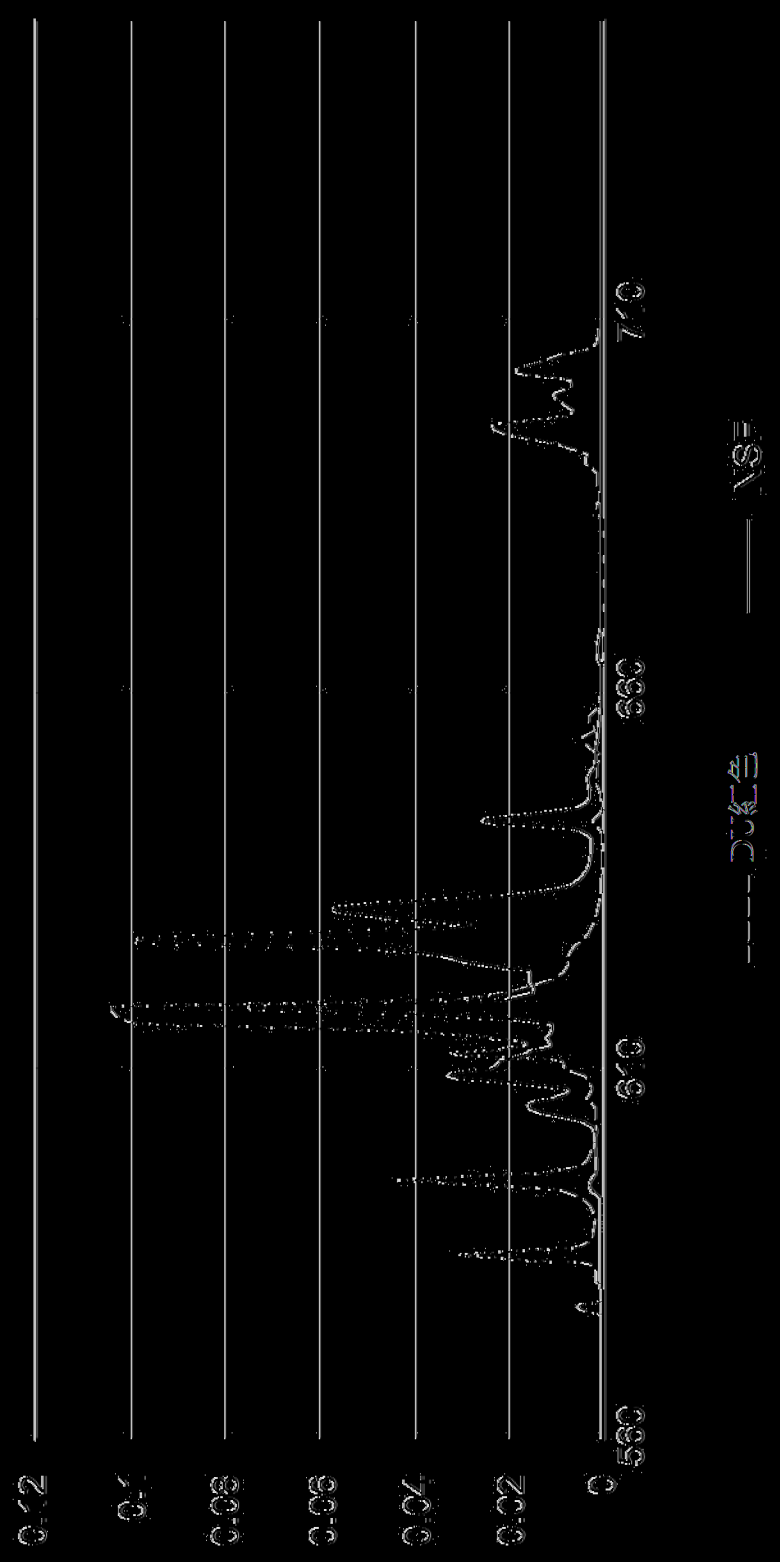
(圖4)



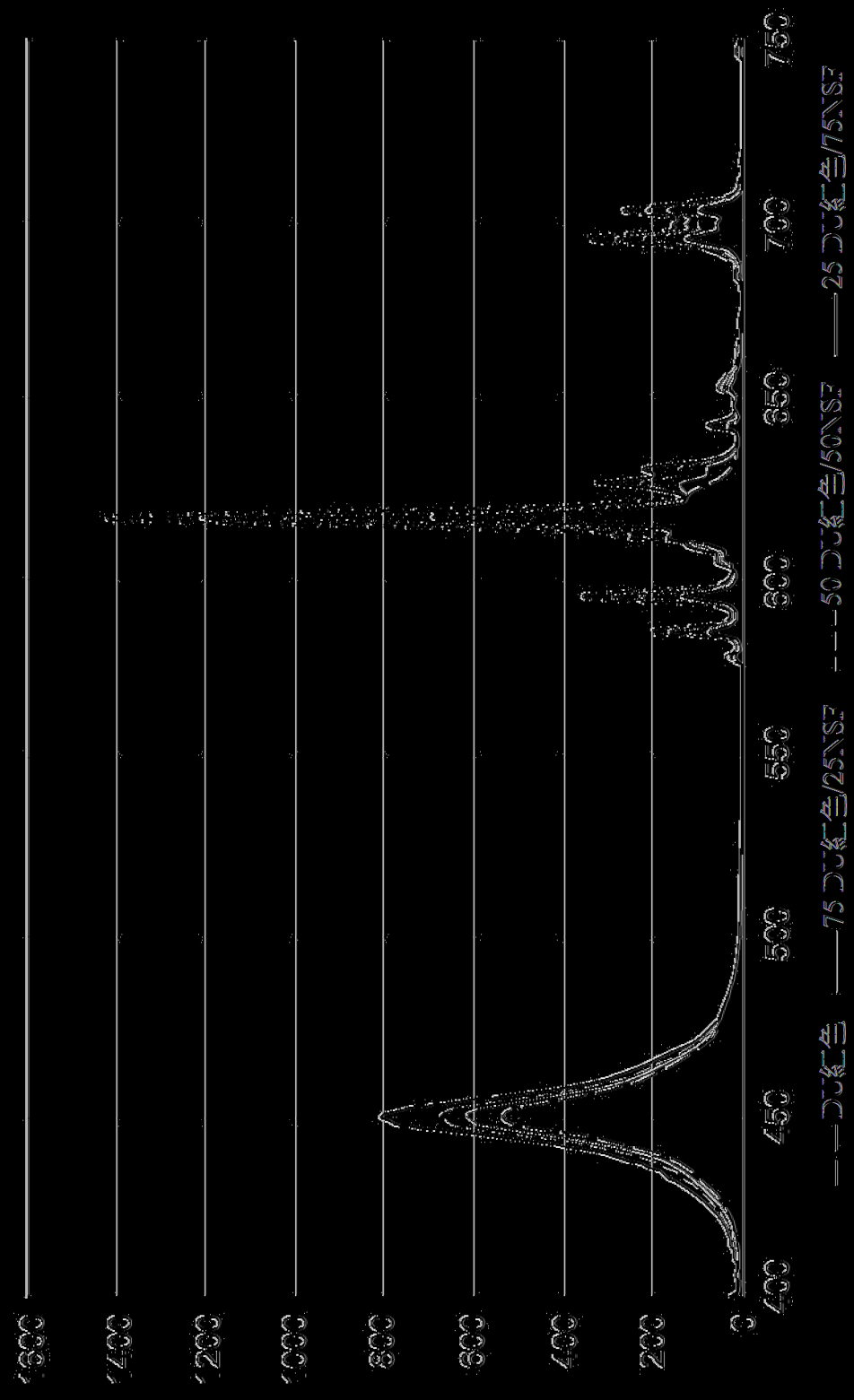
[(圖)5]



(圖6)



(圖7)



(圖8)