



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201504147 A

(43)公開日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：103117959

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 22 日

(51)Int. Cl.：

C01B33/24 (2006.01)

C04B35/16 (2006.01)

C04B35/64 (2006.01)

C09K11/79 (2006.01)

H05B33/14 (2006.01)

H01L33/50 (2010.01)

(30)優先權：2013/05/23

歐洲專利局

13002693.3

(71)申請人：馬克專利公司 (德國) MERCK PATENT GMBH (DE)

德國

(72)發明人：派翠 拉夫 PETRY, RALF (DE)；溫克勒 豪格 WINKLER, HOLGER (DE)；約舒

泰 湯瑪斯 JUESTEL, THOMAS (DE)；穆勒 馬修斯 MUELLER, MATTHIAS (DE)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：21 共 36 頁

(54)名稱

磷光體

PHOSPHORS

(57)摘要

本發明係關於矽酸鹽磷光體，關於其製備方法且關於其作為轉化磷光體之用途。

本發明亦關於至少包含本發明轉化磷光體之發射轉化材料，且關於其在光源，特定言之，pc-LED(由磷光體轉化的發光裝置)中的用途。此外，本發明係關於光源，特定言之，pc-LED，且關於包含主光源及本發明發射轉化材料的照明單元。

The present invention relates to silicate phosphors, to a process for the preparation thereof and to the use thereof as conversion phosphors.

The present invention also relates to an emission-converting material comprising at least the conversion phosphor according to the invention, and to the use thereof in light sources, in particular pc-LEDs (phosphor converted light emitting devices). The present invention furthermore relates to light sources, in particular pc-LEDs, and to lighting units which comprise a primary light source and the emission-converting material according to the invention.

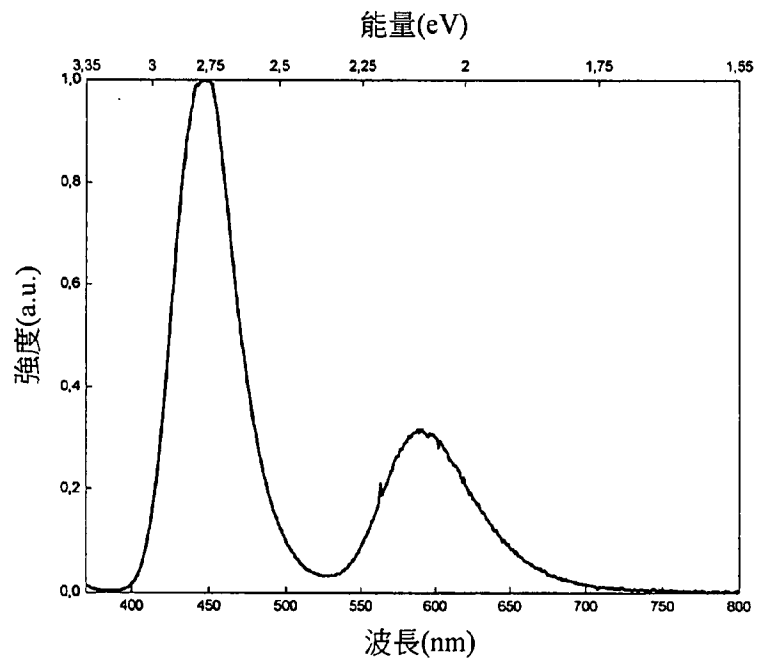
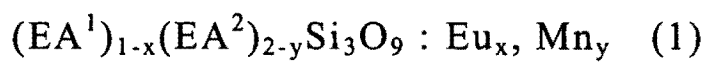


圖4



201504147

發明摘要

C01B33/24(2006.01)
C04B35/16(2006.01)
C04B35/64(2006.01)
C09K11/79(2006.01)
H05B33/14(2006.01)
H01L33/50(2010.01)

※ 申請案號：

103117959

※ 申請日：

103.5.22

※IPC 分類：H01L

【發明名稱】

磷光體

PHOSPHORS

【中文】

本發明係關於矽酸鹽磷光體，關於其製備方法且關於其作為轉化磷光體之用途。

本發明亦關於至少包含本發明轉化磷光體之發射轉化材料，且關於其在光源，特定言之，pc-LED（由磷光體轉化的發光裝置）中的用途。此外，本發明係關於光源，特定言之，pc-LED，且關於包含主光源及本發明發射轉化材料的照明單元。

【英文】

The present invention relates to silicate phosphors, to a process for the preparation thereof and to the use thereof as conversion phosphors.

The present invention also relates to an emission-converting material comprising at least the conversion phosphor according to the invention, and to the use thereof in light sources, in particular pc-LEDs (phosphor converted light emitting devices). The present invention furthermore relates to light sources, in particular pc-LEDs, and to lighting units which comprise a primary light source and the emission-converting material according to the invention.

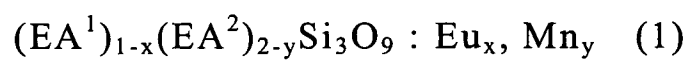
【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（4）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：



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】

磷光體

PHOSPHORS

本發明係關於矽酸鹽磷光體，關於其製備方法且關於其作為轉化磷光體之用途。本發明亦關於包含本發明轉化磷光體之發射轉化材料且關於其在光源，特定言之，pc-LED (由磷光體轉化之發光裝置) 中的用途。此外，本發明係關於光源，特定言之，pc-LED，且關於包含主光源及本發明發射轉化材料的照明單元。

100多年來，已經開發出無機磷光體以適應發射式顯示螢幕、X射線放大器及輻射或光源之光譜以使磷光體以儘可能最佳的方式滿足各別應用領域之需求且同時消耗儘可能少的能量。激發類型(亦即主輻射源及必需的發射光譜之性質)在此處對於主體晶格及活化劑之選擇為至關重要的。

尤其對於用於一般照明之螢光光源(亦即低壓放電燈及發光二極體)，不斷開發新穎磷光體以進一步提高能效、色彩重現及穩定性。

大體上存在三種不同的途徑以藉由加色混合來獲得發白光無機LED (發光二極體)：

(1) RGB LED (紅色+綠色+藍色LED)，其中白光係藉由混合來自三個不同的發光二極體的光產生，該等發光二極體在紅色、綠色及藍色光譜區中發射。

(2) 互補系統，其中發射半導體(主光源)發射(例如)藍光，其激發一或多個例如在黃色區域中發光的磷光體(轉化磷光體)。藉由混合藍光及黃光，隨後產生白光。替代地，可使用兩個或兩個以上發射

(例如)綠光或黃光及橙光或紅光的磷光體。

(3) UV-LED+RGB磷光體，其中在UV區域中發射的半導體(主光源)向環境中發光，在該環境中三個不同的轉化磷光體經激發以在紅色、綠色及藍色光譜區中發射。替代地，可使用兩個不同的發射黃色或橙色及藍色光的磷光體。

二元互補系統具有如下優點，即其能夠僅用一個主光源且在最簡單的情況下僅用一種轉化磷光體即產生白光。此等系統中之最熟知者由作為主光源的氮化鎵鋁鎵晶片(其在藍色光譜區發光)，及作為轉化磷光體的鈾摻雜之鈹鋁石榴石(cerium-doped yttrium aluminium garnet, YAG:Ce) (其在藍色區域中經激發且在黃色光譜區中發光)組成。氮化鎵鋁鎵LED具有較長壽命、較小實體深度及較高的內部及外部量子產率。使用諸如氮化鎵鋁鎵LED或 In^{3+} 氣體放電之藍色主輻射源的主要優點在於，轉化成白光時的史托克斯損失(Stokes loss)較低。然而，使用發射藍光的氮化鎵鋁鎵LED亦導致多種困難，諸如色彩點對於磷光體層之厚度的依賴性強、由於史托克斯位移(Stokes shift)較小而導致的發光體之間的光譜相互作用強及發光體之選擇受限，因為多種活化劑或磷光體在藍色光譜區不充分強烈地吸收。

此等困難可藉由使用在近UV發射的氮化鎵鋁鎵半導體來避免。特定言之，在370 nm與420 nm之間的發射範圍為所關注的，因為在此處轉化成白色光譜時的史托克斯損失尚未過大。此外，半導體在此光譜區中具有相當高的電致發光外部量子產率，意謂基於半導體之LED之所謂的「電光轉換效率(wall-plug efficiency)」亦為相當高的。

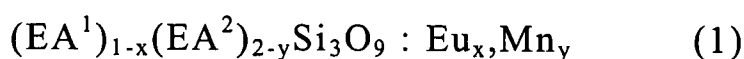
因此，作為發白光LED之基礎的近UV LED為諸多LED光源開發的焦點，且用於UV-LED之新穎轉化磷光體之研究與開發近年來已得到加強。出於此原因，亦特定言之，可在光譜之近UV區域中經激發的無機螢光粉末在當今作為用於光源，特定言之，用於pc-LED的轉

化磷光體愈來愈重要。

本發明之目標為提供可在近UV區域中經激發的新穎化合物。本發明之另一目標為提供具有複數個最大發射的磷光體，其意謂在UV區域中激發時產生白光所需的不同磷光體較少。

出人意料地，已發現如下所描述的矽酸鹽磷光體達成此目標。此等磷光體可在近UV區域中經激發且在藍色光譜區中且亦在紅色光譜區中展現發射。

因此，本發明係關於以下式(1)化合物，



其中以下各者適用於所使用的符號及指數：

EA^1 為Ba或包含至多20原子% Sr之Ba與Sr之混合物；

EA^2 係選自由Ca或Sr或此等元素之混合物組成之群，其中此等元素中之至多20原子%可經Mg替換；

$$0.01 \leq x \leq 0.25 ;$$

$$0.01 < y \leq 0.20 .$$

本發明化合物可在近UV光譜區經激發，較佳在約370-420 nm處，且通常在藍色及在橙色或紅色光譜區中展現最大發射以使得所得發射色彩可描述為洋紅色。

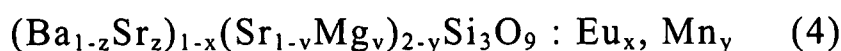
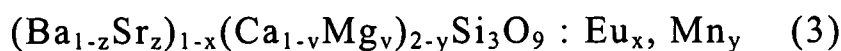
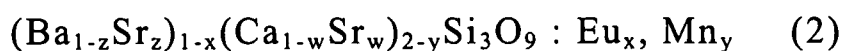
在本申請案之上下文中，藍光指示最大發射在400 nm與459 nm之間的光，青色光指示最大發射在460 nm與505 nm之間的光，綠光指示最大發射在506 nm與545 nm之間的光，黃光指示最大發射在546 nm與565 nm之間的光，橙光指示最大發射在566 nm與600 nm之間的光且紅光指示最大發射在601 nm與670 nm之間的光。

在本發明之一較佳實施例中， EA^1 係選自Ba或包含最多10原子% Sr的Ba與Sr之混合物。 EA^1 尤其較佳表示Ba。

在本發明之另一較佳實施例中， EA^2 係選自Ca或Sr或Ca與Sr之混

合物或Ca與Mg之混合物(其包含最多20原子% Mg)或Sr與Mg之混合物(其包含最多20原子% Mg)。

因此，式(1)化合物之一較佳實施例為以下式(2)至式(4)化合物，



其中指數x及y具有以上給出的意義且以下各者適用於所使用的其他指數：

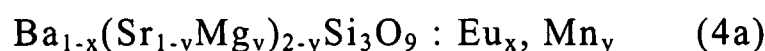
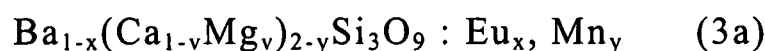
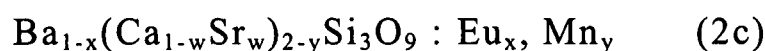
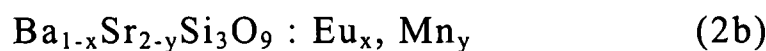
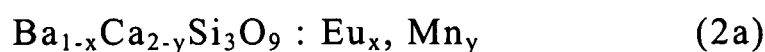
$$0 \leq z \leq 0.20 ;$$

$$0 \leq w \leq 1 ;$$

$$0 \leq v \leq 0.20 。$$

在本發明之一較佳實施例中， $0 \leq z \leq 0.10$ 。在本發明之另一較佳實施例中， $0 \leq w \leq 0.10$ 。在本發明之又另一實施例中， $0 \leq v \leq 0.10$ 。此等較佳項較佳同時存在以使得以下各者較佳適用： $0 \leq z \leq 0.10$ 且同時 $0 \leq w \leq 0.10$ ，或以下各者適用： $0 \leq z \leq 0.10$ 且同時 $0 \leq v \leq 0.10$ 。

式(2)、式(3)及式(4)化合物之尤其較佳實施例為以下式(2a)至式(2c)、式(3a)及式(4a)化合物，



其中所使用的指數具有以上給出的意義。

在本發明之一較佳實施例中，以下適用於式(1)至式(4)化合物及上文所指出的較佳實施例中之指數x： $0.05 \leq x \leq 0.15$ 。

在本發明之另一較佳實施例中，以下適用於式(1)至式(4)化合物及上文所指出的較佳實施例中之指數 y ： $0.05 \leq y \leq 0.15$ 。

在本發明之一尤其較佳實施例中，以上給出的較佳項同時適用。

此外，本發明係關於製備式(1)化合物或較佳實施例之方法，其包含以下步驟：

- a) 製備包含 EA^1 、 EA^2 、Eu、Mn及Si之混合物；及
- b) 在高溫下煅燒該混合物。

此處的離子 EA^1 及 EA^2 較佳以對應碳酸鹽、氧化物或草酸鹽形式使用。較佳使用碳酸鹽。

進一步較佳以氧化物 Eu_2O_3 形式使用Eu。

進一步較佳以草酸鹽形式(特定言之，作為水合物 $MnC_2O_4 \cdot 2H_2O$)使用Mn。替代地，亦可以碳酸鹽 $MnCO_3$ 形式使用Mn。

進一步較佳以氧化物 SiO_2 形式使用Si。此為非晶形 SiO_2 ，較佳呈微粒形式或更佳呈奈米粒子形式。

本發明方法之步驟a)中的混合物中 EA^1 、 EA^2 、Eu、Mn及Si之比率源於反應產物之所需的化學計量，亦即根據產物中所需的比率使用起始物質。

步驟a)中之混合物較佳於灰泥中，較佳於溶劑中製備。所使用的溶劑較佳為丙酮或酒精，尤其為乙醇、丙醇或異丙醇。在工業規模下，步驟a)中之混合物較佳於自動灰泥研磨機中製備。

在煅燒前乾燥混合物。此較佳在空氣中進行，最初在室溫下，隨後於高溫下的乾燥箱中，較佳在60-120°C下，特定言之，在約80°C下。

此處可較佳向混合物添加助熔劑。適合的助熔劑為(例如)硼酸 H_3BO_3 、氟化銨 NH_4F 、氟化鋇 BaF_2 或氟化鈣 CaF_2 。較佳為硼酸。助熔

劑之殘餘物亦可留在產物中。

本發明方法之步驟b)中的混合物之煅燒較佳在還原或至少在非氧化條件下進行。此處較佳為5 h至24 h的反應時間，尤其較佳為8 h至16 h，及在1100°C至1300°C範圍內的溫度，尤其較佳為1200°C至1250°C。

此處例如使用惰性氣體或一氧化碳、合成氣體或氫氣或真空或氧氣不足的氛圍來建立非氧化或還原條件。較佳為合成氣體氛圍，特定言之，以N₂中H₂之體積計具有5%至10%之含量。

可例如藉由將所得混合物引入高溫爐中之氮化硼或剛玉容器中來進行煅燒。在一較佳實施例中，高溫爐為管狀爐。

在煅燒步驟之後，本發明化合物較佳經粉碎，例如藉由在灰泥中研磨。

用於LED中之本發明磷光體的體積分佈之平均粒徑d₅₀通常在50 nm與30 μm之間，較佳在1 μm與20 μm之間。此處的粒徑較佳藉助於庫爾特計數器量測法(Coulter counter measurement)確定。

在又另一實施例中，本發明化合物可經塗佈。所有為熟悉此項技術者自先前技術所已知的且用於磷光體的塗佈方法均適用於此目的。特定言之，適用於塗佈的材料為金屬氧化物及氮化物，尤其為鹼土金屬氧化物(諸如Al₂O₃)及鹼土金屬氮化物(諸如AlN以及SiO₂)。此處可例如藉由流化床法或藉由濕化學法進行塗佈。適合的塗佈方法例如揭示於JP 04-304290、WO 91/10715、WO 99/27033、US 2007/0298250、WO 2009/065480及WO 2010/075908中。塗佈之目的方面可為磷光體之穩定性(例如對於空氣或濕氣)較高。然而，目的亦可為經由適合地選擇塗佈表面及塗佈材料之折射率來改良光耦合輸入及耦合輸出。作為無機塗層之替代物或除無機塗層之外，亦可用有機材料塗佈化合物，例如用矽氧烷。此可在生產LED期間於樹脂中的

分散性方面具有優點。

再此外，本發明係關於本發明化合物作為磷光體或轉化磷光體之用途，尤其用於將發光二極體之近UV發射部分或完全轉化為具有較長波長的光。

本發明化合物以下亦稱為磷光體。

因此，本發明此外關於一種包含本發明化合物的發射轉化材料。發射轉化材料可由本發明化合物組成且在此情況下將等效於上文所定義的術語「轉化磷光體」。本發明發射轉化材料亦包含除本發明化合物以外的其他轉化磷光體可為較佳的。在此情況下，本發明發射轉化材料較佳包含至少兩種轉化磷光體之混合物，其中至少一種為本發明化合物。該至少兩種轉化磷光體尤其較佳為所發射之光的波長彼此互補之磷光體。

本發明化合物產生良好LED品質。此處經由諸如顯色指數(colour rendering index, CRI)、相關色溫(correlated colour temperature, CCT)、流明當量或絕對流明或CIE x及y座標中的色彩點之習知參數來描述LED品質。

顯色指數(CRI)為熟習此項技術者熟悉的無因次照明量，其比較人工光源之色彩重現忠實性與日光或燈絲光源之彩色重現忠實性(後兩者具有100之CRI)。

相關色溫(CCT)為熟習此項技術者熟悉的照明量，單位為開爾文。數值愈高，光之藍色含量愈高且對觀測者呈現之來自人工輻射源的白光愈冷。CCT遵循黑體輻射器之概念，黑體輻射器之色溫於CIE圖中描述所謂的普朗克曲線(Planck curve)。

流明當量為熟習此項技術者所熟悉的照明量，單位為lm/W，其描述光源在某一輻射度輻射功率(單位為瓦特)下以流明計之光度光通量之量值。流明當量愈高，光源愈有效。

流明為熟習此項技術者所熟悉的光度照明量，其描述光源之光通量，其為由輻射源所發射的全部可見光輻射之量度。光通量愈大，對觀測者呈現之光源愈亮。

CIE x 及CIE y 表示為熟習此項技術者所熟悉的標準CIE色圖(此處為standard observer 1931)中之座標，藉此來描述光源之色彩。

上文所提及的所有量均可藉由熟習此項技術者所熟悉的方法自光源之發射光譜計算。

本發明磷光體之可激發性延伸範圍廣泛，其自約250 nm延伸至420 nm，較佳為350 nm至約420 nm。本發明磷光體之激發曲線之最大值通常在約350 nm處。

此外，本發明係關於一種光源，其包含至少一種主光源及至少一種本發明化合物。此處主光源之最大發射通常在350 nm至420 nm範圍內，較佳為370 nm至約420 nm，其中主輻射由本發明磷光體部分或完全轉化為較長波輻射。

在本發明光源之一較佳實施例中，主光源為發光氮化銦鋁鎵，特定言之，化學式為 $\text{In}_i\text{Ga}_j\text{Al}_k\text{N}$ ，其中 $0 \leq i$ ， $0 \leq j$ ， $0 \leq k$ 且 $i + j + k = 1$ 。

此類型之光源之可能形式為熟習此項技術者已知。此等可為各種結構之發光LED晶片。

在本發明光源之另一較佳實施例中，主光源為基於ZnO、TCO(透明導電氧化物)或SiC之發光配置。

在本發明光源之另一較佳實施例中，主光源為展現電致發光及/或光致發光之來源。此外，主光源亦可為電漿源或放電源。

本發明之對應的光源亦稱為發光二極體或LED。

本發明磷光體可單獨使用或作為熟習此項技術者所熟悉的與後續磷光體之混合物形式使用。由於本發明磷光體在藍色及紅色光譜區

展現發射，故其尤其較佳與在黃色或綠色光譜區發射的一或多種磷光體組合使用。

大體上適用於混合物之對應的磷光體為(例如)：

$\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{BaSi}_2\text{O}_5:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{F}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{BaSrMgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、 BaTiP_2O_7 、 $(\text{Ba},\text{Ti})_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Ti}$ 、 $\text{Ba}_3\text{WO}_6:\text{U}$ 、
 $\text{BaY}_2\text{F}_8:\text{Er}^{3+},\text{Yb}^{3+}$ 、 $\text{Be}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Ce}^{3+}$ 、
 $\text{CaLa}_4\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaAl}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_2:\text{Ce}^{3+}$ 、
 $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Br}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{CaB}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaB}_2\text{O}_4:\text{Pb}^{2+}$ 、
 $\text{CaB}_2\text{P}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_5\text{B}_2\text{SiO}_{10}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Ca}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{Al}_{12}\text{O}_{19}:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{Ca}_2\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、 SiO_2 中之 $\text{CaCl}_2:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaF}_2:\text{Ce}^{3+}$ 、
 $\text{CaF}_2:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaF}_2:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{CaF}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{CaF}_2:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{CaGa}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaGa}_4\text{O}_7:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{CaGeO}_3:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaI}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{CaLaBO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{CaLaB}_3\text{O}_7:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_2\text{La}_2\text{BO}_{6.5}:\text{Pb}^{2+}$ 、
 $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、
 CaMoO_4 、 $\text{CaMoO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{CaO}:\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{CaO}:\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{CaO}:\text{Cu}^{+}$ 、
 $\text{CaO}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{CaO}:\text{Eu}^{3+},\text{Na}^{+}$ 、 $\text{CaO}:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaO}:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{CaO}:\text{Sb}^{3+}$ 、
 $\text{CaO}:\text{Sm}^{3+}$ 、 $\text{CaO}:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{CaO}:\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Ce}^{3+}$ 、
 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sb}^{3+}$ 、 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sn}^{2+}$ 、 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_s(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+}$ 、 $\text{Ca}_s(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sn}^{2+}$ 、 $\alpha\text{-}$
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaP}_2\text{O}_6:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\alpha\text{-}$

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$ 、 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$ 、 $\beta\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Sn,Mn}$ 、 $\text{CaS}:\text{Bi}^{3+}$ 、
 $\text{CaS}:\text{Bi}^{3+},\text{Na}$ 、 $\text{CaS}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Cu}^+,\text{Na}^+$ 、 $\text{CaS}:\text{La}^{3+}$ 、
 $\text{CaS}:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaSO}_4:\text{Bi}$ 、 $\text{CaSO}_4:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{CaSO}_4:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaSO}_4:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+},\text{Cl}$ 、
 $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Pr}^{3+},\text{Pb}^{2+},\text{Cl}$ 、 $\text{CaS}:\text{Sb}^{3+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Sb}^{3+},\text{Na}$ 、
 $\text{CaS}:\text{Sm}^{3+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Sn}^{2+},\text{F}$ 、 $\text{CaS}:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{CaS}:\text{Tb}^{3+},\text{Cl}$ 、
 $\text{CaSiO}_3:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Ca}_3\text{SiO}_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_3\text{SiO}_4\text{Cl}_2:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{CaSiO}_3:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{CaSiO}_3:\text{Mn}^{2+},\text{Pb}$ 、 $\text{CaSiO}_3:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{CaSiO}_3:\text{Pb}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaSiO}_3:\text{Ti}^{4+}$ 、
 $\text{CaSr}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Bi}^{3+}$ 、 $\beta\text{-(Ca,Sr)}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{CaTi}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$ 、
 $\text{CaTiO}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{CaTiO}_3:\text{Pr}^{3+}$ 、 $\text{Ca}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$ 、 CaWO_4 、 $\text{CaWO}_4:\text{Pb}^{2+}$ 、
 $\text{CaWO}_4:\text{W}$ 、 $\text{Ca}_3\text{WO}_6:\text{U}$ 、 $\text{CaYAlO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{CaYBO}_4:\text{Bi}^{3+}$ 、
 $\text{CaYBO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{CaYB}_{0.8}\text{O}_{3.7}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{CaY}_2\text{ZrO}_6:\text{Eu}^{3+}$ 、
 $(\text{Ca,Zn,Mg})_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}$ 、 CeF_3 、 $(\text{Ce,Mg})\text{BaAl}_{11}\text{O}_{18}:\text{Ce}$ 、
 $(\text{Ce,Mg})\text{SrAl}_{11}\text{O}_{18}:\text{Ce}$ 、 $\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Ce:Tb}$ 、 $\text{Cd}_2\text{B}_6\text{O}_{11}:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{CdS}:\text{Ag}^+,\text{Cr}$ 、 $\text{CdS}:\text{In}$ 、 $\text{CdS}:\text{In}$ 、 $\text{CdS}:\text{In,Te}$ 、 $\text{CdS}:\text{Te}$ 、 CdWO_4 、 CsF 、
 CsI 、 $\text{CsI}:\text{Na}^+$ 、 $\text{CsI}:\text{Tl}$ 、 $(\text{ErCl}_3)_{0.25}(\text{BaCl}_2)_{0.75}$ 、 $\text{GaN}:\text{Zn}$ 、
 $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr,Ce}$ 、 $\text{GdNbO}_4:\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ 、
 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{Pr}^{3+}$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr,Ce,F}$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{Gd}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$ 、
 $\text{KGa}_{11}\text{O}_{17}:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{K}_2\text{La}_2\text{Ti}_3\text{O}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{KMgF}_3:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{KMgF}_3:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{LaAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{LaAlB}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{LaAlO}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、
 $\text{LaAlO}_3:\text{Sm}^{3+}$ 、 $\text{LaAsO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{LaBr}_3:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{LaBO}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、
 $(\text{La,Ce,Tb})\text{PO}_4:\text{Ce:Tb}$ 、 $\text{LaCl}_3:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{LaOBr}:\text{Tb}^{3+}$ 、
 $\text{LaOBr}:\text{Tm}^{3+}$ 、 $\text{LaOCl}:\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{LaOCl}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{LaOF}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、
 $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Pr}^{3+}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{LaPO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{LaSiO}_3\text{Cl}:\text{Ce}^{3+}$ 、
 $\text{LaSiO}_3\text{Cl}:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{LaVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{La}_2\text{W}_3\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{LiAlF}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{LiAl}_5\text{O}_8:\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{LiAlO}_2:\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{LiAlO}_2:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{LiAl}_5\text{O}_8:\text{Mn}^{2+}$ 、

$\text{Li}_2\text{CaP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{LiCeBa}_4\text{Si}_4\text{O}_{14}:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{LiCeSrBa}_3\text{Si}_4\text{O}_{14}:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{LiInO}_2:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{LiInO}_2:\text{Sm}^{3+}$ 、 $\text{LiLaO}_2:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{LuAlO}_3:\text{Ce}^{3+}$ 、
 $(\text{Lu},\text{Gd})_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{LuTaO}_4:\text{Nb}^{5+}$ 、
 $\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x\text{AlO}_3:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{MgAl}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{MgSrAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Ce}$ 、 $\text{MgB}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{MgBa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{MgBaP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{MgBaP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{MgBa}_3\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{MgBa}(\text{SO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Mg}_3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_4:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{MgCaP}_2\text{O}_7:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Mg}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Mg}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{MgCeAl}_n\text{O}_{19}:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{Mg}_4(\text{F})\text{GeO}_6:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Mg}_4(\text{F})(\text{Ge},\text{Sn})\text{O}_6:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{MgF}_2:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{MgGa}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Mg}_8\text{Ge}_2\text{O}_{11}\text{F}_2:\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{MgS}:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{MgSiO}_3:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Mg}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Mg}_3\text{SiO}_3\text{F}_4:\text{Ti}^{4+}$ 、 $\text{MgSO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{MgSO}_4:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{MgSrBa}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{MgSrP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{MgSr}_5(\text{PO}_4)_4:\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{MgSr}_3\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Mg}_2\text{Sr}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{Mg}_2\text{TiO}_4:\text{Mn}^{4+}$ 、 MgWO_4 、 $\text{MgYBO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Na}_3\text{Ce}(\text{PO}_4)_2:\text{Tb}^{3+}$ 、
 $\text{Na}_{1.23}\text{K}_{0.42}\text{Eu}_{0.12}\text{TiSi}_4\text{O}_{11}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Na}_{1.23}\text{K}_{0.42}\text{Eu}_{0.12}\text{TiSi}_5\text{O}_{13}\cdot x\text{H}_2\text{O}:\text{Eu}^{3+}$ 、
 $\text{Na}_{1.29}\text{K}_{0.46}\text{Er}_{0.08}\text{TiSi}_4\text{O}_{11}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}:\text{Tb}$ 、
 $\text{Na}(\text{Mg}_{2-x}\text{Mn}_x)\text{LiSi}_4\text{O}_{10}\text{F}_2:\text{Mn}$ 、 $\text{NaYF}_4:\text{Er}^{3+}$ 、 Yb^{3+} 、 $\text{NaYO}_2:\text{Eu}^{3+}$ 、
 $\text{P46}(70\%) + \text{P47}(30\%)$ 、 $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Ce}^{3+}$ 、 Mn^{2+} 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{SrAl}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrAl}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}(\text{F},\text{Cl},\text{Br})$ 、 $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{SrB}_8\text{O}_{13}:\text{Sm}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_x\text{Ba}_y\text{Cl}_z\text{Al}_2\text{O}_{4-z/2}:\text{Mn}^{2+},\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{SrBaSiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 SiO_2 中
之 $\text{Sr}(\text{Cl},\text{Br},\text{I})_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 SiO_2 中 之 $\text{SrCl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_3:\text{Eu}$ 、
 $\text{Sr}_w\text{F}_x\text{B}_4\text{O}_{6.5}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_w\text{F}_x\text{B}_y\text{O}_z:\text{Eu}^{2+},\text{Sm}^{2+}$ 、 $\text{SrF}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrGa}_{12}\text{O}_{19}:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{SrIn}_2\text{O}_4:\text{Pr}^{3+},\text{Al}^{3+}$ 、
 $(\text{Sr},\text{Mg})_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}$ 、 $\text{SrMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrMoO}_4:\text{U}$ 、 $\text{SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{2+},\text{Cl}$ 、 β -
 $\text{SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Pb}^{2+}$ 、 β - $\text{SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Pb}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、 α - $\text{SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Sm}^{2+}$ 、

$\text{Sr}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+},\text{Pr}^{3+}$ 、
 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sb}^{3+}$ 、 $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、 β -
 $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+}$ 、
 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Sn}^{2+}$ 、 β -
 $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$ 、 β - $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+},\text{Mn}^{2+}(\text{Al})$ 、 $\text{SrS}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{SrS}:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{SrS}:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{SrS}:\text{Cu}^+,\text{Na}$ 、 $\text{SrSO}_4:\text{Bi}$ 、 $\text{SrSO}_4:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{SrSO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、
 $\text{SrSO}_4:\text{Eu}^{2+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_5\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Cl}_6:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+}$ 、
 $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+},\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{SrY}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{ThO}_2:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{ThO}_2:\text{Pr}^{3+}$ 、 $\text{ThO}_2:\text{Tb}^{3+}$ 、
 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+},\text{Mn}$ 、
 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+},\text{Cr}^{3+}$ 、
 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Th}^{4+},\text{Ce}^{3+},\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{YAlO}_3:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 、
 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{YAlO}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{3+}$ 、
 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{YAlO}_3:\text{Sm}^{3+}$ 、 $\text{YAlO}_3:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tb}^{3+}$ 、
 $\text{YAsO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{YBO}_3:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{YBO}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{YF}_3:\text{Er}^{3+},\text{Yb}^{3+}$ 、 $\text{YF}_3:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{YF}_3:\text{Mn}^{2+},\text{Th}^{4+}$ 、 $\text{YF}_3:\text{Tm}^{3+},\text{Yb}^{3+}$ 、 $(\text{Y},\text{Gd})\text{BO}_3:\text{Eu}$ 、 $(\text{Y},\text{Gd})\text{BO}_3:\text{Tb}$ 、
 $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Y}_{1.34}\text{Gd}_{0.60}\text{O}_3(\text{Eu},\text{Pr})$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{YOBBr}:\text{Eu}^{3+}$ 、
 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ce}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Er}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}(\text{YOE})$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$ 、
 $\text{YOCl}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{YOCl}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{YOF}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{YOF}:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ho}^{3+}$ 、
 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{YPO}_4:\text{Ce}^{3+}$ 、
 $\text{YPO}_4:\text{Ce}^{3+},\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{YPO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{YPO}_4:\text{Mn}^{2+},\text{Th}^{4+}$ 、 $\text{YPO}_4:\text{V}^{5+}$ 、
 $\text{Y}(\text{P},\text{V})\text{O}_4:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$ 、 YTao_4 、 $\text{YTao}_4:\text{Nb}^{5+}$ 、 $\text{YVO}_4:\text{Dy}^{3+}$ 、
 $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{ZnAl}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{ZnB}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{ZnBa}_2\text{S}_3:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $(\text{Zn},\text{Be})_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Zn}_{0.4}\text{Cd}_{0.6}\text{S}:\text{Ag}$ 、 $\text{Zn}_{0.6}\text{Cd}_{0.4}\text{S}:\text{Ag}$ 、
 $(\text{Zn},\text{Cd})\text{S}:\text{Ag},\text{Cl}$ 、 $(\text{Zn},\text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$ 、 $\text{ZnF}_2:\text{Mn}^{2+}$ 、 ZnGa_2O_4 、
 $\text{ZnGa}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{ZnGa}_2\text{S}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Zn}_2\text{GeO}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $(\text{Zn},\text{Mg})\text{F}_2:\text{Mn}^{2+}$ 、
 $\text{ZnMg}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Mn}^{2+}$ 、 $(\text{Zn},\text{Mg})_3(\text{PO}_4)_2:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{ZnO}:\text{Al}^{3+},\text{Ga}^{3+}$ 、

ZnO:Bi^{3+} 、 ZnO:Ga^{3+} 、 ZnO:Ga 、 ZnO-CdO:Ga 、 ZnO:S 、 ZnO:Se 、 ZnO:Zn 、 $\text{ZnS:Ag}^+,\text{Cl}^-$ 、 ZnS:Ag,Cu,Cl 、 ZnS:Ag,Ni 、 ZnS:Au,In 、 ZnS-CdS (25-75)、 ZnS-CdS (50-50)、 ZnS-CdS (75-25)、 ZnS-CdS:Ag,Br,Ni 、 $\text{ZnS-CdS:Ag}^+,\text{Cl}^-$ 、 ZnS-CdS:Cu,Br 、 ZnS-CdS:Cu,I 、 ZnS:Cl^- 、 ZnS:Eu^{2+} 、 ZnS:Cu 、 $\text{ZnS:Cu}^+,\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{ZnS:Cu}^+,\text{Cl}^-$ 、 ZnS:Cu,Sn 、 ZnS:Eu^{2+} 、 ZnS:Mn^{2+} 、 ZnS:Mn,Cu 、 $\text{ZnS:Mn}^{2+},\text{Te}^{2+}$ 、 ZnS:P 、 $\text{ZnS:P}^{3-},\text{Cl}^-$ 、 ZnS:Pb^{2+} 、 $\text{ZnS:Pb}^{2+},\text{Cl}^-$ 、 ZnS:Pb,Cu 、 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+},\text{As}^{5+}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ 、 Sb_2O_3 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+},\text{P}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Ti}^{4+}$ 、 ZnS:Sn^{2+} 、 ZnS:Sn,Ag 、 $\text{ZnS:Sn}^{2+},\text{Li}^+$ 、 ZnS:Te,Mn 、 ZnS-ZnTe:Mn^{2+} 、 $\text{ZnSe:Cu}^+,\text{Cl}$ 及 ZnWO_4 。

尤其適合的可與本發明化合物組合的發射黃光及綠光的磷光體係選自(例如)由以下組成之群： $\text{Lu}_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $\text{LiTb}(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)_2\text{O}_8$ 、 $\text{Tb}_2(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)\text{O}_6$ 、 $\text{Tb}_2(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)_2\text{O}_9$ 、 $\text{Tb}_2(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{Tb}_2(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)_4\text{O}_{15}$ 、 $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$ 、 $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{SiO}_5:\text{Eu}$ 、 $(\text{Y,Gd})\text{BO}_3:\text{CeTb}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{CeTb}$ 、 $\text{Y}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Ce,Tb}$ 、 $\text{Ca}_3\text{Y}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]_2:\text{CeTb}$ 、 $[\text{Tb}(\text{苯甲酸根})_3]$ 、 $[\text{Tb}(\text{吡啶甲酸根})_3]$ 、 $[\text{Tb}(\text{胺基酚酸根})_3]$ 及 $\text{Tb}[\text{N}(\text{CN})_2]_3$ 。此處指數 x 在0與1之間。

視應用而定，本發明磷光體或磷光體組合可分散於樹脂(例如環氧或聚矽氧樹脂)中，或在適合的尺寸比率的情況下，可直接配置於主光源上或另一種選擇地配置於其遠端(後一配置亦包括「遠端磷光體技術」)。遠端磷光體技術之優點已為熟習此項技術者已知且揭示於(例如)以下公開案中：Japanese J. of Appl. Phys.，第44卷，第21期(2005)，第649至651行。

在另一實施例中，磷光體與主光源之間的光學耦合較佳藉由光導配置來達成。此使得主光源可安裝在中心位置且藉助於光導裝置(例如光學纖維)光學耦合至磷光體。以此方式，可達成適宜照明期望

的燈，其僅由一種或不同的磷光體組成、可經配置以形成光螢幕及光波導、經耦合至主光源。以此方式，可將強主光源置於對電氣安裝有利之位置處且可在不進一步電氣佈纜之情況下，而改為僅藉由鋪設光波導來將包含耦合至光波導的磷光體之燈安裝於任何所需的位置。

此外，本發明係關於一種尤其用於顯示裝置之背光照明的照明單元，其特徵在於其包含至少一個本發明光源，且關於一種具有背光照明的顯示裝置(尤其為液晶顯示裝置(LC顯示器))，其特徵在於其包含至少一個本發明照明單元。

為了在LED中使用，磷光體亦可經轉化成任何所需的外部形狀，諸如球狀顆粒、薄片及結構化材料及陶瓷。此等形狀與本發明於術語「成形體」下所概括者一致。成形體較佳為「磷光體」。因此，本發明此外係關於一種成形體，其包含本發明磷光體。對應成形體之生產及使用為熟習此項技術者由大量公開案所熟悉。

由於 Mn^{2+} 在本文所描述的矽酸鹽中僅以低濃度使用，故亦宜以半透明陶瓷的形式使用本發明磷光體，因為陶瓷發光轉化螢幕中的光徑長度(亦即陶瓷層之厚度)可由於與粉末層相比散射減少而增加。因此，本發明此外係關於一種包含至少一種本發明化合物的陶瓷。陶瓷隨後可僅由本發明化合物組成。然而，其亦可包含基質材料及/或其他磷光體。適合的基質材料例如為 SiO_2 、 Y_2O_3 或 Al_2O_3 。

本發明化合物具有以下有利性質：

- 1) 本發明化合物具有較高光致發光量子效率。
- 2) 本發明化合物在藍色以及紅色光譜區中展現發射，使得其在與僅一種在黃色或綠色光譜區中發射之其他磷光體一起使用時產生具有良好色彩重現的白光。
- 3) 本發明化合物具有較高化學穩定性。

本文所描述的本發明之所有變化形式均可彼此組合，只要各別

實施例不相互排斥即可。特定言之，基於本說明書之教示，作為常規最佳化之一部分，精確組合本文所描述各種變化形式以便獲得一特定尤其較佳實施例為顯而易見的操作。以下實例意欲說明本發明且顯示(特定言之)所述本發明變化形式之此類例示性組合之結果。然而，其決不應視為限制性的，而事實上意欲促進一般化。在製備中所使用的所有化合物或組份均為已知且可購得的或可藉由已知方法合成。實例中所指定的溫度始終以 $^{\circ}\text{C}$ 為單位。此外，不言而喻，在說明書以及實例中，組合物中所添加的組份之量始終總計達100%。百分比數據應始終被認為具有指定關係。

實例

在各情況下，樣品之相形成係藉助於X射線繞射測定法檢查。出於此目的，使用具有布拉格-布倫塔諾幾何(Bragg-Brentano geometry)的Rigaku Miniflex II X射線繞射儀。所使用的輻射源為具有Cu-K α 輻射($\lambda = 0.15418 \text{ nm}$)的X射線管。於15 mA之電流強度及30 kV之電壓下操作該管。於10-80 $^{\circ}$ 之角範圍內以10 $^{\circ}\cdot\text{min}^{-1}$ 進行量測。

使用Edinburgh Instruments Ltd.之螢光光譜儀來測定反射光譜。出於此目的，將樣品置放於經BaSO₄塗佈的烏布里息球(Ulbricht sphere)中且在其中量測。記錄250 nm至800 nm之範圍內之反射光譜。所使用的白色標準物為BaSO₄(Alfa Aesar 99.998%)。使用450 W Xe燈作為激發源。

使用Edinburgh Instruments Ltd.之螢光光譜儀記錄激發光譜及發射光譜，該螢光光譜儀裝有用於粉末樣品之鏡面光學器件。所使用的激發源為450 W Xe燈。

實例1：製備Ba_{0.99}Eu_{0.01}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉

為了合成3 g (6.7059 mmol) Ba_{0.99}Eu_{0.01}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉，在瑪瑙灰泥中於丙酮中將1.3101 g (6.6389 mmol) BaCO₃、0.0118 g (0.0335

mmol) Eu_2O_3 、1.2752 g (12.7412 mmol) CaCO_3 、0.1200 g (0.6706 mmol) $\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、1.2088 g (20.117 mmol) SiO_2 及0.0083 g (0.1341 mmol) H_3BO_3 彼此混合。首先於空氣中在室溫下隨後於乾燥箱中在80℃下乾燥混合物。隨後在合成氣體氛圍(5% H_2 /95% N_2)中於1200℃下煅燒乾燥的起始物質混合物8 h。

$\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 之 CIE 色彩點為 $x = 0.262$ 且 $y = 0.153$ 。

實例2：製備 $\text{Ba}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$

為了合成4 g (8.9295 mmol) $\text{Ba}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ ，在瑪瑙灰泥中於丙酮中將1.6740 g (8.4831 mmol) BaCO_3 、0.0786 g (0.2232 mmol) Eu_2O_3 、1.6981 g (16.9661 mmol) CaCO_3 、0.1598 g (0.8930 mmol) $\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、1.6096 g (26.7886 mmol) SiO_2 及0.0110 g (0.1786 mmol) H_3BO_3 彼此混合。首先於空氣中在室溫下隨後於乾燥箱中在80℃下乾燥混合物。隨後在合成氣體氛圍(5% H_2 /95% N_2)中於1200℃下煅燒乾燥的起始物質混合物8 h。

$\text{Ba}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 之 CIE 色彩點為 $x = 0.357$ 且 $y = 0.247$ 。

實例3：製備 $\text{Ba}_{0.90}\text{Eu}_{0.10}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$

為了合成4 g (8.9150 mmol) $\text{Ba}_{0.90}\text{Eu}_{0.10}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ ，在瑪瑙灰泥中於丙酮中將1.5833 g (8.0235 mmol) BaCO_3 、0.1569 g (0.4457 mmol) Eu_2O_3 、1.6953 g (16.9384 mmol) CaCO_3 、0.1596 g (0.8915 mmol) $\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、1.6096 g (26.7449 mmol) SiO_2 及0.0110 g (0.1783 mmol) H_3BO_3 彼此混合。首先於空氣中在室溫下隨後於乾燥箱中在80℃下乾燥混合物。隨後在合成氣體氛圍(5% H_2 /95% N_2)中於1200℃下煅燒乾燥的起始物質混合物8 h。

$\text{Ba}_{0.90}\text{Eu}_{0.10}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 之 CIE 色彩點為 $x = 0.427$ 且 $y =$

0.313。

實例4：製備 $\text{Ba}_{0.79}\text{Sr}_{0.20}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$

為了合成 5.2491 g (12 mmol) $\text{Ba}_{0.79}\text{Sr}_{0.20}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ ，在瑪瑙灰泥中於丙酮中將 1.8707 g (9.48 mmol) BaCO_3 、0.3543 g (2.40 mmol) SrCO_3 、0.0211 g (0.06 mmol) Eu_2O_3 、2.2820 g (22.80 mmol) CaCO_3 、0.2148 g (1.20 mmol) $\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、2.1630 g (36.00 mmol) SiO_2 及 0.0525 g (0.8489 mmol) H_3BO_3 彼此混合。隨後在合成氣體氛圍 (5% H_2 /95% N_2) 中於 1200°C 下煅燒乾燥的起始物質混合物 8 h。

實例5：製備 $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Sr}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$

為了合成 5.5966 g (12 mmol) $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Sr}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ ，在瑪瑙灰泥中於丙酮中將 2.3444 g (11.88 mmol) BaCO_3 、0.7086 g (4.80 mmol) SrCO_3 、0.0211 g (0.06 mmol) Eu_2O_3 、1.8016 g (18.00 mmol) CaCO_3 、0.2148 g (1.20 mmol) $\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、2.1630 g (36.00 mmol) SiO_2 及 0.0560 g (0.9051 mmol) H_3BO_3 彼此混合。首先於空氣中在室溫下隨後於乾燥箱中在 80°C 下乾燥混合物。隨後在合成氣體氛圍 (5% H_2 /95% N_2) 中於 1200°C 下煅燒乾燥的起始物質混合物 8 h。

實例6：製備 $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Mg}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$

為了合成 5.2927 g (12 mmol) $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Mg}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ ，在瑪瑙灰泥中於丙酮中將 2.3444 g (11.88 mmol) BaCO_3 、0.4662 g (0.96 mmol) $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、0.0211 g (0.06 mmol) Eu_2O_3 、1.8016 g (18.00 mmol) CaCO_3 、0.2148 g (1.20 mmol) $\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、2.1630 g (36.00 mmol) SiO_2 及 0.0560 g (0.9051 mmol) H_3BO_3 彼此混合。首先於空氣中在室溫下隨後於乾燥箱中在 80°C 下乾燥混合物。隨後在合成氣體氛圍 (5% H_2 /95% N_2) 中於 1200°C 下煅燒乾燥的起始物質混合物 8 h。

實例7：使用來自實例3之 $\text{Ba}_{0.90}\text{Eu}_{0.10}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 生產 pc-LED

稱取1 g $\text{Ba}_{0.90}\text{Eu}_{0.10}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 組成之磷光體，添加4 g光學透明的聚矽氧，隨後將混合物在行星離心混合器中均勻混合以使得在總質量中之磷光體濃度為20重量%。藉助自動分配器將以此方式獲得的聚矽氧/磷光體混合物施加至近UV半導體LED之晶片且經由供應熱來將其固化。本實例中所使用之用於LED表徵的近UV半導體LED具有395 nm之發射波長且在350 mA的電流強度下操作。使用Instrument Systems CAS 140光譜儀及與其連接之ISP 250積分球進行LED之照明表徵。經由測定波長依賴性光譜功率密度來表徵LED。使用由LED發射的光之所得光譜來計算色彩點座標CIE x及y。

實例8：使用來自實例4之 $\text{Ba}_{0.79}\text{Sr}_{0.20}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 生產pc-LED

稱取1 g $\text{Ba}_{0.79}\text{Sr}_{0.20}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.90}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 組成之磷光體，添加4 g光學透明的聚矽氧，隨後將混合物在行星離心混合器中均勻混合以使得在總質量中之磷光體濃度為20重量%。藉助自動分配器將以此方式獲得的聚矽氧/磷光體混合物施加至近UV半導體LED之晶片且經由供應熱來將其固化。本實例中所使用之用於LED表徵的近UV半導體LED具有395 nm之發射波長且在350 mA之電流強度下操作。使用Instrument Systems CAS 140光譜儀及與其連接之ISP 250積分球進行LED之照明表徵。經由測定波長依賴性光譜功率密度來表徵LED。使用由LED發射的光之所得光譜來計算色彩點座標CIE x及y。

實例9：使用來自實例5之 $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Sr}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 生產pc-LED

稱取1 g $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Sr}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 組成之磷光體，添加4 g光學透明的聚矽氧，隨後將混合物在行星離心混合器中均勻混合以使得在總質量中之磷光體濃度為20重量%。藉助自動分配器將以此方式獲得的聚矽氧/磷光體混合物施加至近UV半導體LED之晶片且經由供

應熱來將其固化。本實例中所使用之用於LED表徵的近UV半導體LED具有395 nm之發射波長且在350 mA之電流強度下操作。使用Instrument Systems CAS 140光譜儀及與其連接之ISP 250積分球進行LED之照明表徵。經由測定波長依賴性光譜功率密度來表徵LED。使用由LED發射的光之所得光譜來計算色彩點座標CIE x及y。

上文所提及的所有量均係藉由熟習此項技術者所熟悉的方法自光源之發射光譜計算。

【圖式簡單說明】

圖1：Ba_{0.99}Eu_{0.01}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之X射線粉末繞射圖(頂部)及BaCa₂Si₃O₉之參考卡片PDF-4+ (ICDD) 04-009-3303 (底部)。

圖2：Ba_{0.99}Eu_{0.01}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之反射光譜。

圖3：Ba_{0.99}Eu_{0.01}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之激發光譜($\lambda_{em} = 590$ nm)。

圖4：Ba_{0.99}Eu_{0.01}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之發射光譜($\lambda_{ex} = 350$ nm)。

圖5：Ba_{0.95}Eu_{0.05}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之粉末繞射圖(頂部)及BaCa₂Si₃O₉之參考卡片PDF-4+ (ICDD) 04-009-3303 (底部)。

圖6：Ba_{0.95}Eu_{0.05}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之反射光譜。

圖7：Ba_{0.95}Eu_{0.05}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之激發光譜($\lambda_{em} = 590$ nm)。

圖8：Ba_{0.95}Eu_{0.05}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之發射光譜($\lambda_{ex} = 350$ nm)。

圖9：Ba_{0.90}Eu_{0.10}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之X射線粉末繞射圖(頂部)及BaCa₂Si₃O₉之參考卡片PDF-4+ (ICDD) 04-009-3303 (底部)。

圖10：Ba_{0.90}Eu_{0.10}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之反射光譜。

圖11：Ba_{0.90}Eu_{0.10}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之激發光譜($\lambda_{em} = 590$ nm)。

圖12：Ba_{0.90}Eu_{0.10}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之發射光譜($\lambda_{ex} = 350$ nm)。

圖13：Ba_{0.79}Sr_{0.20}Eu_{0.01}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之X射線粉末繞射圖(頂部)及BaCa₂Si₃O₉之參考卡片04-009-3303 (底部)。

圖14：Ba_{0.79}Sr_{0.20}Eu_{0.01}Ca_{1.90}Mn_{0.10}Si₃O₉之發射光譜($\lambda_{ex} = 320$ nm)。

nm)。

圖 15： $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Sr}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 之X射線粉末繞射圖(頂部)及 $\text{BaCa}_2\text{Si}_3\text{O}_9$ 之參考卡片 04-009-3303 (底部)。

圖 16： $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Sr}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 之發射光譜 ($\lambda_{\text{ex}} = 320$ nm)。

圖 17： $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Mg}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 之X射線粉末繞射圖(頂部)及 $\text{BaCa}_2\text{Si}_3\text{O}_9$ 之參考卡片 04-009-3303 (底部)。

圖 18： $\text{Ba}_{0.99}\text{Eu}_{0.01}\text{Ca}_{1.50}\text{Mg}_{0.40}\text{Mn}_{0.10}\text{Si}_3\text{O}_9$ 之發射光譜 ($\lambda_{\text{ex}} = 320$ nm)。

圖 19：實例4中所描述的磷光體轉化的LED之光譜。

圖 20：實例5中所描述的磷光體轉化的LED之光譜。

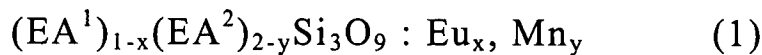
圖 21：實例6中所描述的磷光體轉化的LED之光譜。

【符號說明】

無

申請專利範圍

1. 一種式(1)化合物，



其中以下各者適用於所使用的符號及指數：

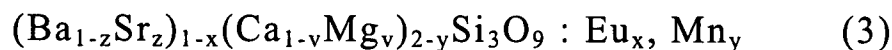
EA^1 為Ba或包含至多20原子% Sr的Ba與Sr之混合物；

EA^2 係選自由Ca或Sr或此等元素之混合物組成之群，其中此等元素中之至多20原子%可經Mg替換；

$$0.05 \leq x \leq 0.15 ;$$

$$0.01 < y \leq 0.20 .$$

2. 如請求項1之化合物，其中 EA^1 係選自Ba或包含最多10原子% Sr之Ba與Sr之混合物，尤其為Ba。
3. 如請求項1或2之化合物，其中 EA^2 係選自Ca或Sr或Ca與Sr之混合物或包含最多20原子% Mg的Ca與Mg之混合物或包含最多20原子% Mg的Sr與Mg之混合物。
4. 如請求項1至3中任一項之化合物，其係選自式(2)至式(4)化合物，



其中指數x及y具有如請求項1中給出的意義且以下各者適用於所使用的其他指數：

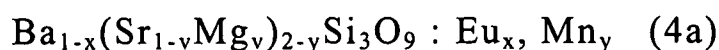
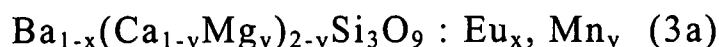
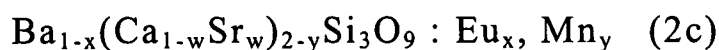
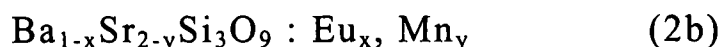
$$0 \leq z \leq 0.20 ;$$

$$0 \leq w \leq 1 ;$$

$$0 \leq v \leq 0.20 .$$

5. 如請求項1至4中任一項之化合物，其係選自式(2a)至(2c)、(3a)及

(4a)化合物，



其中所使用的指數具有請求項1及4中給出的意義。

6. 如請求項1至5中任一項之化合物，其中以下適用於指數x： $0.05 \leq x \leq 0.15$ 。
7. 如請求項1至6中任一項之化合物，其中以下適用於指數y： $0.05 \leq y \leq 0.15$ 。
8. 一種製備如請求項1至7中任一項之化合物的方法，其包含以下步驟：
 - a) 製備包含 EA^1 、 EA^2 、Eu、Mn及Si之混合物；及
 - b) 在高溫下煅燒該混合物。
9. 如請求項1至8中任一項之化合物，其中該化合物與另一種化合物一起塗佈於表面上。
10. 一種如請求項1至9中任一項之化合物之用途，其用作用於將近UV發射部分或完全轉化為具有較長波長的光的磷光體或轉化磷光體。
11. 一種發射轉化材料，其包含如請求項1至9中任一項之化合物及一種其他轉化磷光體。
12. 如請求項11之發射轉化材料，其中該其他轉化磷光體係選自由以下組成之群： $\text{Lu}_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $\text{LiTb}(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)_2\text{O}_8$ 、 $\text{Tb}_2(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)\text{O}_6$ 、 $\text{Tb}_2(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)_2\text{O}_9$ 、 $\text{Tb}_2(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)_3\text{O}_{12}$ 、 $\text{Tb}_2(\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x)_4\text{O}_{15}$ 、 $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$ 、 $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{SiO}_5:\text{Eu}$ 、 $(\text{Y},\text{Gd})\text{BO}_3:\text{CeTb}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{CeTb}$ 、 $\text{Y}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{CeTb}$ 、

$\text{Ca}_3\text{Y}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]_2:\text{CeTb}$ 、 $[\text{Tb}(\text{苯甲酸根})_3]$ 、 $[\text{Tb}(\text{吡啶甲酸根})_3]$ 、 $[\text{Tb}(\text{胺基酚酸根})_3]$ 及 $\text{Tb}[\text{N}(\text{CN})_2]_3$ ，其中x採用0與1之間的值。

13. 一種光源，其包含至少一個主光源及至少一種如請求項1至9中任一項之化合物或如請求項11或12之發射轉化材料。
14. 一種照明單元，其包含至少一個如請求項13之光源。
15. 一種陶瓷，其包含至少一種如請求項1至9中任一項之化合物或至少一種如請求項11或12之發射轉化材料及視情況選用的一或多種基質材料。

圖式

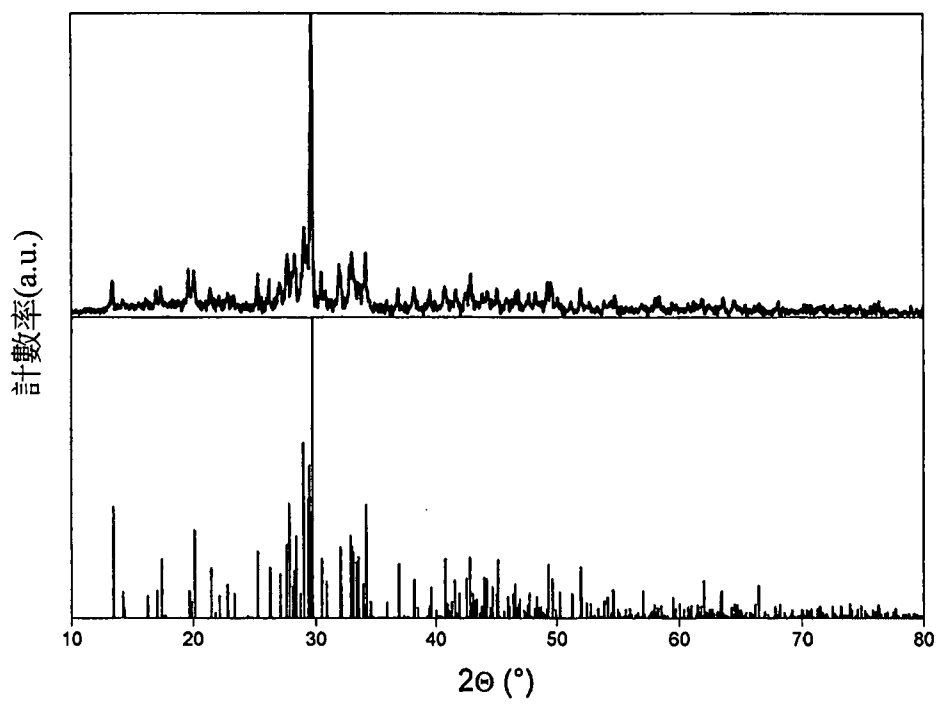


圖1

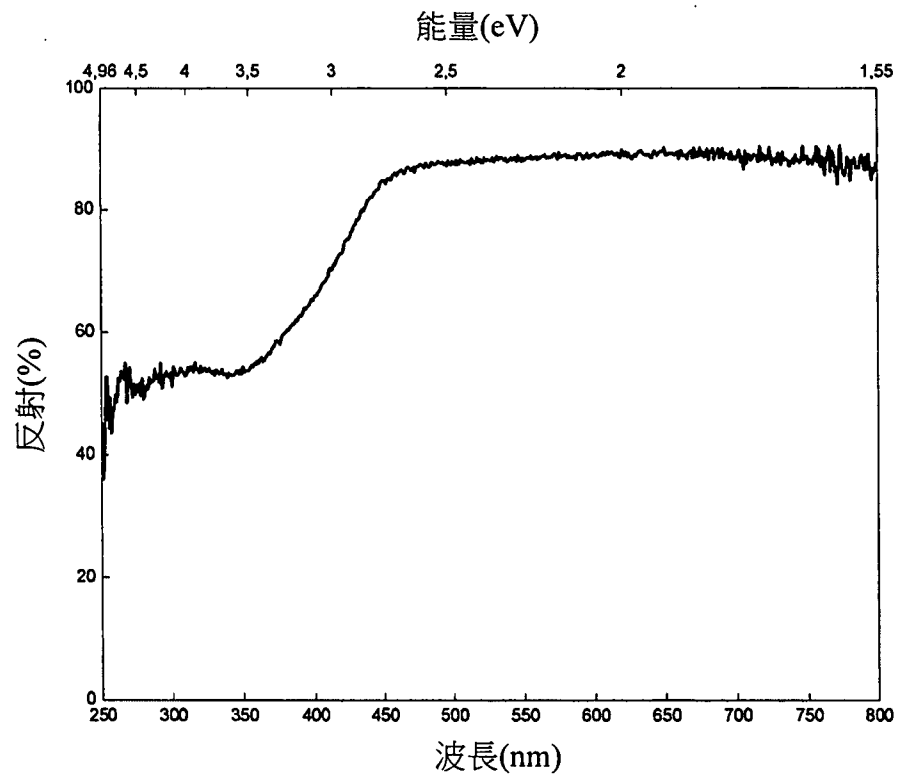


圖2

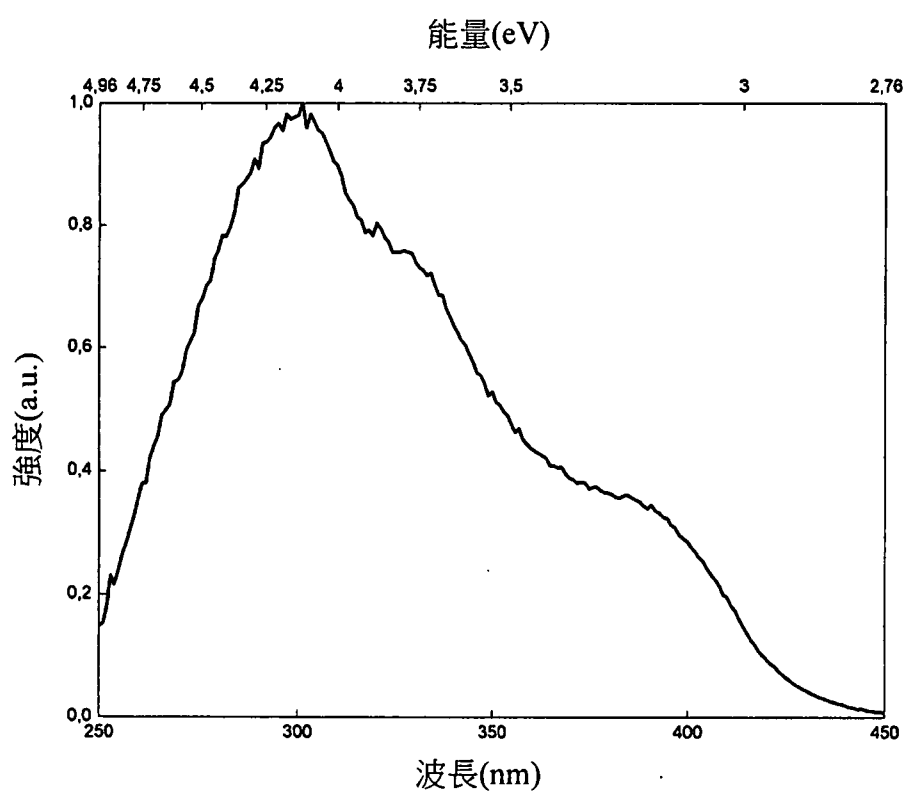


圖3

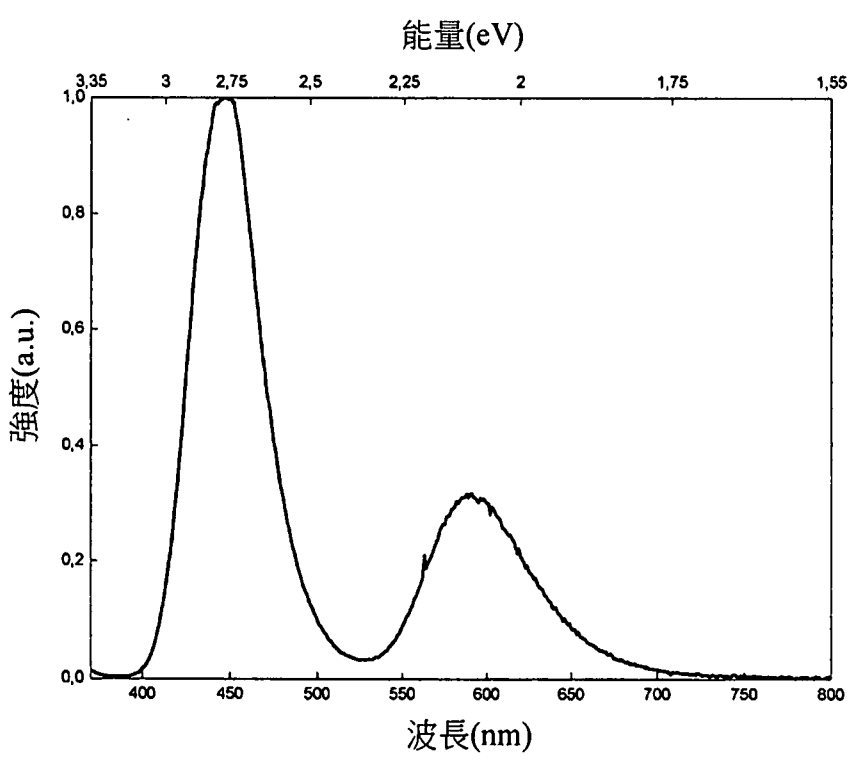


圖4

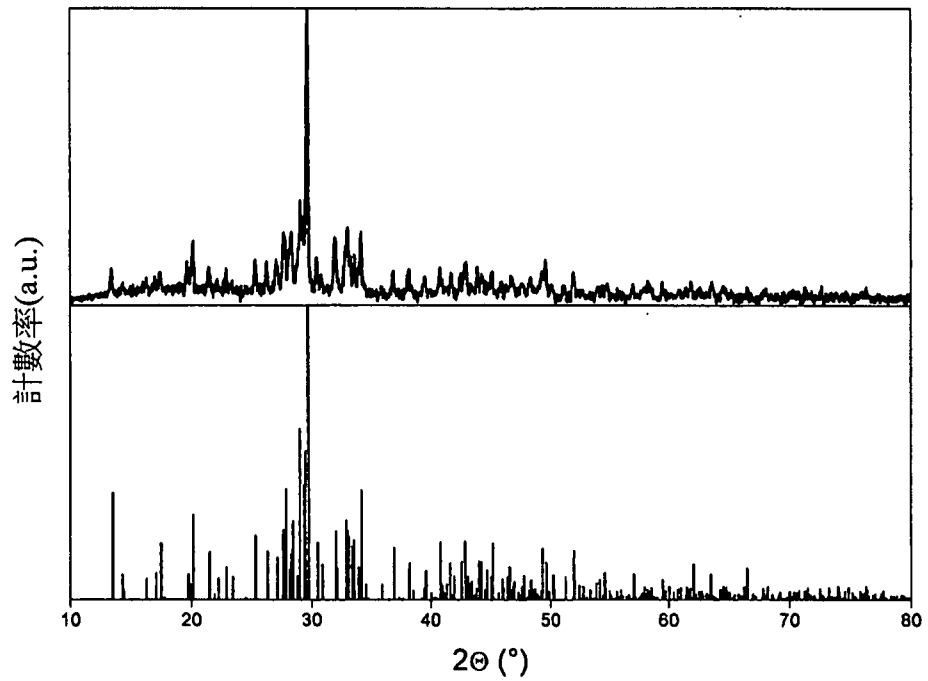


圖5

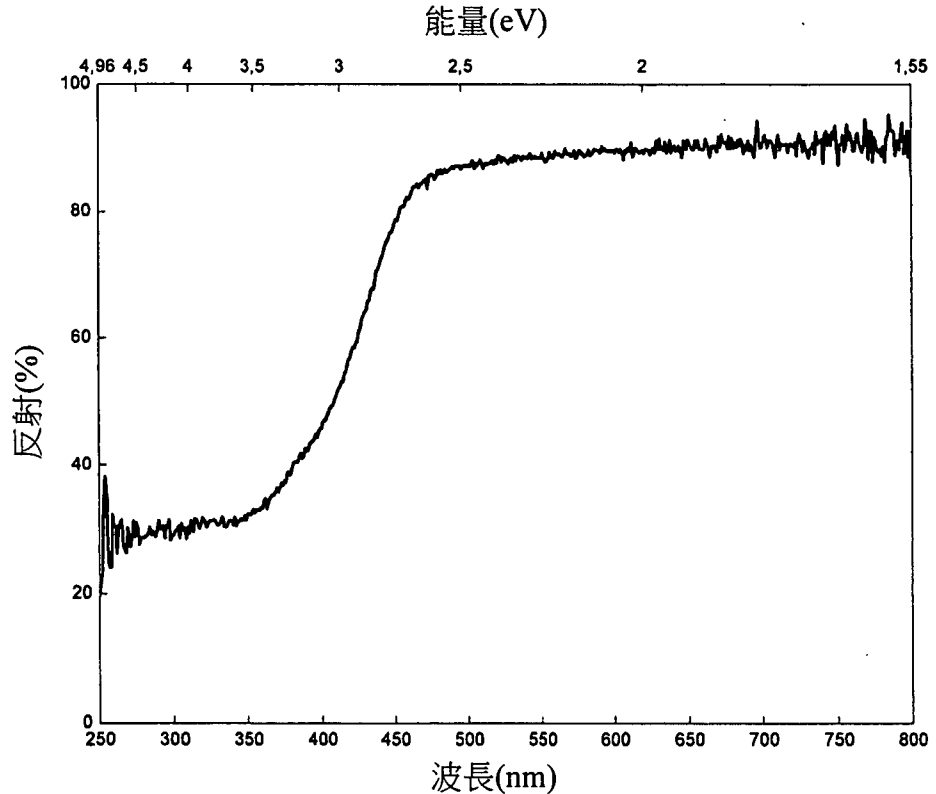


圖6

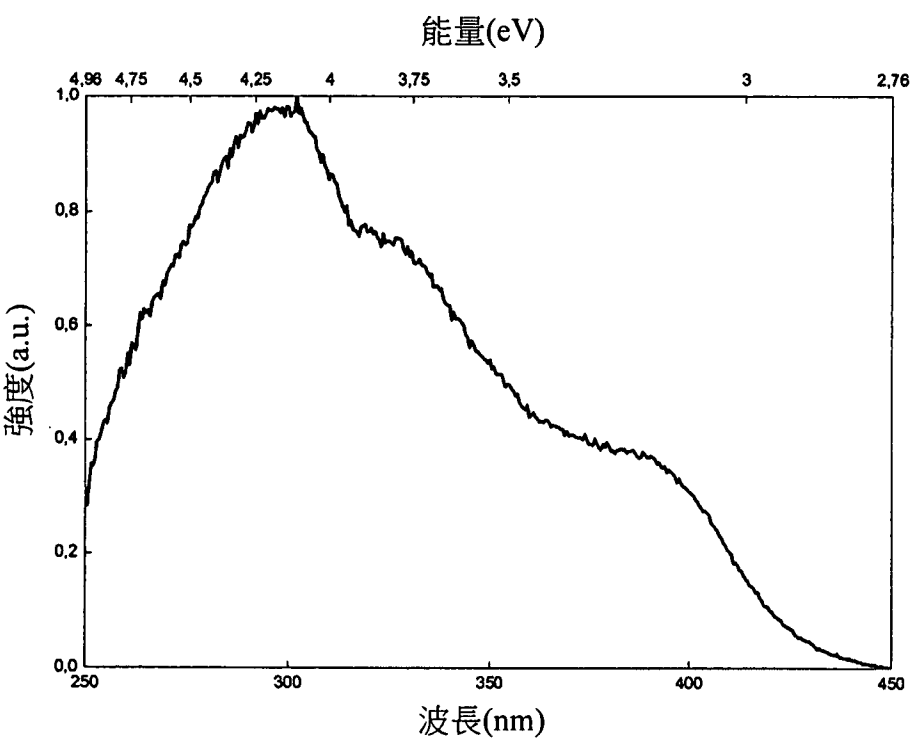


圖7

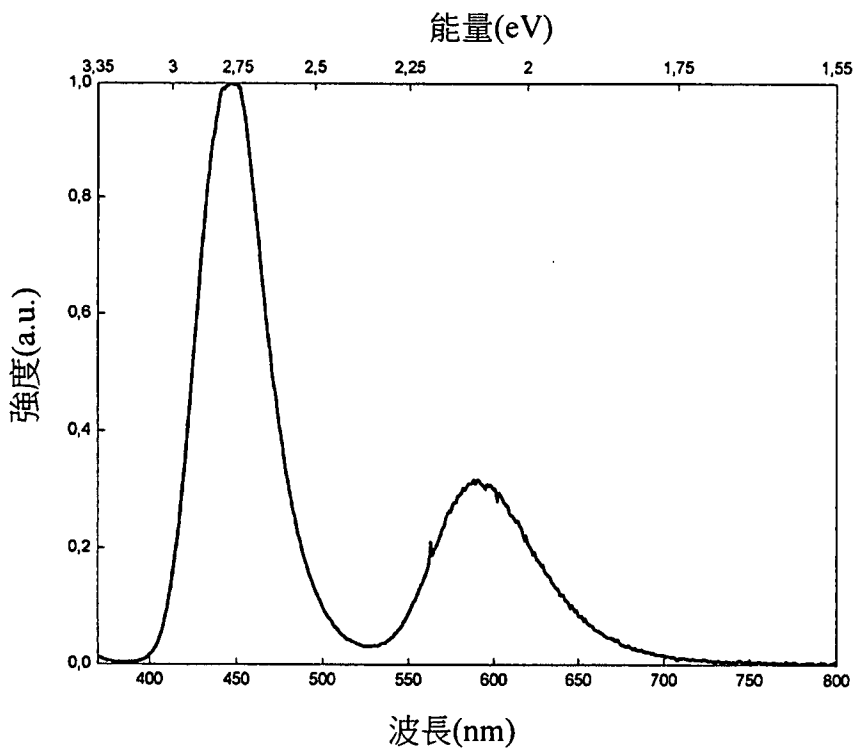


圖8

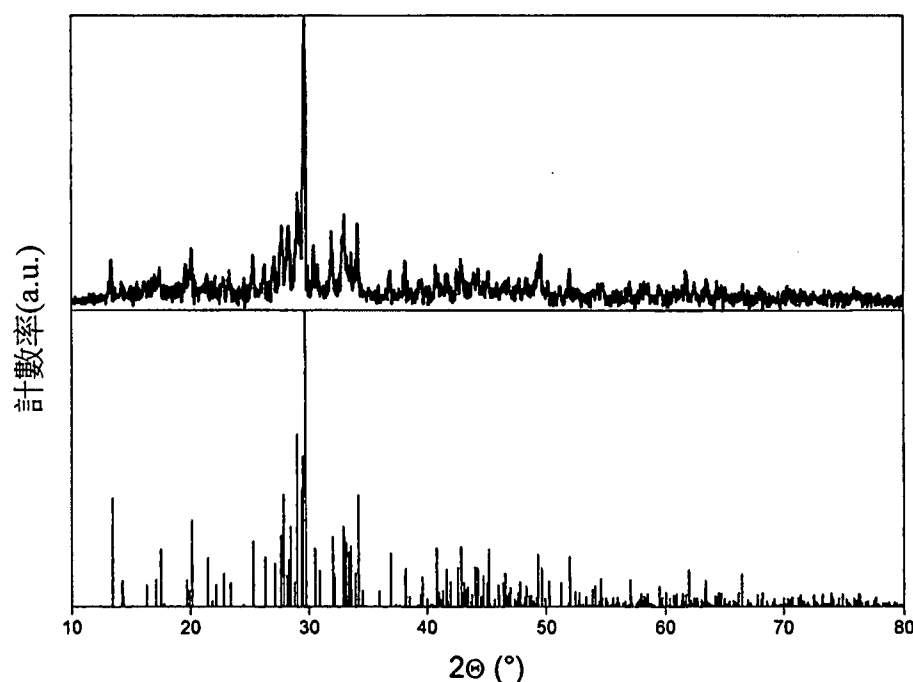


圖9

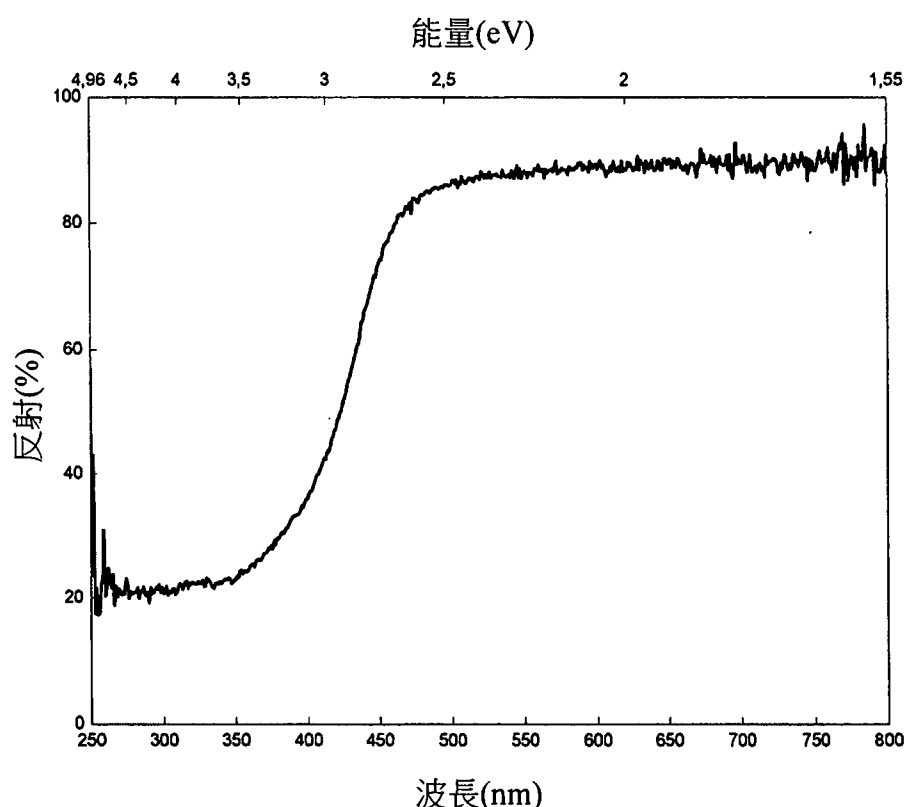


圖10

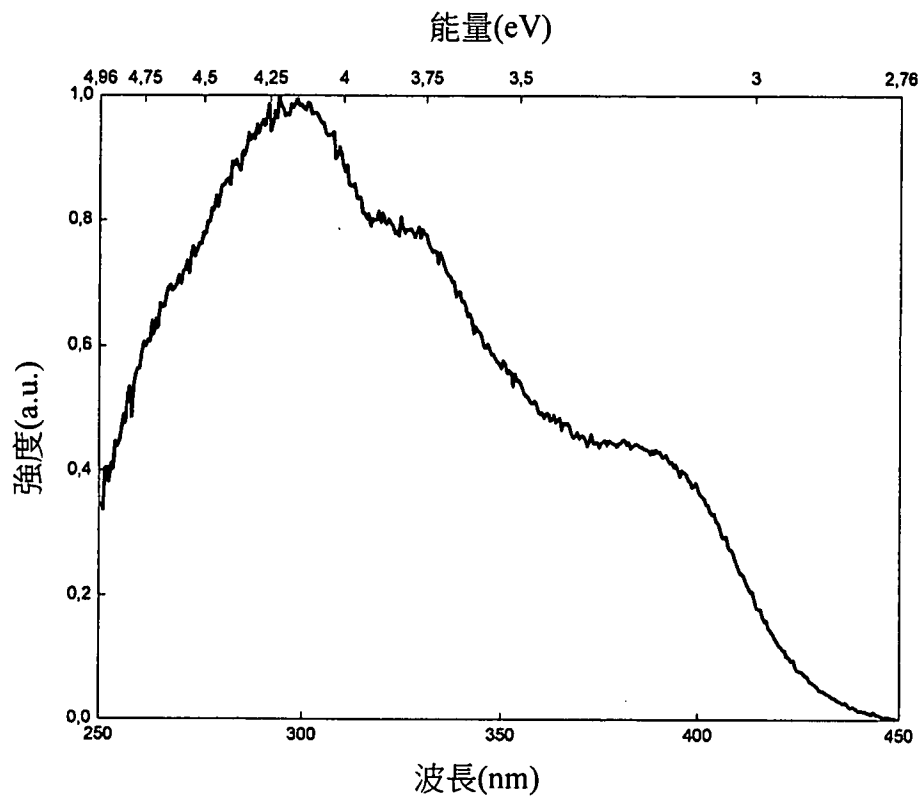


圖11

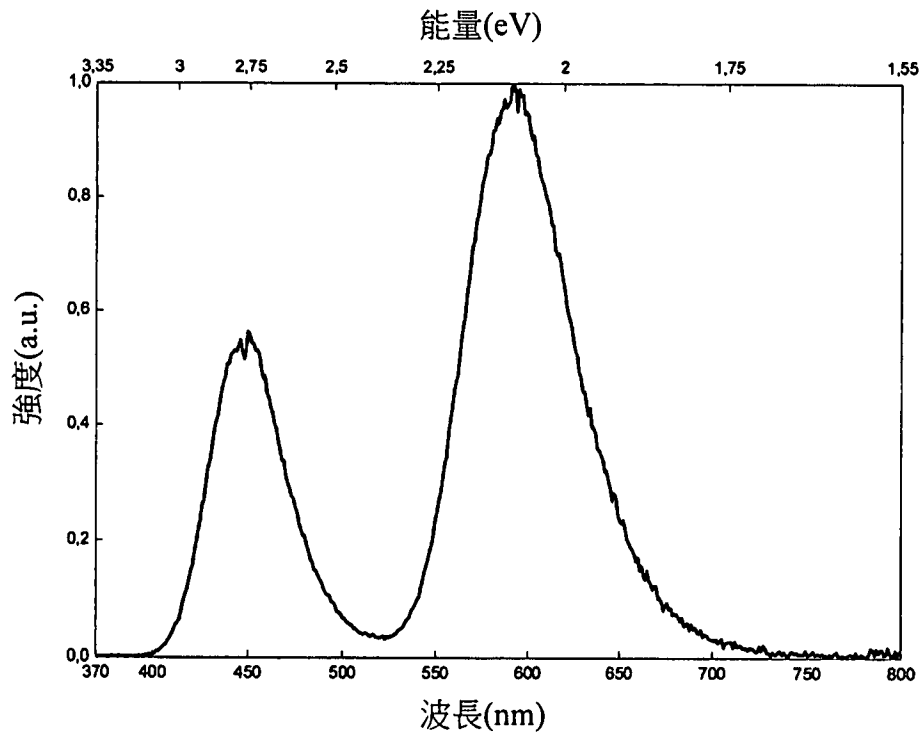


圖12

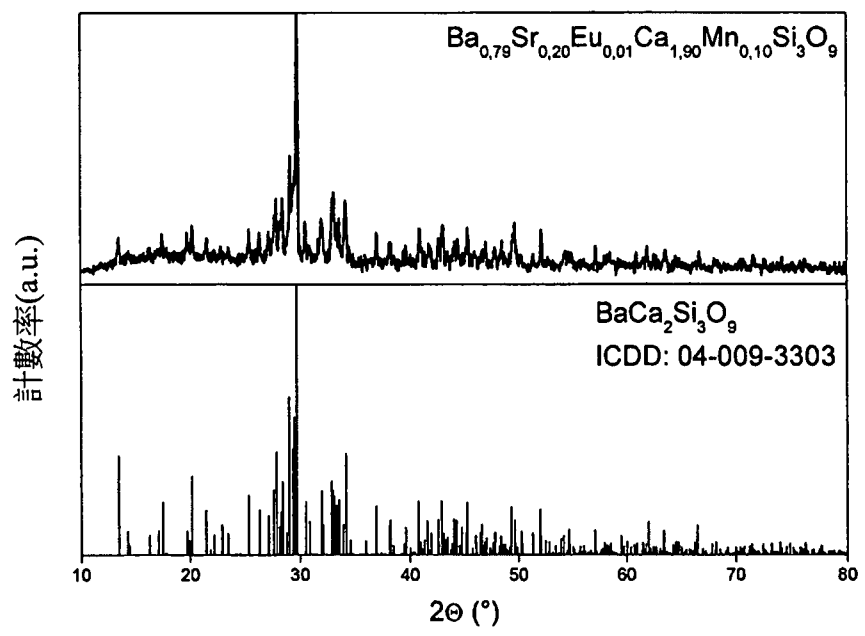


圖13

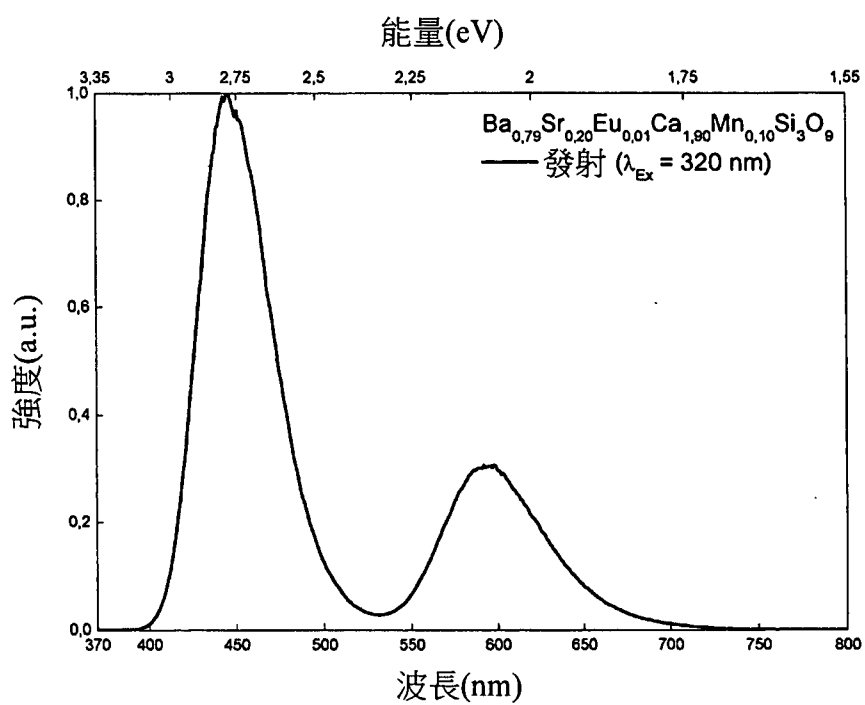


圖14

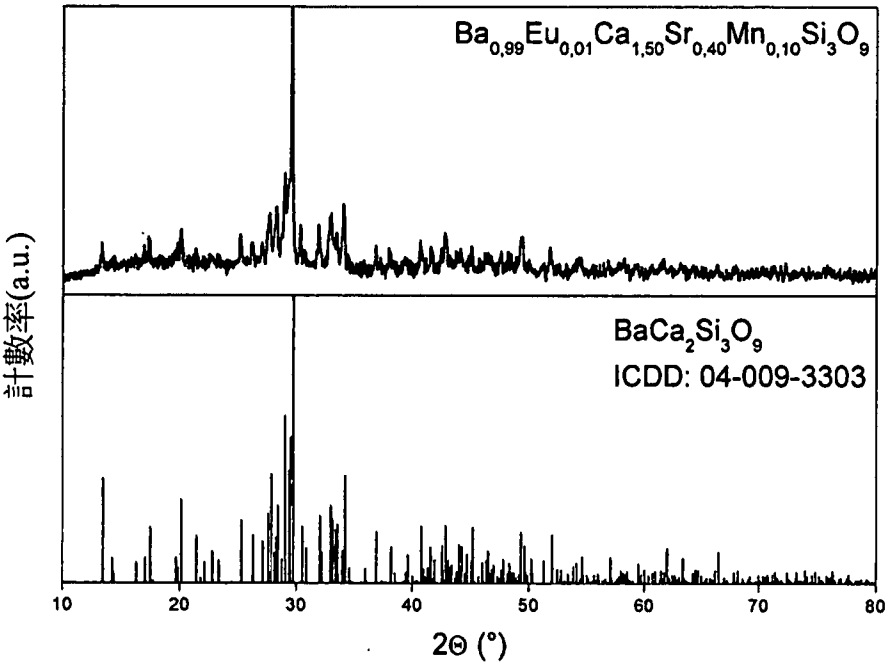


圖15

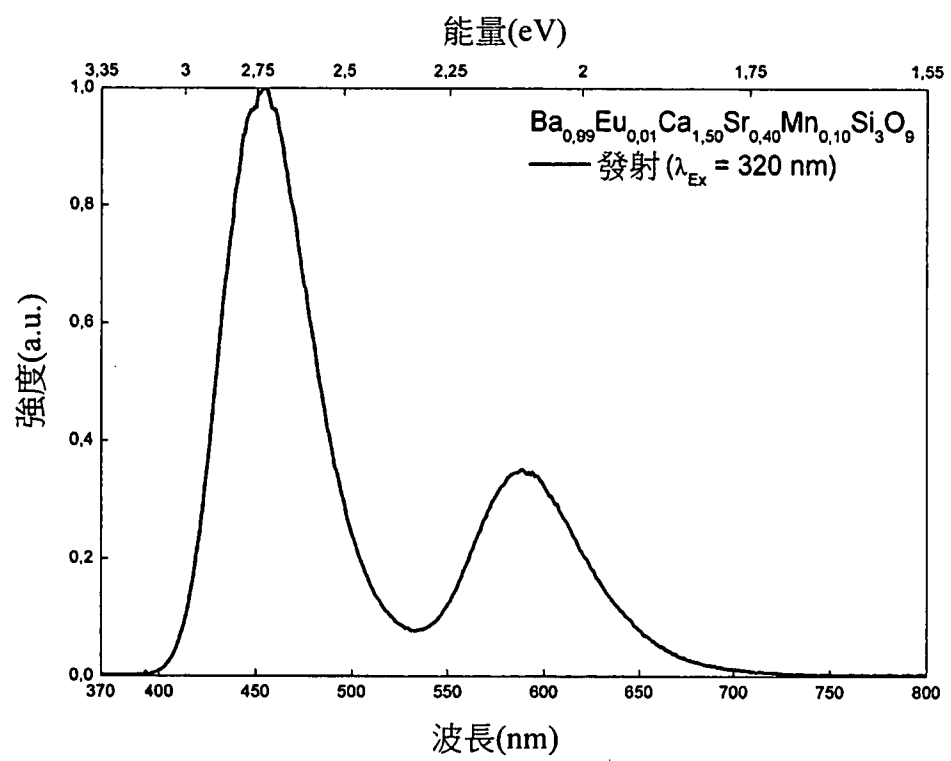


圖16

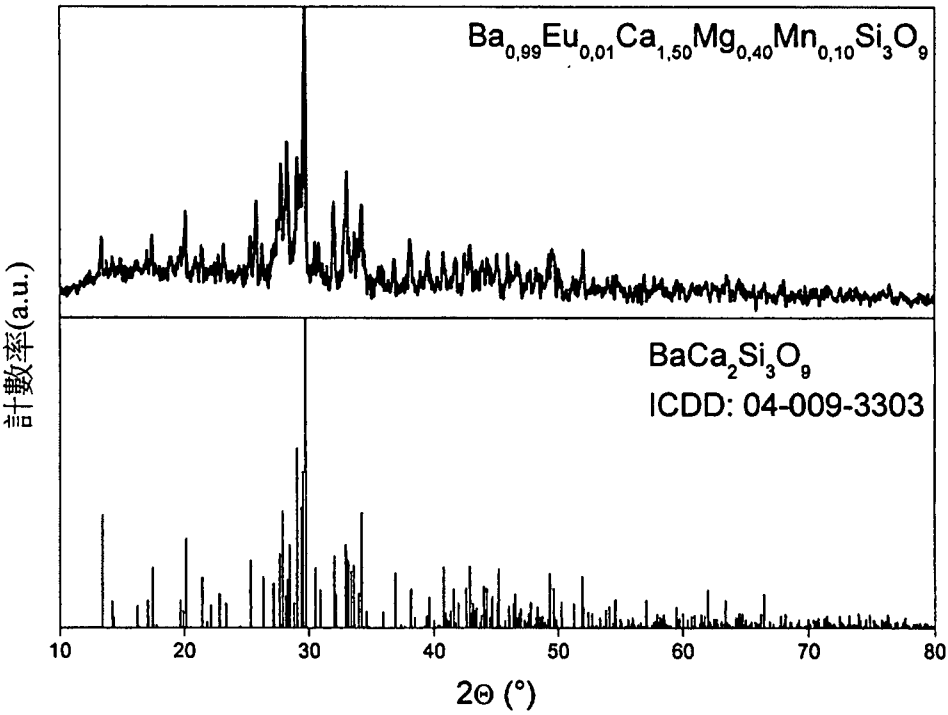


圖17

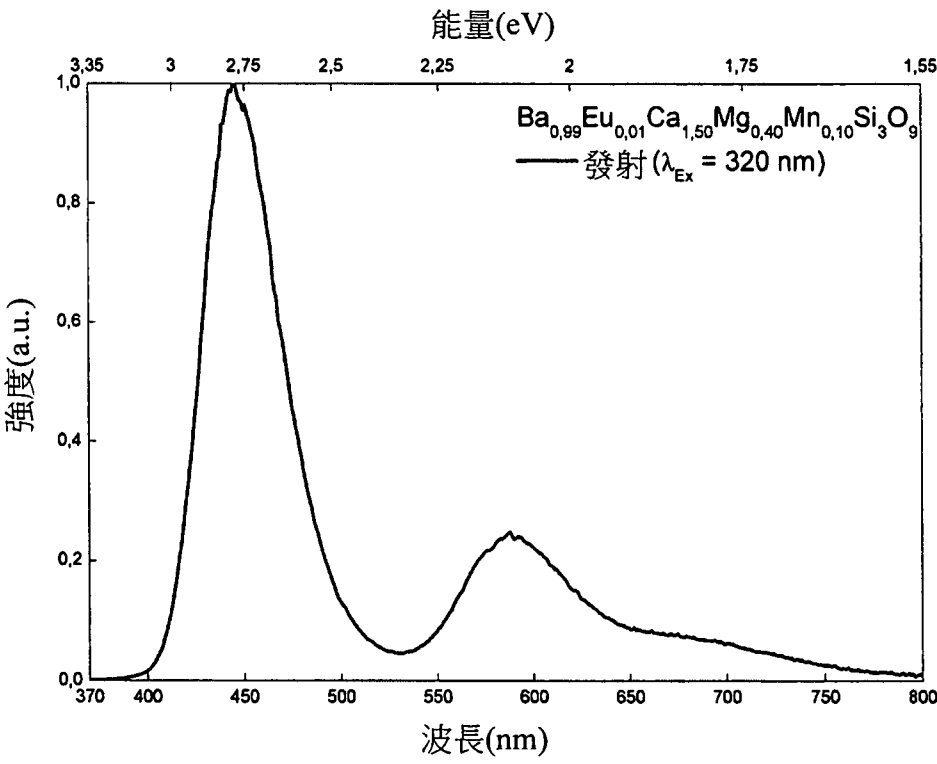


圖18

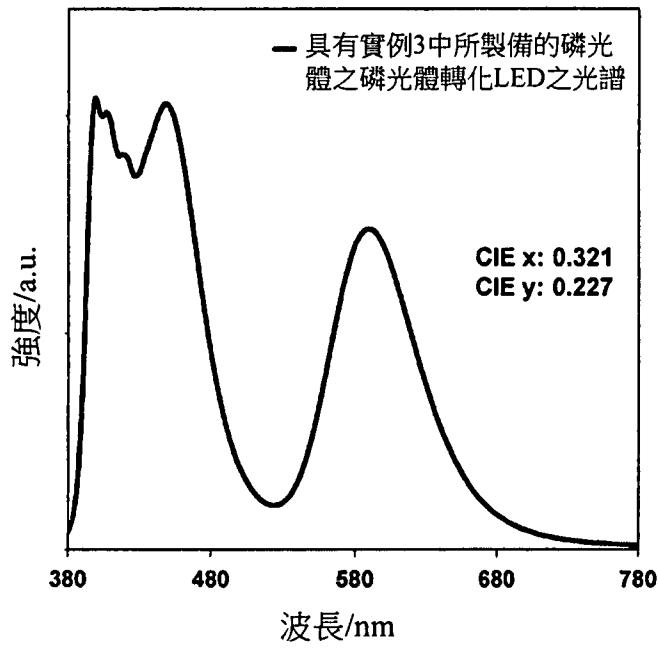


圖19

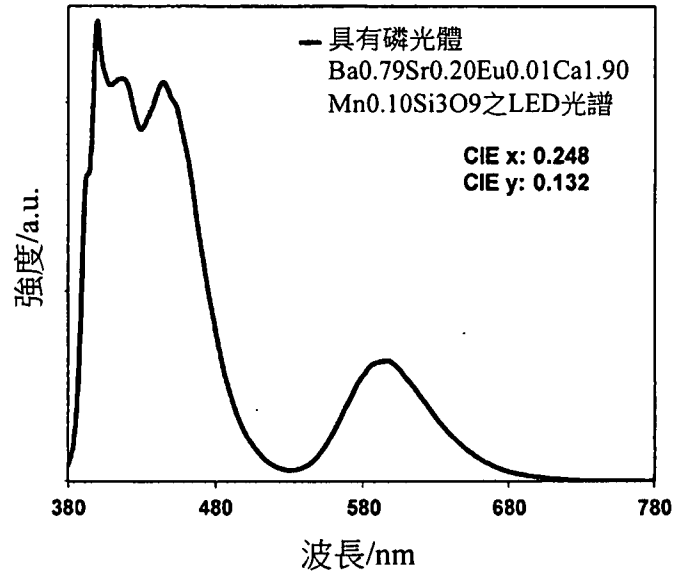


圖20

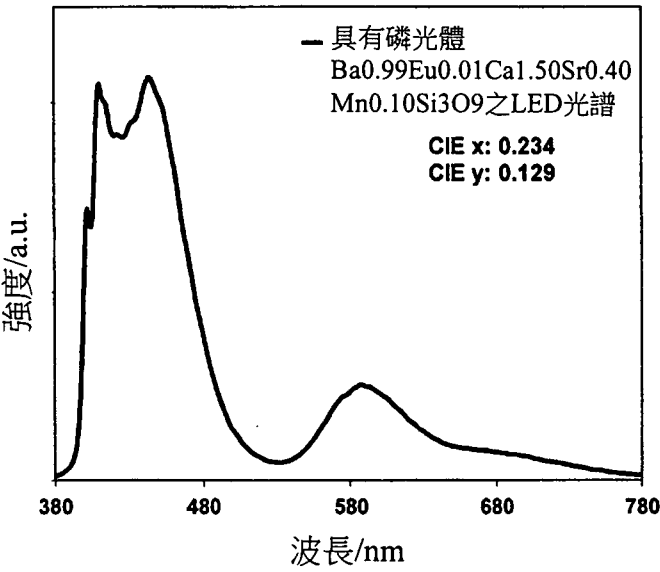


圖21