

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 94112145

※ 申請日期： 94.4.15

※IPC 分類：H01L 33/00, H05B 33/14,
(2006.01) (2006.01)
C09K 11/00, F21K 2/00
(2006.01) (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

散發白光之發光二極體

LIGHT-EMITTING DIODE THAT EMITS WHITE LIGHT

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

法商隆迪亞化學公司

RHODIA CHIMIE

代表人：(中文/英文)

丹尼爾 戴洛斯

DELOS, DANIEL

住居所或營業所地址：(中文/英文)

法國玻隆畢安可市艾達斯蓋洛街26號

26, QUAI ALPHONSE LE GALLO F-92512, BOULOGNE

BILLANCOURT CEDEX, FRANCE

國 籍：(中文/英文)

法國 FRANCE

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 克勞蒂 辛翠
CEINTREY, CLAUDE
2. 希爾瑞 樂 莫西爾
LE MERCIER, THIERRY
3. 艾庭 渥珊
WORTHAM, ETIENNE

國 籍：(中文/英文)

- 1.-3.均法國 FRANCE

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 法國；2004年04月16日；0404045

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明之發光二極體散發白光且其特徵在於其包括：一波長範圍在370奈米與429奈米之間的輻射發射源；一散發藍光及紅光之第一磷光質，其式為 $\text{Ba}_{3(1-x)}\text{Eu}_{3x}\text{Mg}_{1-y}\text{Mn}_y\text{Si}_2\text{O}_8(1)$ ，其中 $0 < x \leq 0.3$ 且 $0 < y \leq 0.3$ ；及一散發綠光之第二磷光質。根據另一實施例，該二極體包括相同上述源及化學組成為 $\text{Ba}_{3(1-x)}\text{Eu}_{3x}\text{Mg}_{1-y}\text{Mn}_y\text{Si}_2\text{O}_8$ 之單一磷光質，其中 $0 < x \leq 0.3$ 且 $0 < y \leq 0.3$ ，但其呈至少 Ba_2SiO_4 、 $\text{Ba}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 及 $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ 相之混合物的形態。本發明之二極體可用於照明裝置中。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種散發白光之發光二極體。

【先前技術】

發光二極體(LED)為目前正在廣泛發展的產品。尤其是正尋求獲得散發白光之LED。為達成此，且為了能夠具有良好的色彩再現(colour rendition)，在製造此等LED中，有必要使用至少三種磷光質之組合，每一磷光質散發一原色發射光。現在，需要使用盡可能少的磷光質以便更易於製造此等LED及/或改良其性能。

【發明內容】

本發明滿足此要求。

為此目的，根據本發明散發白光之發光二極體之特徵在於其包括：

一波長範圍在370奈米與420奈米之間的輻射發射源；

一散發藍光及紅光之第一磷光質，其式為：



其中 $0 < x \leq 0.3$ 且 $0 < y \leq 0.3$ ；及

一散發綠光之第二磷光質。

根據本發明之另一實施例，該散發白光之二極體之特徵在於其包括：

一波長範圍在370奈米與420奈米之間的輻射發射源；

一具有以下化學組成之磷光質：



其中 $0 < x \leq 0.3$ 且 $0 < y \leq 0.3$;

此磷光質呈至少 Ba_2SiO_4 、 $\text{Ba}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 及 $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ 相之混合物的形態。

根據本發明之各種實施例之LED之優點為僅包括少量磷光質。

【實施方式】

術語"稀土元素"應理解為意謂由銦、釷及元素週期表中原子序數在57與71之間(包含57及71)的元素所組成之群中的元素。

應指出在本說明書之其餘部分中，除非另外指出，在所給定之值的範圍中包含極限值。

在本發明之第一實施例的情況下，LED包括三個基本元件，其為一發射源與兩磷光質。

更明確地說，該發射源為一可發射波長在約370奈米至約420奈米範圍內之輻射的源。事實上，此為近紫外線至可見範圍的輻射。在該技術中此等源已為吾人熟知，例如，其可為InGaN、GaN或AlGaN型之半導體。

以本身已知之方式，為此源提供電連接以便連接至電路。由該源發射之輻射將用來激發本發明之LED之磷光質。

在第一實施例之情況下，LED包括能散發藍光與紅光之第一磷光質。此磷光質滿足以上給出之式(1)。

該磷光質為摻雜有可被視為鋇之部分替代物之鎔及可被視為鎂之部分替代物之錳的鋇/鎂矽酸鹽。

當經受UV激發(亦即在約370奈米與約420奈米之間之波

長範圍中之輻射)時，此產物尤其於紅色區中、而且於藍色區中，亦即就藍光而言在400奈米與500奈米之間之波長範圍中且就紅光而言在550奈米與720奈米之間，更特定言之在550奈米與700奈米之間之波長範圍中，具有良好產率的發光特性。

更特定言之，該磷光質滿足上述式(1)，其中 $0.0001 \leq x \leq 0.25$ 且 $0.0001 \leq y \leq 0.25$ 。

甚至更特定言之，該磷光質滿足上述式(1)，其中 $0.01 \leq x \leq 0.25$ 且 $0.01 \leq y \leq 0.25$ 。

可注意到化合物中鎔濃度有利地為至少0.01%以便獲取更高強度之發射。鎔濃度及錳濃度亦有利地至多占25%以便最小化不當的自淬滅(self-quenching)效應。以上指出之百分比對應於分別替代 Ba^{2+} 及 Mg^{2+} 離子之摻雜物離子 Eu^{2+} 及 Mn^{2+} 的莫耳含量。

根據另一變體，式(1)之磷光質滿足以下x及y值： $0.01 \leq x \leq 0.03$ 且 $0.04 \leq y \leq 0.06$ 。對於此等x及y值，發射強度最高。

根據另一變體，式(1)之磷光質滿足以下x及y值： $0.01 \leq x \leq 0.02$ 且 $0.05 \leq y \leq 0.1$ 。在此情況下，該磷光質對於藍及紅之每一顏色具有實質上相同之發射強度。

在最終變體中，式(1)之磷光質滿足以下x及y值： $0.09 \leq x \leq 0.11$ 且 $0.09 \leq y \leq 0.11$ 。在此情況下，磷光質在紅色中具有高發射強度。

最後，在式(1)之化合物中，鋁、鎂及矽可以由不同於上

述之彼等元素之元素來部分替代。因此，鋇可以由鈣及/或鋇以多至約30%之比例來部分替代，此比例藉由替代物/(替代物+鋇)之原子比來表達。鎂可以由鋅以多至約30%之比例來部分替代，此比例亦藉由鋅/(鋅+鎂)之原子比來表達。最後，矽可以由鍺、鋁及/或磷以多至約10%之比例來部分替代，此比例藉由替代物/(替代物+矽)之原子比來表達。

最後，此第一磷光質係呈純相的形態。此因為此產物之X射線圖僅揭示一個對應於 $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ 相的相。

根據第一實施例，LED之第二磷光質為散發綠光的磷光質。此意謂波長在約500奈米與約550奈米之間的光。當經受由上述源發射之輻射時，此磷光質能散發此光。

存在可用作根據本發明之LED之此類型第二磷光質的若干已知產物。

因此，此第二磷光質可選自以下給出之產物系列：

- 摻雜銅或摻雜銅及鋁的硫化鋅(ZnS)；
- 摻雜鎔的鹼土矽酸鹽；此意謂 $\text{Eu}^{2+}:\text{MSi}_2\text{O}_5$ 或 $\text{Eu}^{2+}:\text{M}_2\text{SiO}_4$ 類型之產物，M為諸如鋇或鋇的鹼土金屬；
- 摻雜鎔或摻雜與錳組合之鎔的鹼土鋁酸鹽，諸如以下類型之產物： $\text{Eu}^{2+}:\text{MAl}_2\text{O}_4$ ，M為諸如鋇的鹼土金屬； $\text{Eu}^{2+}:\text{M}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$ ，M為諸如鋇的鹼土；或為以下類型： $\text{Eu}^{2+}:\text{M}_{0.82}\text{Al}_{12}\text{O}_{18.82}$ 或 $(\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}):\text{M}_{0.82}\text{Al}_{12}\text{O}_{18.82}$ ，M為諸如鋇的鹼土金屬；
- 摻雜鈰及摻雜鈥的稀土硼酸鹽，諸如(例如)視需要與鈮組合之式 $(\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}):\text{MBO}_3$ 的產物，M為至少一稀土金

屬，諸如 Sc、Gd、Lu；

- 摻雜鎔及/或錳或摻雜鈾及鈾的鋅、鎂或鹼土硫代鎳酸鹽、硫代鋁酸鹽或硫代銅酸鹽；在此情況下，其可為摻雜物： MN_2S_4 類型的產物，M表示至少鋅、鎂或鹼土金屬，諸如(例如)Ca、Sr、Ba，且N表示至少Al、Ga及In；

- 摻雜鎔或摻雜鎔及鈾的鹼土磷酸鹽或硼磷酸鹽；在此提及者可由具有式 $(Eu^{2+}、Tb^{3+}):M_2P_2O_7$ 或具有式 $Eu^{2+}:M_6BP_5O_{20}$ 之產物組成，在該等式中M為鹼土金屬，諸如(例如)鋇；

- 摻雜鎔及鈾的稀土矽酸鹽，諸如式 $(Ce^{3+}、Tb^3):M_2SiO_5$ 的產物，M為至少一稀土金屬，諸如Y、Gd及Lu；

- 摻雜鎔的鈮氮矽酸鹽，諸如 $Ce^{3+}:Y_5(SiO_4)_3N$ ；

- 摻雜與鈾及鈾組合之鎔或與錳組合之鎔的鎂/稀土鋁酸鹽；所提及者可由摻雜物： $MMgAl_{10}O_{17}$ 類型的產物組成，M為至少一鹼土金屬，例如Ba、Sr組合物；及

- 摻雜視需要與錳組合之鎔的鎂/鹼土氯矽酸鹽，尤其是該(該等)摻雜物： $M_8Mg(SiO_4)Cl_2$ 類型的產物，M為鹼土金屬，例如鈣。

以本身已知之方式，將在上文剛提及之產物中作為摻雜物被提及的產物與基質組合使用，以便賦予其所需的發光特性。

作為本發明環境中之第二較佳磷光質，可能使用摻雜鎔的 Ba_2SiO_4 、摻雜鎔的 $SrGa_2S_4$ 、摻雜銅或摻雜銅及鋁的硫化鋅、及摻雜鎔的 $SrAl_2O_4$ 。

亦可將一種化合物用作第二磷光質，該化合物係基於至少一元素A(選自鹼土金屬)、至少一元素B(選自鋁、鎵或銦)、硫、及可賦予該化合物發光特性之摻雜物，該第二磷光質呈 AB_2S_4 類型之主要結晶相與 B_2S_3 類型之結晶相的混合物之形態。在專利申請案WO 02/100976中描述了該化合物，讀者可參考其教示。更特定言之元素B可為鎵且元素A可為鋇。該摻雜物可選自二價錳、二價稀土金屬及選自包括與鹼金屬組合之三價稀土金屬之群，摻雜物可更特定地為與鹼金屬組合之銦II或鐿。

用於本發明之式(1)之磷光質一般藉由在高溫下之固態反應來製備。

所要金屬之氧化物、或能藉由加熱形成此等氧化物之有機或無機化合物，諸如上述金屬之碳酸鹽、草酸鹽、氫氧化物、乙酸鹽、硝酸鹽及硼酸鹽，可直接作為開始產物(starting product)來使用。

特別藉由研磨來形成精細混合物，使在細碎狀態中的所有開始產物具有適當濃度。

亦可設想藉由自所要氧化物之前驅體之溶液(例如在水介質中)共沉澱來製備開始混合物。

隨後將開始產物之混合物在約 500°C 至約 1300°C 之間之溫度下，歷時一小時至約100小時，加熱至少一次。最好在助熔劑(例如 NH_4Cl 類型)存在下且至少部分於還原氣氛(例如氫中之氫)中執行該加熱，以便將銦完全變為二價態。

現在將描述本發明之第二實施例。

與第一實施例之差異為該二極體現在僅包括一種磷光質。此為滿足以上給出之化學組成的產物。此組成對應於以上給出之具有上述x及y值的式(1)。在此磷光質的情況下，以上提及之所有更特定的x及y值、及針對鋇、鎂及矽之可能的部分替代物所提及者在此亦適用。然而，不同於第一實施例之呈純相之形態的磷光質，此磷光質係呈至少三相之混合物的形態。其為至少 Ba_2SiO_4 、 $\text{Ba}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 及 $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ 相。視需要， BaCO_3 類型之額外相可存在。此等相之存在由X射線分析及所得的圖來表示。

當經受如以上說明之相同類型的UV激發時(在約370奈米與約420奈米之間)，此產物不僅發紅光及藍光，而且發綠光(在500奈米與550奈米之間發射)。因此，在此第二實施例的情況下，本發明之散發白光之LED僅包括單一磷光質。

第二實施例之磷光質亦可藉由在高溫下自所要金屬之氧化物、或自能藉由加熱形成此等氧化物之有機或無機化合物(諸如該等金屬之碳酸鹽、草酸鹽、氫氧化物、乙酸鹽、硝酸鹽及硼酸鹽)的固態/固態反應來製備。

在此情況下，形成所有開始產物具有適當濃度的均質混合物。此混合物係藉由簡單地解聚集開始產物之粉劑而不將其研磨來形成。其次，執行煅燒操作。可在無助熔劑的情況下執行此煅燒。由於以上給出之原因，故最好(至少部分地)在還原氣氛(例如氫中之氫)中且在較佳為約至少500°C及至多1150°C之溫度下執行其。

在所描述之兩實施例中，最好使用具有至多20微米且較

佳至多10微米之尺寸的磷光質，其平均尺寸可在(例如)3微米與6微米之間。此等尺寸值係藉由雷射繞射技術及使用COULTER型粒徑分析器(配以450瓦超音波探針)而判定者。

在所描述之兩實施例中，且以製造LED的已知方式，將該或該等磷光質併入聚合物基質中，例如環氧樹脂型聚合物基質，將上述輻射發射源插入該基質中，全部組件係置放於一封裝中。

在第一實施例的情況中，由該LED散發之白光的比色(colorimetry)取決於兩磷光質的性質且取決於其各自比例。如已知的，此等比例可藉由確定該等磷光質之每一者之相對量子產量來定義。

最後，本發明係關於一種照明裝置，其特徵在於其包括上述類型之二極體。此等裝置，諸如燈，係熟知的且由(例如)分層插入至封裝中的一或多個LED形成，該封裝之一表面為透明的。

現在將給出實例。

實例 1

此實例係關於可用於本發明之第一實施例的磷光質，其滿足(2% Eu^{2+} , 5% Mn^{2+}): $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$ 之組成，且係關於對應於式 $\text{Ba}_{2.94}\text{Eu}_{0.06}\text{Mg}_{0.95}\text{Mn}_{0.05}\text{Si}_2\text{O}_8$ (摻雜物離子之所指示百分比對應於分別替代 Ba^{2+} 及 Mg^{2+} 離子之 Eu^{2+} 及 Mn^{2+} 離子的莫耳含量)的磷光質。以固態混合按照化學計量比例之 BaCO_3 、 Eu_2O_3 、 $(\text{MgCO}_3)_4\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 MnCO_3 及 SiO_2 氧化物來開始該過程。將0.4莫耳 NH_4Cl 作為助熔劑加入該混

合物。

<u>開始產物</u>	<u>用量</u>
BaCO ₃	1.8629 g
Eu ₂ O ₃	0.0339 g
(MgCO ₃) ₄ Mg(OH) ₂ ·5H ₂ O	0.2963 g
MnCO ₃	0.0185 g
SiO ₂	0.3858 g
NH ₄ Cl	0.0687 g

藉由研磨來均勻混合此等開始產物。將置放於坩堝中之混合物放入爐中，在該爐中其經受兩加熱處理。在空氣中在600°C執行第一加熱處理4小時。隨後研磨氧化鋁坩堝中的顏色為灰色之該混合物並將其放回至該爐。在以10%之Ar/H₂混合氣體將該爐淨化4小時之後，在此還原氣氛中在1200°C將該混合物加熱4小時。所使用之溫度上升速率及溫度下降速率皆為360°C/h。所獲得之產物呈白色粉末的形態。

實例 2

此實例係關於可用於本發明之第一實施例的磷光質，其滿足(2% Eu²⁺, 20% Mn²⁺):Ba₃MgSi₂O₈之組成且對應於式Ba_{2.94}Eu_{0.06}Mg_{0.8}Mn_{0.2}Si₂O₈。如實例1中，以固態混合按照化學計量比例之BaCO₃、Eu₂O₃、(MgCO₃)₄Mg(OH)₂·5H₂O、MnCO₃及SiO₂氧化物來開始該過程。將0.4莫耳NH₄Cl作為助熔劑加入該混合物。

<u>開始產物</u>	<u>用量</u>
BaCO ₃	1.8629 g
Eu ₂ O ₃	0.0339 g
(MgCO ₃) ₄ Mg(OH) ₂ ·5H ₂ O	0.2492 g
MnCO ₃	0.0740 g
SiO ₂	0.3858 g
NH ₄ Cl	0.0687 g

隨後操作模式與實例1之操作模式一致。

圖1中之曲線給出激發波長為370奈米時如此獲得之化合物的發射譜。因此可見，回應於UV範圍中之激發，該化合物在紅色區中發射(峰值在約625奈米)且亦在藍色區中發射(峰值在約440奈米)。

圖2中展示了發射波長為623奈米時實例1之化合物的激發譜。自此圖式顯而易見的是在波長為350奈米時達到最大產率。在350奈米與400奈米之間，相對產率在100%與78%之間變化。

實例3

自實例1之磷光質與以WO 02/100976之實例1中所描述之方式獲得之式 $(\text{Sr}_{0.95}\text{Eu}_{0.05})\text{Ga}_{2.1}\text{S}_4$ 之化合物、以不同重量比例形成一混合物。以下給出的為所獲得之混合物的三色座標。此等座標係根據NF X 08-12標準(x,y CIE 1931系統)，自混合物之發射譜計算出。

磷光質(實例1)	60%	70%
$(\text{Sr}_{0.95}\text{Eu}_{0.05})\text{Ga}_{2.1}\text{S}_4$	40%	30%
三色座標	x=0.341 y=0.374	x=0.352 y=0.325

實例4

此實例係關於可用於本發明之第二實施例的磷光質。

所製備之化合物就其調配而言係與實例1之化合物一致。如實例1中所描述，此過程以相同開始產物及以相同量開始。然而，簡單地將此等產物混合且解聚集而不研磨其。

其次，如實例1執行煅燒操作。

圖3給出激發波長為370奈米時如此獲得之化合物的發射譜。因此可見，回應於UV範圍中之激發，該化合物在紅色區中發射(峰值在約625奈米)、在藍色區中發射(峰值在約440奈米)且亦在綠色區中發射(峰值在約510奈米)。

該化合物之三色座標係自圖3之發射譜且根據上述標準而計算出。此等座標為 $x=0.36$ 且 $y=0.4$ 。

實例5至7

此等實例係關於可用於本發明之第一實施例的磷光質。

如實例1中藉由混合開始產物且藉由將其研磨30分鐘來開始該過程以製備該等產物。在空氣中在950°C執行第一加熱處理2小時。由煅燒或操作產生之產物係與按重量計1%之 NH_4Cl 混合歷時30分鐘。隨後在由含有5% H_2 之 Ar/H_2 混合氣體組成的還原氣氛中在1200°C將該混合物加熱4小時。在該處理之後，將產物輕微研磨。

以下表1給出開始產物的用量(按克計算)且表2給出所獲得之磷光質的分子式。

表1

實例	BaCO_3	$\text{Mg}(\text{OH})_2$, $4\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	SiO_2	Eu_2O_3	MnCO_3
5	18.771	2.769	3.932	0.338	0.395
6	17.142	2.754	3.910	1.681	0.393
7	17.059	2.436	3.891	1.673	0.782

表2

實例	
5	$\text{Ba}_{2.94}\text{Eu}_{0.06}\text{Mg}_{0.9}\text{Mn}_{0.1}\text{Si}_2\text{O}_8$
6	$\text{Ba}_{2.70}\text{Eu}_{0.30}\text{Mg}_{0.9}\text{Mn}_{0.1}\text{Si}_2\text{O}_8$
7	$\text{Ba}_{2.70}\text{Eu}_{0.30}\text{Mg}_{0.8}\text{Mn}_{0.2}\text{Si}_2\text{O}_8$

圖4所示之曲線給出激發波長為370奈米時如此獲得之化

化合物的發射譜。可見實例5之化合物在藍色區中及在紅色區中具有大體上相似之發射強度。然而，對於實例6之化合物最大化了在紅色區中的發射。

【圖式簡單說明】

圖1為展示激發波長為370奈米時根據本發明之兩種磷光質之發射譜的圖；

圖2為展示發射波長為623奈米時根據本發明之一種磷光質之激發譜的圖；

圖3為展示激發波長為370奈米時根據本發明之一種磷光質之發射譜的圖；及

圖4為展示激發波長為370奈米時根據本發明之三種磷光質之發射譜的圖。

十、申請專利範圍：

102年(明)修正
P.1-3

1. 一種散發白光的發光二極體，特徵在於其包括：

- 一波長範圍在 370 奈米與 420 奈米之間的輻射發射源；
- 一散發藍光及紅光之第一磷光質，其式為：



其中 $0 < x \leq 0.3$ 且 $0 < y \leq 0.3$ ，且其中 Ba、Mg 及 Si 未被 Eu 及 Mn 以外之元素替代；及

- 一散發綠光之第二磷光質。

2. 如請求項 1 之二極體，特徵在於其包括一作為第二磷光質之磷光質，該磷光質選自：

- 摻雜銅或摻雜銅及鋁的硫化鋅；
- 摻雜鎔的鹼土矽酸鹽；
- 摻雜鎔的鹼土鋁酸鹽；
- 摻雜鈾及鈾的稀土硼酸鹽；
- 摻雜鎔及/或錳的鋅、鎂或鹼土硫代鎳酸鹽、硫代鋁酸鹽或硫代鈮酸鹽；
- 摻雜鎔或摻雜鎔及鈾的鹼土磷酸鹽或硼磷酸鹽；
- 摻雜鎔及鈾的稀土矽酸鹽；
- 摻雜鎔的鈮/氮矽酸鹽；
- 摻雜與鈾及鈾組合之鎔或與錳組合之鎔的鎂/稀土鋁酸鹽；及
- 摻雜視需要與錳組合之鎔的鎂/鹼土氮矽酸鹽。

3. 如請求項1之二極體，特徵在於其包括一作為第二磷光質之磷光質，該磷光質選自：摻雜銻之 Ba_2SiO_4 、摻雜銻的 SrGa_2S_4 、摻雜銅或摻雜銅及鋁的硫化鋅、及摻雜銻的 SrAl_2O_4 ；及基於選自鹼土金屬之至少一元素A、選自鋁、鎵或銦之至少一元素B、硫、及一可賦予該化合物發光特性之摻雜物的化合物，該第二磷光質呈 AB_2S_4 類型之一主要結晶相與 B_2S_3 類型之一結晶相的混合物之形態。
4. 如請求項1之二極體，特徵在於其包括式(1)之一磷光質或具有上述化學組成之一磷光質，其中 $0.0001 \leq x \leq 0.25$ 且 $0.0001 \leq y \leq 0.25$ 。
5. 如請求項4之二極體，特徵在於其包括式(1)之一磷光質或具有上述化學組成之一磷光質，其中 $0.01 \leq x \leq 0.25$ 且 $0.01 \leq y \leq 0.25$ 。
6. 如請求項5之二極體，特徵在於其包括式(1)之一磷光質或具有上述化學組成之一磷光質，其中 $0.01 \leq x \leq 0.03$ 且 $0.04 \leq y \leq 0.06$ 。
7. 如請求項5之二極體，特徵在於其包括式(1)之一磷光質或具有上述化學組成之一磷光質，其中 $0.01 \leq x \leq 0.02$ 且 $0.05 \leq y \leq 0.1$ 。
8. 如請求項5之二極體，特徵在於其包括式(1)之一磷光質或具有上述化學組成之一磷光質，其中 $0.09 \leq x \leq 0.11$ 且 $0.09 \leq y \leq 0.11$ 。
9. 如請求項5之二極體，特徵在於其包括式(1)之一磷光質或具有上述化學組成之一磷光質，其中x為0.1且y為0.1，或

x 為 0.1 且 y 為 0.2 。

10. 一種照明裝置，特徵在於其包括一如請求項 1 之二極體。

十一、圖式：

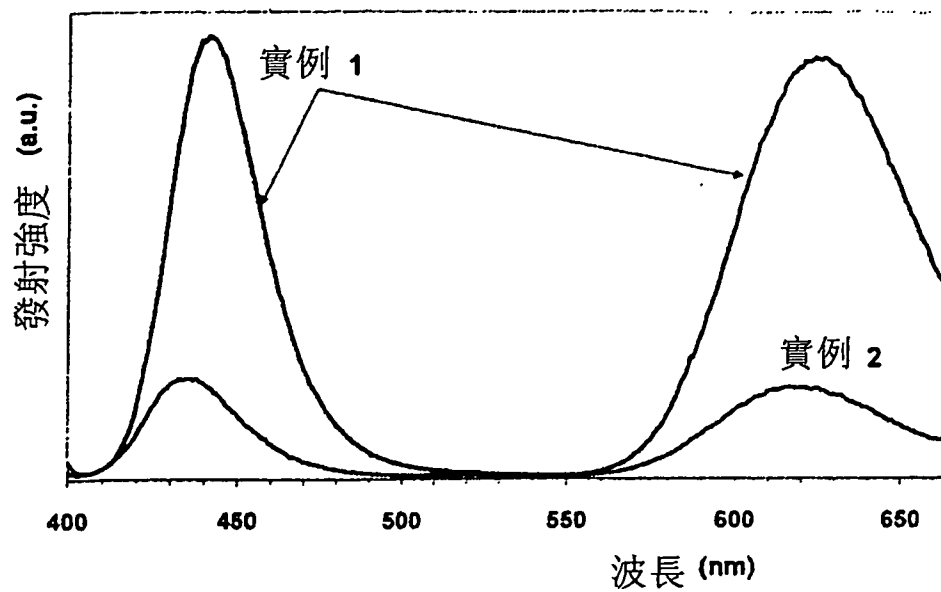


圖 1

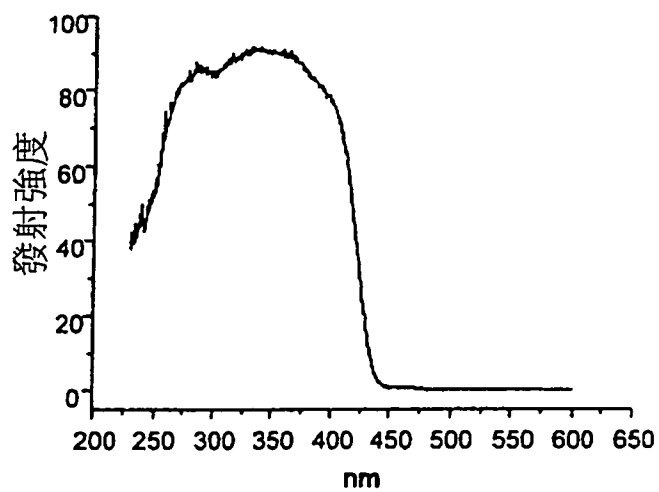


圖 2

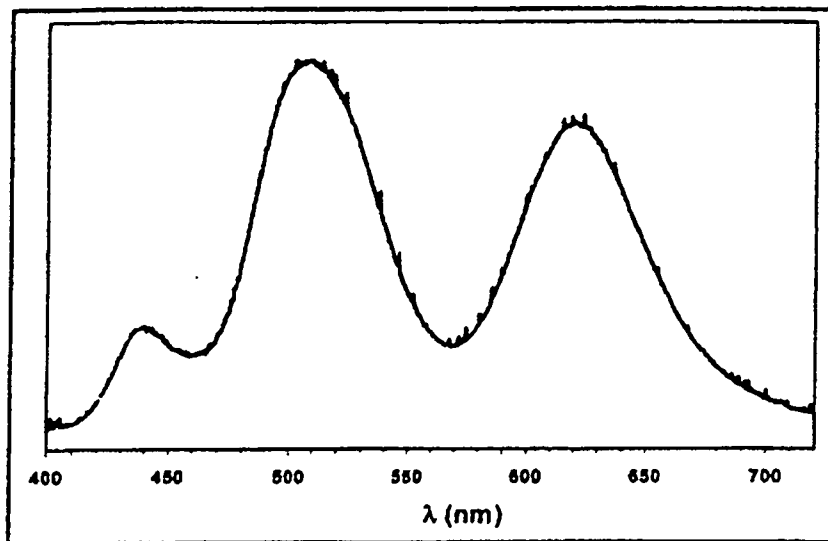


圖 3

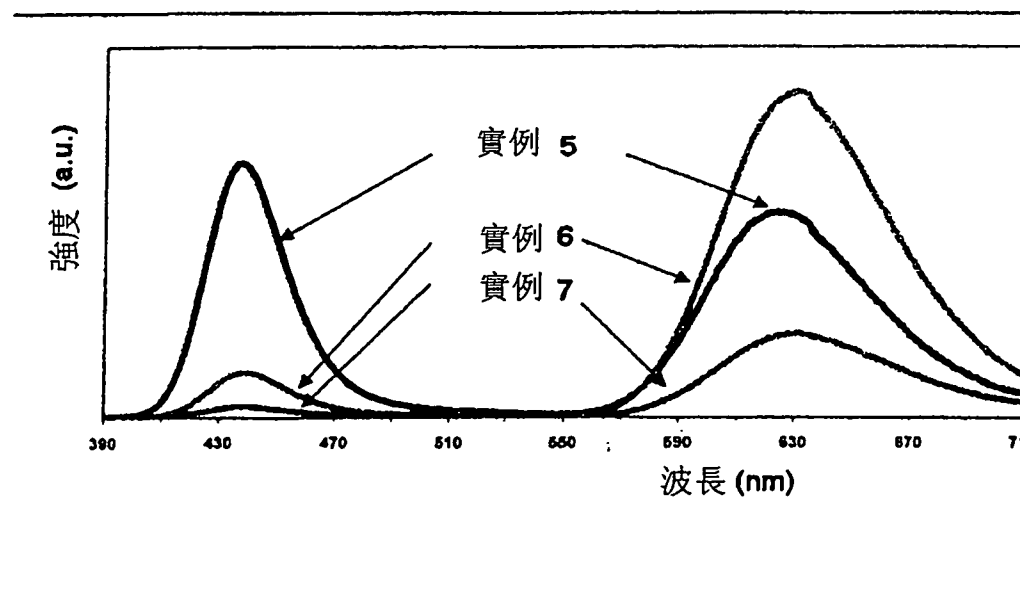


圖 4