

申請日期	89.10.26
案 號	89122534
類 別	H01K 33/00

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書 476166

~~新 型~~

一、發明 名稱	中 文	具有寬頻激發元件之 LED 白光源
	英 文	LED WHITE-LIGHT SOURCE WITH BROAD-BAND EXCITATION
二、發明 人	姓 名	1. 卡爾 - 漢茲契勒雷特 (Karl-Heinz Schlereth) 2. 佛克哈埃勒 (Volker Haerlel) 3. 諾伯特史達特 (Norbert Stath)
	國 籍	1. 德國 2. 德國 3. 德國
	住、居所	1. 德國 93133 布爾格蘭根費爾得阿卡琴斐格 21 號 2. 德國 93164 拉貝耳埃宣街 35 號 3. 德國 93049 累根斯堡羅希紐斯斐格 11 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	歐斯朗奧托半導體有限兩合公司 (Osram Opto Semiconductors GmbH & Co. OHG)
	國 籍	德國
	住、居所 (事務所)	德國 D-93049 理斯堡華能街 2 號
	代 表 人 姓 名	R. 穆勒(Müller) R. 威特根(Wittgen)

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

德 國 (地區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒有 ☐無主張優先權

1999年11月3 日 19952932.9

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1)

本發明涉及一種依據申請專利範圍第1項前言之LED白光源，特別是一種具有以Ga_N或InGa_N為主之半導體LED之LED白光源，其至少一部份是由透明之材料所構成之外罩所圍繞。此材料中含有一種轉換物質以便對此種由LED所發出之光之至少一部份波長進行轉換，其中此LED具有許多發光區，此發光區可在大於該轉換物質之發射光譜處產生一種較寬頻之發射光譜。

此種組件例如由已揭示之文件DE 38 04 293 A1中已為人所知。該文件描述一種具有電致發光二極體或雷射二極體之配置。其中此種由二極體所發出之發射光譜藉由一種以發磷光之光轉變式有機染料來偏移之元素(由塑料所構成)而偏移至較大之波長。由此種配置所發出之光所具有之彩色因此不同於此種由發光二極體所發出者。依據此種添加至塑料中之染料形成，則能以雖一之發光二極體形式來製成發光二極體配置，其可發出不同之彩色。

在發光二極體之許發可能之應用領域中，例如，汽車儀表中之顯示元件，飛機和汽車中之照明元件以及適合全彩色之LED顯示器中，大量地需要此種發光二極體配置，利用此種配置可產生混合彩色之光，特別是白光。

在W0 98/12757 A1中描述一種電致發光組件用之可轉換波長之澆注物質，其具有一種以透明環氧樹脂為主之可發射紫外光，藍光或綠光之本體，此種本體中摻入一種發光物質，特別是一種無機發光物質顏料粉(其具有

五、發明說明(2)

由一組(group)磷所構成之發光物質顏料)。描述一種白光光源以作為較佳之實施例，其中描述一種以(GaN, InGaN, GaAlN或GaInAlN為主之發光半導體LED，其具有一種發光物質且發射之波長最大值是在420nm和460nm之間。須選取此種發光物質，使一種由半導體本體所發出之藍光可轉換成互補之波長區域(特別是藍色和黃色)或轉換成相加性之三種彩色，例如，藍，綠和紅。此處黃色或綠色及紅色光是由發光物質所產生。這樣所產生之白光之色調(CIE-色板中之彩色位置)可藉由適當地選取該發光物質之混合物及濃度而被改變。

WO 98/54929 A2同樣揭示一種具有UV-/藍-LED之可發射可見光之半導體組件，其配置在一種承載體之凹口中，承載體之表面含有一種光反射層，此凹口中以透明材料填入，此透明材料在LED之光射出側圍繞著此LED。為了改良此光之射出耦合性，此透明材料具有一種折射率，其小於LED之光主動區之折射率。

在US 5,851,905和JP 0100022525中描述一種具有堆疊式量子盆之LED-晶片，其具有不同之發射波長，使此晶片可發出白光。

但上述形式之目前已知之白光源之缺點是：白光源之光譜發射曲線仍然不是最佳化的，使白光源之生理學上之光學印象在很多次中仍不能足夠地給定。這不是由於所使用之發光物質所造成，而是由於波長轉換時所吸收之光子和發射之光子之間的能量距離不可任意地變小。

五、發明說明 (3)

由於此一原因，則在發射曲線中會形成一種光譜洞。第3圖顯示一種可由Hewlett-Packard公司得到之商用之白光源（產品名稱是HLMP-CW15/16）之光譜發射曲線，其使用InGaN-LED和一種具有紅色和綠色磷微粒之澆注物質。在此種發射曲線中，LED之發射最大值是以A表示，發光物質之發射最大值以B₁和B₂表示。此種發射曲線通常以下述方式達成：由LED所發出之光中只有一種成份持續地由轉換材料所吸收且轉換成較大波長之光。由於A和B₁之間存在物理上有關之能量距離，則會形成此種光譜洞，其使光譜之藍色成份大大地下降。

上述問題可藉由另一LED組件（其在藍色波長區域中具有一種發射最大值）來達成。但此種解法是令人不滿意的，因為其需有很多之材料費及製造時間，這是因為不只須製成另一個半導體組件，而且在即將製成之白光源中須特定地進行接觸及接線。

本發明之目的因此是進一步提供上述形成之白光源，使其所發出之光譜可改良光學-生理學上之白光印象。本發明之目的特別是提供一種已改良之白光源，其所發出之光譜具有一種儘可能均勻之強度曲線。

上述目的由申請專利範圍第1項之特徵來達成。

本發明描述一種白光源，其包含：一種半導體LED，一種至少一部份圍繞此LED之外罩（由透明之材料構成），此透明材料中包含一種轉換物質使LED所發出之光之至少一部份之波長可被轉換，此LED具有至少二個發光區，

五、發明說明(⁴)

其形式是使其發射光譜之最大值在能量上互相不同且位於該轉換物質之發射光譜之上方，且此LED之主發射方向中之遠端須依序地配置著，使發射最大值處之光子能量在光發出側之方向中逐漸變大。

由於這些發光區依序配置著，則可使短波發射區中這些較長之波之光子不會被吸收。藉由本發明，則先前技藝中各白光源中所存在之光譜洞可被填平。這可藉由唯一之另一發光區或較大數目之其它發光區來達成，這些發光區在能量上緊接於該轉換物質之第一發射最大值上方之後。這些發光區配置在共同之基板上且介於二個外部電性接觸層之間，使這些發光區可與一個共同之電壓源相連接。

在第一實施形式中，LED只具有一個pn-接面且各發光區是由不同厚度及/或不同材料成份之適當數目之單一或多個量子盆形層所形成。發射最大值之間的能量偏移在本實施形式中是由量子盆形層中厚度及/或材料成份改變時由於最下方之導電帶及最上方之價帶之偏移所造成。在最簡單之實施例中，須形成二個發光區，以便在二個能帶間距較大之層之間加入二個不同厚度及/或不同之銦(In)濃度之由InGa_N所構成之單一-量子盆形層且依序配置著。

在第二實施形式中，LED之發光區由適當數目之pn-接面所形成。這些pn-接面可由不同材料成份之容積(Volume)材料所形成，例如，在材料組合InGa_N中具有

五、發明說明 (5)

不同之 In(銦)成份。但這些 pn-接面亦可分別含有一種單一或多個量子盆形層且不同 pn-接面之量子盆形層可具有不同之厚度及 / 或材料成份。相鄰之 pn-接面可以特殊之方式藉由金屬接觸層(例如, 焊接層)而在電性上互相連接。但這些相鄰之 pn-接面亦可積體化於單石上, 其中這些 pn-接面藉由歐姆值極低之 np-隧道式接面而互相隔開, 這些 np-隧道式接面由 n^+ -摻雜之層和直接相鄰之 p^+ -摻雜之層所形成, 其中此 n^+ -摻雜層鄰接於其中一個 pn-接面之 n-區而 p^+ -摻雜之層鄰接於另一 pn-接面之 p-區, 須選取 n^+ -或 p^+ -摻雜濃度, 使得在操作時此隧道式接面可形成一種較小之電阻。二個 pn-接面之此種連接形成在先前技藝中已為人所知(例如, van der Ziel, et al., "Appl, Phys. Lett." 41, S. 500, 1982), 此處因此不再探討。

本發明以下將依據二個實施形式及圖式來詳述。圖式簡單說明:

第 1 圖係本發明第一實施形式之白光源之橫切面, 其具有已放大之半導體層構造。

第 2 圖係本發明第二實施形式之白光源之橫切面, 其具有已放大之半導體層構造。

第 3 圖係傳統式商用白光源之發射光譜。

第 4 圖係本發明之白光源之發射光譜之一個例子。

在第 1 圖之本發明之白光源中, 一種發出 UV-/藍光之半導體 LED1 藉由導電性連接劑, 例如, 金屬焊劑或導電

五、發明說明 (6)

性黏合劑(例如,導電性之銀),而以其背面接觸區固定至第一電性終端2。正面接觸區藉由一種連結線9而與第二電性終端3相連接。

半導體LED1之空著之表面和電性終端2,3之部份區域直接由已硬化之可轉換波長之澆注物質5所圍繞。澆注物質5例如80-90wt%(重量百分比)由環氧樹脂構成且含有重量百分比(wt%)小於15%之由YAG:Ce所構成之發光物質微粒6,其它之成份包括:黏合劑,工作輔助劑,疏水劑,礦物性發散劑以及觸變(Thixotropy)劑。

第1圖之右方顯示已放大之LED1之半導體層構造。藉由生長方法,例如,MOCVD(metal organic CVD)或MBE(molecular beam epitaxy)而在n-摻雜之Ga_N基板10上生長各種由InGa_N所構成之半導體層,其銦(In)成份交替地配置著以便形成二個單一之量子盆形層。此In_xGa_{1-x}N之能帶間隙隨著上升之銦成份x而變小。

首先生長一種一般之未摻雜之InGa_N位障層11,其銦成份x較少。其上施加一種銦成份x較大且厚度是d₁之InGa_N量子盆形層12。在此層12上是另一InGa_N位障層13。由量子盆形層12而形成第一發光區,其發射最大值由其厚度,其銦成份以及位障層之銦成份所決定。在位障層13上施加另一InGa_N量子盆形層14(其銦成份x較少且厚度d₂<d₁)。其上又生長一種銦成份x較多之InGa_N位障層15,此半導體層序列最後以p-摻雜之Ga_N接觸層16結束。

五、發明說明(7)

第二發光區因此由InGa_N量子盆形層14所形成。此二層12, 14可具有相同之銦成份。在此種情況下, 上方之量子盆形層14由於最下方之導電帶和最上方之價帶之間的距離較大而具有較量子盆形層12者還大之能量上之發射最大值。但就量子盆形層12和14之間能量上之偏移之微調而言, 另外亦可使銦成份改變。因此, 在另一極限情況中此二個量子盆形層12, 14之厚度可相同, 但能量之差異可單獨藉由不同之銦濃度來達成。形成此種層結構之光主動區段所用之各層11至15通常未摻雜。

由於量子盆形層12以能帶間距較小之光子能量配置於下方, 則由其所發出之光經由其上方之各層(其具有較大之能帶間距)而幾乎無損耗地到達此種圍繞LED1之轉換物質5中。

第4圖顯示一種發射光譜, 就像其可由第1圖之白光源所形成者一樣。在此種發射光譜中, 由量子盆形層12所發出之光束以另一條線A₂表示。發射光譜之此部份是由量子盆形層12之光束所形成, 此光速經過該轉換材料5而不會在磷微粒中被轉換。藉由此線A₂使發射光譜中之光譜洞被封閉, 使此發射光譜可達成一種均勻之強度分佈。

可以上述方式上下重疊地配置多於二個之量子盆形層, 須持續地注意: 下方之量子盆形層之光束不可被其下方之半導體材料所吸收。量子盆形層之能帶間隙因此必須在半導體層結構之生長方向中連續地變大, 這表示:

五、發明說明 (8)

層厚度必須變小及 / 或銦成份必須變小。

第 1 圖中單一 - 量子盆形層 12 和 14 亦可分別由多個 - 量子盆形層所取代，其中各層之厚度及銦成份保持定值。因此亦可配置多於二個之多個 - 量子盆形層。

第 2 圖是本發明之白光源之第二實施例之橫切面。在本實施例中二個 pn-接面 21 和 26 垂直上下地成層而配置著且藉由 $n^+ p^+$ - 隧道式接面 25 而在電性上互相接觸。此隧道式接面 25 由二個高摻雜之 n^+ - 或 p^+ - 層 ($\sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$) 所構成，其中此 n^+ - 層緊接於相鄰之 pn-接面之 n-區，而 p^+ - 層則緊接於另一相鄰之 pn-接面之 p-區。每一個 pn-接面都具有一個主動發光之本質 (intrinsic) 層 23 或 28。

詳言之，在 n-摻雜之 GaN 基板 20 上生長一種 n-摻雜之 InGaN 層 22，p-摻雜之 InGaN 層 24， $n^+ p^+$ - 隧道式接面 25，n-摻雜之 InGaN 層 27，最後是一種 p-摻雜之 InGaN 層 29。在此層 22，24 之間以及 27，29 之間存在一種光主動區 23 或 28，其可在使用容積式 pn-接面時藉由 n-層和 p-層之間的空間電荷區所形成或藉由特定施加而成之單一 - 或多個量子盆形層所形成。若 pn-接面 21 和 26 由容積材料所形成，則光主動區 23 和 28 之間的能量偏移可藉由銦成份來調整。這表示：光主動區 28 具有較小之銦成份。在使用容積材料時，各別相鄰之各層 22，24 或 27，29 所具有之銦成份亦可與光主動區 23 或 28 者相同。在使用單一 - 或多個量子盆形層時，可參考第一實施形式之情

五、發明說明 (9)

況。

須注意的是：須選取此種由具有足夠大之能帶間距之材料（例如，GaN）所構成之 $n^+ p^+$ -隧道式接面25，使光主動區23之光束不會被吸收。

亦可上下成層地配置多於二個之pn-接面且分別經由 $n^+ p^+$ -隧道式接面而在電性上互相接觸。

使用高摻雜之隧道式接面之優點是：第二實施形式之整個半導體LED1可以單石方式製成且因此能以一種生長製程來製成。但另一種設計方式是：各pn-接面能以平面方式互相焊接或以其它方式藉由金屬接觸層而在電性上互相接觸。

利用第2圖之實施形式亦可達成第4圖之發射光譜。

本發明依據第1,2圖以SMD(surface mounted design)之構造形式來描述，但其亦能以所謂徑向(radial)二極體來製成。

參考符號說明

- 1.....半導體LED
- 2,3.....終端
- 5.....轉換物質
- 6.....磷微粒
- 9.....連結線
- 10.....GaN基板
- 11.....InGaN位障層
- 12,14.....InGaN量子盆形層

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (¹⁰)

- 13.....位障層
- 15.....InGa_N位障層
- 16.....Ga_N接觸層
- 10,20.....Ga_N基板
- 21,26.....pn接面
- 22,24,27,29.....InGa_N層
- 23,28.....本質層
- 25.....隧道式接面

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱 具有寬頻激發元件之 LED 白光源)

一種白光源包含：一種可發射 UV-/藍光之半導體 LED (1) 及一種設有磷微粒 (6) 之埋入物質 (5)，此白光源設有多個發光區，這些發光區在一種層結構內部中施加在共同之基板 (10;20) 上，這些發光區之發射最大值藉由半導體材料之成份和層厚度之不同選擇而在能量上互相不同。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

英文發明摘要 (發明之名稱：

LED WHITE-LIGHT SOURCE WITH
BROAD-BAND EXCITATION)

A white-light source with a UV-/blue emitting semiconductor-LED (1) and an embodiment-mass (5), which is provided with phosphor-particles (6), is provided with many light-emitting areas, which are applied on a common substrate (10;20) within a layer-structure, wherein the emission-maxima of the light-emitting areas are mutually de-tuned in energy through different selection of the composition or the layer-thickness of the semiconductor-material.

六、申請專利範圍

第 89122534 號「具有寬頻激發元件之 LED 白光源」專利案

(90 年 12 月修正)

六、申請專利範圍

1. 一種具有寬頻激發元件之 LED 白光源，其具有
 - 一種半導體 LED(1)，
 - 一種由透明材料構成之外罩(5)，其至少一部份圍繞此 LED(1)，此透明材料中含有一種轉換物質(6)以便使 LED(1)所發出之光之各波長中之至少一部份被轉換，其特徵為：
 - 此 LED(1)具有至少二個發光區，其構成方式是使
 - 其發射光譜之最大值在能量上互相不同且位於該轉換物質(6)之發射光譜上方，
 - 此 LED(1)之主發射方向中之遠端須依序地配置著，使發射最大值之能量在 LED(1)之光發出側之方向中逐漸變大。
2. 如申請專利範圍第 1 項之 LED 白光源，其中此 LED(1)恰巧具有一個 pn-接面且發光區由不同厚度及/或不同材料成份之適當數目之單一-或多個量子盆形層(12,14)所構成。
3. 如申請專利範圍第 1 項之 LED 白光源，其中此 LED(1)之發光區是由適當數目之 pn-接面(21,26)所形成。
4. 如申請專利範圍第 3 項之 LED 白光源，其中各 pn-接面(21,26)由不同材料成份之容積材料所形成。
5. 如申請專利範圍第 3 項之 LED 白光源，其中各 pn-接面

六、申請專利範圍

(21,26)中至少一個接面含有一個單一-或多個量子盆形層。

6. 如申請專利範圍第 5 項之 LED 白光源，其中

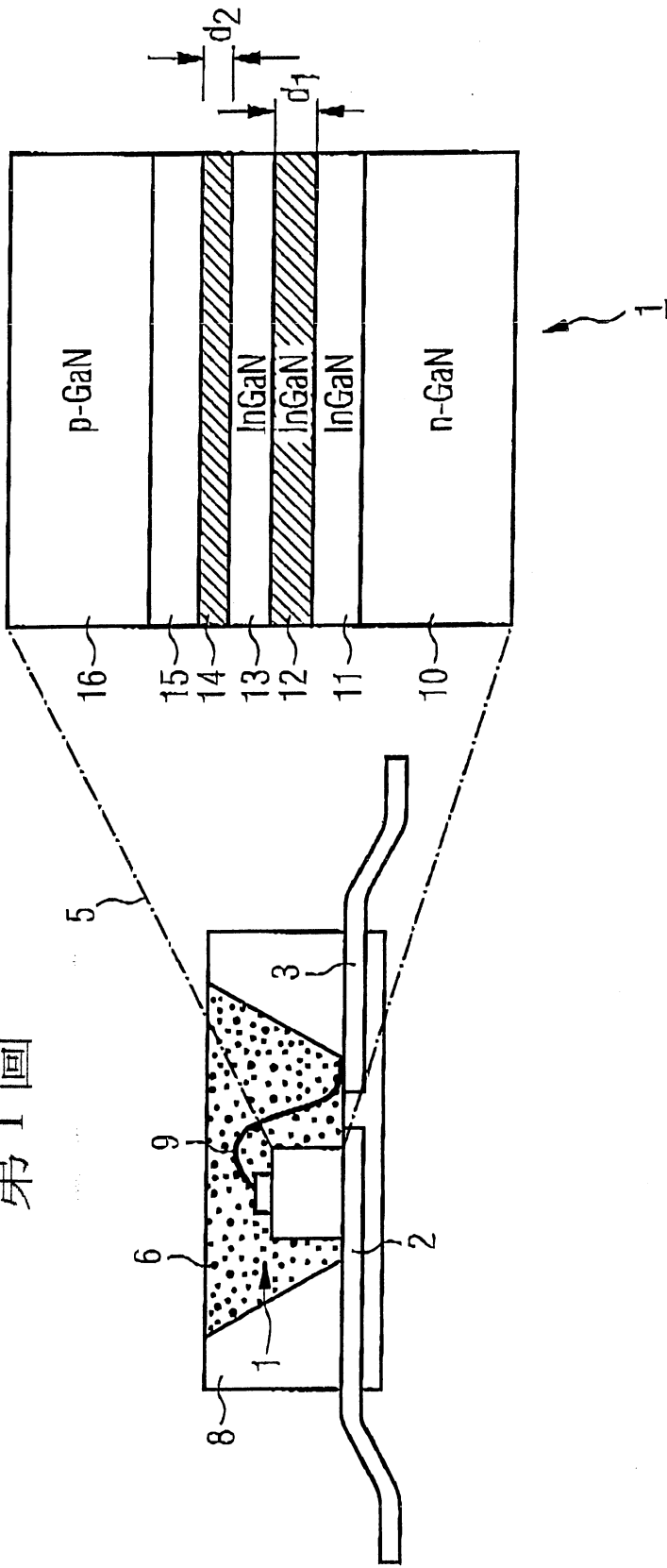
- 各 pn-接面 (21,26) 分別含有一個單一-或多個量子盆形層，
- 不同 pn-接面之量子盆形層具有不同之厚度及 / 或不同之材料成份。

7. 如申請專利範圍第 3 至 6 項中任一項之 LED 白光源，其中相鄰之各 pn-接面 (21,26) 藉由 n^+p^+ -隧道式接面 (25) 而互相接觸，此種接面 (25) 由 n^+ -摻雜之層和直接相鄰之 p^+ -摻雜之層所構成，此 n^+ -摻雜之層鄰接於一個 pn-接面 (21) 之 n 區， p^+ -摻雜之層鄰接於另一 pn-接面 (26) 之 p 區，須選取 n^+ -或 p^+ -摻雜濃度，使得在操作時該隧道式接面形成一種較低之電阻。

8. 如申請專利範圍第 3 至 6 項中任一項之 LED 白光源，其中相鄰之 pn-接面 (21,26) 藉由金屬接觸層 (例如，焊接層) 而在電性上互相連接。

9. 如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之 LED 白光源，其中此半導體 LED(1) 以 GaN 或 InGaN 為主而構成。

第1圖



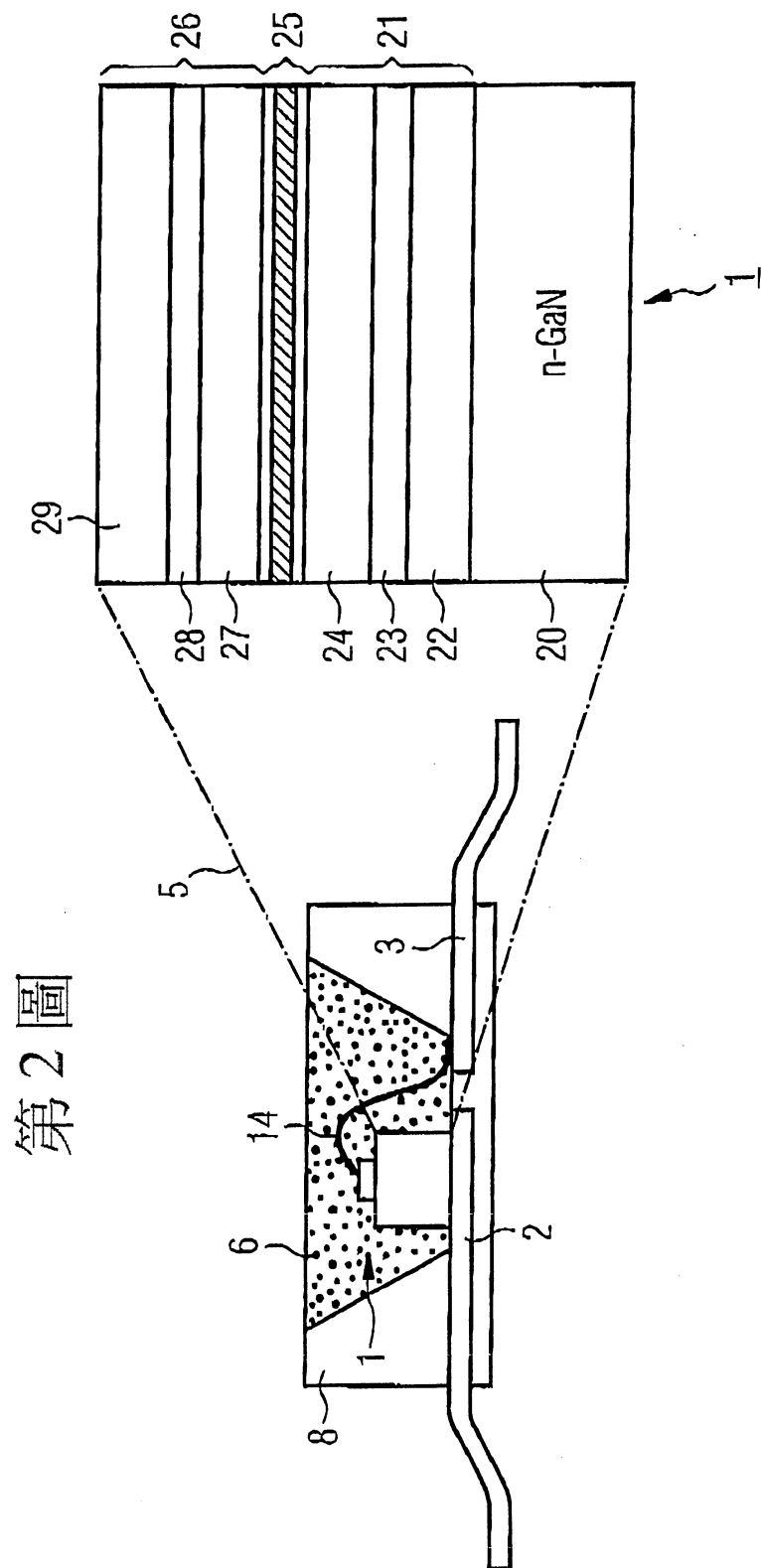
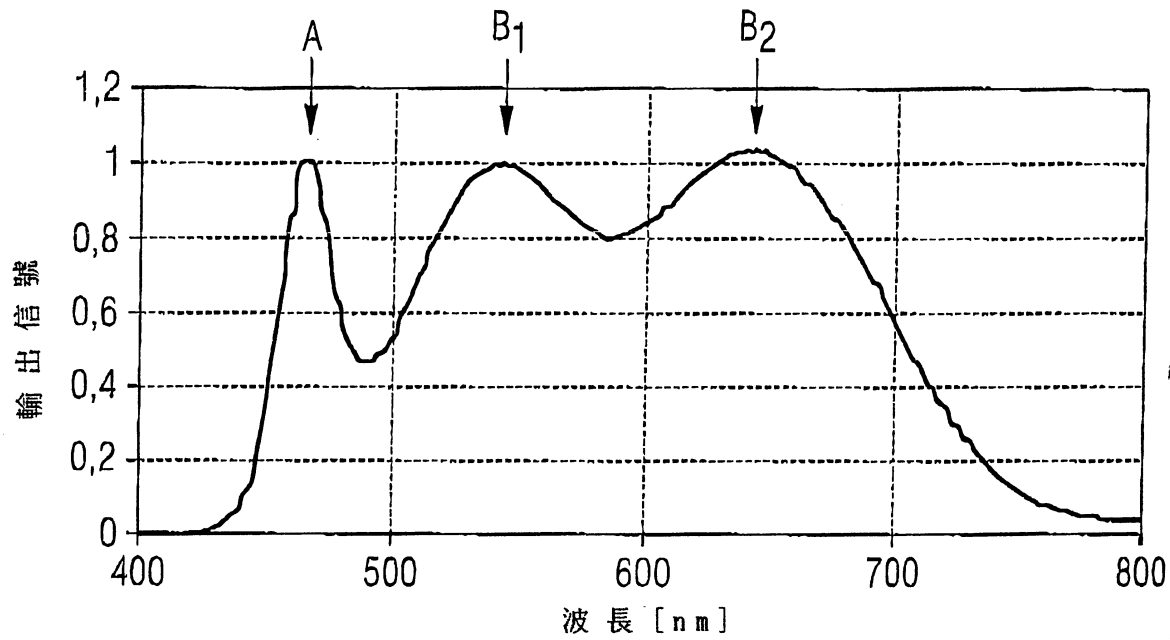


圖 2

第 3 圖



第 4 圖

