

# 發明專利說明書

PD1084431B

(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： 97134017

※ 申請日期： 97.9.5

※IPC 分類： H01S 5/04 (2006.01)  
H01S 5/18 (2006.01)  
H01L 33/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

具有垂直發射方向之發射輻射半導體組件及用於製造發射輻射半導體組件的方法

RADIATION EMITTING SEMICONDUCTOR COMPONENT WITH VERTICAL

EMISSION DIRECTION AND METHOD FOR PRODUCTION OF RADIATION

EMITTING SEMICONDUCTOR COMPONENT

## 二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章)

歐斯朗奧托半導體股份有限公司

OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH

代表人：(中文/英文)(簽章)

1. 魯迪格穆勒/Ruediger Mueller

2. 約瑟林斯關朵/Josef Ringsgwandl

住居所或營業所地址：(中文/英文)

德國理斯堡 93055 里比尼茲街 4 號

Leibnizstrasse 4, 93055 Regensburg, Germany

國籍：(中文/英文)

德國

Germany

**三、發明人：(共2人)**

姓 名：(中文/英文)

- 1.彼得布里克/BRICK, PETER
- 2.克里斯多福威斯曼/WIESMANN, CHRISTOPHER

國 籍：(中文/英文)

- 1.~2.德國  
Germany

**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.德國 2007/09/21 102007045306.1
- 2.德國 2007/12/20 102007061481.2

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 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。

**三、發明人：(共2人)**

姓 名：(中文/英文)

- 1.彼得布里克/BRICK, PETER
- 2.克里斯多福威斯曼/WIESMANN, CHRISTOPHER

國 籍：(中文/英文)

- 1.~2.德國  
Germany

**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.德國 2007/09/21 102007045306.1
- 2.德國 2007/12/20 102007061481.2

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 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。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明涉及一種垂直發射方向中發出輻射的半導體組件及其製造方法。

### 【先前技術】

垂直發射方向中達成光學泵送的半導體雷射，例如，晶圓雷射，有時在雷射內部中具有高的吸收損耗，此晶圓雷射是與一種泵雷射以緊密的造型而一起構成。

### 【發明內容】

本發明的目的是提供一種垂直發射方向中發出輻射的半導體組件，其與一種泵雷射以緊密的造型而一起構成且具有較佳的特性。此外，本發明提供一種發出輻射的半導體組件的製造方法。

上述目的藉由申請專利範圍獨立項之半導體組件或製造方法來達成。本發明有利的佈置和其它形式描述在申請專利範圍各附屬項中。

依據一實施形式，垂直發射方向中發出輻射的半導體組件具有一種半導體本體，其包括半導體層序列。半導體層序列中形成一用來產生一泵輻射的泵區。泵區上配置一用來產生輻射的發射區。半導體組件中形成一耦合結構。

該垂直的發射方向垂直於半導體層序列之半導體層之主延伸方向而延伸。在該發出輻射的半導體組件操作時，泵輻射藉由該耦合結構而入射至該發射區中。泵區和該發射

區互相重疊而配置著，這樣可使該發出輻射的半導體組件的緊密造型簡化。泵區和該發射區可廣泛地互相獨立而設計。輻射產生的效率因此可提高。

所謂耦合結構特別是指一種在橫向(即，半導體本體之半導體層的主延伸面中)中延伸的結構，所入射的輻射之一部份在該結構上由於反射、散射及/或繞射而轉向至一種與原來方向不同的方向中。此外，該耦合結構較佳是在橫向中具有多個相鄰而配置的結構元件。各結構元件較佳是具有一種在波長範圍內的結構大小，其大約是在半導體本體之材料中的泵輻射之波長的 0.1 倍(含)至 20 倍(含)之間。

在半導體組件操作時，泵輻射較佳是在橫向中傳送。泵輻射和一種發射輻射因此是在互相不同(特別是互相垂直)的方向中傳送。此外，該耦合結構是用來使橫向中所傳送的泵輻射的一部份入射至該發射區中。

在一較佳的另一形式中，該耦合結構用來將橫向中所傳送的泵輻射的一部份轉向至一種與該橫向成傾斜或垂直而延伸的方向中，特別是轉向至該發射區中。藉由該耦合結構，則可對泵輻射造成影響，使該泵輻射的一部份的傳送方向改變。泵輻射的此種已轉向的成份具有一種波向量，其顯示在一種與原來的橫向不同的方向中。泵輻射的此種已轉向的成份之波向量由半導體本體之半導體層之主延伸面中突出而顯示出來。

在一有利的佈置中，該泵區在橫向中至少以區域方式超

過該發射區而突出。在該發出輻射的半導體組件之俯視圖中，該泵區因此只以區域方式而由該發射區所覆蓋。因此，較高的輻射功率之泵輻射之有效的產生可簡單地達成。

此外，須配置該耦合結構，使藉由該耦合結構而轉向至垂直方向中的輻射直接到達該發射區中。適當的方式是使該耦合結構在該發出輻射的半導體組件的俯視圖上較佳是完全與該發射區重疊。因此，該發射區之有效的光學泵可被簡化。

泵輻射在半導體組件操作時較佳是藉由該耦合結構上的反射及/或繞射而入射至該發射區中。入射至該發射區中的泵輻射較佳是主要(大約是至少 50%的強度)在與垂直方向最多成 20 度的角度中傳送。

入射至該發射區中的泵輻射可對該發射區進行光學泵送。在光學泵送的發射區中，較佳是產生相參的輻射，其具有一預設的發射波長。

在一較佳的佈置中，該耦合結構配置在該泵區之遠離該發射區之此側上。此種耦合結構相較於配置在泵區和該發射區之間的耦合結構而言可簡易地製成。

此處，該耦合結構較佳是用來在反射時操作，即，入射至該耦合結構上且在該耦合結構上反射-或繞射的輻射成份主要是在該耦合結構之同一側上傳送。

在另一較佳的佈置中，該耦合結構沿著橫向而周期地或至少大部份是周期地形成。大部份是周期地形成的耦合結

構亦稱為準(quasi)周期結構。

就周期-或準周期之耦合結構之周期長度  $L$  而言，即，就該耦合結構之基本結構重複時的長度而言，較佳是滿足：

$$(N-0.4) \cdot \lambda \leq L \leq (N+0.4) \cdot \lambda$$

其中  $N$  是正整數且  $\lambda$  是耦合結構之區域中該泵輻射之波長，即，真空中的波長除以該耦合結構之區域中的折射率後所得的波長。

在準周期的耦合結構中，該周期長度等於各結構元件之平均距離，其中相鄰的各結構元件至少一部份配置在與周期長度不同的距離中。

特別是該耦合結構可形成一繞射柵格，較佳是一種一維度之繞射柵格。

繞射波  $k_s$  之波長向量是由以下的等式所示的所謂佈拉格(Bragg)條件來求出：

$$\underline{k}_s = \underline{k}_i + \underline{G}$$

其中  $\underline{k}_i$  是入射的輻射之波長向量且  $\underline{G}$  是柵格向量的倒數。在一維度的繞射柵格的情況中， $G$  是柵格向量的倒數  $\underline{G}$  之值，其沿著繞射柵格而以條件  $G = 2\pi/a$  來與繞射柵格之柵格常數  $a$  相結合。 $k_i$  是入射的波之波向量的值且  $k_i = n \cdot 2\pi/\lambda_p$ ，其中  $n$  是此波傳送時所在的材料的折射率，且  $\lambda_p$  是泵輻射的真空波長。

在繞射成第一階(order)的輻射垂直於繞射柵格而傳送時，即，對該波向量之沿著該繞射柵格而消失的成份( $k_s=0$ )

而言，柵格常數是  $a = \lambda_p / n$ 。

一耦合結構的周期長度可等於該泵結構之區域中泵輻射的波長，藉由此種耦合結構，則在橫向中傳送的泵輻射在垂直方向中繞射成第一階。

該耦合結構的周期長度較佳是介於該耦合結構之區域中的泵輻射之波長的 0.6 倍(含)至 1.4 倍(含)之間，這對應於上述  $N=1$  時周期長度  $L$  之方程式。該耦合結構的周期長度特別佳時是介於該合結構之區域中的泵輻射之波長的 0.8 倍(含)至 1.2 倍(含)之間。

在另一種佈置中，該耦合結構依據一隨機(random)結構而形成。在此種情況下，該耦合結構之各結構元件以可變的距離而互相配置著，此時此種配置可以無周期。

在一較佳的另一形式中，該耦合結構藉由相鄰配置的凹口而形成。特別是各凹口可周期地、準-周期地或依據一隨機結構而配置著。

此外，各凹口之橫向尺寸較佳是介於周期長度之 0.3 倍(含)至 0.7 倍(含)之間，特別是介於 0.4 倍(含)至 0.6 倍(含)之間，例如，0.5 倍。

此外，各凹口之橫向尺寸較佳是介於該耦合結構之區域中的泵輻射之波長之 0.3 倍(含)至 0.7 倍(含)之間，特別是介於 0.4 倍(含)至 0.6 倍(含)之間，例如，0.5 倍。

又，各凹口較佳是以溝渠形式來形成。各凹口之主延伸方向分別垂直於橫向和垂直於垂直之發射方向而延伸。以

此種方式，則可藉由凹口來形成一維度之繞射柵格。

在另一種佈置中，各凹口具有垂直延伸之側緣。各凹口在橫向中可在二側上以垂直的側緣為邊界，藉由這些凹口，則可在各側緣上使橫向中傳送的泵輻射達成一特別尖銳的折射率跳躍。

各凹口之橫截面實際上可具有任意的形式。特別是各凹口可具有多角形或至少以區域方式彎曲的基本形式。此外，該耦合結構可沿著橫向而被結構化或亦能以鋸齒形方式而被結構化。

在另一較佳的佈置中，各凹口向半導體本體內部延伸。各凹口因此至少一部份形成在半導體本體中。橫向中在半導體本體中傳送的泵輻射因此可簡易地該耦合結構所轉向。

在另一較佳的佈置中，各凹口中至少一部份以一種填料來填入。此填料可適當地具有一種與半導體本體的折射率不同的折射率。此外，此填料可透過該泵輻射。

又，此填料含有一種介電質材料。例如，此填料可含有氧化物、氮化物或氧化氮化物或由這些材料所構成。

另一方式是，此填料含有一種金屬。以此種方式，則該耦合結構的反射率可提高。

在一較佳的佈置中，該耦合結構須在垂直方向中形成，使泵輻射的一預定的成份入射至該發射區中。該耦合結構在垂直方向中與泵輻射在垂直方向中的範圍的重疊區越

大，則入射至該發射區中的泵輻射之成份越多。另一方面，該耦合結構與泵輻射在垂直方向中的重疊區應足夠小，以確保該泵輻射可在橫向中充份地傳送。

在一較佳的佈置中，上述的泵區配置在一波導中，其中該波導是用來導引該泵輻射。該波導較佳是配置在多個外罩層之間，各外罩層分別具有一種折射率，其小於與該外罩層鄰接的波導層之折射率。

該耦合結構較佳是在垂直方向中向內伸入至波導中。該耦合結構在垂直方向中較佳是向內伸入至波導中最多達該波導的垂直尺寸之 30%，特別是 20%，最佳時是 10%。因此，該泵輻射之橫向的傳送只會受到小的干擾且同時可有效地使泵輻射轉向至該發射區中。

該耦合結構亦可與波導相隔開。此處，該耦合結構在垂直方向中至該波導的下一邊界的距離較佳是最多等於該波導之垂直尺寸。此外，此距離較佳是最多為  $10\ \mu\text{m}$ ，特別佳時是  $5\ \mu\text{m}$ 。

在另一種佈置中，該發射區以單石方式整合在半導體本體中。該發射區和泵區因此可在一種共同的製造步驟(例如，藉由 MOVPE 或 MBE 來進行的磊晶沈積)中製成。

在另一種佈置中，該發射區可與該半導體本體個別地製成且較佳是固定在半導體本體上。在此種情況下，該發射區和該泵區個別地製成且隨後互相進行定位。

在另一較佳的佈置中，在該發射區和該泵區之間形成一

種鏡面。此鏡面特別是用來反射該垂直方向中所傳送的發射輻射。此鏡面因此形成該發射輻射用的一種共振鏡面。

此外，該泵輻射用的鏡面較佳是具有一種較該發射輻射用的鏡面還小的反射率。該泵輻射因此可較簡易地入射至該發射區中。該發射輻射所需的反射率較佳是至少 80%，特別是至少 90%。該泵輻射所需的反射率較佳是至多 30%，特別是至多 20%。

該鏡面可以多層的形式來形成。特別是該鏡面亦能以佈拉格-鏡面來構成。

此外，該鏡面特別是以單石方式整合在半導體本體中。該鏡面因此可藉由半導體層來形成。

在另一較佳的佈置中，該泵區及/或發射區含有 III-V-化合物半導體材料。利用 III-V-化合物半導體材料，則在輻射產生時可達成高的內部量子效率。

在另一較佳的佈置中，該泵區及/或發射區含有一種量子結構。此名稱量子結構此處特別是包含一種結構，此結構中電荷載體可藉由局限 (confinement) 而使其能量狀態經歷一種量子化。此名稱量子結構特別是未指出量子化的維度。因此，量子結構可另外包含量子槽，量子線和量子點以及這些結構的每一種組合。

在另一較佳的佈置中，半導體組件是以外部的共振器來操作。外部的共振器例如可藉由鏡面來形成，該鏡面與半導體本體相隔開。該發射輻射因此將通過該半導體本體和

外部的鏡面之間的無輻射區。該無輻射區中較佳是可另外配置一非線性的光學元件，其可用來將該發射輻射之頻率混合及/或使頻率倍增，大致上是成為二倍。

依據一發出輻射之半導體組件之製造方法的一實施形式，須沈積一種具有半導體層序列之半導體本體，半導體層序列具有一種用來產生泵輻射之泵區。用來產生該發射輻射之發射區和該泵區互相重疊地配置著或沈積著。形成一耦合結構且製成該發出輻射的半導體組件。進行此方法的順序只要適當亦可與此處所列舉的不一樣。

利用上述的方法，則可簡易地製成一種垂直發射方向中發出輻射的半導體組件，其包含一泵輻射源。

在形成該耦合結構時，較佳是將半導體本體的材料及/或配置在半導體本體上的各層之材料以區域方式予以去除，這例如可藉由一種濕式化學-或乾式化學方法來達成。

半導體本體較佳是以磊晶方式例如藉由 MBE 或 MOVPE 方法而沈積在一種生長基板上。在形成該耦合結構之前，該生長基板可去除。於是，可使該耦合結構簡易地形成在該泵區之遠離該發射區之此側上。

例如，可藉由研磨、磨光或拋光等機械方式或濕式化學-或乾式化學蝕刻等化學方法來將該生長基板去除。另一方式是，該生長基板可藉由相參的輻射(例如，雷射)來去除。

在另一種佈置中，該發射區沈積成半導體本體之半導體層序列之一部份。特別是該發射區和該泵區可在一種共同

的磊晶步驟中製成。此處，首先沈積泵區且然後沈積該發射區或反之亦可。因此，在形成一種以半導體材料為主之分離的發射區時即不需額外的磊晶步驟。

在另一種佈置中，須預製該發射區且該發射區固定在半導體本體上。此種固定例如與材料有關且是藉由一種化合物層來達成。此化合物層例如可含有一種黏合劑。

上述方法特別適合用來製造另一種半導體組件。上述半導體組件中所達成的特徵亦可考慮用於上述方法中且反之亦然。

本發明的其它特徵、有利的佈置和適當的形式將參照圖式而描述於以下的各實施例中。

#### 【實施方式】

相同或作用相同的元件在各圖中設有相同的參考符號。

所示的各元件和各元件之間的比例未必依比例繪出。反之，爲了清楚之故，較小的元件且特別是層厚度已予放大地顯示出。

第 1 圖顯示一垂直方向中發出輻射之半導體組件之第一實施例。此半導體組件 1 包含一具有半導體層序列的半導體本體 2。半導體層序列形成該半導體本體且較佳是以磊晶方式藉由 MOVPE 或 MBE 而製成。

在半導體本體 2 之半導體層序列中形成一用來產生泵輻射之泵區 3。此外，半導體層序列具有一發射區 4，其中該泵區 3 和發射區 4 互相重疊而配置著。該發射區 4 和泵區 3

因此以單石方式而積體化於一種共同的半導體本體中。

泵區 3 在相面對的側面上的橫向中是以二個側面 30 為邊界。泵輻射在此二個側面之間是在橫向中傳送。為了使側面 30 之反射率提高，則各側面 30 可分別設有一種塗層(大致上是介電質層)，其可構成布拉格-鏡面。此塗層未明確顯示在第 1 圖中。

此外，該發出輻射的半導體組件具有一耦合結構 7，其藉由凹口 71 來形成。凹口 7 向內延伸至半導體本體 2 中。此耦合結構 7 配置在該泵區 3 之遠離該發射區 4 之此側上。

該泵區 3 配置在一波導 35 中。此波導具有第一波導層 351 和第二波導層 352，這些層 351，352 分別與該泵區相鄰接。

在泵區 3 之二側上，一外罩層 31 或另一外罩層 32 分別與該波導 35 相鄰接。外罩層 31，32 可適當地具有一種折射率，其小於各波導層 351，352 之折射率。藉由波導 35，則可導引該在橫向中傳送的泵輻射。

該耦合結構 7 之凹口 71 由泵區 3 之遠離該發射區 4 之此側而向內延伸至半導體本體 2 中。各凹口 71 特別是在垂直方向中向內延伸至該波導 35 中。各凹口較佳是形成溝渠形式的凹口，其中各凹口之主延伸方向分別垂直於橫向(泵輻射在橫向中傳送)而延伸，且另外亦垂直於垂直方向而延伸。

在該發出輻射的半導體組件 1 操作時，在橫向中傳送的泵輻射之一部份藉由該耦合結構 7 而轉向至該發射區 4 之方向中。該耦合結構因此能以一種一維的繞射柵格來構成。

該繞射柵格較佳是周期地或基本上是周期地構成。在該耦合結構之周期長度為  $L$  時，較佳是滿足

$$(N-0.4) \cdot \lambda \leq L \leq (N+0.4) \cdot \lambda$$

其中  $N$  是正整數且  $\lambda$  是耦合結構之區域中該泵輻射之波長。 $N=1$  時特別有利，使耦合結構之周期長度介於該耦合結構之區域中的泵輻射之波長的 0.6 倍(含)至 1.4 倍(含)之間。該周期長度最佳是介於耦合結構之區域中的泵輻射之波長的 0.8 倍(含)至 1.2 倍(含)之間。

例如，在泵輻射之真空波長是 920nm 且折射率是 3.4 時該周期長度大約是 270nm。

藉由一種繞射柵格，其周期長度  $L$  等於泵輻射之波長，則泵輻射之一部份在該繞射柵格上以第一階(order)轉向至垂直方向中。以此種方式，則泵輻射之一部份可入射至該發射區中。

與上述之實施例不同，該耦合結構亦能以一種準-周期的繞射柵格來構成。

另一方式是，各凹口 71 亦可依據一隨機結構來配置。

入射至該發射區中的泵輻射主要是在一種對垂直方向最多成 20 度的角度中傳送。

藉由該耦合結構 7 而轉向的泵輻射入射至該發射區中。藉由被吸收的泵輻射，則可對該發射區進行光學泵送。

在半導體組件 1 之俯視圖中，該泵區 3 所具有的橫向範圍大於該發射區 4 的橫向範圍。以此種方式，則能簡易地產

生強度較大的泵輻射。

在泵區 3 和該發射區 4 之間配置一鏡面 5。此鏡面 5 以單石方式積體化於半導體本體 2 之半導體層序列中。此鏡面 5 以多層來形成且具有多個半導體層對(pair)，其分別包括半導體層 51 和另一個半導體層 52。這些半導體層具有互相不同的折射率，使半導體層對形成一布拉格-鏡面。

較佳是須形成該鏡面，使對該發射區 4 中所產生的輻射之反射率大於對該泵區 3 中所產生的泵輻射之反射率。

對該發射區之反射率較佳是至少 80%，特別佳時是至少 90%。對該泵區之反射率較佳是頂多 30%，特別佳時是頂多 20%。

以此種方式，則半導體組件操作時在發射區 4 中產生的輻射可有效地在該鏡面 5 上反射。因此，可防止該發射輻射入射至泵區且亦不會入射至該耦合結構 7 上。此外，入射至該發射區 4 中的泵輻射之量越大，則該鏡面相對於該泵輻射的反射率越小。

在該發射區 4 之遠離該泵區 3 之此側上形成一種視窗層 25。適當的方式是使此視窗層可透過該發射輻射。該視窗層 25 之遠離該發射區之表面在垂直方向中是與半導體本體對齊且對該發射輻射形成一種輻射透過面 20。

藉由外部鏡面 8 來形成一外部共振器。因此，該發出輻射的半導體組件 1 是以一外部共振器來操作。

與此不同的是，該發出輻射的半導體組件在該發射區 4

之遠離該泵區 3 之此側上具有另一鏡面。此另一鏡面可積體化於半導體本體中或配置在半導體本體上。在此種情況下可省略一外部共振器。

該耦合結構 7 之各凹口 71 相鄰地配置著。此外，各凹口具有互相垂直而延伸的側緣 710。須在垂直方向中形成該耦合結構 7，使該泵輻射之一預定的成份入射至該發射區中。

各凹口之橫向尺寸較佳是在周期長度之 0.3 倍(含)至 0.7 倍(含)之間，特別是在周期長度之 0.4 倍(含)至 0.6 倍(含)之間，例如，0.5 倍。在該泵輻射之真空波長是 920nm 時，該橫向尺寸例如是 135nm。

在所示的實施例中，該耦合結構在垂直方向中向內伸入至波導 35 中。該耦合結構向波導內伸入越多，則該泵輻射與該耦合結構 7 之交互作用就越大，使泵輻射之較多的成份可入射至該發射區 4 中。

另一方面，該耦合結構 7 亦可對該波導造成一種干擾。一種耦合結構在垂直方向中向內伸入至該波導 35 中最多可達該波導之垂直尺寸的 30%，此種耦合結構已顯示是適當的。該耦合結構較佳是向內伸入至該波導 35 中最多可達該波導之垂直尺寸的 20%，特別佳時是最多 10%。

與所示的實施例不同，該耦合結構 7 亦可與該波導 35 相隔開。這在當該泵輻射之橫向模式之大部份是在該波導的外部中傳送時特別適當。就轉向至該耦合結構 7 之泵輻射之足夠大的成份而言，垂直方向中該耦合結構至波導的下

一個邊界的距離最多是與波導之垂直尺寸一樣大。此外，此距離最多是  $10\ \mu\text{m}$ ，特別是  $5\ \mu\text{m}$ 。

該耦合結構之凹口 71 可完全地或只一部份以一種填料來填入。該填料較佳是可透過泵輻射。因此，可防止或至少可減少該泵輻射被該填料所吸收。例如，該填料可含有一種介電質材料，其包括氧化物(例如，氧化矽或氧化鈦)、氮化物(例如，氮化矽)、或氧化氮化物，例如，氧化氮化矽。

此外，該填料可適當地具有一種折射率，其與相鄰的半導體材料之折射率不同。此二種折射率之間的差越大，則該耦合結構對泵輻射之影響越大。

另一方式是，該填料亦可包括一種金屬。以此種方式，則該耦合結構之反射率可提高。

此外，發出輻射的半導體組件 1 具有一第一接觸區 61 和一第二接觸區 62。須配置各接觸區，使半導體組件操作時藉由施加一外部電壓而使電荷載體由二個不同側注入至該泵區 3 中且在該泵區 3 形成電子-電洞對而在發出輻射的情況下重組。

各接觸區 61，62 較佳是包含一種金屬，例如，金、銀、鈦、鉑、鎳或鋁或金屬氧化物，其含有上述金屬之至少一種。

鏡面 5 配置在電荷載體由各接觸區 61，62 注入至泵區中的路徑之外部。此鏡面 5 因此以電性絕緣方式構成。因此，可防止或至少減少該泵輻射在此鏡面中的吸收現象。

亦可設置一種與上述方式不同的配置，此時該鏡面 5 配置在電荷載體之注入路徑的內部。在此種情況下，該鏡面較佳是具有導電性。

此外，在半導體組件 1 之俯視圖中，該耦合結構 7 較佳是完全與發射區 4 重疊。

該耦合結構因此形成在一區域中，此區域中被該耦合結構 7 轉向至垂直方向中的泵輻射將直接入射至該發射區 4 中。波導 35 之干擾因此只限於一些區域中，該些區域中可將泵輻射有效地入射至該發射區 4 中。

上述之半導體組件的構造適用於多種半導體材料。該泵區及/或該發射區較佳是含有一種 III-V-化合物半導體材料。

III-V-化合物半導體材料特別適合用來在紫外線( $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$ )中經由可見光( $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$ , 特別是藍色至綠色輻射，或  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{P}$ ，特別是黃色至紅色)直至紅外線( $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{As}$ )的光譜區域中產生輻射。此處， $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  且  $x+y \leq 1$ ，特別是  $x \neq 1$ ,  $y \neq 1$ ,  $x \neq 0$  及/或  $y \neq 0$ 。藉由 III-V-化合物半導體材料，特別是由上述材料構成者，則在輻射產生時另外可有利地達成高的內部量子效率。

該發射區及/或泵區較佳是含有量子結構。此處，該量子結構可具有一個或多個量子層。

此名稱量子井結構此處特別是包含一種結構，此結構中電荷載體可藉由局限(confinement)而使其能量狀態經歷一種量子化。此名稱量子井結構此處未指出量子化的維度。

因此，量子井結構可另外包含量子槽，量子線和量子點以及這些結構的每一種組合。

然後，將描述一種半導體本體用的層構造，其發射區用來產生一種波長是 1050nm 之輻射。

泵區 3 具有一種厚度 6.5nm 之  $\text{In}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}$ -量子層。波導層 351 以二層的方式來構成。一種厚度 73.57nm 之  $\text{Al}_{0.10}\text{Ga}_{0.90}\text{As}$ -第一半導體層是與該量子層 3 相鄰接。波導層 351 之第二半導體層是一種厚度 485nm 之  $\text{Al}_{0.23}\text{Ga}_{0.77}\text{As}$ -半導體層。第二波導層 352 對應於第一波導層 351 而形成，其中由泵區 3 所隔開的  $\text{Al}_{0.23}\text{Ga}_{0.77}\text{As}$ -半導體層具有一種與泵區 3 不同的厚度 788.79nm。

分別鄰接於波導 35 之外罩層 31 和 32 分別是厚度為 1000nm 之  $\text{Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}$ -半導體層。

配置在泵區 3 之不同側上的半導體層可適當地分別具有相反的導電型。例如，配置在泵區 3 之與該發射區 4 相面對的此側上的半導體層 351，31 是 p-摻雜者，且配置在泵區 3 之與該發射區 4 相遠離的此側上的半導體層 352，32 是 n-摻雜者，或反之亦可。

該鏡面 5 以一種具有 30 個半導體層對的布拉格-鏡面來構成。各個半導體層對分別具有一種厚度是 88nm 之  $\text{AlAs}$ -半導體層 51 和一種厚度是 75nm 之  $\text{GaAs}$ -半導體層 52。

用來產生該發射輻射之發射區 4 具有一種由 14 個量子層 41 所形成的序列，各層間分別形成一種位障層 42。量子層

41 以一種厚度 10nm 之 InGaAs-半導體層來構成。該位障層包括一種半導體層對，其具有一種厚度是 48nm 之 GaAsP-半導體層和一種厚度 93nm 且鋁含量是 10%之 AlGaAs-半導體層。

在該發射區 4 之遠離該泵區 3 之此側上形成一種視窗層 25，其可透過該發射區中所產生的輻射。此視窗層以二層的方式來構成，其中一厚度 308nm 且鋁含量 10%之 AlGaAs-半導體層鄰接於該發射區。一厚度 551nm 之 GaP-半導體層是與半導體本體 2 相齊平且形成該輻射透過面 20。

藉由半導體層參數(特別是材料成份或量子層的層厚度)的改變，則可在廣泛的極限中調整該泵區和該發射區之發射波長。

發出輻射的半導體組件之第二實施例的截面圖顯示在第 2 圖中。第二實施例基本上與第 1 圖之第一實施例相同。不同之處在於，該耦合結構 7 具有一鋸齒形的結構。如第一實施例所示，形成該耦合結構之各凹口 71 形成在半導體本體 2 中且向內延伸至波導 35 中。該耦合結構之周期長度較佳是介於泵區 3 中所產生的泵輻射之波長的 0.6 倍至 1.4 倍之間。

該耦合結構亦可與上述的形式不同，使其主要是由於該耦合結構上的反射而將該泵輻射轉向。在此種情況下，該耦合結構較佳是具有傾斜於垂直方向而直立的側面。此處，該耦合結構未必以周期的形式而形成。一種周期結構

大致上可以是一種鋸齒形的結構且其周期較泵輻射的波長大很多(至少是大約 5 倍)，則此種周期結構適合於此處。

發出輻射的半導體組件之第三實施例的截面圖顯示在第 3 圖中。第三實施例基本上與第 1 圖所示的第一實施例相同。不同之處在於，該發出輻射的半導體組件具有另一個半導體本體，其包括另一種半導體層序列 200，其中該發射區 4 和鏡面 5 形成在此另一個半導體本體中。該發射區 4 和該泵區 3 因此未以單石方式積體化於一種共用的半導體本體中。該另一種半導體層序列 200 藉由一種化合物層 9 而與半導體本體 2 相連接。此化合物層 9 可透過該泵輻射且例如可包含一種黏合劑。

鏡面 5 亦可與第一實施例不同而形成在半導體本體 200 上或形成在半導體本體 2 上。在此種情況下，此鏡面藉由介電質層而形成，其藉由蒸鍍或濺鍍而沈積在預製的半導體本體上或沈積在另一預製的半導體本體上。另一方式是，該鏡面亦可與泵區 3 一起積體化於半導體本體 2 中。

半導體本體 2 和另一個半導體本體 200 可個別地製成且隨後互相固定著。具有泵區 3 之半導體本體之製造和具有發射區 4 之半導體本體之製造因此可互相獨立地進行。

此外，與第一實施例不同之處在於，在該發出輻射的半導體組件 1 和該外部的鏡面 8 之間配置一種非線性-光學元件。藉由非線性-光學過程，特別是頻率倍增(大致上是二倍)過程，則該發射區 4 中所產生的發射輻射的至少一部份將

轉換成另一波長的輻射。

當然，依據第 1，2 圖所示的實施例之一發出輻射的半導體組件亦可與一非線性-光學元件一起操作。

第 4 圖顯示泵輻射之藉由該耦合結構而轉向後的強度作為與垂直方向所形成的角度  $\theta$  之函數的模擬結果。第 4 圖中分別以放大的方式顯示 1 度至 5 度以及 -67 度至 -73 度之角度範圍的情況。

該模擬是藉助於所謂”有限差之時域(Finite Difference Time Domain)”-方法來進行。該模擬已顯示出耦合結構相對於由一側入射至耦合結構上的波之效果。已繞射的輻射之正角度對應於前向中的繞射，負角度對應於後向中的繞射。該模擬是依據泵輻射的真空波長為 920nm 且折射率為 3.4 時該耦合結構之凹口之垂直尺寸是 500nm，橫向尺寸為 135nm 且周期長度為 270nm 時作成。周期長度幾乎等於耦合結構之區域中泵輻射的波長(920nm/3.4)。各凹口中因此以空氣來填入。

藉由耦合結構，則已繞射的強度  $I$  之大部份都轉向至一種相對於垂直方向成小角度的範圍中。在所示的例子中，大部份的輻射都繞射至一種小於 4 度的角度中。發射區之光學泵因此可簡化。

相較之下，第 5 圖顯示一種半導體組件之相對應的模擬，其中未設有該耦合結構。在此種情況下，主要是在前向中發生散射。泵輻射不會在該發射區的方向中有效地轉向至

與垂直方向成大約 20 度或更小的小角度中。

依據已進行的模擬，藉由該耦合結構，則可使泵輻射功率之大約 38% 入射至該發射區中，但在未設有該耦合結構時只有大約 11% 之泵輻射功率到達該發射區中。因此，藉由耦合結構，則可使入射率之值提高至大於 3 倍。

第 6 圖顯示已轉向的泵輻射之強度作為沿著橫向  $x$  擴展的函數之模擬結果。由發射區之中軸開始，該中軸表示  $x$ -軸的零點，以任意單位所示的強度在二個方向中在一種大於  $45\ \mu\text{m}$  之區域上表示一種強度值，其介於 0.2 和 0.35 之間。因此，在橫向  $x$  中可使泵輻射較均勻地入射至發射區中。該發射區之光學泵因此可簡化。

第 7A 至 7E 圖是依據多個截面圖中所顯示的中間步驟的一垂直方向中發出輻射的半導體組件之製造方法的一實施例。此製造方法描述了半導體組件製造方法的一範例，其對應於第 1 圖之第一實施例。

如 7A 圖所示，首先在生長基板 21 上沈積該形成半導體本體 2 之半導體層序列。這較佳是以磊晶方式(例如，MBE 或 MOVPE)來達成。

半導體層序列包括泵區 3 和發射區 4 以及配置在泵區 3 和發射區 4 之間的鏡面 5。泵區、發射區和鏡面因此以單石方式積體化於一共用的半導體本體 2 中。於是，此製程可在一共同的磊晶-步驟中進行。

然後，如第 7B 圖所示，以區域方式將該發射區 4 和該鏡

面 5 之材料去除。一種配置在波導 35 和發射區 4 之間的外罩層 31 因此被裸露出。在該外罩層 31 上在已裸露的區域中沈積第一接觸區 61。這較佳是藉由蒸鍍或濺鍍來達成，此時接觸區亦能以多層的形式來構成。

該生長基板 21 由具有半導體層序列之半導體本體 2 中去除。這例如藉由機械方式(例如，研磨、磨光或拋光)及/或化學方式(例如，濕式化學-或乾式化學蝕刻)來達成。另一方式是，該生長基板亦可藉由相參的輻射(例如，雷射輻射)來去除。以此種方式，則配置在該泵區 3 之遠離該發射區 4 之此側上的外罩層 32 在結構化時可被接近。半導體本體 2(其中去除了該生長基板)顯示在第 7C 圖中。

第 7D 圖所示的該耦合結構 7 藉由半導體本體 2 中的凹口而形成。各凹口 71 較佳是藉由微影式來結構化且隨後以濕式化學-或乾式化學蝕刻來製成。各凹口 71 中至少一部份以介電質材料來填入(未明確顯示出)。

然後，在泵區 3 之遠離該發射區 4 之此側上沈積一第二接觸區 62。第二接觸區的沈積同樣可藉由蒸鍍或濺鍍來達成。

已製成的半導體組件 1 顯示在第 7E 圖中。

本專利申請案主張德國專利申請案 DE 10 2007 045 306.1 和 DE 10 2007 061 481.2 之優先權，其已揭示的整個內容在此一併作為參考。

本發明當然不限於依據各實施例中所作的描述。反之，本發明包含每一新的特徵和各特徵的每一種組合，特別是

包含各申請專利範圍-或不同實施例之個別特徵之每一種組合，當相關的特徵或相關的組合本身未明顯地顯示在各申請專利範圍中或各實施例中時亦屬本發明。

【圖式簡單說明】

第 1 圖 發出輻射的半導體組件之第一實施例的截面圖。

第 2 圖 發出輻射的半導體組件之第二實施例的截面圖。

第 3 圖 發出輻射的半導體組件之第三實施例的截面圖。

第 4 圖 泵輻射之返回強度作為與垂直方向所形成的角度  $\theta$  之函數的模擬結果。

第 5 圖 不具耦合結構之組件之相對應的模擬結果。

第 6 圖 泵輻射之返回強度沿著橫向擴展時的模擬結果。

第 7A 至 7E 圖 依據多個顯示在截面圖中的中間步驟來製造一發出輻射的半導體組件用的方法之一實施例。

【主要元件符號說明】

|     |                |
|-----|----------------|
| 1   | 發出輻射的半導體組件     |
| 2   | 具有半導體層序列的半導體本體 |
| 20  | 輻射透過面          |
| 200 | 另一半導體本體        |
| 21  | 生長基板           |
| 25  | 視窗層            |
| 3   | 泵區             |
| 30  | 泵區之側面          |
| 31  | 外罩層            |

|     |          |
|-----|----------|
| 32  | 另一外罩層    |
| 35  | 波導       |
| 351 | 第一波導層    |
| 352 | 第二波導層    |
| 4   | 發射區      |
| 41  | 量子層      |
| 42  | 位障層      |
| 5   | 鏡面       |
| 51  | 第一鏡面層    |
| 52  | 第二鏡面層    |
| 61  | 第一接觸區    |
| 62  | 第二接觸區    |
| 7   | 耦合結構     |
| 71  | 凹口       |
| 710 | 凹口之側緣    |
| 8   | 外部鏡面     |
| 85  | 非線性-光學元件 |
| 9   | 化合物層     |

## 五、中文發明摘要：

一種垂直發射方向中發出輻射的半導體組件(1)，其半導體本體(2)具有半導體層序列。在半導體層序列中形成一種可產生一泵輻射之泵區(3)。在泵區(3)上配置一可產生一發射輻射的發射區(4)。在半導體組件(1)中形成一耦合結構(7)。

此外，本發明亦涉及一種發出輻射的半導體組件(1)之製造方法。

## 六、英文發明摘要：

A radiation-emitting semiconductor component (1) with vertical emission-direction is given, which has a semiconductor body (2) with a semiconductor-layer sequence. In the semiconductor-layer sequence is formed a pump-region (3) for the generation of a pump-radiation. An emission-region (4) for the generation of an emission-radiation is arranged on the pump-region (3). In the semiconductor component a couple-structure (7) is formed.

In addition, a method for production of a radiation-emitting semiconductor component (1) is given.

## 十、申請專利範圍：

1. 一種垂直發射方向中發出輻射的半導體組件(1)，其半導體本體(2)具有半導體層序列，其特徵為：
  - 在半導體層序列中形成一種可產生一泵輻射之泵區(3)；
  - 在泵區(3)上配置一可產生一發射輻射的發射區(4)；以及
  - 在半導體組件(1)中形成一耦合結構(7)。
2. 如申請專利範圍第 1 項之半導體組件，其中設有該耦合結構(7)，以便將該半導體組件(1)操作時在橫向中傳送的泵輻射之一部份轉向至傾斜於或垂直於橫向的方向中。
3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之半導體組件，其中設有該耦合結構(7)，以便將該半導體組件(1)操作時在橫向中傳送的泵輻射之一部份射入至該發射區(4)中。
4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之半導體組件，其中該半導體組件(1)操作時藉由該耦合結構(7)上的反射及/或繞射而將泵輻射入射至該發射區中。
5. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之半導體組件，其中入射至該發射區(4)中的泵輻射對該發射區(4)進行光學泵送。
6. 如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之半導體組件，其中入射至該發射區(4)中的泵輻射(3)主要是在一種與垂直方向最多形成 20 度的角度中傳送。
7. 如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之半導體組件，其中

該耦合結構(7)配置在該泵區(3)之遠離該發射區(4)的此側上。

8.如申請專利範圍第1至7項中任一項之半導體組件，其中該耦合結構(7)沿著橫向而周期性地形成。

9.如申請專利範圍第1至8項中任一項之半導體組件，其中該耦合結構(7)沿著橫向而準-周期性地形成。

10.如申請專利範圍第8或9項之半導體組件，其中該耦合結構(7)之周期長度L滿足：

$$(N-0.4) \cdot \lambda \leq L \leq (N+0.4) \cdot \lambda$$

其中N是正整數且 $\lambda$ 是耦合結構之區域中該泵輻射之波長。

11.如申請專利範圍第10項之半導體組件，其中 $N=1$ 。

12.如申請專利範圍第8或9項之半導體組件，其中該耦合結構(7)之周期長度介於該耦合結構之區域中該泵輻射之波長的0.8倍(含)至1.2倍(含)之間。

13.如申請專利範圍第1至12項中任一項之半導體組件，其中該耦合結構(7)藉由相鄰配置的凹口(71)而形成。

14.如申請專利範圍第13項之半導體組件，其中各凹口(71)依據一種隨機結構而配置著。

15.如申請專利範圍第8，9或13項之半導體組件，其中各凹口(71)之橫向尺寸介於該周期長度之0.3倍(含)至0.7倍(含)之間。

16.如申請專利範圍第13至15項中任一項之半導體組件，

其中各凹口(71)向半導體本體(2)內部延伸。

17.如申請專利範圍第 13 至 16 項中任一項之半導體組件，

其中各凹口(71)以溝渠的形式而形成。

18.如申請專利範圍第 13 至 17 項中任一項之半導體組件，

其中各凹口(71)具有垂直延伸的側緣(710)。

19.如申請專利範圍第 13 至 18 項中任一項之半導體組件，

其中各凹口(71)中至少一部份以一種填料來填入。

20.如申請專利範圍第 19 項之半導體組件，其中該填料含有一

種介電質材料。

21.如申請專利範圍第 1 至 20 項中任一項之半導體組件，其

中該耦合結構(7)沿著橫向而以鋸齒狀方式被結構化。

22.如申請專利範圍第 1 至 21 項中任一項之半導體組件，其

中該耦合結構(7)形成在垂直方向中，使泵輻射之一預定的成份入射至該發射區(4)中。

23.如申請專利範圍第 1 至 22 項中任一項之半導體組件，其

中該泵區(3)配置在波導(35)中，波導(35)用來導引該泵輻射。

24.如申請專利範圍第 23 項之半導體組件，其中該耦合結構

(7)在垂直方向中伸入至該波導(35)中。

25.如申請專利範圍第 24 項之半導體組件，其中該耦合結構

(7)在垂直方向中向內伸入至該波導(35)中最多達該波導(35)之垂直尺寸的 30%。

26.如申請專利範圍第 23 項之半導體組件，其中垂直方向中

該耦合結構(7)至該波導(35)之下一邊界的距離最多是該波導(35)之垂直尺寸。

27. 如申請專利範圍第 1 至 26 項中任一項之半導體組件，其中該發射區(4)以單石方式積體化於半導體本體(2)中。
28. 如申請專利範圍第 1 至 26 項中任一項之半導體組件，其中該發射區(4)是與半導體本體(2)個別地構成且固定在半導體本體(2)上。
29. 如申請專利範圍第 1 至 28 項中任一項之半導體組件，其中該發射區(4)和泵區(3)之間形成一鏡面(5)。
30. 如申請專利範圍第 29 項之半導體組件，其中該鏡面(5)對泵輻射所形成的反射率小於對該發射輻射所形成的反射率。
31. 如申請專利範圍第 29 或 30 項之半導體組件，其中該鏡面(5)積體化於半導體本體(2)中。
32. 如申請專利範圍第 1 至 31 項中任一項之半導體組件，其中該泵區(3)及/或發射區(4)含有一種 III-V-化合物半導體材料。
33. 如申請專利範圍第 1 至 32 項中任一項之半導體組件，其中該泵區(3)及/或發射區(4)具有一種量子結構。
34. 如申請專利範圍第 1 至 33 項中任一項之半導體組件，其中此半導體組件是與一外部之共振器一起操作。
35. 一種在垂直發射方向中發出輻射的半導體組件(1)之製造方法，其特徵在於：

- 沈積一種具有半導體層序列之半導體本體(2)，半導體層序列具有一種可產生一泵輻射之泵區(3)；
- 一可產生一發射輻射的發射區(4)和該泵區(4)重疊地配置著或沈積著；
- 形成一耦合結構(7)；以及
- 製成該發出輻射的半導體組件(1)。

36. 如申請專利範圍第 35 項之製造方法，其中爲了形成該耦合結構(7)，須以區域方式去除該半導體本體(2)之材料。

37. 如申請專利範圍第 36 項之製造方法，其中該材料藉由一種濕式化學 - 或乾式化學方法而去除。

38. 如申請專利範圍第 35 至 37 項中任一項之製造方法，其中該半導體本體(2)沈積在一種生長基板(21)上且該生長基板(21)在該耦合結構(7)形成之前須去除。

39. 如申請專利範圍第 38 項之製造方法，其中該生長基板(21)以機械方式及 / 或化學方式而被去除。

40. 如申請專利範圍第 38 項之製造方法，其中該生長基板(21)藉由相參的輻射而被去除。

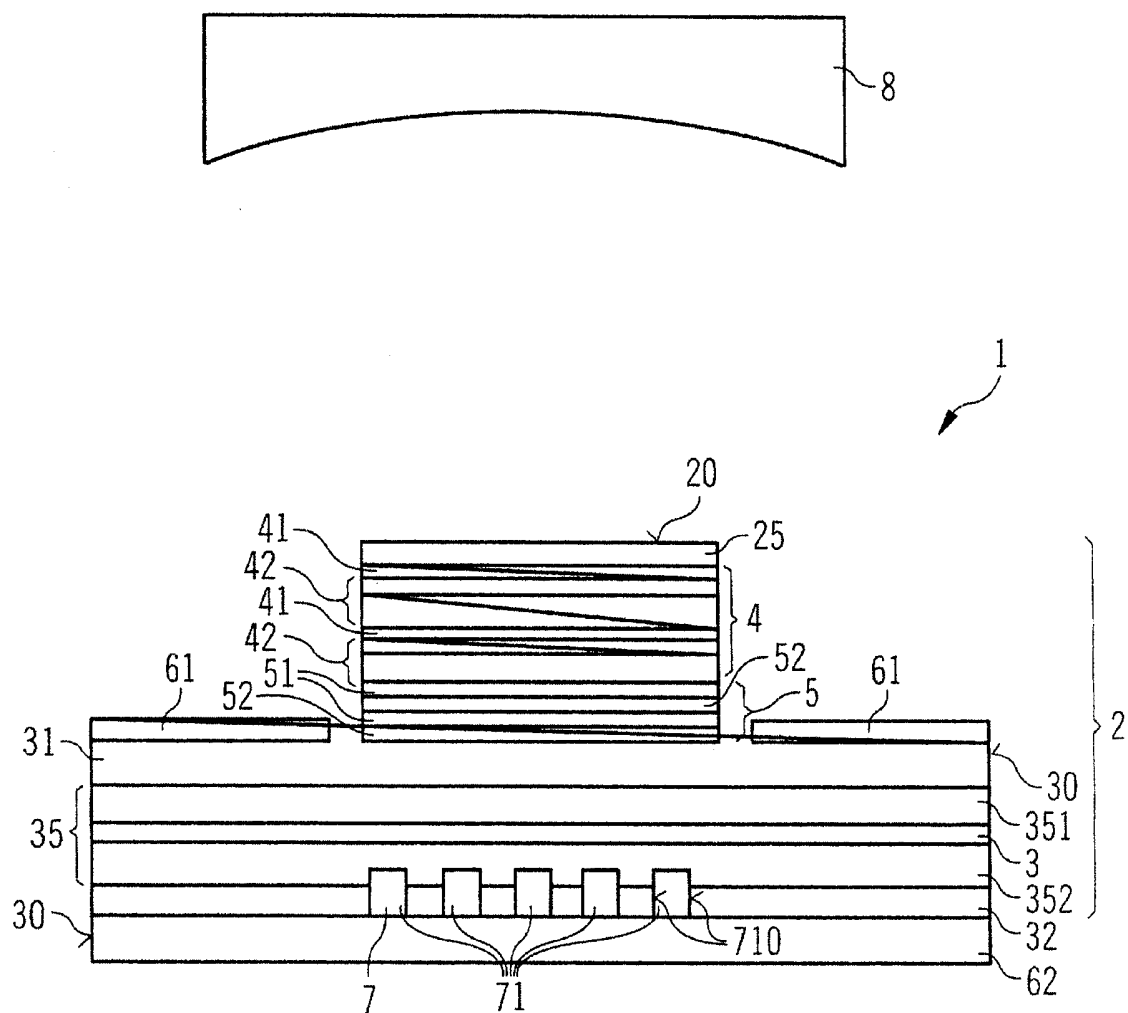
41. 如申請專利範圍第 35 至 40 項中任一項之製造方法，其中該發射區(4)沈積成該半導體本體(2)之半導體層序列之一部份。

42. 如申請專利範圍第 35 至 40 項中任一項之製造方法，其中該發射區(4)被預製完成且固定在半導體本體(2)上。

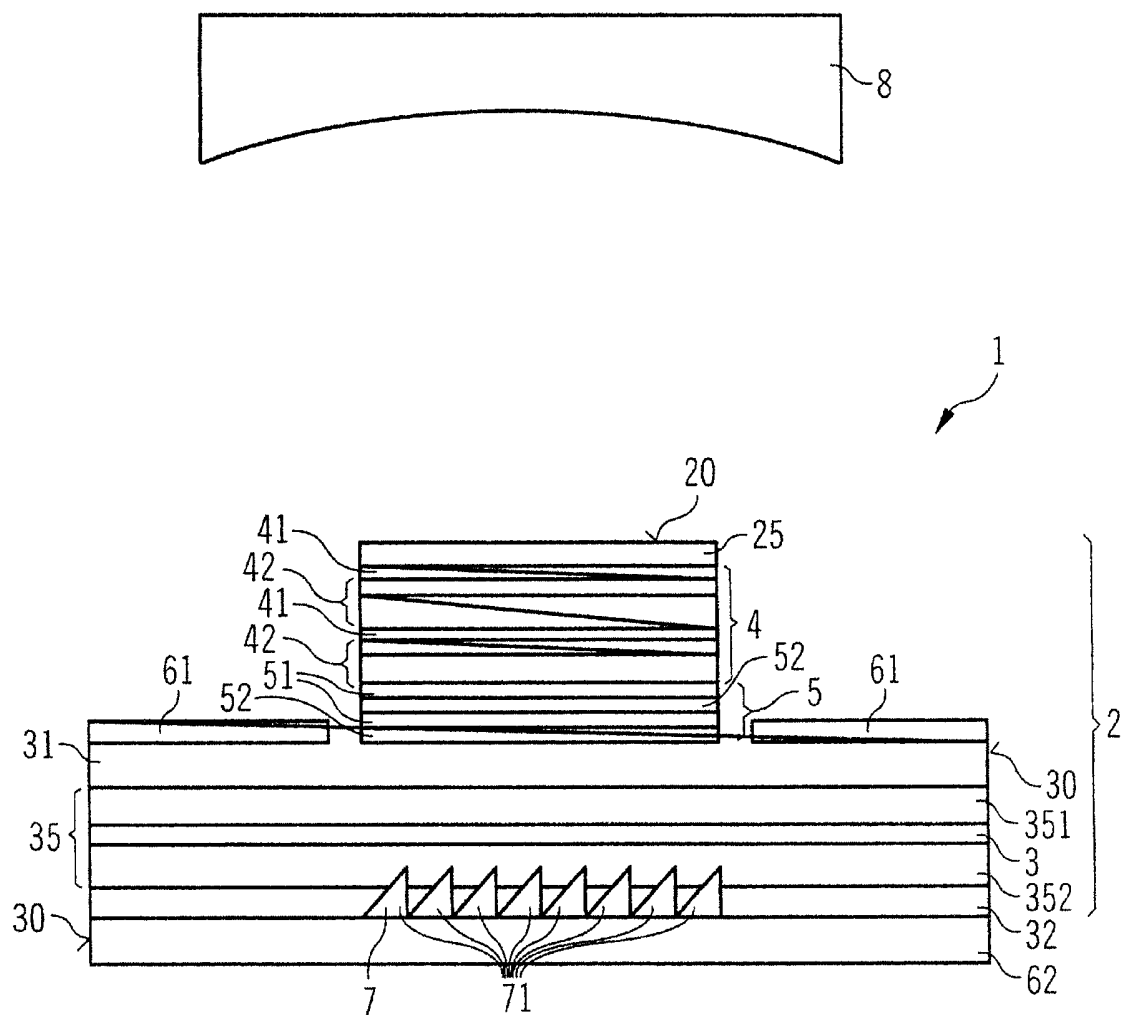
43. 如申請專利範圍第 35 至 42 項中任一項之製造方法，其中製成一種如申請專利範圍第 1 至 34 項中任一項所述的發出輻射的半導體組件(1)。

十一、圖式：

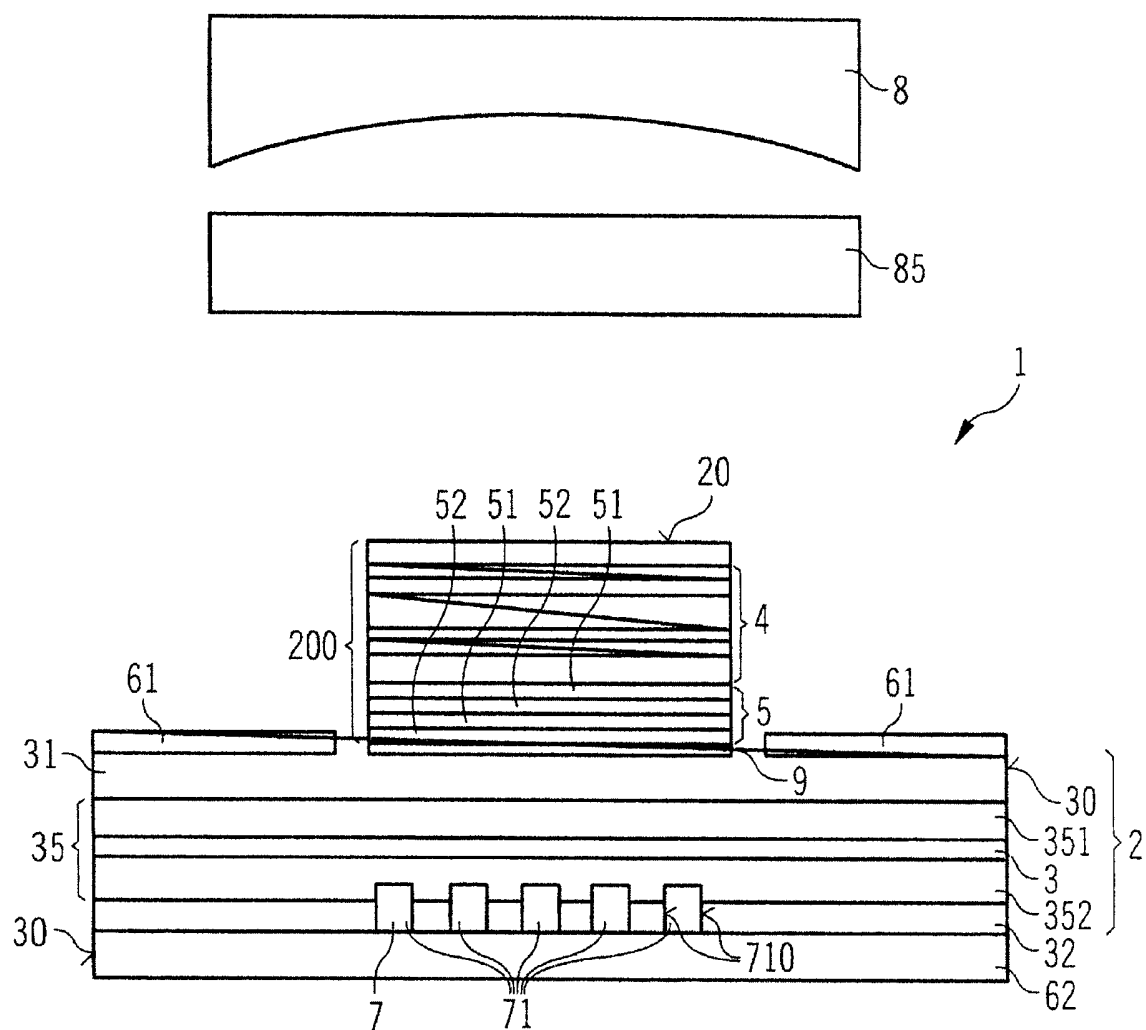
第 1 圖



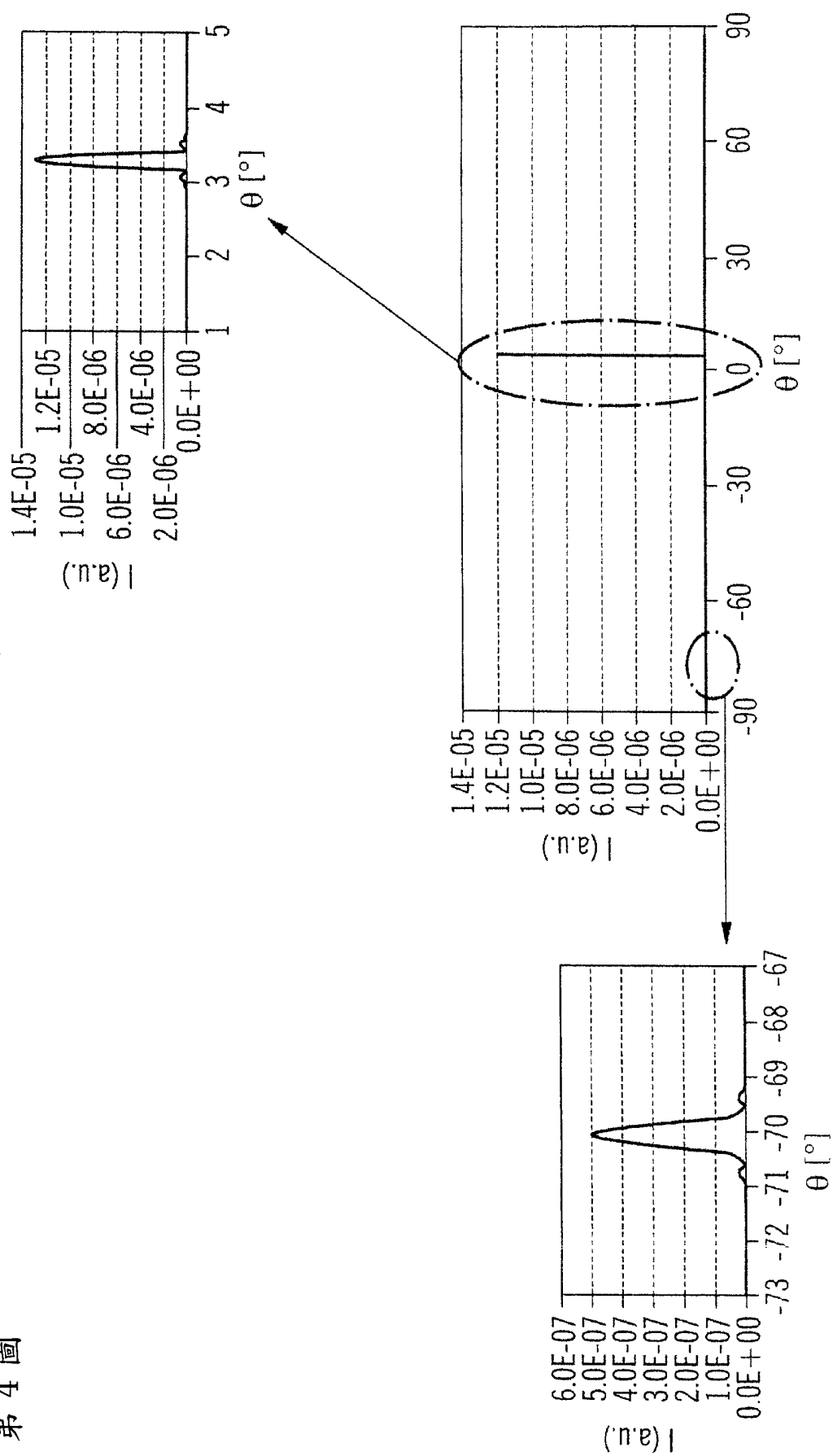
第 2 圖



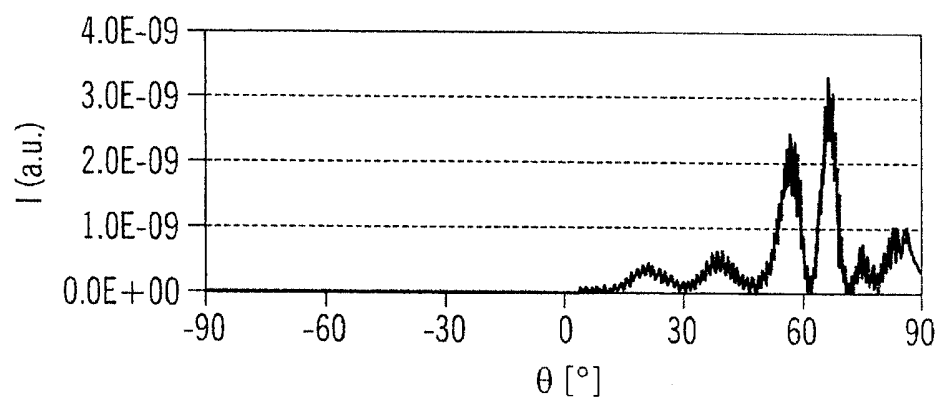
第 3 圖



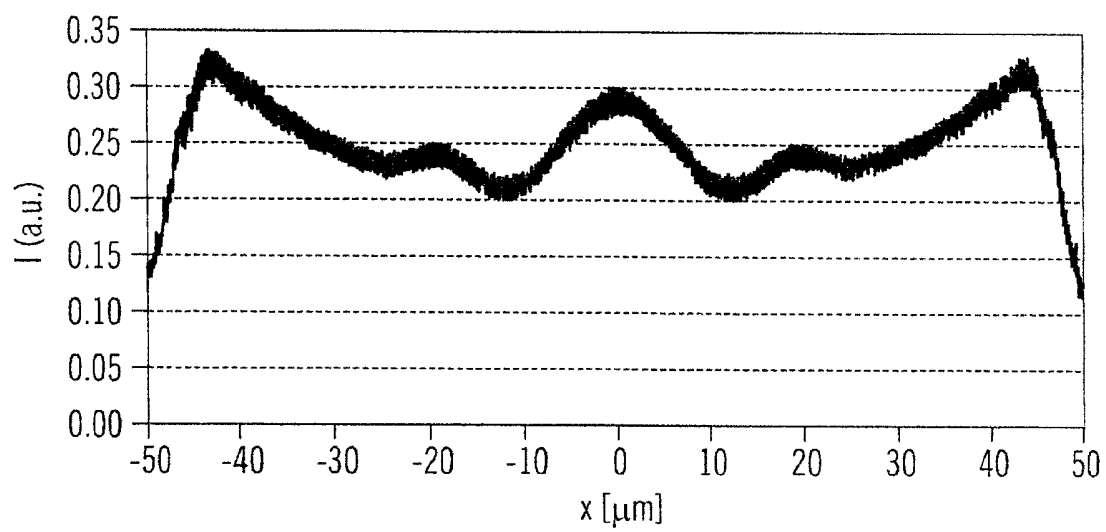
第 4 圖



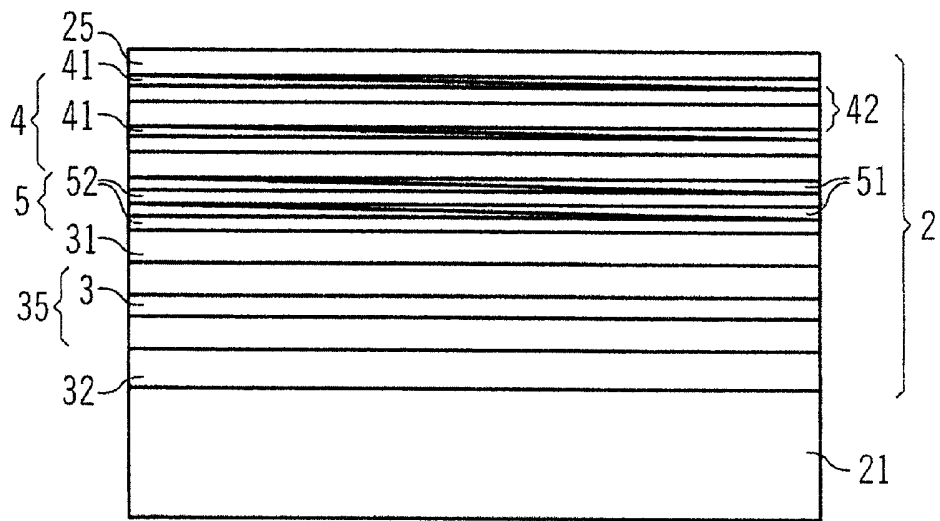
第 5 圖



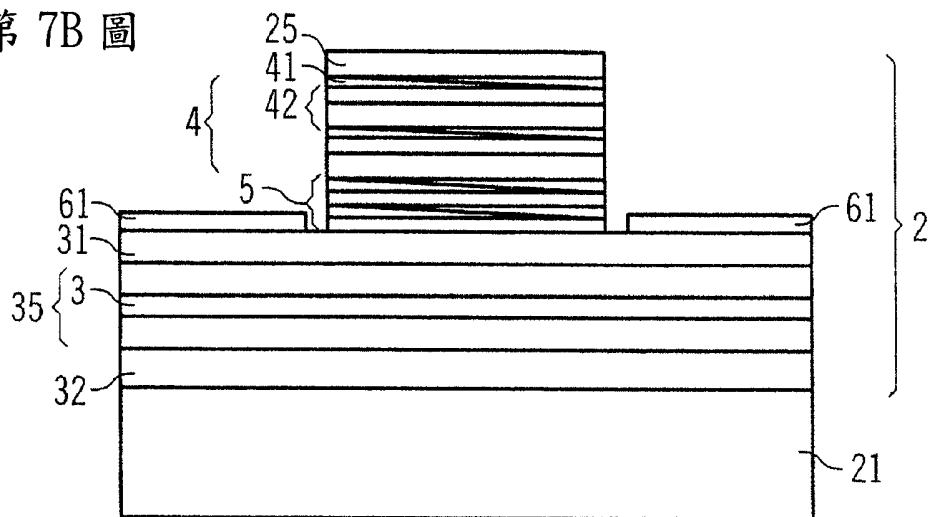
第 6 圖



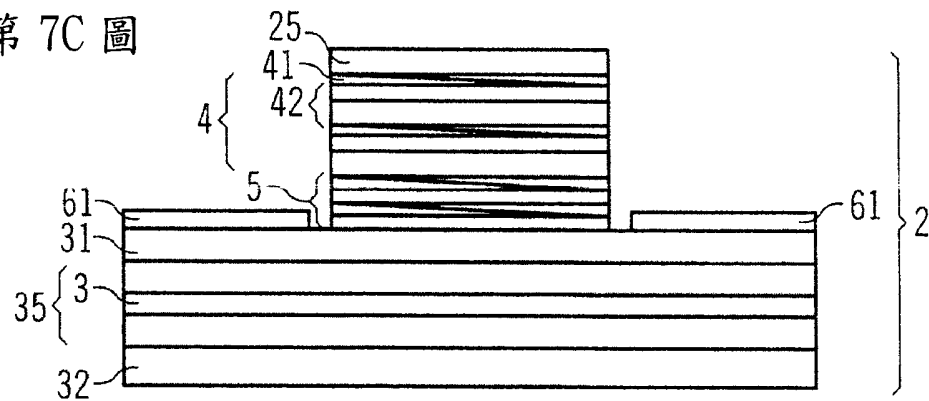
第 7A 圖



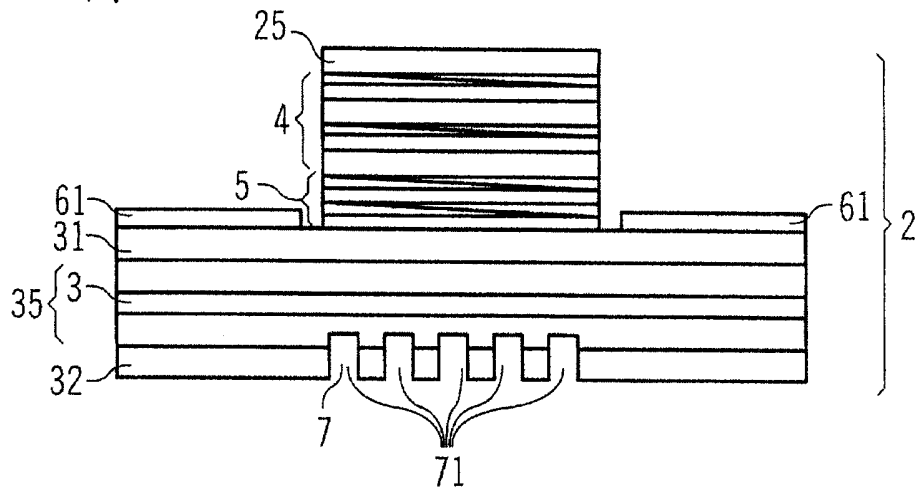
第 7B 圖



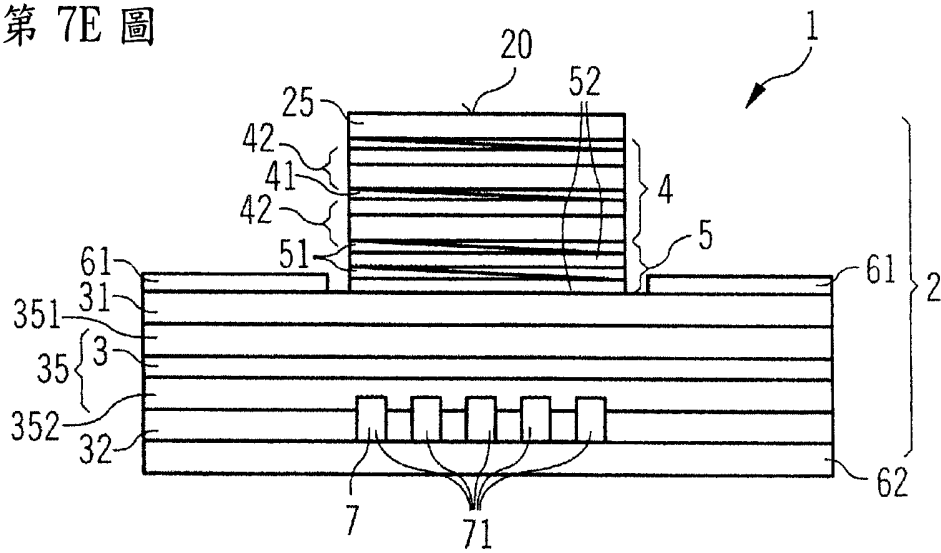
第 7C 圖



第 7D 圖



第 7E 圖



**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：

|     |                |
|-----|----------------|
| 1   | 發出輻射的半導體組件     |
| 2   | 具有半導體層序列的半導體本體 |
| 20  | 輻射透過面          |
| 25  | 視窗層            |
| 3   | 泵區             |
| 30  | 泵區之側面          |
| 31  | 外罩層            |
| 32  | 另一外罩層          |
| 35  | 波導             |
| 351 | 第一波導層          |
| 352 | 第二波導層          |
| 4   | 發射區            |
| 41  | 量子層            |
| 42  | 位障層            |
| 5   | 鏡面             |
| 51  | 第一鏡面層          |
| 52  | 第二鏡面層          |
| 61  | 第一接觸區          |
| 62  | 第二接觸區          |
| 7   | 耦合結構           |
| 71  | 凹口             |
| 710 | 凹口之側緣          |
| 8   | 外部鏡面           |

**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。