



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I497747 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 21 日

(21) 申請案號：098117973

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 01 日

(51) Int. Cl. : **H01L33/00 (2010.01)**

(30) 優先權：2008/06/02 日本 2008-144557

(71) 申請人：松下電器產業股份有限公司 (日本) PANASONIC CORPORATION (JP)
日本

(72) 發明人：石森淳允 ISHIMORI, ATSUYOSHI (JP)；大鹽祥三 OSHIO, SHOZO (JP)；上野康晴 UENO, YASUHARU (JP)；谷本憲保 TANIMOTO, NORIYASU (JP)

(74) 代理人：惲軼群；陳文郎

(56) 參考文獻：

WO 2007/080555A1

WO 2007/107917A2

WO 2007/144809A1

審查人員：湯欽全

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：38 共 128 頁

(54) 名稱

半導體發光裝置及使用該發光裝置之光源裝置

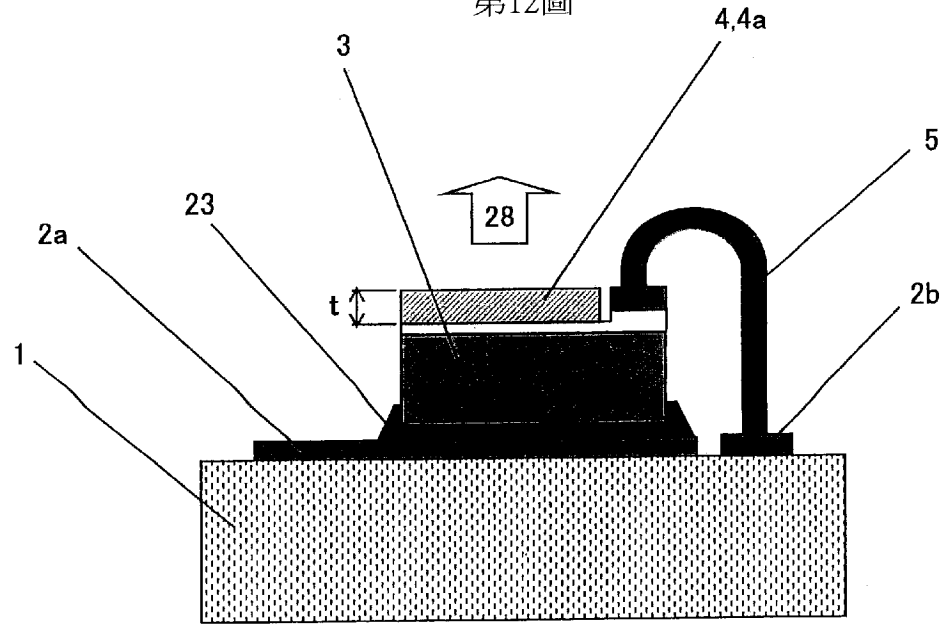
SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING APPARATUS AND LIGHT SOURCE APPARATUS USING THE SAME

(57) 摘要

一種半導體發光裝置包括一固態發光元件及一波長轉換器，該波長轉換器將以該固態發光元件發出之一次光轉換成一較長波長之二次光。該波長轉換器是一包括一透明波長轉換層之無機壓成體，該透明波長轉換層含有具有一石榴石晶體結構之磷光體。該磷光體含有一組成元素群，該組成元素群由至少一選自於由 Mg、Ca、Sr、Ba、Y、La、Gd、Tb 及 Lu 構成之群組之元素所構成。該組成元素群之一部份被 Ce^{3+} 取代，且 Ce^{3+} 之量小於整個組成元素群之 1 原子%。因此，提供一種適合作為一點光源之高功率且具高可靠性之半導體發光裝置。此外，這種半導體發光裝置係透過簡單應用傳統使用之實用技術製造。

A semiconductor light emitting apparatus includes a solid-state light emitting device and a wavelength converter that converts primary light emitted by the solid-state light emitting device into secondary light at a longer-wavelength. The wavelength converter is an inorganic compact that includes a transparent wavelength conversion layer containing phosphor having a garnet crystal structure. The phosphor contains a constituent element group composed of at least one element selected from the group consisting of Mg, Ca, Sr, Ba, Y, La, Gd, Tb, and Lu. Part of the constituent element group is substituted by Ce^{3+} and the amount of Ce^{3+} is 1 atomic% less of the entire constituent element group. As a result, a high-power and highly reliable semiconductor light emitting apparatus suitable as a point light source is provided. In addition, such a semiconductor light emitting apparatus is manufactured through a simple application of traditionally used practical technicians.

第12圖



- 1 . . . 散熱基板
- 2a . . . 導體 A
- 2b . . . 導體 B
- 3 . . . 固態發光元件
- 4 . . . 波長轉換器
- 4a . . . 波長轉換層
- 5 . . . 導體 C
- 23 . . . 黏著劑
- 28 . . . 輸出光
- t . . . 厚度

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

技術領域

本發明係有關於用來作為車輛頭燈與投影光源之點光源的半導體發光裝置，且亦有關於使用這種半導體發光裝置之光源裝置。

【先前技術】

背景技術

前述半導體發光裝置之例包括一白光LED，該白光LED具有固態發光元件及一將由該固態發光元件發出之一次光轉換成較長波長光之波長轉換器。通常在這種白光LED(以下，稱為“LED晶片”或僅稱為“晶片”)中使用的是一發光二極體，該發光二極體具有一InGa_N系化合物半導體的發光層。該波長轉換器之一例係一由一分散在一透明樹脂中之磷光體粉末(磷光體顆粒)製成的樹脂磷光體層。

近年來，較高輸出之半導體發光裝置的需求不斷增加。但是，不幸地，欲增加一半導體發光裝置機構之輸出功率意味著要增加由該LED晶片發出之螢光性激發光，如此將因該磷光體伴隨波長轉換而產生之能量損失(史托克(Stokes)損失)而導致熱產生。此熱累積在該樹脂磷光體層中，使該樹脂磷光體層之溫度上升，這會增加在該固體中之晶格振動，減少光子轉換效率。

此外，由於該樹脂磷光體層之溫度上升及暴露於由該LED晶片發出之強力一次光，所以該樹脂磷光體層之透明

樹脂與周圍組成構件及大氣進行加速之化學反應。該透明樹脂之物理性質受到不利之影響，使光輸出與可靠性減少(例如，透光率之減少)。

有鑒於前述缺點，有人建議使用一陶瓷壓成體(例如，透明磷光體陶瓷、磷光體玻璃、或光功能性複合陶瓷之一壓成體(compact))作為該波長轉換器，且該陶瓷壓成體具有一高熱導率與極佳散熱性以抑制該波長轉換器之溫度上升(請參見下列專利文獻1與2)。

[專利文獻1]

JP專利申請案公開第2004-146835號

[專利文獻2]

JP專利申請案公開第2006-5367號

【發明內容】

[發明概要]

[技術問題]

但是，一由一具有一有典型Ce³⁺取代量之石榴石結構製成的陶瓷壓成體不足以達成有效之波長轉換及產生預期之輸出。

本發明係欲解決前述問題而作成且目的在於提供一半導體發光裝置，即使其中使用一具有極佳散熱性之波長轉換器，該半導體發光裝置亦可產生高功率輸出。本發明之目的亦在於提供一使用該半導體發光裝置之光源裝置。

[問題之解決]

為了解決前述問題，本發明之半導體發光裝置包括：

一可操作以發射一次光之固態發光元件；及一可操作以將該一次光轉換為一較長波長之二次光的波長轉換器。該波長轉換器是一無機壓成體，該無機壓成體包括一含有一磷光體之透明波長轉換層，該磷光體具有一石榴石晶體結構。該磷光體含有一由一或多個選自於Mg、Ca、Sr、Ba、Y、La、Gd、Tb及Lu之元素所構成的組成元素群，且該組成元素群之一部份被 Ce^{3+} 取代。該 Ce^{3+} 取代之量係在一由0.01原子%至1原子%之範圍內，且包含0.01原子%與1原子%兩者。

另一方面，本發明之光源裝置具有本發明之任一半導體發光裝置。

[發明之有利效果]

本發明之半導體發光裝置具有一波長轉換器，該波長轉換器是一無機壓成體。藉此，可達成極佳散熱性。

此外，由於該組成元素群之 Ce^{3+} 取代部份之量受限於等於或小於1原子%，可確保波長轉換效率為高(絕對量子效率為等於或大於80%)且因此確保高功率輸出。該半導體發光裝置可發出經適當調整以達成一般照明目的之更多照明光。本發明可提供一適用於達成一般照明目的之高功率半導體發光裝置。

[圖式簡單說明]

[第1圖]

第1圖是一俯視圖，顯示本發明一示範性半導體發光裝置。

[第2圖]

第2圖是一橫截面側視圖，顯示本發明一固態發光元件之示範性構形。

[第3圖]

第3圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之固態發光元件之另一示範性構形。

[第4圖]

第4圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之固態發光元件之又一示範性構形。

[第5圖]

第5圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之固態發光元件之再一示範性構形。

[第6圖]

第6圖是一橫截面側視圖，顯示一習知波長轉換器之構形。

[第7圖]

第7圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之一示範性構形。

[第8圖]

第8圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之另一示範性構形。

[第9圖]

第9圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之又一示範性構形。

[第10圖]

第10圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之再一示範性構形。

[第11圖]

第11圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之另一示範性構形。

[第12圖]

第12圖是本發明之示範性半導體發光裝置的一橫截面側視圖。

[第13圖]

第13圖是本發明之示範性半導體發光裝置的另一橫截面側視圖。

[第14圖]

第14圖是本發明之示範性半導體發光裝置的又一橫截面側視圖。

[第15圖]

第15圖是本發明之示範性半導體發光裝置之熱傳導路徑的一橫截面側視圖。

[第16圖]

第16圖是本發明之一示範性光源裝置的一橫截面側視圖。

[第17圖]

第17圖是本發明之另一示範性光源裝置的一橫截面側視圖。

[第18圖]

第18圖是一表，顯示多數白光LED之發射光之相關色溫。

[第19圖]

第19圖是一圖表，顯示由各個白光LED所發射之光の色度。

[第20圖]

第20圖是本發明一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第21圖]

第21圖是本發明另一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第22圖]

第22圖是本發明又一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第23圖]

第23圖是本發明再一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第24圖]

第24圖是本發明另一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第25圖]

第25圖是 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 磷光體粉末之內部量子效率的圖。

[第26圖]

第26圖是顯示 Ce^{3+} 取代量與該內部量子效率間之關係的圖。

[第27圖]

第27圖是本發明另一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第28圖]

第28圖是本發明又一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第29圖]

第29圖是本發明再一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第30圖]

第30圖是顯示 Gd^{3+} 取代量與該內部量子效率間之關係的圖。

[第31圖]

第31圖是一圖表，顯示由白光LED所發出之光的色度。

[第32圖]

第32圖是顯示 Ce^{3+} 取代量與溫度特性間之關係的圖。

[第33圖]

第33圖是顯示 Gd^{3+} 取代量與溫度特性間之關係的圖。

[第34圖]

第34圖是一圖表，顯示由白光LED所發出之光的相關色溫。

[第35圖]

第35圖是一表，顯示由白光LED所發出之光的色度。

[第36圖]

第36圖是顯示 Gd^{3+} 與溫度特性間之關係的圖。

[第37圖]

第37圖是一表，顯示由該 Ce^{3+} 取代量與該 Gd^{3+} 取代量所決定之溫度範圍。

[第38圖]

第38圖是一表，顯示由該 Ce^{3+} 取代量與該 Gd^{3+} 取代量所決定之溫度範圍。

【實施方式】

[實施例之說明]

以下參照圖式說明本發明之一半導體發光裝置的實施例。

第1圖是一俯視圖，顯示本發明一示範性半導體發光裝置。第12圖是本發明之示範性半導體發光裝置的一橫截面側視圖。

首先，所有較佳實施例共有之細節係參照第1圖加以說明。

散熱基板1

在第1圖中，一散熱基板1是一用以將一固態發光元件3安裝於其上之安裝基板。

該散熱基板1是一具有至少一平坦表面之板，且該平坦表面被用來作為該固態發光元件3之一安裝表面。

該散熱基板1之至少一材料係選自於金屬、半導體材料、陶瓷材料、及樹脂材料。基本上，可使用絕緣板、導熱板(特別地，一金屬板)之任一者作為該散熱基板1。

詳而言之，該散熱基板1可以由無機材料之任一者製成，該無機材料包括銅、鋁、不鏽鋼、金屬氧化物(如氧化鋁、氧化矽及玻璃)、金屬氮化物(如氮化鋁與氮化矽)、碳化矽、金屬矽、及碳。或者，該散熱基板1可由一矽氧系樹脂或環氧系樹脂製成。

為了獲得一良好散熱性，該散熱基板1最好由一金屬、一陶瓷壓成體或一金屬與陶瓷之複合體製成。

另一方面，為了減少製造成本，該散熱基板1最好是一主要由一樹脂(如矽氧系樹脂)製成之壓成體。例如，該散熱基板1可以是一包含一填料(例如，氧化鋁、二氧化矽、或各種金屬之任一者的無機顆粒)之樹脂壓成體。

此外，為了改善光提取效率，該散熱基板1最好具有一極佳可見光反射率。這種散熱基板之例子包括具有一金屬光澤或白色本體顏色者。

該散熱基板1之前述例子是相當便宜、可輕易取得且易於處理的。此外，由於熱導率高，散熱基板1可用以抑制該固態發光元件3之溫度上升。

在一例中，該散熱基板1可以全部由一絕緣體製成。利用這散熱基板1，可相當容易地構形一半導體發光裝置，使得僅該裝置之有限部份可具有一電位。這優點有助於有關電特性之應有設計考慮，使得它被作成可相當容易地提供

一構形成可輕易處理電特性之光源裝置。

在另一例中，該散熱基板1可使用一導熱板作為一基板以賦予一極佳之熱導率。利用這散熱基板1，該半導體發光裝置係構形成具有一極佳散熱性。

基於前述理由，當重點放在容易達成電設計考慮上時，最好使用一完全由一絕緣體製成之絕緣板。或者，當散熱性質最重要時，最好使用一以一導熱板製成的絕緣板作為一基板。

利用任一前述絕緣板，該散熱基板1最好是以具有一等於或大於 1W/mK 之熱導率的板製成或由一具有等於或大於 1W/mK 之熱導率之材料製成。在此，該熱導率以不小於 10W/mK 為佳，且以不小於 100W/mK 更佳。

利用前述散熱基板1之任一例，隨著供應至該半導體發光裝置之電力而產生之熱經由該散熱基板1傳導至一如一外部散熱器之較低溫部份，以促進熱擴散。因此，該半導體發光裝置可有效抑制整體溫度上升，使得極佳熱輻射效能得以確保。

請注意該散熱基板1最好採用一易於處理之平板形式。利用具有這種形狀之散熱基板1，可以輕易地安裝該固態發光元件3，可簡化製造步驟。

導體A2a&B2b(導體X)

在以下說明中，一導體(圖案電極)A2a及一導體(圖案電極)B2b可均被通稱為導體(圖案電極)X。

該等導體A2a與B2b係一對用以將電力供應至該固態發光

元件3之導體。

該導體X可以是其主要組分係選自於金屬、導電化合物與半導體之至少一材料之一導體。為了讓該導體X同時具有低電阻與高熱導率兩者，該主要組分是一具有等於或大於80wt%之金屬組成的金屬材料。

該導體X可使用之金屬例包括金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、鉑(Pt)、鈀(Pd)、鋅(Zn)、鎳(Ni)、鈦(Ti)、鋯(Zr)、鈦(Hf)、釩(V)、鈮(Nb)、鉭(Ta)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鎢(W)、銑(Rh)、銱(Ir)、鋁(Al)、錫(Sn)、矽(Si)、及鐵(Fe)以及這些金屬之一合金與這些金屬之一矽化物。該等導電化合物包括低電阻材料，如氮化鈦(TiN)及氮化鉭(TaN)。

該導體X可使用之半導體例包括透明導電材料，如In-Sn-O、ZnO:Al、及TiO₂:Nb。

為了使該半導體發光裝置具有高光提取效率，該導體X最好具有一金屬光澤。

以下是藉在室溫下之光反射率表示的一較佳金屬光澤之粗略參考測量值。即，在一藍-紅波長區域(420-660nm)內之光反射率應不小於，例如，50%。較佳地，在一可見光區域(380-780nm)內之光反射率不小於80%。

雖然該等導體A2a與B2b最好均具有前述金屬光澤，但只要導體A2a具有前述金屬光澤基本上便已足夠。該導體A2a佔有該固態發光元件3之後方表面(安裝表面)之大部份。

如前所述之該等導體X可以利用一導電板、導電壓成

體、導電厚膜、及導電薄膜之任一者製成。又，一導電厚膜對製造成本而言是較佳的。

此外，較佳之導電厚與薄膜係已一般使用在電器用品佈線的領域中者。例如，一較佳導電厚膜是任一利用一網印法、噴墨法、刮刀法、粉漿澆鑄法、旋塗法、沈澱法、電泳法與電鍍法所形成者。一較佳導電薄膜是任一利用沈積法、濺鍍法、及化學蒸氣沈積法所製成者。

請注意該等導電板係指，例如，一圖案化金屬板(例如，Al、Ti、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Rh、Ir、Fe、Ni、Pd、Pt、Cu、Ag、或Zn及這些金屬與不鏽鋼之一合金)。

一已圖案化之金屬板被一黏著劑等固定至該散熱基板1上，使得該散熱基板1與該導體A2a附接。

有鑒於該半導體發光裝置之設計需求，該導體X是較厚的且在一不超過大約3mm之範圍內。詳而言之，例如，該導體X之厚度應是至少10 μ m但小於3mm，且以至少300 μ m且小於3mm為佳。

利用前述厚度，可對該導體X賦予一極佳熱導率。如此，當該固態發光元件3安裝於其上時，該導體X亦作為一良好散熱器。

此外，利用前述厚度，可保持低佈線電阻。因此，可抑制在該導體X中發生之焦耳加熱，使得該半導體發光裝置之溫度上升會被抑制。

請注意本發明之半導體發光裝置係構形成該散熱基板1可共用地作為該對導體X之其中一導體(該導體A2a)使用。

第13圖顯示這種總成之一例。第13圖中所示之總成可藉在由金屬製成之散熱基板1上固定一絕緣板(絕緣體24)上來組裝，且在該絕緣體24之一主表面上具有該導體B2b。或者，該絕緣體24可設置在該散熱基板1上且該導體B2b設置在該絕緣體24上。

請注意第1圖中所示之電極墊6是一可選擇性地設置在該導體X上之導體(通常是金屬)，以例如，抽出一電線。該電極墊6亦可被用來作為一饋電端子。

固態發光元件3之輪廓

該固態發光元件3是一用以將電能轉換成光能之電-光轉換元件。該固態發光元件3之例子包括一所謂發光二極體(LED)、半導體雷射(LD)、無機EL裝置(EL)、及有機EL裝置(OLED)。

就該電-光轉換元件而言，最好以LED與LD之任一者作為該固態發光元件3，以獲得作為一高功率點光源之半導體發光裝置。另一方面，為了獲得作為一高功率點光源之半導體發光裝置，最好以EL與OLED之任一者作為該固態發光元件3。

為了增加該半導體發光裝置之可靠性，該固態發光元件3最好是具有一由一無機材料製成之發光層之LED、LD與EL的任一者。

為了確使該輸出光具有一良好現色性且產生一均一光擴散表面，該固態發光元件3最好是EL與OLED之任一者，其發射其發射光譜具有一相當寬之半帶寬的實質非方向性

光。

為了獲得具有高方向性之光輸出，該固態發光元件3最好是LED與LD之任一者。

此外，就一波長轉換器4之波長轉換的能量效率而言，該固態發光元件3最好發射在一大於380nm之可見光區域內最長之可能波長處具有一發射峰值之一次光(可見光)。為了獲得白輸出光，該固態發光元件3最好發射在大於或等於380nm但大於510nm之紫-藍綠波長區域內具有一發射峰值之一次光。

請注意在例如一固態發光元件之輸出標準的現有環境下，該固態發光元件3最好發射在一紫-藍波長區域內具有一發射峰值之一次光，該紫-藍波長區域宜由400nm至<480nm，且以由430nm至<475nm為佳，並以由440nm至<465nm更佳。

利用任一前述固態發光元件，該半導體發光裝置係構形成為該波長轉換器4在光吸收與發射間的能量差係非常小。在波長轉換之原理中，這構形可減少與波長轉換相關之光能量損失。因此，由該波長轉換器4由於能量損失所產生之熱量減少，使得由於由該波長轉換器4產生之熱累積所造成之溫度上升被抑制，如此可減少包含在該波長轉換器4中之磷光體的溫度驟冷。基於前述原因，即使該固態發光元件3係構形成可輸出高強度之輸出光(一次光)，該半導體發光裝置亦可保持一相當高之波長轉換效率。

該固態發光元件3之尺寸未特別限定，在一例中，該固

態發光元件3係使得平面圖中之輪廓表面的面積為等於或大於 0.01mm^2 但小於 4mm^2 。

若該固態發光元件3是一LED，則一獨立LED在平面圖中之輪廓表面的面積大約等於或大於 0.1mm^2 但小於 4mm^2 。但是，為了獲得一高功率點光源，依據輸入功率與作為一點光源之性質間的平衡，該輪廓表面之面積以大約等於或大於 0.25mm^2 但小於 4mm^2 為佳，且以大約等於或大於 0.6mm^2 但小於 2mm^2 更佳。

通常，依據一對饋電電極之拉出構形及該LED晶片安裝在一散熱基板之狀態時該主動層之位置，一LED具有一分成四種之構形。第2-5圖是縱向截面圖，顯示各具有四種LED構形之一種構形之固態發光元件3的較佳例子。

在第2圖中，該LED晶片之後表面(即，底側表面)是一安裝表面。在這種LED構形中，發射LED光之半導體發光層(主動層)位在該LED晶片之上表面附近且該對饋電電極A14a與B14B兩者均位在該上表面上。具有該對饋電電極A14a與B14b之晶片表面是一發光表面。

在第3圖中，該LED晶片之後表面是一安裝表面。在這種LED構形中，該主動層位在該LED晶片之上表面的附近且該對饋電電極之其中一饋電電極位在該上表面上而另一饋電電極則位在該後表面上。具有該等饋電電極之上饋電電極的晶片表面是一發光表面。

在第4圖中，該LED晶片之後表面是一安裝表面。在這種LED構形中，該主動層位在該LED晶片之後表面的附近

且該對饋電電極之其中一饋電電極位在該上表面上而另一饋電電極則位在該後表面上。具有該等饋電電極之上饋電電極的晶片表面是一發光表面。

在第5圖中，該LED晶片之後表面是一安裝表面。在這種LED構形中，該主動層位在該LED晶片之後表面的附近且該對饋電電極兩者均位在該後表面上。與具有該對饋電電極A14a與B14b之晶片表面相對的晶片表面是一發光表面。

為了便於說明，對應於第2-5圖中所示之典型例子的晶片安裝構形以下可分別稱為“具雙上電極之面向上構形”、“具頂-後電極之面向上構形”、“具頂-後電極之倒裝晶片構形”、及“具雙底電極之倒裝晶片構形”。

請注意由第5圖可看出，在該LED晶片中，在“具雙後電極之倒裝晶片構形”中，基本上，與該主要光提取表面相對之安裝表面(後表面)僅部份地緊密接觸該散熱體，而不是完全遍布在整個後表面上。

較佳地，該半導體發光層11被一絕緣基板7與一導電基板8之任一者支持，且該半導體發光層11是由該固態發光元件3發射之一次光15的來源。

這構形係用以強化該半導體發光層11之機械強度以減輕處理難度，否則該機械強度將會不足。

請注意具有這種構形之固態發光元件3的製造細節在此省略，因為它已揭露在，例如，JP專利申請案公開第2007-150331號中。

較佳地，該絕緣基板7與該導電基板8各是至少一選自一主要由一VI族金屬元素構成之金屬、一主要由一IV族元素構成之化合物、及一主要由一III-V族元素構成之化合物。

依據是否存在雜質，各前述半導體基板可以製成該絕緣基板7與該導電基板8之任一者。此外，利用其良好導熱性質，該半導體基板可用以抑制該固態發光元件3之溫度上升。

如第2-4圖所示，該固態發光元件3最好在底部是平坦的，且該底部構成該安裝表面且是相對該一次光之主要光提取表面的表面。

利用前述構形，該固態發光元件3係以一可緊密接觸之方式安裝在該散熱體上。因此，該半導體發光裝置係構形成可確保極佳之散熱且可輸出相當高功率之一次光。

該固態發光元件3具有如第3或4圖所示之頂-後電極構形是特佳的。在這構形中，該等電極之至少一者設置在該主要光提取表面且該一次光係藉在厚度方向通過整個固態發光元件3施加電壓來發射。

利用前述構形，導體(電線導體)C5的數目可以減少至非常少，其係用以確保高功率一次光輸出。各導體C5設置在該光提取表面附近且因此阻擋該一次光逸出。

更佳地，該固態發光元件3具有第3圖所示之“具頂-後電極之面向上構形”。如前所述，在這構形中，該固態發光元件3之後表面是安裝表面。產生該一次光15之半導體發光層11(主動層)係位在該LED晶片之上表面附近，且該對電極

之其中一者位在該上表面上而另一者位在該後表面上。

利用這構形，可避免以緊臨之方式且以一大面積支持該半導體發光層11。由於該半導體發光層11相當精細且易碎，這構形可有效地使該半導體發光層11比較不會隨著該輸入電力密度且隨著一較大電流而產生熱變形。這構形亦可在以一具有導電性之黏著劑安裝該晶片後，有效地減少該半導體發光層11之電流洩漏的風險。如前所述，該半導體發光層11係構形成可減少裂開與性質變化之風險。

此外，由於由該半導體發光層11射出之一次光15在未通過任何基板之情形一射出，該一次光將具有適用於例如頭燈等之強大之方向性。

請注意該固態發光元件3最好主要是由一無機材料製成，例如，一金屬材料、半導體材料、及陶瓷材料。

如前所述，該固態發光元件3是由良好導熱性之一或多種材料製成。因此，該固態發光元件3之熱導率增加且散熱性因而增加，而這可抑制溫度上升。

又，該主要光提取表面最好亦藉進行一表面粗化製程來形成紋路以粗化或形成凹凸部於其上。

這表面輪廓可用以增加該光提取效率，以獲得該高功率一次光。

較佳地，該半導體發光層11是由一II-VI族化合物、一III-V族化合物、及一IV族化合物。

由前述任一種化合物製成之半導體發光層11可用來作為一高效率、無機電-光轉換器。如此，可以可靠性極少或

無問題之方式確保該一次光15之高功率輸出。

較佳地，該固態發光元件3之後表面的面積大小等於或大於構成該主要光提取表面之上表面的面積大小。

前述結構確使該基板(該絕緣基板7、導電基板8與半導體基板之其中之一者)之體積大於作為一熱源之半導體發光層11。此外，前述結構增加該半導體發光層11與其上安裝有該固態發光元件之該散熱體(例如該導體A2a與該散熱基板1)的接觸表面。因此，可增加在該固態發光元件內產生之熱的傳送速度及由該波長轉換器4所產生之欲透過該固態發光元件3釋放至該散熱基板之熱的傳送速度。利用較高之熱傳送速度，可更可靠地抑制該波長轉換器4與該固態發光元件3之溫度上升。

較佳地，該固態發光元件3係利用一主要由一金屬(例如銀糊或焊料)製成的材料而黏著結合至該散熱體上。

通常，金屬材料具有良好熱導率。如此，可確保由該波長轉換器4所產生之熱透過該固態發光元件3有效地傳送至該散熱基板。類似地，可確保由該固態發光元件所產生之熱有效地傳送至該導體A2a與該散熱基板1。因此，可有效地抑制該波長轉換器4與該固態發光元件3之溫度上升。

請注意以下將說明該固態發光元件3之細節與結構。

固態發光元件3之示範性構形

以下說明該固態發光元件3之示範性構形。請注意並未詳細說明具有這種構形之固態發光元件3之製造，由於它已揭露在例如JP專利申請案公開第2007-150331號中。

固態發光元件3之示範性構形1

第2圖顯示該固態發光元件3之一示範性構形。在這例子中，一反射層10設置在該絕緣基板7上或上方，且該半導體發光層11設置在該反射層10上或上方。此外，用以施加電壓至該半導體發光層11之一對電極(一透明電極12及該饋電電極B14b)設置在該半導體發光層11上或上方。

為了便於佈線連接，該透明電極12可依需要而部份地設有該饋電電極A14a。

該絕緣基板7設置成可達成以下功能：支持該半導體發光層11以增加該半導體發光層11之機械強度；及透過設置在該固態發光元件3上表面上之該對饋電電極A14a與B14b，將電力供應至該半導體發光層11。

該絕緣基板7可由與可用來作為該絕緣板之散熱基板1之材料相同的材料製成，特別地，該絕緣基板7可由選自於一陶瓷材料、半導體材料、及玻璃之至少一材料製成。

更特別地，該絕緣基板7可以由一或多個無機材料製成。無機材料之例子包括：如氧化鋁、半導體氧化物、玻璃、及各種複合氧化物(如 $Y_3Al_5O_{12}$)等金屬氧化物；如氮化鋁與氮化矽等金屬氮化物；及碳化矽。

該反射層10設置成可將由該半導體發光層11發出之光朝該絕緣基板7反射，藉此改善構成該主要光提取表面之固態發光元件3上表面的光提取效率。

該反射層10可由以下任一者之一厚膜(厚度等於或大於 $1\mu\text{m}$ 但小於約 1mm)或一薄膜(厚度等於或大於 10nm 但小

於約 $1\mu\text{m}$)製成：與該導體X相同之金屬(例如，Au、Ag、Cu、Pt、Pd、Zn、Ni、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Rh、Ir、Al、Sn、Si或Fe)、這些金屬之一合金、這些金屬之一矽化物、前述導電化合物之任一者(如TiN與TaN)。或者，反射層10可由具有一白色本體顏色之無機化合物粉末(BaSO_4 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、或 MgO)之一厚膜或該等無機化合物粉末之一混合物。

請注意該反射層10不限於前述特定例子，只要可見光(在380-780nm之波長區域內之光)之反射率為高(例如，在室溫時之反射率為等於或大於70%，且最好等於或大於80%)即可。

較佳地，該反射層10包含至少一前述金屬、合金與矽化物。

前述反射層10具有相當高之熱導率且因此在操作該固態發光元件3時由該半導體發光層11產生之熱以一高熱傳速度釋放至該絕緣基板7。

此外，當該反射層10可導電時，該反射層10可被共同地用來作為一饋電電極。

該半導體發光層11是一回應供電而發光(注射電致發光或本質電致發光)之多層結構。該半導體發光層11至少包括一層無機或有機半導體。

一發出注射電致發光之一多層結構的例子是一可為有機或無機之p-與n-型半導體層的積層。較佳無機半導體之例子包括IV族化合物半導體(例如SiC)、III-V族化合物半導體

(例如InGaN系化合物)、II-VI族化合物半導體(例如ZnSSe系化合物或ZnO)。

另一方面，一發出本質電致發光之多層結構的例子是一至少具有一層無機磷光體(特別是寬能帶隙半導體)的結構。該無機磷光體是其基底磷光體為添加有一活化劑之硫化物(如ZnS、CaS、SrS、SrGa₂S₄、BaAl₂S₄)的一磷光體。

請注意在此未說明發出本質電致發光之固態發光元件的製造，因為它已揭露在，例如，JP專利第2840185號中。

該透明電極12被用來將電力供應至半導體發光層11且亦將該半導體發光層11之發射光提取至該固態發光元件3之外側作為該一次光15。該透明電極12係由一透明金屬(如Au)或前述透明導電材料(如In-Sn-O、ZnO:Al、及TiO₂:Nb)構成。

該半導體發光層11之饋電電極A14a與B14b扮演供應電力之電端子的角色。通常，該等饋電電極A14a與B14b係由與該導體X相同之金屬構成。

當施加直流電壓、交流電壓、或脈衝電壓至前述構造之固態發光元件3的饋電電極A14a與B14b時，電流流入該半導體發光層11，以供應電力。

藉至少包括一層無機或有機半導體之多層結構，供應至該半導體發光層11之電力透過電-光轉換被轉換成光。所得到之光由該固態發光元件3經由該透明組成構件(該透明電極12或一透明基板)射出成為該一次光15。

前述固態發光元件3可藉以下製造方法來製造。

(1)在一單晶基板(例如，藍寶石、SiC、GaN、Si、或 $Y_3Al_5O_{12}$)上，一n-型InGaN系化合物及一p-型InGaN系化合物之單晶薄膜係藉磊晶法長成。接著，沈積一金屬膜以構成該反射層10。因此，形成一發光結構。

(2)在一與前述步驟分開之製造步驟中，一類似於前述者之金屬膜形成在如Si、SiC、或AlN上。因此，形成一支持結構。

(3)在前述步驟(1)中形成之發光結構與在前述步驟(2)中形成之支持結構藉黏合各結構之兩金屬層而結合在一起。該黏合可透過一黏合層達成，該黏合層具有等於或大於10nm但小於1000nm之厚度且由一合金(如Au-Sn或Ag-Sn)、一金屬(如Mo或Ti)、或一化合物(如 SiO_2 、 Si_3N_4 、 HfO_2 、或TiN)製成。

(4)在該黏合後，藉進行一物理、化學、或機械製程移除該單晶基板，以獲得一由該支持結構及固定於該支持結構上之發光結構製成之結構。接著，由Au構成該饋電電極A14a與B14b，完成該固態發光元件3。

固態發光元件3之示範性構形2

第3圖顯示本發明固態發光元件3之另一示範性構形。在這例子中，該半導體發光層11設置在該導電基板8上方，且該反射層10設置在該半導體發光層11下方。此外，該饋電電極B14b設置在該固態發光元件3之後表面上。

在該光提取表面附近之構造方面，可省略該透明電極12，如第3圖所示。取而代之的是，該半導體發光層11之一

部份可構形成作為該透明電極12。

此外，該反射層10可設置在該半導體發光層11與該導電基板8之間，如第3圖所示。或者，該反射層10可設置在該導電基板8與該饋電電極B14b之間。

該導電基板8設置成可達成以下功能：支持該半導體發光層11以增加該半導體發光層11之機械強度；及透過其中一者設置在該固態發光元件3頂表面上而另一者設置在後表面上的該對饋電電極A14a與B14b，將電力供應至該半導體發光層11。

該導電基板8可由選自金屬或半導體材料之至少一材料製成，該半導體材料之例子包括氮化鎵、碳化矽、及矽。

當構形成該固態發光元件3以發射該注射電致發光時，該反射層10必須是導電的，使電子與電洞可注射至該半導體發光層11中。該反射層10可以是一選自於前述金屬(例如，Au、Ag、Cu、Pt、Pd、Zn、Ni、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Rh、Ir、Al、Sn、Si與Fe)、任何前述金屬之合金、及任何前述金屬之矽化物之材料的一厚或薄膜。

其餘之組成構件與參照第2圖所述者相同，因此省略其說明。

當施加直流電壓、交流電壓、或脈衝電壓至其中一者設置在前述構造之固態發光元件3上表面上且另一者設置在後表面上的饋電電極A14a與B14b時，電流流入該半導體發光層11，以供應電力。

藉該多層結構，供應至該半導體發光層11之電力透過電-光轉換被轉換成光。所得到之光由該固態發光元件3經由該等透明組成構件(該透明電極12及一為透明之導電基板8)射出成為該一次光15。

第3圖所示之固態發光元件3可以藉與第2圖所示之固態發光元件3相同之製造方法製成。

如第3圖所示，該對饋電電極之其中一者(即，該饋電電極B14b)設置在該固態發光元件3之後表面上，射出該一次光15之光提取表面的尺寸被做成相當大，這對於獲得一高功率半導體發光裝置而言是較佳的。

固態發光元件3之示範性構形3

第4圖顯示本發明固態發光元件3之又一示範性構形。在這例子中，該半導體發光層11設置在該導電基板8下方。該饋電電極B14b設置在該固態發光元件3之後表面上，而該饋電電極A14a設置在該導電基板8上或上方。此外，該導電基板8在這例子中是透明的。

但是，請注意該反射層10可以設置在該半導體發光層11下方且該饋電電極B14b可以構形成該反射層10之兩倍。

該導電基板8設置成可達成以下功能：支持該半導體發光層11，以增加該半導體發光層11之機械強度；透過其中一者設置在該固態發光元件3頂表面上而另一者設置在後表面上的該對饋電電極A14a與B14b，將電力供應至該半導體發光層11；及將由該半導體發光層11發射之光提取至該固態發光元件3之外側作為該一次光15。

該導電基板8可由一如氮化鎵或碳化矽之半導體材料製成。

當構形成該固態發光元件3以發射該注射電致發光時，該反射層10必須是如參照第3圖所述般地導電的，使電子與電洞可注射至該半導體發光層11中。該反射層10可以是一選自於前述金屬、任何前述金屬之合金、及任何前述金屬之矽化物之材料的一厚或薄膜。

其餘之組成構件與參照第2圖所述者相同，因此省略其說明。

此外，該固態發光元件3之操作與參照第3圖說明者相同，因此省略其說明。

第4圖所示之固態發光元件3可以藉以下製造方法來製造。首先，在一導電單晶半導體基板(例如SiC或GaN)上，n-型與p-型半導體之單晶薄膜係藉磊晶法成長。接著，形成共同地作為該反射層10之饋電電極B14b。最後，在該單晶半導體基板之另一表面上，而非在形成該等單晶薄膜之表面上，形成該饋電電極A14a。

類似於第3圖所示之固態發光元件，具有前述構造之固態發光元件3確使該一次光15之光提取表面相當大。此外，具有作為一熱產生部份之功能的半導體發光層11位在靠近安裝有該固態發光元件3之散熱基板1的表面處。即，在第4圖中所示之這構形對於相當有效地釋放半導體發光層11之熱是較佳的。

具有第4圖所示之固態發光元件是已知為一“具頂-後

電極之倒裝晶片構形”的一固態發光元件。

固態發光元件3之示範性構形4

第5圖顯示本發明固態發光元件3之又一示範性構形。在這例子中，該半導體發光層11設置在該透明基板9下方，且該等饋電電極A14a與B14b兩者均設置在該固態發光元件3之後表面上。

該透明基板9設置成可達成以下功能：支持該半導體發光層11，以增加該半導體發光層11之機械強度；透過其中兩者均設置在該固態發光元件3後表面上的該對饋電電極A14a與B14b，將電力供應至該半導體發光層11；及將由該半導體發光層11發射之光提取至該固態發光元件3之外側作為該一次光15。

該透明基板9可以由一如氮化鎵或碳化矽之半導體材料製成，或由一如金屬氧化物(例如鋁氧化物、氧化矽、或玻璃)之絕緣體材料製成。

其餘之組成構件與參照第2圖所述者相同，因此省略其說明。

當施加直流電壓、交流電壓、或脈衝電壓至前述構造之前述構造之固態發光元件3的饋電電極A14a與B14b時，電流流入該半導體發光層11，以供應電力。

藉至少具有一層無機或有機半導體之多層結構，供應至該半導體發光層11之電力透過電-光轉換被轉換成光。所得到之光由該固態發光元件3經由該透明基板9射出成為該一次光15。

具有第5圖所示之構形之固態發光元件是已知為一“具雙底電極之倒裝晶片構形”的一固態發光元件。

波長轉換器4

該波長轉換器4是一將由該固態發光元件3發出之光(一次光15)轉換成具有較長波長之光的光-光轉換器。該波長轉換器4是一至少包含一無機光致發光磷光體(達到實際效能等級者，以下簡稱“磷光體17”)。

請注意由於在由100°C至200°C之相當高下的極佳化學穩定性可增加波長轉換器4之可靠性，一無機磷光體作為該波長轉換器4是較佳的。

最好避免使用一樹脂磷光體層作為該波長轉換器4。該波長轉換器4係一含有無機磷光體之壓成體為佳，且更佳的是一板狀樹脂磷光體網。

利用任一前述構形，可相當容易地製造具有高可靠性之波長轉換器4。

特別地，該板狀樹脂磷光體網易於處理，這有助於簡化該半導體發光裝置之製造步驟。

此外，可以事先在不同步驟中製造該波長轉換器4，這使得管理與製造損失相關之風險更為容易。

含有該無機磷光體之壓成體最好是一透明磷光體陶瓷、磷光體玻璃、磷光體複合陶瓷(即，前述MGC光轉換器)。

前述壓成體全部都是經技術測試證明是可靠的壓成體或為一相當等級且全部為無機者。利用這些特性，該等壓

成體具有一極佳熱導率，且因此可用以抑制該波長轉換器4之溫度上升。

請注意最好使用一波長轉換器，且該波長轉換器具有：一由一無機材料製成之透明基板；及一含有至少一無機磷光體之波長轉換層。

利用這種波長轉換器，該磷光體層是在波長轉換時產生熱的唯一部份。當由一無機材料製成時，該透明基板具有作為一具有良好熱導率之良好散熱體的功能。如此，可適當抑制該波長轉換器之溫度上升。

請注意前述較佳波長轉換器之例子包括：一具有一透明基板及一含有一固定於該基板上之無機磷光體之無機壓成體的波長轉換器；及一具有一透明基板且該透明基板具有一構形成具有作為含有一無機磷光體之波長轉換層之功能的部份。

以下將說明本發明之波長轉換器4的較佳實施例。以下亦說明在該波長轉換器4中所使用之磷光體17(特別是指無機磷光體)的示範性構形，以及至少具有該波長轉換層4a之波長轉換器4的示範性構形。

請注意以下將說明如位置等該波長轉換器4之其他說明。

波長轉換器4之實施例

首先，以下藉參照該波長轉換層4a之溫度上升(係由與波長轉換有關之能量損失(史托克損失)所發生之現象)，說明本發明之波長轉換器4之一實施例。

雖然在此未說明細節，依據理論之考量，包括在該波長轉換器4中之波長轉換層4a的溫度上升係以下列數學公式[數式1]來表示。

[數式1]

$$\Delta T[K] = (W_{\text{loss}}[W] \times t[m]) / (\rho[W/m \cdot K] \times S[m^2])$$

其中，

ΔT 是該波長轉換層4a之溫度上升，

$W_{\text{loss}}[W]$ 是該波長轉換層4a之能量損耗，

$t[m]$ 是該波長轉換層4a之厚度，

$\rho[W/m \cdot K]$ 是該波長轉換層4a之熱導率，且

$S[m^2]$ 是在該波長轉換層4a上之一次光的入射面積。

參照[數式1]，以下性質對於用以抑制依據與該波長轉換有關之能量損失所造成之溫度上升的波長轉換層4a是較佳的。

(a) $W_{\text{loss}}[W]$ (該波長轉換層4a之能量損耗)為低；

(b) t (該波長轉換層4a之厚度)為小；

(c) ρ (該波長轉換層4a之熱導率)為高；

(d) S (在該波長轉換層4a上之一次光的入射面積)為大。

例如，考慮一白光LED光源係由一藍光LED構成，且一黃色磷光體發出一在大約5000K之相關色溫的光。若為這白光LED光源，則由該藍光LED發出之一次光的光能的大約10%至30%被消耗成為熱。

在一例子中，考慮一具有一磷光體層之白光LED光

源，該磷光體層係藉將磷光體粉末分散在一透明樹脂來製備。若為這白光LED光源，則該透明樹脂之熱導率是 0.1W/Mk ，該熱導率低於一無機材料之熱導率1至2數量級。由於這低熱導率，該溫度上升大，使得即使具有一相當低輸入功率，亦有該LED晶片之溫度會上升超過 100°C 之風險。

因此，該波長轉換層4a之溫度到達一遠超過 150°C 之範圍，在這高溫下，磷光體的溫度驟冷不再是可忽略的。

為了提供一可用來作為一高功率輸出點光源使用之半導體發光裝置，本發明一實施例之波長轉換器4使用具有以下性質(a)-(c)的波長轉換層4a，以解決前述問題。請注意由於提供一點光源之目的，有關該一次光之入射面積的性質(d)是有限的。

以下說明設有具性質(a)-(c)之波長轉換層4a的波長轉換器4。

為了達到參考之目的，亦說明設有具性質(d)之波長轉換層4a的波長轉換器4。

首先，以下說明設有具“ W_{loss} 為低”之性質(a)之波長轉換層4a的波長轉換器4。

具有低 W_{loss} 之波長轉換層4a係藉以下任一種方法(1)-(3)獲得。請注意該方法(1)已在以上副標題“固態發光元件3”之段落中說明過了。

(1)使用以一最長可能波長發出一點光之固態發光元件3，利用這固態發光元件，在該波長轉換層4a之吸收與發

射間的能量差被減至最小。

(2)使用一具有一較靠近理論極限之光子轉換效率(內部量子效率)的磷光體，利用這磷光體，在光子轉換時之能量損失減少。

特別地，最好使用一磷光體，其在由該固態發光元件3所發出之激發光下展現等於或大於80%，且以等於或大於85%為佳，並以等於或大於90%更佳之內部量子效率。

該內部量子效率可以利用由Kazuaki OHKUBO等人揭露於一文件(Shomeigaku-Kaishi (Journal of the Illuminating Engineering Institute of Japan), 1999 Vol. 83, No. 2, pp. 87)中之磷光體之量子效率的估算方法來估算。

(3)使用具有這種光損失在波長轉換前與後為小之波長轉換層4a的波長轉換器4，利用這種波長轉換層，該光吸收損失可變得更小(即，若為一樹脂膜，則使用一具有一極佳透光率之樹脂。)

特別地，在波長轉換前與後，該波長轉換層4a之光子轉換效率以等於或大於70%為佳，且以等於或大於80%較佳，並以等於或大於90%更佳。

該光子轉換效率可以利用，例如，在由Kazuaki OHKUBO等人揭露之前述文件中之磷光體之量子效率的估算方法來估算。

以下，說明“t(該波長轉換層4a之厚度)為小”之性質(b)。

設有具一小厚度t之波長轉換層4a的波長轉換器4係藉以下任一方法(4)-(6)獲得。

(4)使用一在由該固態發光元件3發出之光的峰值波長處在激發下具有一高外部量子效率的磷光體，利用這磷光體，可確使該波長轉換器4之波長轉換層4a對於由該固態發光元件3所發出之光，具有一大光吸收性及一高波長轉換效率。

為了顯示特定之標準，該外部量子效率(絕對值)以等於或大於80%為佳，且以等於或大於85%較佳，並以等於或大於90%更佳。

例如，考慮一固態發光元件發射在一等於或大於430nm但小於475nm之藍光波長區域中具有一發射峰值之一次光。可與前述固態發光元件結合之磷光體的例子包括：一具有一石榴石結構之經 Ce^{3+} -活化的磷光體(特別是其中取代稀土離子(例如 Y^{3+})之 Ce^{3+} 離子量係由0.001%至<5%之一YAG:Ce系磷光體)；及一高濃度經 Eu^{2+} -活化之鹼土金屬化合物的磷光體，其中 Eu^{2+} 離子取代鹼土金屬離子之量係由<2%至100%(如一原矽酸鹽磷光體、含氧硝酸鹽矽酸鹽磷光體、或硫化鎳酸鹽。)

(5)使用一具有一高磷光體濃度(磷光體重量/(磷光體重量+樹脂重量))之樹脂膜，由於藉以這種樹脂膜構成該波長轉換器4之波長轉換層4a，磷光體作為一光吸收劑，故該波長轉換層4a對由該固態發光元件3所發出之光具有一良好的光吸收性質。

為了顯示特定之標準，由與該磷光體層之製造平衡之觀點來看，該磷光體濃度以在由10wt%至80%wt%之範圍中

為佳，且以由20wt%至70wt%更佳。

(6)使用一利用透明磷光體陶瓷或磷光體粉末之無機磷光體層。以這種無機磷光體層製成之波長轉換層4a實質上未含有作為光吸收劑之磷光體以外的其他材料，且因此展現一良好光吸收性質。

波長轉換層4a愈薄，對於抑制溫度上升之效果愈好。此外，由與機械強度及在製造時處理之容易性的平衡性來看，該波長轉換器4以在由 $10\mu\text{m}$ 至 $<2\text{mm}$ 之範圍內為佳，且以在由 $10\mu\text{m}$ 至 $<300\mu\text{m}$ 之範圍中較佳，並以 $10\mu\text{m}$ 至 $<100\mu\text{m}$ 更佳。

以下說明用以獲得具有“ ρ 為高”之前述性質(c)的波長轉換器4的方法。

通常，無機材料之熱導率 ρ 高於有機材料。有鑒於這事實，前述方法(5)及下述方法(7)被認為是可使用的。

(7)使用一無機磷光體層等，例如各已提及之透明磷光體陶瓷、磷光體玻璃、MGC光轉換器、或磷光體粉末。亦即，提供實質上由一具有高熱導率 ρ 之無機材料構成且實質上不含具有低熱導率之有機材料的波長轉換層4a。

最後，以下方法(8)-(10)可以被用來獲得上述性質(d)之“具大光入射面積S的波長轉換層4a”。

(8)確保在該固態發光元件3之主要光提取表面與該波長轉換層4a間有一足夠距離，這可讓該一次光可在被擴散至某一程度後到達該波長轉換層4a。

(9)使用一具有一均勻或實質上均勻之擴散表面作為

一發光面的固態發光元件，而非使用一發出高方向性光之固態發光元件。此外，亦將固態發光元件構形成不直接接觸該波長轉換層4a。

將半導體發光裝置構形成在該固態發光元件3與該波長轉換器4之間具有一光擴散器。利用該光擴散器散射由該固態發光元件3所發出之光，該一次光被擴散且照射至該波長轉換層4a。

用於波長轉換器4之波長轉換層4a的磷光體17

如前所述，一無機磷光體作為用於該波長轉換器4之波長轉換層4a的磷光體17是較佳的。以下詳細說明本發明之無機磷光體。

較佳無機磷光體之例子包括：依據半導體之帶間能量傳遞來發光的無機磷光體；發出由在半導體中作為施子與受子之雜質離子所產生之光的無機磷光體；及發出由局部化之中心所產生之光的無機磷光體(依據過渡金屬離子或稀土離子之電子轉移來發光的無機磷光體)。其例子包括具有被活化作為一發光中心之稀土離子(如 Ce^{3+} 、 Pr^{3+} 、 Nd^{3+} 、 Sm^{3+} 、 Eu^{3+} 、 Eu^{2+} 、 Tb^{3+} 、 Dy^{3+} 、 Ho^{3+} 、 Er^{3+} 、 Tm^{3+} 、 Yb^{3+} 、 Yb^{2+})、過渡金屬離子(如 Mn^{2+} 、 Mn^{4+} 、 Sb^{3+} 、 Sn^{2+} 、 Ti^{4+} 、 Tl^{+} 、 Pb^{2+} 、 Cu^{+} 、 Cr^{3+} 、 Fe^{3+})的無機磷光體。

特別地，一被至少一選自於 Ce^{3+} 、 Pr^{3+} 、 Eu^{3+} 、 Eu^{2+} 、 Tb^{3+} 、 Yb^{2+} 之至少一金屬離子活化之無機磷光體是較佳的。這是因為當被位於紫光區域(由380nm至<420nm)與藍至藍-綠光區域(由420nm至<510nm)之至少一者內的光激發時，

這種無機磷光體會展現高光子轉換效率的緣故。

特別地，具有 Ce^{3+} 與 Eu^{2+} 稀土離子之至少一者作為發光中心的無機磷光體是較佳的。當被在由380nm至<510nm之紫-藍綠光區域，且以在由400nm至<480nm之紫-藍光區域較佳，並以在由430nm至<475nm之藍光區域更佳之光激發時，這種無機磷光體會展現高光子轉換效率。

如在這說明書之“波長轉換器4”段中所述，以下無機磷光體對於抑制該波長轉換層4a有關波長轉換之能量損失所產生之溫度上升是較佳的。即，最好使用具有一對於由固態發光元件3發射之光具有良好光吸收性質且具有一接近理論極限之內部量子效率的無機磷光體。即，最好使用當被在由該固態發光元件3發出之峰值波長處之光激發時，具有一大外部量子效率(等於或大於80%之絕對值)之無機磷光體。

一具有高外部量子效率之無機磷光體展現一高一次光吸收性，且將該一次光以高光子轉換效率轉換成較長波長。如此，當暴露於該一次光時，該波長轉換層4a讓更多光可於該一次光之照射方向通過及離開。

因此，該波長轉換層4a之厚度可以較薄且仍足以藉添加有色混合光產生輸出光，特別是白光，而該一次光添加至該輸出光中作為一成分。一薄波長轉換層4a對於抑制溫度上升是較佳的。

或者，可選擇一對於增加具有波長轉換層4a之波長轉換器4的耐熱性較佳，而不是用以抑制該波長轉換層4a之溫

度上升的無機磷光體。

即，作為該波長轉換器4之一波長轉換材料較佳的耐熱無機磷光體具有以下性質。即，當被該一次光之發射峰值波長激發時，在150°C時之發射峰值等於或大於70%之室溫時的發射峰值。

這種無機磷光體係作為一在高溫下極少或沒有減少發光效率地工作的波長轉換物質，如此，具有波長轉換層4a之波長轉換器4係構形成可產生不會因溫度上升而大幅減少之光輸出。因此，該半導體發光裝置係構形成可產生不會因溫度上升而大幅減少之光輸出。

依據發明人所進行之研究與評估，下述無機磷光體作為一可用來作為該波長轉換物質之耐熱且高效率無機磷光體是較佳的。

(1)經 Ce^{3+} 活化之磷光體，具有一在由500nm至<565nm範圍內之峰值波長且具有一石榴石之晶體結構。

(2)至少被 Eu^{2+} 與 Ce^{3+} 之其中一者活化之氮化物磷光體(如氮化物磷光體或氧氮化物磷光體)。

為了容易與發出藍光固態發光元件3組合而一起得到白色或近似白色光，一黃磷光體(具有一在由550nm至<600nm之範圍內的發射峰值)是較佳的。黃色是藍色的補色。

為了達到參照之目的，以下是被紫光(等於或大於380nm但小於420nm)或藍光(等於或大於420nm但小於500nm)激發之耐熱與高效率無機磷光體的特定例子。

(1) $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系黃綠磷光體(特別地，峰值波長等於或大於525nm但小於560nm或者一低濃度經 Ce^{3+} 活化之磷光體，其構成基底磷光體之稀土離子(Y^{3+} 或 Gd^{3+})之 Ce^{3+} 離子取代部分的量是在一由0.01原子%至1原子%之範圍內)；

(2) $BaY_2SiAl_4O_{12} : Ce^{3+}$ 系綠磷光體；

(3) $Ca_3Sc_2Si_3O_{12} : Ce^{3+}$ 系綠磷光體(包括其中Ca或Sc之一部份被Mg取代之磷光體)；

(4) $MSi_2O_2N_2 : Eu^{2+}$ 系綠/黃磷光體(其中M代表一鹼土金屬)；

(5) $M_3Si_6O_{12}N_2 : Eu^{2+}$ 系綠磷光體(其中M代表其大部份為Ba之任一鹼土金屬)；

(6) $\beta-Si_3N_4 : Eu^{2+}$ 系綠磷光體(包括其中Si-N之一部份被Al-O取代之磷光體)；

(7) $Ca-\alpha-SiAlON : Eu^{2+}$ 系黃磷光體；

(8) $MAISiN_3 : Eu^{2+}$ 系紅磷光體(M代表一鹼土金屬)；

(9) $M_2(Al, Si)_5(N, O)_8 : Eu^{2+}$ 系紅磷光體(M代表包括 $M_2Si_5N_8 : Eu^{2+}$ 系紅磷光體之任一鹼土金屬)；

(10) $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}$ 系藍磷光體。

在特定磷光體(1)-(10)中，一經 Ce^{3+} 活化之磷光體是一被藍光激發之無機磷光體，且所有經 Eu^{2+} 活化之磷光體，除了(10)以外，是被紫與藍光兩者以高效率激發之無機磷光體。(請注意(10)之經 Eu^{2+} 活化之磷光體是一未被藍光但被

紫光以高效率激發之無機磷光體)。

各無機磷光體(1)-(10)具有短至等於或小於1毫秒之延遲放光時間($t_{1/10}$)，因為在這種無機磷光體中之光放射係以 $4f^n-4f^{n-1}5d^1$ (其中，若為 Ce^{3+} 離子，則 $n=1$ 且若為 Eu^{2+} 離子，則 $n=7$)表示之 Ce^{3+} 或 Eu^{2+} 離子之宇稱性容許躍遷所產生。

由於這性質，完全由一具有 Ce^{3+} 或 Eu^{2+} 稀土離子作為發光中心之無機磷光體構成的波長轉換層4a適用於構形成用於一視訊顯示裝置之光源的波長轉換器4(及一具有該波長轉換器4之半導體發光裝置)。

無機磷光體之形態可選自於任何一般習知形態，包括粉末、燒結體、陶瓷壓成體、及單晶。

如以下所述者，本發明之一特徵係在於構成該波長轉換器4之波長轉換層4a之波長轉換物質。該波長轉換物質係選自於多數耐熱且高效率無機磷光體且具有：一特定組成物與形態；一石榴石晶體結構；且被 Ce^{3+} 活化。

波長轉換器4(波長轉換層4a之參考構形)

為了參照之目的，第6圖顯示一習知波長轉換器(及波長轉換層)。第6圖中所示之習知波長轉換器4係由一透明主材料16構成，且粉末磷光體(磷光體顆粒17b)分散於該透明主材料16中。

該透明主材料16是一透明無機或有機材料。有機材料之例子包括各種透明樹脂(如矽樹脂、氟樹脂、環氧樹脂與丙烯酸樹脂)，而無機材料之例子包括低熔點玻璃。

呈粉末狀之磷光體17的顆粒尺寸是等於或大於1nm但

小於1mm。特別地，該磷光體顆粒17b是奈米顆粒(在由1nm至<10nm之範圍中)、超細顆粒(在由10nm至<100nm之範圍中)、小顆粒(在由100nm至<100 μ m之範圍中)及細粒(在由100 μ m至<1mm之範圍中)中之其中一者。

請注意該用語“顆粒尺寸”表示通常在粉末產品之樣本以及所使用之測量方法中說明之平均或中等顆粒直徑(D₅₀)。為了方便說明，該平均尺寸被用來說明具有小於100nm之直徑的顆粒尺寸，而該中等尺寸被用來說明具有等於或大於100nm之直徑的顆粒尺寸。

具有第6圖所示之構形的波長轉換器4在實務中是較佳的，因為這構形係以一簡單且容易之製造方法製成且經過實地應用驗證。

波長轉換器4之示範性構形1與2

第7圖顯示本發明波長轉換器4(或該波長轉換層4a)之一示範性構形。在這例子中，該磷光體17是一無機壓成體(以下稱為一“磷光體壓成體17a”)。

該磷光體壓成體17a之例子包括各種壓成體，其習知之名稱為例如磷光體粉末之一燒結體、透明磷光體陶瓷、磷光體玻璃、及磷光體單晶。依據本發明，該磷光體壓成體17a之範圍包含磷光體與陶瓷材料之一複合壓成體。前述MGC光轉換器是一複合壓成體之一例。

具有第7圖所示之構形的波長轉換器4可以是一完全無機的波長轉換器，如此可確保一高熱導率。在散熱與抑制該波長轉換器4之溫度上升方面，這構形是較佳的。

在處理性方面，該磷光體壓成體17a在最薄部份之厚度最好等於或大於0.1mm，以提供一極佳的機械強度。

224]

就抑制溫度上升及該波長轉換器之顏色不均之效果而言，該磷光體壓成體17a最好是儘可能地薄。

就在前述兩特性間之折衷方案而言，本發明之磷光體壓成體17a係構形成具有在由10 μ m至<1mm，且以由10 μ m至<600 μ m較佳，並以由30 μ m至<100 μ m更佳之範圍內的最小厚度。

又，隨著磷光體壓成體17a之厚度增加，該一次光之光徑變得更長。如此，光被磷光體吸收之機率增加，這將減少該一次光之透光性。為了避免這不必要的結果，存在該磷光體中且作為一光吸收因子之活化劑(發光中心離子)的濃度(取代量)最好落在由0.01原子%至1原子%之範圍內，以確保一相當高之外部量子效率。這濃度比一典型濃度(由0.1原子%至<10原子%)低一至兩個數量級。

例如，若為前述 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系黃綠磷光體，則該磷光體最好是被一低濃度 Ce^{3+} 活化，且 Ce^{3+} 離子之取代量落在由0.01原子%至1原子%之範圍內。

假設一組成元素群A係由選自於由Mg、Ca、Sr、Ba、Y、La、Gd、Tb及Lu構成之群的一或多個元素組成。該磷光體至少包含該組成元素群A之所有元素，且該組成元素群A之一部份被 Ce^{3+} 取代，且具有一石榴石之晶體結構。為了確保高耐熱性與小溫度驟冷， Ce^{3+} 離子之取代量較小且因

此活化該磷光體之 Ce^{3+} 離子濃度較小是較佳的。這較佳磷光體對於改善光輸出是必要的。

但是，在此應注意的是隨著活化該磷光體之 Ce^{3+} 濃度減少，發射峰值之波長轉移至較短波長，這將產生微綠色之發光。為了避免這不需要的結果，最好對於 $Y_3Al_5O_{12}$ ： Ce^{3+} 系黃綠磷光體以Gd取代Y的一部份。因此，該峰值波長轉移至較長波長，因而產生微黃色之發光。此外，最好藉 Pr^{3+} 作為發光中心離子共活化該 $Y_3Al_5O_{12}$ ： Ce^{3+} 系黃綠磷光體，使得一紅光成分加入以產生微黃色之發光。

請注意稍後將參照實驗資料說明活化 $Y_3Al_5O_{12}$ ： Ce^{3+} 系黃綠磷光體所添加之 Ce^{3+} 量的較佳範圍、該磷光體壓成體17a之厚度、及 Gd^{3+} 之取代量。

如第8圖所示，在一例子中，該波長轉換器4之波長轉換層4a之至少一表面係藉施行一表面處理來形成輪廓。該形成有輪廓之表面可具有等於或大於10nm但小於1mm之大約高度差的粗度。

具有前述輪廓之表面可以是一利用一化學藥劑粗化之表面，或一由該波長轉換器4之規則排互組分構成之光晶體的表面。或者，微鏡可以形成在該波長轉換器4上以獲得所需之表面輪廓。

這構形之波長轉換器4之較佳處在於可改善光提取效率且可獲得較高方向性之發光。

特別適用於該波長轉換器之無機磷光體是一 $Y_3Al_5O_{12}$ ： Ce^{3+} 系磷光體，這磷光體具有之極佳整體特性，

包括光子轉換效率、透光性、及溫度驟冷。此外，獲得與製造透明磷光體陶瓷、磷光體玻璃、或MGC光學轉換器是相當容易的。

波長轉換器4之示範性構形3

第9圖顯示該波長轉換器4之另一示範性構形。在這例子中，該波長轉換器4具有一光擴散器18(光散射器)，該光擴散器18設置在構成該波長轉換層4a之磷光體壓成體17a之一表面上。較佳地，該光擴散器18利用黏著劑或藉黏結法附接在該磷光體壓成體17a之表面上。

前述光擴散器18係用以將進入該波長轉換器4之波長轉換層4a的光(即，該一次光)及/或離開該波長轉換層4a(即，該一次光與該二次光兩者或其中一者)的光充分地散射。請注意該用語“二次光”表示藉轉換該一次光所獲得之光。

考慮入射光是局部地朝該波長轉換器4發射之高方向性之一次光(如LED光)的情形，該入射光在進入該波長轉換層4a之前，通過該光擴散器18，使得該光散射且方向性減少。因此，在該波長轉換層4a上之該光的入射區域會比不如此做時增加，這可抑制該波長轉換層4a之溫度上升且可抑制該一次光與該二次光之混合光的顏色不均一性。

考慮該波長轉換層4a輸出高方向性一次光(如LED光)的情形，在此情形下，該光擴散器18設置在該一次光與該二次光兩者均通過該光擴散器18之位置處，使得該光散射且方向性減少，這對於抑制抑制該一次光與該二次光之混

合光的顏色不均一性是必要的。

如第9圖所示，該光擴散器18可以是一具有一粗糙表面且高度差落在由大約10nm至<1mm之範圍內的結構(如經研磨之玻璃)。或者，該光擴散器18可以是一含有透明顆粒19之膜，但並未顯示圖中。透明顆粒19之例子包括無機磷光體(如氧化鋁粉末、及二氧化矽粉末)、及透明樹脂粉末(如丙烯酸樹脂)。較佳地，該透明顆粒19呈球形。

該光擴散器18可以利用，例如，無機/有機黏著劑結合至該波長轉換器4上。

波長轉換器4之示範性構形4與5

第10圖顯示具有該波長轉換層4a之波長轉換器4的示範性構形。如第10圖所示，該波長轉換器4具有一相當厚之透明基板20(如玻璃、透明陶瓷、或丙烯酸樹脂)，該透明基板20設置在構成波長轉換層4a之磷光體壓成體17a的至少一表面上。該厚度可落在由大約0.1mm至<10mm之範圍內。

考慮該磷光體壓成體17a(如透明磷光體陶瓷)之主要材料是一 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系磷光體，當添加典型量之 Ce^{3+} 以活化該磷光體，使它適用於一白光LED(取代Y之Ce量是在由1原子%至10原子%之範圍內)，該磷光體會如前所述般明顯地吸收藍光。有鑒於這性質，該透明磷光體陶瓷必須薄到足以讓藍光穿過。

這磷光體之厚度以在由 $1\mu m$ 至 $<600\mu m$ 之範圍內為佳，且以在由 $10\mu m$ 至 $<600\mu m$ 之範圍內更佳。由於這種極小之厚度，所以該磷光體層具有低機械強度且容易受損。

第10圖所示之構形解決前述情形。即，該透明基板20支持該磷光體壓成體17a，以增加包括在該波長轉換器4中之波長轉換層4a的機械強度。如此，雖然該磷光體壓成體17a是薄的且機械強度低，但是該波長轉換器4是易於處理的。

若只有該磷光體壓成體17a之一有限部份在波長轉換時產生熱且該透明基板20是由一無機材料(如玻璃或透明陶瓷)製成，則該透明基板20作為一良好散熱器。如此，除了前述優點以外，這構形之波長轉換器對於抑制波長轉換層4a之溫度上升也是必要的。

請注意具有前述構形之波長轉換器4係藉以黏著劑或利用黏結法結合該磷光體壓成體17a與該透明基板20來製造，例如，可使用一有機或無機黏著劑(例如各種樹脂黏著劑或低熔點玻璃之任一種)。在另一例子中，可在該磷光體壓成體17a與透明基板20之間產生一熱反應以達成黏結。

為了抑制可能會因為該黏著或黏結產生之磷光體壓成體17a的變形，可設置一對透明基板20以將該磷光體壓成體17a夾置於其間，如第11圖所示。特別地，該對透明基板20之形狀與厚度最好相等。

為了控制光分布特性且改善光提取效率，第11圖所示之該對透明基板20的其中一者可以修改成具有一圓頂形表面，該圓頂形表面界定出一類似半球形透鏡形狀。

雖然未顯示於圖式中，該波長轉換器4可如下修改，以改善該波長轉換層4a之散熱性。即，該透明基板20設置成

另外與該波長轉換層4a之至少一側表面接觸，且以與整個側表面接觸更佳(即，該透明基板20設置成包圍該波長轉換層4a)。

較佳實施例1

以下是更詳細的說明，包括該固態發光元件3與具有該波長轉換層4a之波長轉換器4之位置配置的說明。

第12圖是沿著線A-A'所截取之第1圖所之示範性半導體發光裝置的橫截面側視圖。

如第12圖所示，本發明一實施例之半導體發光裝置至少包括該固態發光元件3與該波長轉換器4。該波長轉換器4是一具有該透明波長轉換層4a之無機壓成體，且該波長轉換層4a至少包含一無機磷光體(圖未示)，該無機磷光體吸收由該固態發光元件3所發出之一次光(圖未示)且以一比該一次光更長之波長發光。該波長轉換層4a之厚度等於或大於 $10\mu\text{m}$ 但小於 $600\mu\text{m}$ ，且該無機磷光體至少包含該組成元素群A之所有元素且該組成元素群A之一部份被 Ce^{3+} 取代，並具有一石榴石晶體結構。該組成元素群A係由選自於由Mg、Ca、Sr、Ba、Y、La、Gd、Tb及Lu構成之群的一或多個元素組成。該組成元素群A之 Ce^{3+} 取代量落在0.01原子%至1原子%之範圍內，且以由0.01原子%至0.5原子%更佳。該組成元素群A之 Gd^{3+} 取代量落在0原子%至30原子%之範圍內，且以小於10原子%更佳。

較佳地，Y與Gd是該石榴石晶體結構之組成元素群A之主要組分(請注意該等“主要”組分佔有整個組成元素群A之

至少70%，且以至少85%為佳，並且以100%更佳)。此外，較佳地，在呈壓成體狀態之該波長轉換層4a在被450nm波長之藍光輻射所激發時，於室溫下展現至少等於或大於85%，且以等於或大於90%為佳之絕對內部量子效率。

前述構形係用以抑制由波長轉換層4a所產生之熱，此外，該裝置及該波長轉換器亦構形成可以高效率進行波長轉換且產生高功率輸出。即，前述構形係用以抑制由於伴隨波長轉換之能量損失所產生之波長轉換層4a的溫度上升。此外，前述構形係用以抑制光輸出之減少，否則將由於使用一具有該波長轉換層4a之無機壓成體而造成光輸出之減少。

此外，就本發明之半導體發光裝置而言，具有該波長轉換層4a之波長轉換器4最好設置成透過一透明黏著材料(圖未示)，與該固態發光元件之主要光提取表面緊密接觸。

利用前述構形，由該波長轉換層4a所產生之熱被傳導至具有良好熱傳導性質之固態發光元件3。如此，雖然由該波長轉換層4a所產生之熱隨著輸入該固態發光元件3之功率增加而增加，但是該熱被有效地釋放。

此外，就本發明之半導體發光裝置而言，該波長轉換層4a最好具有一輪廓，其使該外輪廓符合該固態發光元件3之上表面或主要光提取表面(圖未示)。亦即，該波長轉換層4a被放置成與該主要光提取表面緊密接觸。

利用前述構形，該固態發光元件3之主要光提取表面之尺寸被做成實質上等於該半導體發光裝置之發光表面的尺

寸。如此，可以提供一產生具有低顏色不均一性之光的點光源。

此外，就本發明之半導體發光裝置而言，該固態發光元件3具有一對饋電電極。該對饋電電極可以兩者均設置在該固態發光元件3之上或後表面上，或一者在該上表面上且另一者在該後表面上。此外，該固態發光元件3設置成使整個後表面(相對光提取表面之表面)緊密接觸該散熱體。

利用這構形，由該波長轉換層4a所產生之熱由該固態發光元件3之整個後表面(安裝表面)以一均一且高之傳導速度被傳導至設置於該固態發光元件3下方之高熱導體(例如，該導體A2a、該散熱基板1、及外部附接散熱器(圖未示))。如此，雖然，由該波長轉換層4a所產生熱隨著輸入該固態發光元件3之功率增加而增加，但是該波長轉換層4a之溫度上升被有效地抑制。

依前述方式，可容許該波長轉換層4a朝該固態發光元件3之向下方向以一較佳之散熱效率散熱。這可抑制發光效率降低，否則將因該波長轉換層4a之溫度上升而使發光效率降低。

此外，利用前述構形，確使該半導體發光裝置可抑制該波長轉換層4a之溫度驟冷及混合光之分離兩者。因此，該半導體發光裝置可以產生明亮且具均一顏色之光。

如第12圖所示，本發明之半導體發光裝置構形成使該波長轉換器4之波長轉換層4a位在該固態發光元件3之主要光提取表面(圖未示)之至少上方。該波長轉換器4係構形成

當被由該固態發光元件3發出之一次光激發時，可以比該一次光更長之波長發出光。這完成了該半導體發光裝置。

就本發明之半導體發光裝置而言，由該固態發光元件3所發出之一次光(圖未示)激發被包含在該波長轉換層4a中之無機磷光體。如此，該輸出光28至少包括被該波長轉換層4a轉換之二次光。

該輸出光28可更包括該一次光，或一由該一次光與該二次光(圖未示)兩者之有色成分構成之混合光。

就本發明之半導體發光裝置而言，該波長轉換器4設置成至少與該固態發光元件3之主要光提取表面緊密接觸。

即，本發明之半導體發光裝置使用一小片在這說明書中之先前段落中說明之用於前述波長轉換器4之任一種材料，作為該波長轉換器4。該波長轉換器4係形成且設置成至少與該固態發光元件3之主要光提取表面緊密接觸，較佳地，該波長轉換器4係黏著地附接至該主要光提取表面。

利用前述結構，可確使該半導體發光裝置之光提取表面的尺寸實質上等於該固態發光元件3之主要光提取表面。如此，緊接著該一次光15發出後，該一次光15之所有光子均進入該波長轉換器4。這構形適用於提供適用於一車輛頭燈之高強度點光源。

以往，一構形成前述點光源之半導體發光裝置具有以下基本問題。即，由於光係照射在該波長轉換器4之波長轉換層4a的一相當小面積上，所以事實上該波長轉換層4a會受到溫度上升之不利影響。因此，包含在該波長轉換層4a

中之無機磷光體會進行溫度驟冷，如此便難以確保高功率輸出。

此外，以往的另一個問題是由於未知原因而無法達到預期之光輸出值。

但是，依據本發明，該波長轉換器4是一具有相當高熱導率之完全無機波長轉換器(例如透明磷光體陶瓷)。此外，該波長轉換器4具有至少含有一無機磷光體之波長轉換層4a，且該無機磷光體吸收由該固態發光元件所發出之一次光且以比該一次光更長之波長發出光。該波長轉換層4a係構形成具有一高熱導率之厚度且含有一無機磷光體(如前述 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系黃綠磷光體)，且該無機磷光體展現一高波長轉換效率及小溫度驟冷。利用前述結構，該波長轉換器之構形可以抑制隨著波長轉換產生之熱產生與累積。這種熱產生與累積不必要地成為一使該波長轉換層4a之溫度上升的因素，此外，該波長轉換器之這構形最好亦確使該波長轉換器以高效率且以小溫度驟冷進行。

在一較佳實施例中，該半導體發光裝置係構形成可，特別利用黏著結合，確保一相當良好之熱傳導路徑以透過該固態發光元件3(固態發光元件具有高熱導率係一般習知的)朝向下方向散熱。這點光源之構形係用以抑制該波長轉換層4a之溫度上升，且因此確保高功率輸出。

請注意該波長轉換器4係利用一無機或有機透明材料作為黏著劑，黏著地附接至該固態發光元件3之主要光提取表面。較佳黏著劑之例子包括透明樹脂黏著劑(如矽氧系樹

脂黏著劑)及低熔點無機黏著劑(如低熔點玻璃)。

前述黏著劑可輕易取得且藉進行簡單步驟來製備。

另一方面，一用以接合該固態發光元件3與該散熱體的黏著劑23可選自於各種黏著劑，包括一樹脂黏著劑(如矽氧系樹脂黏著劑)及一無機黏著劑。該選擇可依據該固態發光元件3之構形與電極結構以及該散熱基板1之性質與材料(特別是依據該散熱基板1是否為絕緣或導電)來進行。

無機黏著劑之例子包括一絕緣無機黏著劑(例如，低熔點玻璃)及一導電無機黏著劑(例如，金屬糊(特別是銀糊)或焊料(如Au-Sn或Ag-Sn))。適當黏著劑之選擇可依據該固態發光元件3之構形與電極結構以及該散熱基板1之性質與材料來進行。

利用黏著劑23可以用以下方式省略。即，該導體A2a與該饋電電極可以由相同金屬材料製成(例如，Au)，使得該導體A2a可藉施加如壓力或超音波振動等外力而實體地結合至該饋電電極。

本發明之半導體發光裝置可具有具第2圖所示之“具雙上電極之面向上構形”之固態發光元件3，在此情形下，不論該散熱基板1是一絕緣或導電板，該黏著劑23可為一絕緣黏著劑(如前述樹脂黏著劑與一絕緣無機黏著劑)及一導電黏著劑(如一導電無機黏著劑)之任一者。

此外，本發明之半導體發光裝置可具有具第3或4圖所示之“頂-後電極構形”。在此情形下，該黏著劑23必須是一導電黏著劑(如前述導電無機黏著劑)，以電性連接該導體

A2a至該固態發光元件3之饋電電極B14b(圖未示)。

又，本發明之半導體發光裝置可具有具第5圖所示之“具雙底電極之倒裝晶片構形”。在此情形下，該黏著劑23必須是一導電黏著劑(如前述導電無機黏著劑或凸塊)，以電性連接該饋電電極A14a至該導體A2a且電性連接該饋電電極B14b至該導體B2b。

就本發明之半導體發光裝置而言，當如第1圖所示地由上方觀看該光提取表面時，該波長轉換層4a最好構成該波長轉換器4之整個表面。同時，該波長轉換器4亦最好設置於一未與該固態發光元件3之電極出口部份21一致之位置處，且設置成可覆蓋該光提取表面。

前述構形確使由該主要光提取表面發出之一次光進入該波長轉換器4之波長轉換層4a，同時保持該光輸出表面為一最小尺寸。如此，該點光源可以輸出沒有顏色變化與輸出功率變化之光。

此外，該波長轉換器4最好具有一實質多邊形形狀(即，該波長轉換器4之輪廓界定出一實質多邊形形狀)且至少一多邊形角至少部份地被切除、刮削、研磨、或形成倒角。

利用這構形，附接該波長轉換器4之一製造步驟可以在完成該固態發光元件3之電性連接後更容易地進行，這對製程是有利的。此外，該波長轉換器4與該固態發光元件3之可能缺陷可以在完成該半導體發光裝置之前檢查出來，這可減少製造損失。

如先前所述，該波長轉換器4至少包括該波長轉換層4a(該磷光體17)及該透明基板20。該波長轉換層4a進行該一次光之波長轉換，而該透明基板20則支持該波長轉換層4a，但並未進行波長轉換。在此，該透明基板20的體積最好大於該波長轉換層4a。

利用前述構形，可確保該波長轉換器4具有某一厚度，這使該波長轉換器4易於處理且比較不會產生熱變形。

此外，因為該波長轉換層4a是薄的且該透明基板20作為一良好散熱器，所以在該波長轉換器4上之熱的累積會受到抑制，這可用以減少溫度上升。利用這波長轉換器4，該半導體發光裝置係構形成可產生高功率輸出。

該波長轉換器4最好具有一對設置成夾置該波長轉換層4a之透明基板20。

利用這構形，該波長轉換器4在上與後表面兩者上產生而不是僅在它們其中一者上產生。如此，該波長轉換器4可做成更能抵抗熱變形。

此外，該波長轉換層4a之上與後表面兩者與具有一高熱導率之其中一透明基板20接觸，且因此作為一散熱器。因此，作為一熱產生源之波長轉換層4a的散熱效率幾乎倍增以有效地抑制溫度上升。利用這波長轉換器4，該半導體發光裝置係構形成可產生高功率輸出。

前述黏著劑物質最好是一至少含有無機顆粒之樹脂。

通常，無機材料具有一高熱導率。如此，即使利用一已知為具有一低熱導率之樹脂，亦可得到一相當高熱導率

之黏著劑物質。

此外，應注意的是該等無機顆粒具有光擴散功能且因此可抑制發光顏色之不均一。

該等無機顆粒可包含吸收該一次光產以比該一次光更長之波長發出光之磷光體顆粒，利用這結構，該輸出光之色調可做某種程度的調整。

以下參照實驗資料說明本發明之磷光體壓成體17a之厚度的較佳範圍、 Ce^{3+} 之添加量及包含在該等透明磷光體陶瓷中之 Gd^{3+} 取代量。本發明之透明磷光體陶瓷含有一 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系黃綠磷光體，其係具有一石榴石晶體結構之磷光體的代表例，且該透明磷光體陶瓷含有該組成元素群A之元素，並且該組成元素群A之一部份被 Ce^{3+} 取代。

第18圖是一顯示對多數白光LED之測量資料的表。各白光LED包括一具有一由InGaN系化合物(在450nm處有發射峰值)構成之發光層的藍光發光二極體、及一不同種類之 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系透明磷光體陶瓷。各白光LED由於加入與混合由該藍光發光二極體發出之藍光與由該等透明磷光體陶瓷發生之黃綠光而發出白光。詳而言之，該表顯示各種 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 磷光體之 Ce^{3+} 取代量與 Gd^{3+} 取代量、各磷光體陶瓷(形成為板狀)之厚度、各白光LED之發光的色度(x與y)及色溫。

請注意當各 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 磷光體以化學式： $(Y_{1-a-x}Gd_aCe_x)_3Al_5O_{12}$ 表示時，該 Ce^{3+} 取代量是指“x”之值且該 Gd^{3+} 取代量是指“a”之值。

第19圖是一CIE色度圖，其中表示由各個白光LED(其構形與性質係顯示於第18圖中)所發出之光之色度的資料係與黑體軌跡(Planckia locus)一起被繪出。

在第19圖中，對應於色度座標之點A、B、C、D、E、F與G分別表示2000K、3000K、4000K、5000K、6000K、7000K與8000K之色溫。

在第19圖中，該等直線段a、b、c、d與e表示，在該CIE色度圖上，由對應於 Ce^{3+} 取代量分別為0.05原子%、0.5原子%、1原子%、2原子%與3原子%、之白光LED所發出之光的色度。請注意該 Gd^{3+} 取代量均為0原子%。如前所述，各白光LED由於藉相同藍光發光二極體與具有不同厚度之不同透明磷光體陶瓷($Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系)之組合來添加顏色而發光。

此外，在第19圖中，該點f表示由該藍光發光二極體與 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系透明磷光體陶瓷組合發出之混合色光的色度，且該 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系透明磷光體陶瓷具有18原子%之 Gd^{3+} 取代量、0.05原子%之 Ce^{3+} 取代量、及0.6mm之厚度。

透過第18與19圖之比較，以下是顯而易見的。

Ce^{3+} 取代量(1)

隨著 Ce^{3+} 取代量之增加，該 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系黃綠磷光體之透明磷光體陶瓷的發光會變得愈來愈黃。因此，該混合光之色度的值x變大，換言之，可輕易獲得具有等於或小於色溫8000k之光。

此外，隨著 Ce^{3+} 取代量之增加，所得到之透明磷光體

陶瓷可更容易吸收藍光。因此，可利用相當薄之透明磷光體陶瓷輕易地獲得黃綠或黃色之光。

雖然在此已顯示相關資料，但是亦可發現的是一 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系磷光體之溫度驟冷隨著 Ce^{3+} 取代量之增加而增加，使得所得到之透明磷光體陶瓷將在耐熱性方面相對較差。

又，如以下所述，當該 Ce^{3+} 取代量超過0.5原子%，且特別達到等於或大於1原子%時，該等透明磷光體陶瓷在將藍光轉換黃綠光之波長轉換效率(光子轉換效率或內部量子效率)方面呈現明顯下降的情形。利用這種透明磷光體陶瓷，難以提供一可高功率輸出之半導體發光裝置。

依據第18與19圖，已知的是該 Ce^{3+} 取代量的較佳範圍是由大約0.5原子%至<3原子%，且以由1原子%至<3原子%較佳，並假設該 Gd^{3+} 取代量是零。當該 Ce^{3+} 取代量落在這範圍內時，可得到一點光源，該點光源發出具有落在由4500K至8000K，且以由5000K至7000K更佳之範圍內之相關色溫的光。(請注意適用於鹵素燈與車輛頭燈之相關色溫是在由4000K至6700K之範圍內。)

Gd^{3+} 取代量

當 Gd^{3+} 取代包含在該 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 磷光體中之 Y^{3+} (18原子%)的一部份時，該等透明磷光體陶瓷發出黃光。因此，該混合光之色度 x 會增加。即，可得到一低色溫(等於或小於8000K)之混合光。

雖然未顯示相關資料，但亦可發現到的是一 $Y_3Al_5O_{12} :$

Ce³⁺系磷光體之溫度驟冷隨著Gd³⁺取代量之增加而增加，使得所得到之透明磷光體陶瓷將在耐熱性方面相對較差。

依據第18與19圖，已知的是該Gd³⁺取代量的較佳範圍是由大約15原子%至50原子%，且以由20原子%至40原子%較佳，並假設該Ce³⁺取代量是大約0.05原子%。當該Gd³⁺取代量落在這範圍內時，可得到一點光源，該點光源發出具有落在由4500K至8000K，且以由5000K至7000K更佳之範圍內之相關色溫的光。(請注意這些相關色溫適用於鹵素燈與車輛頭燈。)

在發明人小心研究後，發現，如第18與34圖所示，該Gd³⁺取代量的較佳範圍是由大約0原子%至50原子%，且以由0原子%至30原子%較佳，並假設該Ce³⁺取代量是大約0.5原子%。當該Gd³⁺取代量落在這範圍內時，可得到一點光源，該點光源發出具有落在由2800K至6700K，且以由4000K至6700K更佳之範圍內之相關色溫的光。(請注意這些相關色溫更適用於最近之鹵素燈與車輛頭燈。)

依據其他實驗資料等，有以下發現。即，當涉及該Gd³⁺取代時，只要該Ce³⁺取代量落在由0.05原子%至1原子%，且特別是由0.1原子%至0.8原子%之範圍內，可以預期到的是雖然效果可能不同，但仍可產生一類似之有利效果。

透明磷光體陶瓷之厚度

隨著厚度 t 之增加，該等透明磷光體陶瓷吸收藍光亦增加。因此，可輕易獲得黃綠或黃色混合光。

由第18與19圖可知道當該Ce³⁺取代量為0.05原子%

時，該厚度 t 之較佳範圍是由0.2mm至0.6mm，且當該 Ce^{3+} 取代量是在0.5原子%至1原子%時，該厚度 t 之較佳範圍是小於0.1mm，並且當該 Ce^{3+} 取代量是在2原子%至3原子%時，該厚度 t 之較佳範圍是小於0.02mm。利用前述厚度，可獲得一點光源，該點光源發出具有較靠近該黑體輻射之相關色溫的光。詳而言之，由前述點光源所獲得之相關色溫落在4500K至8000K之範圍內，且以由5000K至7000K更佳。(請注意適用於鹵素燈與車輛頭燈之相關色溫是在由4000K至6700K之範圍內。)

以下是參照第18與19圖，對在較佳透明磷光體陶瓷之厚度與 Ce^{3+} 取代量間之關係的更詳細說明。

由第18與19圖可看出，對於獲得適用於達成照明目的之白光，特別是用於車輛頭燈與投射光源為較佳之透明磷光體陶瓷的厚度會隨著 Ce^{3+} 取代量不同而不同。(在第19圖中，該較佳白光對應於被虛線圍起之區域)。例如，當該 Gd^{3+} 取代量為零且該 Ce^{3+} 取代量為0.05原子%(以第19圖中所示之線段“a”表示)時，該等 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 透明磷光體陶瓷之較佳厚度 t 落在由0.2mm至0.3mm之範圍內。

依據其他實驗資料類推且依據測量誤差，已發現的是若該 Ce^{3+} 取代量落在0.01原子%至<0.1原子%之範圍內，則用以獲得白光之較佳厚度落在0.1mm(100 μ m)至<2mm之範圍內。

此外，當該 Ce^{3+} 取代量為0.5原子%時，該較佳厚度是在由0.1mm至0.2mm之範圍內。

依據其他實驗資料類推且依據測量誤差，已發現的是當該 Ce^{3+} 取代量是在由0.1原子%至<1原子%之範圍內時，獲得該白光之較佳厚度大致落在0.02mm(20 μ m)至<0.3mm(300 μ m)之範圍內。

此外，亦已發現的是當該 Ce^{3+} 取代量是在1原子%至3原子%之範圍內(以第19圖中所示之線“c”至“e”表示)時，該較佳厚度落在0.02mm至<0.1mm之範圍內。

依據其他實驗資料類推且依據測量誤差，已發現的是當該 Ce^{3+} 取代量落在1原子%至<5原子%之範圍內時，用以獲得白光之較佳厚度落在0.005mm(5 μ m)至<0.05mm(50 μ m)之範圍內。

此外，亦已發現的是若該等 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 透明磷光體陶瓷具有，例如，18%之 Gd^{3+} 取代量與0.05%原子%之 Ce^{3+} 取代量(由第19圖中所示之線“f”表示)，則該較佳厚度是等於或小於0.6mm。

依據其他實驗資料類推且依據測量誤差，已發現的是當該 Ce^{3+} 取代量落在0.01原子%至<0.1原子%之範圍內，則類似於無 Gd^{3+} 取代量之情形，用以獲得白光之較佳厚度大致落在0.1mm(100 μ m)至<2mm之範圍內。

請注意在第18與19圖中所示之資料係有關於作為各含有組成元素群A之元素之磷光體例的 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 磷光體與 $(Y, Gd)_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 磷光體，其一部份被 Ce^{3+} 取代且具有一石榴石晶體結構。但是，在此應注意的是依據晶體結構與光學性質之類似度，可藉含有組成元素群A之元素且一部

份被 Ce^{3+} 取代並具有一石榴石晶體結構的磷光體達成類似之有利效果。

用以獲得具有由4000K至8000K之相關色溫之混合光的條件

依據該等透明磷光體陶瓷之較佳厚度(t)、該較佳 Ce^{3+} 取代量、及該較佳 Gd^{3+} 取代量，以下提出之條件是用以獲得混合光的條件，而該混合光具有落在由4500K至8000K為佳且以由5000K至7000K更佳之範圍內的相關色溫。

(1)該 Ce^{3+} 取代量小於3原子%。

在此，未特別指定下限。就溫度驟冷而言，一較小之 Ce^{3+} 取代量為較佳。又，就藍光吸收效率而言，該 Ce^{3+} 取代量以等於或大於0.01原子%為佳，且以等於或大於0.03原子%更佳。

總之，該 Ce^{3+} 取代量以在由0.01原子%至<3原子%之範圍內為佳，且以由0.03原子%至<3原子%更佳。

(2)該 Gd^{3+} 取代量以在由0原子%至50原子%之範圍內為佳。只要調整 Gd^{3+} 取代量補償該 Ce^{3+} 取代量即可。

(3)特別是就該 Ce^{3+} 取代量而言，必須調整該等透明磷光體陶瓷之厚度(t)。又，該厚度通常落在由0.01mm至0.6mm(即，由10 μ m至600 μ m)之範圍內。

第20-24圖顯示均具有一均一厚度(0.6mm)之透明陶瓷樣本之測量資料的圖。各樣本係由一具有不同 Ce^{3+} 取代量之 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 透明磷光體陶瓷製成，該等測量資料顯示各樣本之內部量子效率(絕對值)及外部量子效率(絕對

值)。該內部量子效率等於一光子轉換效率且顯示波長轉換效率，類似地，該外部量子效率等於一光子轉換效率且顯示波長轉換效率。

第20-24圖顯示 Ce^{3+} 取代量分別為0.05原子%、0.5原子%、1原子%、2原子%、及3原子%之樣本的測量資料。

為了達到參照之目的，第25圖顯示 Ce^{3+} 取代量為2原子%之 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 磷光體粉末之估算資料。

請注意透明磷光體陶瓷之內部量子效率的估算是利用在前述Okubo之文獻中揭露之估算方法來達成。依據該估算方法，透明磷光體陶瓷之一小片樣本(一大約1公分見方板之壓成體)被放在於一樣本檯上被加壓之一硫酸鋇(BaSO_4)粉末上，且該被加壓 BaSO_4 粉末被用來作為反射標準。

如第25圖所示，以最適當化製造條件製備之 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 磷光體粉末的樣本具有接近理論極限(100%)之內部量子效率(>95%)。這有利性質是這種磷光體粉末用於一高功率輸出白光LED為較佳之一部份原因。

相反地，以下是對由 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 磷光體製備之透明磷光體陶瓷之樣本所做之觀察。由第20-24圖可看出，隨著 Ce^{3+} 取代量由0.05原子%增加至3原子%，該內部量子效率減少。特別是當該 Ce^{3+} 取代量達到等於或大於1原子%時，該內部量子效率大幅下降。

通常，適用於白光LED光源之磷光體粉末被要求在藍光區域中要具有良好光吸收性。因此，用以吸收藍光之 Ce^{3+} 離子之取代量通常設定在1-5原子%之相當高的值。但是，

本發明人的研究顯示藉用於白光LED光源之典型 Ce^{3+} 取代量，要製備具有一高內部量子效率之透明磷光體陶瓷是不可能的或困難的。

前述發現表示具有用於白光LED光源之典型 Ce^{3+} 取代量的 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 透明磷光體陶瓷不適用於可靠地製造一可產生高功率輸出之半導體發光裝置。

請注意為何內部量子效率會隨著 Ce^{3+} 取代量增加而減少之原因並不清楚，但是，以下機構提供一種假設性的解釋。

隨著 Ce^{3+} 取代量增加， $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 透明磷光體陶瓷之藍光波長轉換效率減少的假設機構

通常，透明磷光體陶瓷可為無機磷光體顆粒之單晶集合體是已知的，且該磷光體陶瓷之透明度隨著顆粒尺寸增加而增加亦是已知的。

此外，顆粒邊界為減少透明度與發光效率之一因素亦是已知的。

由以上可知，通常會試圖增加顆粒尺寸及減少顆粒邊界之體積比例以改善該等透明磷光體陶瓷之透明度與發光效率。

此外，就透明磷光體陶瓷之製造而言，在燒結製程前添加少量燒結助劑(如 MgO 或 SiO_2)至該磷光體材料是已知的。該燒結助劑之添加目的是為了增加顆粒尺寸且減少顆粒邊界之體積比例。

又，構成該燒結助劑之一部份或全部之元素會在顆粒

邊界附近被偏析且局部化。

如此，可假設有以下情形。隨著 Ce^{3+} 取代量增加，該燒結助劑更容易與一Ce化合物反應。這些反應會產生一作為發光之去活化或中斷中心的化合物、增加顆粒邊界之體積比例、且減少顆粒尺寸。

另一方面，透明磷光體陶瓷通常具有一高於空氣之折射率且因此具有以下性質。即，進入該等透明磷光體陶瓷之光及在該等透明磷光體陶瓷中產生之光被捕獲在該等透明磷光體陶瓷內且未充分地射入空氣中。

由於這性質，該光會在該等透明磷光體陶瓷內來回反射且因此通過該等顆粒與顆粒邊界許多次。

因此，在具有作為去活化中心之大量化合物與顆粒邊界之透明磷光體陶瓷中，更可注意到是進入或在該等透明磷光體陶瓷中產生之光會在該等透明磷光體陶瓷內被吸收且消失，減少光子轉換效率。

雖然需進一步與更詳細之研究來確認前述機構，這假說解釋了該內部量子效率隨著 Ce^{3+} 取代量之增加而減少之情形，對實驗資料提供支持。

此外，內部量子效率隨著 Ce^{3+} 取代量增加而減少是與被製成一無機磷光體壓成體，特別是一含有該組成元素群A且該組成元素群A之一部份被 Ce^{3+} 取代並具有一石榴石晶體結構的磷光體壓成體有關的主要問題(請注意該組成元素群A包含一或多個選自於由Mg、Ca、Sr、Ba、Y、La、Gd、Tb及Lu構成之群組之元素所構成)。因此，需要解決此

問題。

依據第20-24圖，以下是有關 Ce^{3+} 取代量之說明。

Ce^{3+} 取代量(2)

隨著 Ce^{3+} 取代量之增加，所得之透明磷光體陶瓷承受光子轉換效率(內部量子效率)減少更多之害。這減少可歸因於光吸收損失之增加，由以上可知，該 Ce^{3+} 取代量以落在由0.01原子%至<3原子%之範圍為佳，且以由0.01原子%至<1原子%較佳，並且以由0.01原子%至<0.5原子%更佳。

如第12圖所示，本發明之半導體發光裝置可包括該散熱基板1，且該散熱基板1係一絕緣板。在該散熱基板1上，至少積層有該導體A2a、該黏著劑23、該固態發光元件3及該波長轉換器4。

在第12圖所示之特定例子中，該導體B2b設置在該散熱基板1上。但是，該導體B2b亦可設置在一不在該散熱基板1上或上方之位置處。

只要該導體A2a至少透過一絕緣體(絕緣體之例包括一間隙)與該導體B2b分開即可，該等導體之位置未被特別限定。

請注意在該固態發光元件3中，該對饋電電極A14a與B14b之其中一者電性連接於導體A2a且另一者電性連接於該導體B2b。

在該固態發光元件3中，在該導體B2b與該饋電電極A14a與B14b之其中一者間的電性連接可以藉於其間連接一導體C5來達成。

該導體C5可以是例如，一金屬線(金線)。

利用前述電性連接，該半導體發光裝置可以透過該等導體A2a與B2b供應電力至該固態發光元件3。

依此，該固態發光元件3藉電-光轉換將電能轉換成光，使得該一次光15射出。

如第14圖所示，本發明之半導體發光裝置可另外具有一透光體25，且該透光體25設置成將整個固態發光元件3間接密封或埋入其中。較佳地，該透光體25至少接觸一散熱體(該散熱基板1或該導體A2a)。

利用這結構，可確保一熱傳導路徑，使得該波長轉換器4之熱經由該透光體25傳送至該導體A2a與該散熱基板1(兩者均作為一良好散熱器)。即，散熱部份之面積與包覆體積增加。此外，該熱傳導路徑之截面積增加，這可增加整體散熱性且因此抑制該波長轉換器4之溫度上升。

此外，前述結構提供一熱傳導路徑，使得該波長轉換器4之熱沿著該波長轉換器4之整個周緣表面均勻地釋放。因此，可確使環繞該波長轉換器4之部份進行一均一溫度上升，而不是被局部地加熱。這對於獲得高功率輸出是必要的。

請注意以下將參照圖式詳細說明該熱傳導路徑。

請注意前述“透光體25設置成將整個固態發光元件3間接密封或埋入其中”的說明之意思如下。如第14圖所示，該透光體25設置成與該固態發光元件3之整個側表面(包括該波長轉換器4之整個側表面)接觸，但並未接觸該固態發光

元件3之後表面。即，該固態發光元件3被間接地封閉在該透光體25內。

可用來作為該透光體25之材料包括透明樹脂(如矽氧樹脂與氟樹脂)、及透明低熔點無機材料(如低熔點玻璃)。

許多該透光體25之前述材料具有一相當高的折射率，在設置成密封該固態發光元件3之透光體25直接接觸該主要光提取表面且接觸該固態發光元件3之整個側表面(除後表面外)之構形中，特別需要這種材料。利用這構形，由該固態發光元件3發出之一次光15以一較高之光提取效率反射，這對確保高功率輸出是較佳的。

為了改善熱傳導性質，最好將各種無機材料添加至構成該透光體25之透明樹脂或低熔點無機材料中。

可添加至該透明樹脂之無機材料的例子包括透光性無機材料、反光性無機材料、具有一良好熱傳導性質(熱導率等於或大於 3W/mK ，且以等於或大於 10W/mK 為佳，並以等於或大於 100W/mK 更佳)之高熱傳導性無機材料、具有一高折射率(於室溫下在 380nm 至 780nm 之可見光範圍中的折射率為等於或大於 1.2 ，且以等於或大於 1.4 較佳，但小於大約 4.0)之高反射性無機材料、將該一次光擴散之光擴散性無機材料、及吸收該一次光以發射可見光之無機磷光體材料(即無機磷光體)。只要選擇該等材料之至少一者並將之添加至該透明樹脂，是否僅選擇其中一材料或組合地選擇兩或多種並不重要。

該透明無機材料之例子包括：各種氧化物(如氧化鋁、

二氧化矽、二氧化鈦、氧化鎂、如氧化釷等稀土氧化物、及如釷-鋁-石榴石或 SrTiO_3)等複合氧化物；各種氮化物(如氮化鋁、氮化硼、氮化矽、氮化鎵、及氮化鎵銻)；及如碳化矽等碳化物。

反光性無機材料之例子包括：各種前述氧化物；如硫化鋇等硫化物；各種金屬(如Al、Ti、Au、及Ag)。

高熱傳導性無機材料之例子包括：各種前述氧化物；前述各種氮化物；各種碳化物(如碳化矽)；碳；及前述金屬。

高反射性無機材料之例子包括：前述透明無機材料。

光擴散性無機材料之例子包括：其中一選擇之透明無機材料及前述反射性無機材料之粉末(顆粒)。中間顆粒直徑(D₅₀)落在由0.1 μm 至<1mm(次微米至次毫米值)之範圍內。

該等無機磷光體材料之例子包括前述無機磷光體。

欲添加至該透明樹脂之無機材料不限於任何形狀或性質。又，就容易處理及控制熱傳導性而言，該等無機材料最好呈顆粒狀，且該等顆粒已知為一具有平均或中間顆粒直徑(D₅₀)落在由1nm至<1mm之範圍內的粉體或填料。即，在這範圍內包括奈米顆粒、次微米顆粒、微米顆粒及次毫米顆粒。

用以獲得具有良好透光特性之透光體25的較佳顆粒是球狀或似球狀顆粒或奈米顆粒(由大約1nm至<100nm)，利用這種顆粒，可獲得具有一極佳透光性之透光體25。

在本發明之半導體發光裝置的一較佳實施例中，該波長轉換器4係由具有一良好線性透光性之任一種前述陶瓷

壓成體製成，且該透光體25含有任一種前述光擴散無機材料。

這較佳實施例之半導體發光裝置係構形成可抑制溫度驟冷與該混合光之色分離，使得輸出光具有高強度與均一顏色。

第15圖顯示對於第14圖所之本發明示範性半導體發光裝置(該導體A2a設置在該散熱基板1上，該固態發光元件3安裝在該導體A2a上，且該波長轉換器4設置上該固態發光元件3上)，該波長轉換器4之波長轉換層4a所產生之熱的熱傳導路徑。

在第15圖中，產生熱之各部份被整體地加上陰影，且各熱傳導路徑以一箭號表示。

如第15圖所示，本發明之半導體發光裝置構形成即使熱隨著輸入功率增加而增加，亦可以下列方式有效地釋放熱，以改善散熱性。即，由該波長轉換器4之波長轉換層4a所產生熱先由該波長轉換器4傳導至呈接觸關係之固態發光元件3。被傳導至該固態發光元件3之熱被釋放(1)至設置於該固態發光元件3下方之高熱導體(如導體A2a、散熱基板1、一外部另一散熱器(圖未示))，在此，該熱係經由該固態發光元件3之整個後表面均一地且以一快速之速度傳導。此外，被傳導至該固態發光元件3之熱亦(2)經由該透光體25被傳導至設置於該固態發光元件3下方之高熱導體且傳導至室內空間來而被釋放。此外，該固態發光元件3之熱(3)亦經由導體C5釋放至高熱導體。

如前所述，該等熱傳導路徑係設置成使得由該波長轉換器4之波長轉換層4a所產生熱均一地且有效地釋放，如此可有效地抑制由於該波長轉換層4a之溫度上升所產生之溫度驟冷且因此確保高功率輸出。

依前述方式，藉具有一良好熱傳導性及相當大表面積與包封體積之高熱導體，以一較佳散熱效率傳導熱。更詳而言之，由該波長轉換層4a所產生之熱係經由該固態發光元件3朝該固態發光元件3之向下方向、橫向向下方向及橫向方向傳導。因此，由於該波長轉換層4a之溫度上升所造成之發射效率的降低受到抑制。

請注意依據該較佳實施例1，該固態發光元件3具有一對饋電電極，其中一饋電電極位在上表面且另一饋電電極位在該後表面上。在此自然可了解的是當該對饋電電極兩者均設置在該固態發光元件3之上表面或後表面上時，亦可達成類似之效果。

用以獲得適用於鹵素燈與車輛頭燈之相關色溫發光之磷光體的條件

本發明人研究用以獲得以一適用於鹵素燈與車輛頭燈之相關色溫(目標值5000K)的條件。

首先，研究 Ce^{3+} 取代量。第26圖是一顯示 Ce^{3+} 取代量與該內部量子效率間之關係的圖，該圖總結第20-25圖所示之測量結果。

如第26圖所示，該內部量子效率會隨著 Ce^{3+} 取代量減少而增加。當藉450nm輻射被激發時， Ce^{3+} 取代量等於或小

於0.5原子%之磷光體展現等於或大於90%之內部量子效率。請注意在第26圖中顯示為“OK”之範圍對應於等於或大於80%之內部量子效率。

如前所述，該內部量子效率以等於或大於85%為佳，且以等於或大於90%更佳。如此，為了維持該內部量子效率等於或大於90%，較佳之 Ce^{3+} 取代量被決定為0.5原子%。

如第19圖所示，當該 Ce^{3+} 取代量為0.5原子%且該 Gd^{3+} 取代量為0原子%時，該磷光體展現大約8000K之相關色溫。這表示必須調整色度，使相關色溫可為大約5000K。如前所述，藉以 Gd^{3+} 取代Y的一部份，該 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系黃綠磷光體之峰值波長轉移至較長波長，使發出之光呈黃色。將此謹記在心，本發明人試圖藉 Gd^{3+} 取代來調整色度。

對於該 Gd^{3+} 取代，本發明人先研究該內部量子效率會如何被該 Gd^{3+} 取代量影響。第27-29圖是顯示透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。在各圖中，該 Ce^{3+} 取代量是0.5原子%，另一方面，該 Gd^{3+} 取代量在各圖中是不同的。第27圖顯示 Gd^{3+} 取代量為0原子%之透明磷光體陶瓷的內部量子效率，且在第28圖中為15原子%，並且在第29圖中為30原子%。由第27-29圖可知，該 Gd^{3+} 取代量對該內部量子效率之影響很小。

第30圖是一顯示在透明磷光體陶瓷樣本之該 Gd^{3+} 取代量與內部量子效率間之關係的圖。更詳而言之，該圖顯示當在450nm被激發時，透明磷光體陶瓷樣本之內部量子效率。如第30圖所示，只要該 Gd^{3+} 取代量在最高至50原子%

之範圍內，所有樣本均展現等於或大於90%之內部量子效率。

由以上可知，本發明研究色度將如何受在最高至50原子%之範圍內之 Gd^{3+} 取代量的影響。第31圖是一顯示在CIE色度圖上由白光LED發出之光之色度的圖。各白光LED構形成可發射由該藍光發光二極體所發出之光與由具有不同厚度之透明磷光體陶瓷($Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系磷光體)所發出之光的混合光。在所有透明磷光體陶瓷之樣本中，該 Ce^{3+} 取代量均為0.5原子%，但具有不同 Gd^{3+} 取代量。在圖中，該線段a、b、c、d、e、f與g對應於 Gd^{3+} 取代量分別為0原子%、5原子%、15原子%、20原子%、30原子%、40原子%與50原子%之樣本。

此外，請注意在第31圖中之點A、B、C、D、E、F與G係在對應於2000K、3000K、4000K、5000K、6000K、7000K與8000K之色度座標處。

由第31圖可知，當該 Ce^{3+} 取代量是0.5原子%且該 Gd^{3+} 取代量是20原子%時，在相關色溫5000K處獲得發光。

此外，本發明人更研究較佳磷光體之溫度特性。為了在車輛頭燈中使用，磷光體之較佳溫度特性係使得在150°C維持室溫下之發射強度等於或大於70%。本發明人研究用以確保這較佳溫度特性之條件。

第32圖是一顯示在在磷光體樣本上測得之 Ce^{3+} 取代量與溫度特性間之關係的圖。所有磷光體樣本具有0原子%之 Gd^{3+} 取代量，但具有0.05原子%、0.5原子%、1.0原子%、2.0

原子%、及3.0原子%之不同 Ce^{3+} 取代量。為了達到參照之目的，亦顯示對 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 磷光體粉末之測量資料。具有不超過2.0原子%之 Ce^{3+} 取代量的樣本展現等於或大於70%之發射強度，但是，當該 Ce^{3+} 取代量等於或大於3.0原子%時，該發射強度快速地下降至70%以下。

第33圖是一顯示對磷光體樣本測量之 Gd^{3+} 取代量與溫度特性的圖。對所有樣本而言，該 Ce^{3+} 取代量均是0.5原子%，但 Gd^{3+} 取代量為不同之0原子%、5原子%、15原子%、20原子%、30原子%、40原子%與50原子%。為了達到參照之目的，亦顯示對 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 磷光體粉末之測量資料。具有不超過30原子%之 Gd^{3+} 取代量的樣本展現等於或大於70%之發射強度，但是，當該 Gd^{3+} 取代量等於或大於40原子%時，該發射強度快速地下降至70%以下。

依據第32與33圖，可發現只要該 Ce^{3+} 取代量不超過2.0原子%且該 Gd^{3+} 取代量不超過30原子%，可在 $150^{\circ}C$ 維持室溫下之發射強度等於或大於70%。在此應注意的是這些取代量亦滿足用以獲得在5000K之相關色溫處之光的前述條件，該等條件需要該 Ce^{3+} 取代量為0.5原子%且該 Gd^{3+} 取代量為20原子%。因此可得到的結論是若該 Ce^{3+} 取代量為0.5原子%且該 Gd^{3+} 取代量為20原子%，則可在不犧牲該目標溫度特性之情形下獲得在5000K之相關色溫處之光。

前述說明係有關於對用以獲得在5000K之相關色溫處發光之磷光體之條件所進行之研究。除了5000K以外，本發明人更對用以獲得在由2800k至8000K之範圍內之相關色溫

處發光之磷光體之條件進行研究。

第34圖是多數白光LED之測量資料的一表，且各白光LED包括：一含有 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系之透明磷光體陶瓷及一具有由一InGaN化合物製成之發光層(峰值波長在450nm)的藍光發光二極體。各白光LED藉其中由該等透明磷光體陶瓷發射之黃綠光與由該藍光LED發射之藍光的合成色光，發射白光。該表顯示，各白光LED的該等透明磷光體陶瓷之 Ce^{3+} 取代量與 Gd^{3+} 取代量、該等透明磷光體陶瓷之厚度、及該白光LED之發光色度(x與y)與相關色溫。

第35圖是一CIE色度圖，其上繪有各白光LED之發射光的色度以及黑體軌跡。(請注意該等白光LED之構形及某些性質係顯示在第34圖中。)

如第34與35圖所示，該發射光係在由2800-8000K之範圍內之各種相關色溫，藉改變該 Ce^{3+} 取代量、該 Gd^{3+} 取代量及該等透明磷光體陶瓷之厚度等而獲得。

在第34圖中所示，例子群1-5係 Ce^{3+} 取代量為0.5原子%者，而例子群6-9係 Ce^{3+} 取代量為0.8原子%者。藉比較前者例子群與後者例子群，可發現該相關色溫隨著 Ce^{3+} 取代量增加而降低。依據這發現，本發明人研究用以在該 Ce^{3+} 取代量為0.8原子%時獲得較佳溫度特性之條件。

第36圖是一顯示在 Gd^{3+} 取代量與溫度特性間之關係的圖。在各樣本中，該 Ce^{3+} 取代量均為0.8原子%，但 Gd^{3+} 取代量為10原子%、20原子%、40原子%及50原子%之任一者。當該 Ce^{3+} 取代量為0.8原子%時，可展現該較佳發射強度(等

於或大於70%)，只要 Gd^{3+} 取代量為等於或小於20原子%即可。當該 Gd^{3+} 取代量為等於或大於40原子%時，所得之發射強度小於70%。

所進行之前述研究是要找出具有適用於鹵素燈與車輛頭燈之溫度特性的樣本。即，為達成此目的，在 $150^{\circ}C$ 之發射強度應等於或大於在室溫之發射強度的70%。但是，為了達成一般照明目的，在 $70^{\circ}C$ 之發射強度等於或大於在室溫之發射強度的70%便足夠了。另一方面，對欲在一較嚴苛環境中使用之鹵素燈與車輛頭燈而言，在 $200^{\circ}C$ 之發射強度最好維持於等於或大於在室溫時之發射強度的70%。有鑒於此，本發明人研究測量資料，以辨明用以獲得可維持在 $70^{\circ}C$ 、 $150^{\circ}C$ 及 $200^{\circ}C$ 之發射強度為等於或大於在室溫之發射強度的70%之樣本的條件。

第37與38圖是顯示在由 Ce^{3+} 取代量與 Gd^{3+} 取代量之溫度範圍的表。該等表係藉重新編排第31-36圖所示之測量資料，由溫度特性之觀點製得。

在第37圖中所示之資料係有關於 Ce^{3+} 取代量為0.5原子%之樣本。利用具有0.5原子%之 Ce^{3+} 取代量的這些樣本，若該 Gd^{3+} 取代量等於或小於50原子%，在 $70^{\circ}C$ 於3600-8000K之色溫範圍內展現之發射強度係維持等於或大於在室溫展現之發射強度的70%。若該 Gd^{3+} 取代量等於或小於30原子%，在 $150^{\circ}C$ 於4500-8000K之色溫範圍內展現之發射強度係維持等於或大於在室溫展現之發射強度的70%。若該 Gd^{3+} 取代量等於或小於10原子%，在 $200^{\circ}C$ 於6000-8000K之色溫

範圍內展現之發射強度係維持等於或大於在室溫展現之發射強度的70%。

第38圖中所示之資料係有關於 Ce^{3+} 取代量為0.8原子%之樣本。利用0.8原子%之 Ce^{3+} 取代量的這些樣本，若該 Gd^{3+} 取代量等於或小於50原子%，在70°C於2800-7000K之色溫範圍內展現之發射強度係維持等於或大於在室溫展現之發射強度的70%。若該 Gd^{3+} 取代量等於或小於20原子%，在150°C於4500-7000K之色溫範圍內展現之發射強度係維持等於或大於在室溫展現之發射強度的70%。若該 Gd^{3+} 取代量等於或小於10原子%，在200°C於5500-7000K之色溫範圍內展現之發射強度係維持等於或大於在室溫展現之發射強度的70%。

與高功率輸出點光源有關之問題

以下說明與一構形成適合作為一高功率點光源之半導體發光裝置有關的問題，某些問題已在先前說明，且以下是有關一波長轉換器之典型問題。

(1)與由陶瓷壓成體製成之波長轉換器有關之混合色光的色分離

為了解決該磷光體層之溫度上升的前述問題，使用一具有熱導率與極佳散熱性之陶瓷壓成體(例如，透明磷光體陶瓷)作為該波長轉換器。但是，不幸地，該輸出光之顏色不均該陶瓷壓成體中會比在一樹脂磷光體層中更顯著。這顏色不均係歸因於在該LED光與該二次光間之不同光分布特性，該LED光是高度方向性的，而該二次光均一地擴

散。因此，當由前方看輸出光時，該LED光(例如，藍光)在該波長轉換器之中央部份處較顯著，而該二次光(例如，黃光)在周緣部份處較顯著。即，該發射光似乎呈分離顏色狀，而不是一均一混合色光(例如，白光)。

除了前述技術問題以外，還有與製造及銷售有關之其他問題，包括未與輸入功率或高功率構形直接相關者。這些問題中的某些問題將說明如下。

(2)與顏色調整之困難度相關之低產率與製造步驟之複雜性

以下說明係有關於白光LED，該白光LED係構形成可藉混合藍光LED光與藉利用該波長轉換器轉換該藍光LED光所獲得之黃光而發射白光。隨著輸入該晶片之功率密度的增加，如該晶片與該波長轉換器等許多其他組成構件進入會回應小外部環境變化而大幅改變的使用狀況。因此，該輸出光的特性，特別是色調會改變。特別的問題是這些變化會隨著該輸入功率密度之增加而加速。

(3)在許多製造方法中，難以預測由於採用在整個製造過程之較後階段中形成一磷光體層之步驟，對效能與產品之品質之衝擊

通常，對於形成一磷光體層之步驟而言，白光LED基本上與其他磷光體元件(如磷光體燈、CRT、PDP、FED及VFD)是不同的，其特點是在整個製造過程之較後階段中進行形成一磷光體層之步驟。通常，需要相當高等級之技術專家來提供一高品質與高效能磷光體層。在其他磷光體元

件之製造過程中，一磷光體在不同之步驟中形成且接著在整個製造過程之一稍後階段被加入另外的步驟中，以完成該等元件。但是，這極少應用於製造白光LED，一磷光體係在於整個過程之最後或接近最後階段時進行的多數步驟中形成。當然，製程中產生有缺陷之磷光體層是造成製程損失之主要原因，且這是增加製造成本之一因素。

(4)低市場預期價格之白光LED

雖然其發展歷史短，但是白光LED在市場中快速地成長，變得普及，且處於強烈之公司間競爭中。因此發展出達到市場需求且不使用仍在發展階段之昂貴組成構件(如高輸出LED晶片、紅色磷光體、及散熱基板)、具有稀有價值、且在仍在形成中之小市場中可購得的產品是困難的。在這些環境下，製造成本不可避免地增加。

前述背景因素產生利用使用在電子元件之應用中已充分被證明有效之技術的構形，而不是沒有使用記錄之新技術，對所有前述問題提供解決之道的需要。本發明一實施例之半導體發光裝置可滿足此需要。

[實施例2]

第16與17圖是橫截面側視圖，各顯示一藉使用本發明之半導體發光裝置構成的頭燈裝置(如一投射光源或一車輛頭燈)。

如第16與17圖所示，本發明實施例2之光源裝置係以較佳實施例1之半導體發光裝置27構成。在一較佳實施例中，該光源裝置至少包括一與該半導體發光裝置27組合之外部

散熱器29。

這構形提供一發射束狀光之小且緊緻的光源裝置。

在第16與17圖中，該半導體發光裝置27是在較佳實施例1中所述之半導體發光裝置且依據電力供應而發射輸出光28。

即，該半導體發光裝置使用一小件前述波長轉換器4之任一例(例如一樹脂磷光體層或透明磷光體陶瓷)，且該波長轉換器4利用一黏著材料以至少覆蓋該主要光提取表面之方式附接於該固態發光元件3。

在前述構形中，該固態發光元件3之主要光提取表面之尺寸實質上等於該半導體發光裝置之光離開表面之尺寸，使得該半導體發光裝置構成一高強度點光源。

較佳地，該波長轉換器4是一完全不含有波長轉換層4a之全無機波長轉換器。這種波長轉換器之例子包括透明磷光體陶瓷、及前述MGC光轉換器。

這種全無機波長轉換器具有一高熱導率，構形成不會輕易累積熱，且可輕易取得。藉這些有利之性質，即使該半導體發光裝置構形成使得該波長轉換器4接收高能量密度之入射光，仍相當容易抑制該波長轉換器4之溫度上升。因此，可確保以一高能量效率獲得該輸出光28。

以下說明該外部散熱器29。該散熱器29可以是一具有例如一散熱翼片之散熱結構，或者，該散熱器可以是一水冷式外套。該散熱器29將由該半導體發光裝置27所產生之熱發散，且使該半導體發光裝置27冷卻。

第16與17圖各顯示一光源裝置，該光源裝置具有一用以收集由本發明半導體發光裝置27所發射之光的光學透鏡32。在第16圖中，該光源裝置另設有一用以達成所需光分配之遮光板26。但是，在此應注意的是前述配件是選擇性的且可依需要選擇性地使用。

本發明之實施例2亦以與前述者相同或相似之方式，藉抑制該波長轉換器4(及該固態發光元件3)之溫度上升，達成改善輸出功率之有利效果。因此，僅簡要而非詳細地進行以下說明。

第16圖顯示用於頭燈之示範性光源裝置。該光源裝置係構形成使得本發明之半導體發光裝置27透過一固定夾具30固定地設置在該外部散熱器29上，由該半導體發光裝置於圖中之橫向方向發射之輸出光28直接射出該光源裝置作為輸出光。

第17圖顯示一用於車輛頭燈之示範性光源裝置。該光源裝置係構形成使得本發明之半導體發光裝置27透過該固定夾具30固定地設置在該外部散熱器29上，由該半導體發光裝置於圖中之向上方向發射之輸出光28直接射出該光源裝置作為輸出光。

這實施例之各光源裝置使用構形成具有良好散熱性與耐熱性之半導體發光裝置27，這使該散熱器29之包封體積變小。因此，可提供小且緊緻之光源裝置。

雖然未進一步說明，當然可了解的是光源裝置之各種其他變化例可以依據相同之技術觀念，利用本發明之半導

體發光裝置製成。

[工業應用性]

本發明提供一種具有高功率輸出及高可靠性之半導體發光裝置與光源裝置。這些裝置特別適合作為一高功率點光源且可透過簡單應用傳統使用之實用技術來製造，因此，本發明具有高實用價值。

【圖式簡單說明】

[第1圖]

第1圖是一俯視圖，顯示本發明一示範性半導體發光裝置。

[第2圖]

第2圖是一橫截面側視圖，顯示本發明一固態發光元件之示範性構形。

[第3圖]

第3圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之固態發光元件之另一示範性構形。

[第4圖]

第4圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之固態發光元件之又一示範性構形。

[第5圖]

第5圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之固態發光元件之再一示範性構形。

[第6圖]

第6圖是一橫截面側視圖，顯示一習知波長轉換器之構

形。

[第7圖]

第7圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之一示範性構形。

[第8圖]

第8圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之另一示範性構形。

[第9圖]

第9圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之又一示範性構形。

[第10圖]

第10圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之再一示範性構形。

[第11圖]

第11圖是一橫截面側視圖，顯示本發明之波長轉換器之另一示範性構形。

[第12圖]

第12圖是本發明之示範性半導體發光裝置的一橫截面側視圖。

[第13圖]

第13圖是本發明之示範性半導體發光裝置的另一橫截面側視圖。

[第14圖]

第14圖是本發明之示範性半導體發光裝置的又一橫截

面側視圖。

[第15圖]

第15圖是本發明之示範性半導體發光裝置之熱傳導路徑的一橫截面側視圖。

[第16圖]

第16圖是本發明之一示範性光源裝置的一橫截面側視圖。

[第17圖]

第17圖是本發明之另一示範性光源裝置的一橫截面側視圖。

[第18圖]

第18圖是一表，顯示多數白光LED之發射光之相關色溫。

[第19圖]

第19圖是一圖表，顯示由各個白光LED所發射之光之色度。

[第20圖]

第20圖是本發明一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第21圖]

第21圖是本發明另一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第22圖]

第22圖是本發明又一示範性透明磷光體陶瓷之內部量

子效率的圖。

[第23圖]

第23圖是本發明再一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第24圖]

第24圖是本發明另一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第25圖]

第25圖是 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 磷光體粉末之內部量子效率的圖。

[第26圖]

第26圖是顯示 Ce^{3+} 取代量與該內部量子效率間之關係的圖。

[第27圖]

第27圖是本發明另一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第28圖]

第28圖是本發明又一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第29圖]

第29圖是本發明再一示範性透明磷光體陶瓷之內部量子效率的圖。

[第30圖]

第30圖是顯示 Gd^{3+} 取代量與該內部量子效率間之關係

的圖。

[第31圖]

第31圖是一圖表，顯示由白光LED所發出之光的色度。

[第32圖]

第32圖是顯示 Ce^{3+} 取代量與溫度特性間之關係的圖。

[第33圖]

第33圖是顯示 Gd^{3+} 取代量與溫度特性間之關係的圖。

[第34圖]

第34圖是一圖表，顯示由白光LED所發出之光的相關色溫。

[第35圖]

第35圖是一表，顯示由白光LED所發出之光的色度。

[第36圖]

第36圖是顯示 Gd^{3+} 與溫度特性間之關係的圖。

[第37圖]

第37圖是一表，顯示由該 Ce^{3+} 取代量與該 Gd^{3+} 取代量所決定之溫度範圍。

[第38圖]

第38圖是一表，顯示由該 Ce^{3+} 取代量與該 Gd^{3+} 取代量所決定之溫度範圍。

【主要元件符號說明】

1...散熱基板

3...固態發光元件

2a...導體A

4...波長轉換器

2b...導體B

4a...波長轉換層

- 5...導體C
- 6...電極墊
- 7...絕緣基板
- 8...導電基板
- 9...透明基板
- 10...反射層
- 11...半導體發光層
- 12...透明電極
- 14a...饋電電極
- 14b...饋電電極
- 15...一次光
- 16...透明主材料
- 17...磷光體
- 17a...磷光體壓成體
- 17b...磷光體顆粒
- 18...光擴散器
- 19...透明顆粒
- 20...透明基板
- 21...電極出口部份
- 23...黏著劑
- 24...絕緣體
- 25...透光體
- 26...遮光板
- 27...半導體發光裝置
- 28...輸出光
- 29...散熱器
- 30...固定夾具
- 31...安裝螺絲
- 32...光學透鏡
- 33...反射鏡
- A...組成元素群
- t...厚度

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98117973

※申請日：98.6.1

※IPC分類：H01L 33/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體發光裝置及使用該發光裝置之光源裝置

SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING APPARATUS AND LIGHT SOURCE APPARATUS USING THE SAME

二、中文發明摘要：

一種半導體發光裝置包括一固態發光元件及一波長轉換器，該波長轉換器將以該固態發光元件發出之一次光轉換成一較長波長之二次光。該波長轉換器是一包括一透明波長轉換層之無機壓成體，該透明波長轉換層含有具有一石榴石晶體結構之磷光體。該磷光體含有一組成元素群，該組成元素群由至少一選自於由Mg、Ca、Sr、Ba、Y、La、Gd、Tb及Lu構成之群組之元素所構成。該組成元素群之一部份被Ce³⁺取代，且Ce³⁺之量小於整個組成元素群之1原子%。因此，提供一種適合作為一點光源之高功率且具高可靠性之半導體發光裝置。此外，這種半導體發光裝置係透過簡單應用傳統使用之實用技術製造。

三、英文發明摘要：

A semiconductor light emitting apparatus includes a solid-state light emitting device and a wavelength converter that converts primary light emitted by the solid-state light emitting device into secondary light at a longer-wavelength. The wavelength converter is an inorganic compact that includes a transparent wavelength conversion layer containing phosphor having a garnet crystal structure. The phosphor contains a constituent element group composed of at least one element selected from the group consisting of Mg, Ca, Sr, Ba, Y, La, Gd, Tb, and Lu. Part of the constituent element group is substituted by Ce³⁺ and the amount of Ce³⁺ is 1 atomic% less of the entire constituent element group. As a result, a high-power and highly reliable semiconductor light emitting apparatus suitable as a point light source is provided. In addition, such a semiconductor light emitting apparatus is manufactured through a simple application of traditionally used practical technicians.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (12) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1...散熱基板
- 2a...導體A
- 2b...導體B
- 3...固態發光元件
- 4...波長轉換器
- 4a...波長轉換層
- 5...導體C
- 23...黏著劑
- 28...輸出光
- t...厚度

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

七、申請專利範圍：

1. 一種半導體發光裝置，包含：

一可操作以發射在等於或大於430nm但小於475nm之藍光波長區域中具有一發射峰值之一次光的固態發光元件；及

一可操作以將該一次光轉換為較長波長之二次光的波長轉換器，其中

該波長轉換器是一無機壓成體，該無機壓成體包括一含有 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系磷光體之具有厚度在由 $30\mu m$ 至 $<100\mu m$ 之範圍中的透明波長轉換層，且該 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系磷光體具有一石榴石晶體結構，

當該 $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 系磷光體以化學式： $(Y_{1-a-x}Gd_aCe_x)_3Al_5O_{12}$ 表示時，“x”表示成原子%，係指一 Ce^{3+} 取代量，且該 Ce^{3+} 取代量係在大於0.5原子%至1原子%以下之範圍內；“a”表示成原子%，係指一 Gd^{3+} 取代量，且該 Gd^{3+} 取代量係在0原子%至30原子%之範圍內，且包含0原子%與30原子%兩者。

2. 如申請專利範圍第1項之半導體發光裝置，其中

該一次光在該由440nm至470nm且包含440nm與470nm兩者之波長區域內具有一發射峰值，且

該半導體發光裝置之發射光是一白光，該白光具有一在一由2800K至6700K且包含2800K與6700K兩者之範圍內之相關色溫。

3. 如申請專利範圍第1項之半導體發光裝置，其中
當在室溫被450nm之波長的藍光激發時，該波長轉換層展現一等於或大於85%之絕對內部量子效率。
4. 如申請專利範圍第1項之半導體發光裝置，其中
該波長轉換器透過一透明黏著材料附接於該固態發光元件，以與該固態發光元件之一主要光提取表面緊密接觸。
5. 如申請專利範圍第4項之半導體發光裝置，其中
該波長轉換層具有一與該固態發光元件之一上表面或該主要光提取表面之輪廓一致的輪廓。
6. 如申請專利範圍第5項之半導體發光裝置，其中
該固態發光元件具有一對饋電電極，該對饋電電極
(i)兩者均設置在該上表面上，或(ii)其中一饋電電極設置在該上表面上且另一饋電電極設置在該固態發光元件之一後表面上，且
該固態發光元件安裝在一散熱器上，使得該散熱器與該固態發光元件之整個後表面之間形成一緊密接觸，該後表面係一與該主要光提取表面相對之表面。
7. 如申請專利範圍第6項之半導體發光裝置，其中
該波長轉換層(i)設置在一不與該等饋電電極重疊之位置處且(ii)設置成覆蓋整個主要光提取表面。
8. 如申請專利範圍第7項之半導體發光裝置，其中
該波長轉換層具有一多邊形輪廓，且
該多邊形波長轉換層之至少一角至少部份地被切

除或形成倒角。

9. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中
該波長轉換器包括：
該波長轉換層，係構形成將該一次光轉換成該
二次光；及
一透明基板，係構形成支持該波長轉換層且不
轉換該一次光，且
該透明基板之體積大於該波長轉換層。
10. 如申請專利範圍第 9 項之半導體發光裝置，其中
該透明基板包含一對基板層，且
該對基板層設置成將該波長轉換層夾置於其間。
11. 一種光源裝置，包含申請專利範圍第 1 項之半導體發光
裝置。
12. 如申請專利範圍第 1 至 10 項中任一項之半導體發光裝
置，其中該波長轉換器具有板狀。