

公告本

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93113784

※申請日期：93 年 05 月 14 日

※IPC 分類：H01S 3/18

壹、發明名稱：

(中) 半導體雷射裝置及其製法

(外) Semiconductor laser device and its manufacturing method

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 東芝股份有限公司

(英) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA

代表人：(中) 1. 岡村正

(英)

地 址：(中) 日本國東京都港區芝浦一丁目一番一號

(英)

國籍：(中英) 日本

JAPAN

參、發明人：(共 6 人)

1. 姓 名：(中) 田中明

(英) TANAKA, AKIRA

地 址：(中) 日本國東京都港區芝浦一丁目一番一號 東芝股份有限公司知的財產部內

(英) 日本国東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝知的財產部內

2. 姓 名：(中) 伊藤義行

(英) ITOH, YOSHIYUKI

地 址：(中) 日本國東京都港區芝浦一丁目一番一號 東芝股份有限公司知的財產部內

(英) 日本国東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝知的財產部內

3. 姓 名：(中) 堀內理

(英) HORIUCHI, OSAMU

地 址：(中) 日本國東京都港區芝浦一丁目一番一號 東芝股份有限公司知的財產部內

(英) 日本国東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝知的財産部  
内

4. 姓 名: (中) 幕田章雄

(英) MAKUTA, AKIO

地 址: (中) 日本国東京都港区芝浦一丁目一番一號 東芝股份有限公司知的財  
產部内

(英) 日本国東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝知的財産部  
内

5. 姓 名: (中) 玄永康一

(英) GEN-EI, KOICHI

地 址: (中) 日本国東京都港区芝浦一丁目一番一號 東芝股份有限公司知的財  
產部内

(英) 日本国東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝知的財産部  
内

6. 姓 名: (中) 鹽澤秀夫

(英) SHIOZAWA, HIDEO

地 址: (中) 日本国東京都港区芝浦一丁目一番一號 東芝股份有限公司知的財  
產部内

(英) 日本国東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝知的財産部  
内

## 肆、聲明事項:

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權:

【格式請依: 受理國家(地區); 申請日; 申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/05/14 ; 2003-135408 ☒ 有主張優先權

(1)

## 玖、發明說明

相關申請案前後參照

本申請案是依據並請求2003年5月14日所申請之前日本專利申請案號2003-135408之優先權益，此處將該案整體內容納入參考。

### 【發明所屬之技術領域】

本發明關於半導體雷射裝置及其製法，尤其是關於那些脊狀波導半導體雷射。

### 【先前技術】

近年中，在DVD（數位影音光碟片）視訊播放機及DVD-ROM（唯讀記憶體）光碟機中廣泛使用振盪波長範圍在600-700 nm之半導體雷射。而且，覆寫式及單次寫入DVD記錄器市場正快速成長中且與DVD-ROM比較，那些記錄器需較高之輸出半導體雷射。在許多雷射結構中，脊狀波導適用於DVD。

第15圖為一脊狀波導半導體雷射裝置之橫切面圖。這半導體雷射具一含形成在GaAs基底上之InGaAlP之雙異質接面，一上面為脊狀形之上包覆層及一脊狀形包覆層雙面上之電流阻擋層。因電流阻擋層在振盪波長處為透明的，故稱這結構為“真實折射率波導”。

以下說明這半導體雷射之製程。

首先，依序在 n 型 GaAs 基底 1 上生長一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 n 型包覆層 2， $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$  之導引層 3， $\text{InGaP} / \text{InGaAlP}$  之 MQW 主動層 4，一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$  之導引層 5，一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之第一包覆層 6，一  $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$  之 P 型止蝕層，一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 p 型第二包覆層 8，及一  $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$  之 p 型中介層 9。

接著，藉垂直使用 RIE（反應離子蝕刻）加以蝕刻中介層 9 和第二包覆層 8，形成一脊狀條 10。在脊狀條 10 兩邊上生長一  $\text{In}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{P}$  之 n 型電流阻擋層 11，並在其上面生長一 p 型 GaAs 接觸層 12。最後，在基底 1 之背面上形成一 n 側電極 13，且然後在 p 型 GaAs 接觸層 12 上形成一 p 側電極 14。

因以異向 RIE 蝕刻技術形成垂直側壁，這脊狀條雷射有嚴格控制條片寬度之優點且因此得到優越之雷射效能。這種脊狀條雷射是發表在 PCT 國際公告案號 WO 00/021169A1。

然而，在這種脊狀條雷射中發生下述問題。

第 16 圖為一接近脊狀條下角緣之橫切面圖。當在包覆層 6 及脊狀條 10 側壁上生長  $\text{In}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{P}$  之 n 型電流阻擋層 11 時，如箭頭 G1 和 G2 所示，晶石分別垂直地生長至兩表面。因晶石生長方向 G1 和 G2 大概彼此垂直，生長前端碰撞在接近脊狀條 10 之下角緣處。在這碰撞區中，生長表面形態變差且因此晶石缺陷增加。在第 16 圖中以斜線表示這濃

缺陷區“D”。

因濃缺陷區D含許多晶石缺陷，電流阻擋效果變得不完備。因此，漏電流和臨界電流增加。之後說明一實例之濃缺陷區。在一MOCVD（有機金屬化學氣相沈積）程序案例中，在接近脊狀條10之下角緣處未充份供應材料氣體。因此，如第17圖中所示在電流阻擋層11中生長含空洞之一不完備層。如在電流阻擋層11中形成這種空洞，則漏電流增加。而且因一吸光GaAs接觸層12滲透進一接近發光區之空洞內，則光損耗發生並造成較低發光效率。

#### 【發明內容】

根據本發明一觀點，設有一半導體雷射裝置，包含：一第一導電率型之包覆層；一設在包覆層上之主動層；及一設在主動層上一第二導電率型之包覆層，第二導電率型包覆層之至少一部位具一脊狀條，且脊狀條包含：一側壁實質上為垂直之上部位；及一側壁傾斜使得條片朝主動層變較寬之下部位。

根據本發明另一觀點，設有一半導體雷射裝置：整體形成在一基底上之一第一半導體雷射元件；整體形成在基底上之一第二半導體雷射元件，其中，從第一半導體雷射元件所發出之雷射光波長及從第二半導體雷射元件所發出之雷射光波長不同，第一半導體雷射元件包含：一第一導電率型之第一包覆層；一設在第一包覆層上之第一主動層；及一設在第一主動層上一第一導電率型之第二包覆層，

第二包覆層之至少一部位具一脊狀條，且脊狀條包含：一側壁實質上為垂直之上部位；及一側壁傾斜使得條片朝第一主動層變得較寬之下部位，且第二半導體雷射元件包含：一第一導電率型之第三包覆層；一設在第三包覆層上之第二主動層；及一設在第二主動層上一第二導電率型之第四包覆層，第四包覆層之至少一部位具一脊狀條，且脊狀條包含：一側壁實質上為垂直之上部位；及一側壁傾斜使得條片朝第二主動層變得較寬之下部位。

根據本發明另一觀點，設有一半導體雷射裝置，包含：整體形成在一基底上之一AlGaAs為準之雷射元件；及整體形成在基底上之一InGaAlP為準之雷射元件，從以AlGaAs為準之雷射元件所發出之雷射光波長及從以InGaAlP為準之雷射元件所發出之雷射光波長不同，AlGaAs為準之雷射元件具：一第一導電率型之第一包覆層；一設在第一包覆層上之第一主動層，並包含 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$  ( $0 \leq y \leq 0.2$ )；一設在第一主動層上一第二導電率型之第二包覆層；及一設在第二包覆層上一第二導電率型之第三包覆層，第三包覆層由 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$ 製成，第三包覆層之至少一部位具一脊狀條，包含：一側壁為垂直之第一上部位；及一側壁傾斜使得條片朝第一主動層變得更寬之第一下部位，且以InGaAlP為準之雷射元件具：一第一導電率型之第四包覆層；一設在第四包覆層上之第二主動層，並包含 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-u}\text{Al}_u)_{0.5}\text{P}$  ( $0 \leq u \leq 0.2$ )；一設在第二主動層上一第二導電率型之第五包覆層，及一

設在第五包覆層上一第二導電率型之第六包覆層，第六包覆層由InGaAlP為準之材料製成，該材料組成實質上與第三包覆層相同，且第六包覆層之至少一部位具一脊狀條，包含：一側壁為垂直之第二上部位；及一側壁傾斜使得條片朝第二主動層變得更寬之第二下部位。

根據本發明另一觀點，設有一種半導體雷射裝置之製法，包含：依序在一基底之一主表面上形成一第一導電率型之包覆層，一主動層及一第二導電率型之包覆層；在一第二導電率型之包覆層上形成一第一條片罩幕；藉垂直蝕刻未由第一條片罩幕所覆蓋之一第二導電率型包覆層之一部位，形成一側壁實質上為垂直於主表面之上部位；在垂直側壁上形成一第二罩幕；藉蝕刻在上部位附近為曝光之一第二導電率型之包覆層，形成一側壁為傾斜之下部位；及形成一電流阻擋層加以覆蓋下部位和上部位兩邊，電流阻擋層由一折射率低於一第二導電率型之包覆層之材料製成。

### 【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

參考圖式，現將詳述本發明之某些實施例。

#### （第一實施例）

第1圖為一根據一第一實施例半導體雷射裝置之橫切面圖。此圖表示垂直於光學共振軸之脊狀條雷射之橫切面

圖。

本發明之一項特性為一脊狀條，如第1圖中所示，該脊狀條包含一側壁為垂直之上部位及一朝一主動層變寬之下部位。利用這唯一之脊狀條結構，在脊狀條兩邊上形成高品質內建層，卻維持脊狀條之優越性能。

此後，詳述這半導體雷射之結構。

在一n型GaAs基底1上依序形成 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ 之n型下包覆層2，一 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$ 之光導層3，一 $\text{InGaP}/\text{InGaAlP}$ 之MQW(多量子井)主動層4，一 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$ 之光導層5，一 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ 之p型上第一包覆層，一 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ 之p型止蝕層7，一 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ 之p型上第二包覆層8，一 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ 之p型中介層9及p型GaAs接觸層。

第二包覆層8形成為脊狀條10之圖案，該脊狀條包含側壁為垂直之上部位10b及朝主動層變寬之下部位10a。 $\text{In}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{P}$ 之n型電流阻擋層11內建在脊狀條10之兩邊(10a, 10b)上。GaAs接觸層12生長後，晶圓表面近乎變平。一n側電極13是形成在基底1之背面上，而一p側電極14是形成在接觸層12上。

以電流阻擋層11將一操作電流集中在脊狀條10。至於電流阻擋層11之材料，預期電流阻擋層之折射率低於包覆層6和8，而能帶間隙比包覆層6和8寬。

如包覆層6和8之能帶間隙比主動層4寬，且電流阻擋層11之能帶間隙比包覆層6和8寬，則在電流阻擋層中未吸

收滲透進包覆層和電流阻擋層內之雷射光線。因此，降低所導引雷射光之光損耗。如鋁成份比增加，則在光碟系統中廣泛使用之  $\text{AlGaAs}$  和  $\text{InGaAlP}$  之能帶間隙變寬。

當電流阻擋層 11 之能帶間隙比包覆層 6 和 8 寬時，與包覆層比較，電流阻擋層之折射率變低。然後，由於包覆層 6 和 8 中之折射率差異而使雷射光受限。這種結構稱為“真實折射率波導雷射”。

因在電流阻擋層 11 中發生吸光，故在複合折射率波導雷射中之光損耗大概高如  $20 \text{ cm}^{-1}$ 。另一方面，因真實折射率雷射中之光損耗大概低如  $5 \text{ cm}^{-1}$ ，故較小之操作電流雷射變成可能。

如脊狀條之寬度廣大地變化，發出雷射區中之侷限效應即變化，光束輻射角即變化且阻抗即變化。這些為習知雷射之問題。

另一方面，根據第一實施例之半導體雷射以像 RIE 之異向蝕刻技術，使其可能形成一精細條片。結果，不管晶石方位及晶圓離角，在一指定位置形成預定寬度。

而且，要急劇改善電流阻擋層 11 之結晶性變成可能，其中，藉提供朝主動層變寬之下部位使電流阻擋層內建在兩邊。

第 2A 圖為一接近脊狀條下角緣處展開之橫切面圖。第 2B 圖說明依脊狀下部位厚度 ( $T_1$ ) 而定之臨界電流及電壓，其中，下部位之底部寬度為  $2.5 \mu\text{m}$ 。

如下部位厚度 ( $T_1$ ) 變成大於  $0.5 \mu\text{m}$ ，則脊狀條 10

之上部位寬度變小且因此臨界電壓變高。反之，如  $T1$  變成小於  $0.2\ \mu\text{m}$ ，則臨界電流變高。因此，如第 2B 圖中所示，最適宜之  $T1$  範圍在  $0.2 - 0.5\ \mu\text{m}$  內。

以下可說明為可在  $T1$  厚度比  $0.2\ \mu\text{m}$  薄之案例中，臨界電流增加之原因。

如脊狀之下部位具傾斜部位，則晶石朝方向  $G3$  生長在傾斜部位表面上。結果，雖然生長前端方向不同，像  $G1$ ， $G2$  及  $G3$ ，電流阻擋層 11 可連續生長在脊狀條 10 下角緣附近而不具如第 16 圖中“D”區和第 17 圖中空洞之這種缺陷。因高品質之電流阻擋層 11 是根據第一實施例加以同質性地生長，故達成優越之電氣和光學特性而不具漏電流及光損耗。

例如，由於漏電流之降低，DVD-R 和 RW 較低之電流操作變成可能且如 200 mW 之較高輸出變成可能。而且，藉降低操作電流，可急劇增進半導體雷射之生命期且因此可達成高可靠性。較低操作電壓使其易於設計驅動電路。

根據發明者之實驗結果，當脊狀之下部位厚度  $T1$  大於電流阻擋層厚度  $T2$  時，內建成長度得穩定並得到一高品質層。這意為在相當薄之電流阻擋層生長期間，相當厚之下部位是有作用的。

另一方面，藉有關於傾斜角 ( $Q$ ) 相依性之實驗結果，最適宜角度範圍在  $30 - 60^\circ$  (度) 之內。

至於脊狀條材料，如材料作用為包覆層及波導，則 10a 和 10b 未必由相同材料組成。

(9)

如下部位 10a 寬度朝主動層 4 逐漸變寬，則一側邊形狀未侷限為一傾斜平面，但允許為向上外凸，向下外凸且像步階似。

之後，現將說明根據一第一實施例之半導體雷射之製法。

第 3A 至 4D 圖為表示根據一第一實施例之半導體雷射製造步驟之橫切面圖。在 n 型 GaAs 基底 1 上依序生長一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 n 型低包覆層 2，一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$  之光導層 3，一  $\text{InGaP}/\text{InGaAlP}$  之 MQW 主動層 4，一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$  之光導層 5，一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 p 型上第一包覆層 6，一  $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$  之 p 型止蝕層 7，一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 p 型上第二包覆層 8，一  $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$  之 p 型中介層 9 及一 p 型 GaAs 層（未示出）。然後，在上面形成由一二氧化矽組成之罩幕 60。

如第 3B 圖中所示，藉如為 RIE 之異向蝕刻技術近乎垂直地加以蝕刻中介層 9 及上第二包覆層 8 之一部位。在這 RIE 程序中，使用氬（Ar）為底部氣體並加入像  $\text{Cl}_2$ ， $\text{BCl}_3$ ， $\text{SiCl}_4$  之以氬為準之氣體，得到  $\text{InGaAlP}$  層之垂直壁。在異向蝕刻後，如第 3B 圖中所示，得到壁為垂直之脊狀條 10b。

如第 3C 圖中所示，將一氮化矽（ $\text{SiN}_x$ ）膜 62 沈積在基底表面上。亦使用氮化矽膜為 RIE 蝕刻罩幕，但如稍後之說明，最好使用異於二氧化矽之不同材料。因必須將氮

化矽膜沈積在脊狀條 10b 上部位之垂直壁上，而需一等向沈積程序。

如第 4A 圖中所示，使用一異向 RIE 蝕刻程序垂直地蝕刻氮化矽膜 62 後，即移除氮化矽 62 之水平部位，但仍維持垂直壁上之氮化矽 62。因在第二 RIE 後須保持二氧化矽罩幕 60，故預期膜 62 和罩幕 60 間之蝕刻率有許多不同。例如，當以二氧化矽形成罩幕 60 並以氮化矽形成膜 62 時，藉由選定適當之蝕刻條件得到一相當高之選定蝕刻比。因此，在第二 RIE 後保持二氧化矽罩幕 60。

如第 4B 圖中所示，藉蝕刻第二包覆層 8 加以形成脊狀條之下部位 10a。此時，預期使用含台面蝕刻或等向氣相蝕刻法之濕式蝕刻法。例如，如使用磷酸為準之蝕刻溶液，則 (111) 表面出現。使用如 Br 之等向性蝕刻溶液可去除止蝕層 7。藉去除止蝕層 7 達成低電流操作。因此，如基底方位為 (100) 表面則易於形成朝主動層 (底部) 逐漸變寬之部位。在這情況下，脊狀條 10b 之垂直壁為膜 62 所覆蓋。

隨後，如第 4C 圖中所示，電流阻擋層 11 以磊晶生長方式加以生長。如已說明的，在這生長期間，由於接近脊狀條下方角落之傾斜部位，可均勻形成電流阻擋層 11 而不具濃缺陷區 "D" 和空洞。藉上舉剝離技術可與 p 型 GaAs 上蓋層一起，同時去除生長在罩幕 60 上，組成與電流阻擋層 11 相同之薄聚結晶質層。

隨後，去除罩幕 60 和 GaAs p 型上蓋層 (未示出) 後，

以磊晶生長方式使接觸層 12 生長在整個表面上。最後，如第 1 圖中所示，在兩晶圓表面上分別形成一 n 側電極 13 和 p 型電極 14。

一 第一實施例之製法摘要如下：

(1) 以異向性蝕刻法形成側壁為垂直之上部位 10b。

(2) 蝕刻罩幕 62 是沈積在 10b 之側壁上並以 RIE 形成圖案。

(3) 以等向性蝕刻法形成朝主動層變寬之下部位。

(4) 將電流阻擋層 11 內建在脊狀條兩側上而不具缺陷區和空洞。

結果，完成具高電流效率，優越光學特性及高可靠性之脊狀條半導體雷射。

此外，之後說明最適宜之結構參數。

因脊狀條 10 之作用為波導，在脊狀條下部位底部較寬之案例中，較高之側面模式造成光電流輸出緊縮之特性。如下部位 10a 底部寬度小於  $3.0\ \mu\text{m}$  且

$\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 p 型上包覆層 6 厚度範圍在  $0.1 \sim 0.3\ \mu\text{m}$ ，更最好為  $0.2 - 0.25\ \mu\text{m}$  內，則抑制較高之側面模式。

根據這實施例，甚至如下部位 10a 底部寬度變窄，則上部位 10b 寬度保持未變。因此，裝置阻抗和操作電壓未增加。在含  $\text{InGaAlP}$  脊狀波導之半導體中，在許多情況下使用  $\text{InAlP}$  為電流阻擋層 11 之材料且由於  $\text{InAlP}$  之能帶間隙較寬，利用最小  $0.2\ \mu\text{m}$  之厚度而具電流阻擋作用。

考慮到  $T1 \geq T2$  之條件（如已說明者），預期下部位 10a 之厚度  $T1$  大於電流阻擋層 11 之厚度  $T2$ 。

根據以上關係，預期電流阻擋層厚度  $T2$  範圍在 0.3 至  $0.4 \mu m$  內。

與之後發明者所檢驗之雷射比較，說明另一優點。

第 5 圖為一表示由發明者所檢驗半導體雷射之橫切面圖。相同編號表示第 1 圖中所使用之相同元件，而省略其詳細說明。這雷射具一台面形脊 8 使得電流阻擋層 11 可連續和平順地生長在脊 8 之兩邊上。在已說明之專利中說明相同型之雷射。

例如，如第 5 圖中所示，以濕式蝕刻法，形成在（100）GaAs 基底 1 上之脊狀條雷射具台面形脊狀條 8。

然而，濕式蝕刻法之缺點如因邊際蝕刻作用造成之不良條件寬度可控性及可再生性。

結果，產生較高雷射阻抗，電氣和光學特性之變動擴大且生產良率變差。

另一缺點與 GaAs 基底之離角表面有關。通常，因像離（100）表面之離角之基底使其易於以適當步驟，使晶石層生長在原子表面上，故使用離角基底。因此，甚多增進像最大振盪溫度之基本特性及溫度特性。

然而，當使用如離角基底和濕式蝕刻法製造脊狀條雷射時，如第 6 圖中所示，側表面在任一面上之傾斜變成不對稱。

對照之下，根據第一實施例，甚至在離角基底之案例

中，以藉 RIE 之優越可控性可形成脊狀條。且因由於低傾斜部位可使電流阻擋層生長成無缺陷區和空洞，故達成優越之電氣和光學特性而無像漏電流及不對稱光學圖案之嚴重問題。

(第二實施例)

接著，之後說明本發明之第二實施例。

第 7 圖為一根據一第二實施例半導體雷射裝置之橫切面圖。這半導體雷射裝置含在相同 GaAs 基底 10-15° 離角上波長分別為 650 和 780 nm 之兩自我維持式脈動雷射。

在一 n 型 10-15° 離角 GaAs 基底 1 中，分別形成雷射元件區 A 和 B。在雷射區 A 和 B 中，分別形成一 n 型 InGaAlP 包覆層 2，一主動層（4A 為 650 nm 且 4B 為 790 nm）一 InGaAlP 之 p 型上第一包覆層 6，及一 InGaP 之 p 型止蝕層 7。第二包覆層 8 包含一側壁為垂直之上部位 10b 及一朝止蝕層 7 之主動層（4A 和 4B）變寬之下部位 10a。一 n 型 GaAs 電流阻擋層 11 是形成在脊狀條 10 之兩邊上，且然後以一 p 型 GaAs 接觸層 12 覆蓋兩區域。

一 n 側電極 13 是形成在基底 1 背面上，且一 p 側電極 14 是形成在接觸層 12 上。

因此，利用脊狀條結構將一兩波長雷射整合在離角 GaAs 基底 1 上，該脊狀條結構包含壁為垂直之上部位 10b 及朝主動層變寬之下部位 10a。

之後說明自我維持式脈動之振盪機構，結構及特性。

使光迴授所感應之雷射雜訊降至最小之習知技術是對雷射施加高頻訊號重疊驅動電流。然而，這技術具數種缺點。其一為由於高頻重疊電路使耗電增加。另一為使其不可能達成小型及樹脂光學驅動封裝之EMI問題。自我維持式脈動雷射之優點是在實際光碟設備之迴授光線下達成低雜訊特性而無高頻重疊。

自我維持式脈動半導體雷射以一主動發出雷射區和一吸光區間之電氣及光互動，產生自我維持式脈動。如脈動啓動電流和依操作電流而定之維持能力相依性之基本特性對主動區和吸光區之結構和尺寸非常敏感。因此，為得到穩定之自我維持式脈動，如脊狀條寬度和各層厚度之結構參數之嚴格控管即非常重要。

因以氬為準之氣體，利用RIE垂直地加以蝕刻InGaAlP變成可能，故在半導體上準確地實現一罩幕圖案尺度，不用邊際蝕刻。在半導體雷射之案例中，甚至如在離角GaAs基底上生長InGaAlP層，亦能根據罩幕尺度準確地得到脊狀條寬度。

例如，在日本專利申請公開案號2000-11417中發表整合之兩波長雷射之製法。在使用離角基底中，藉由稍改變晶石生長及程序條件，仍適用以上申請案中所說明之基本方法。

對於DVD之650 nm波長雷射，最好為一以InGaP為準之MQW主動層4A且對於CD（精巧碟片）之780 nm波長雷射，最好為一以AlGaAs為準之MQW主動層4B。這主動層

結構不限於以上結構。

在這第二實施例中，如第2A至4D圖中所示，以如第一實施例之相同方法可形成脊狀條10。

之後進而說明自我維持式脈動之結構。為產生自我維持式脈動，半導體雷射必須包含可飽和之吸光劑區。由於下部位10a，雷射之側面模式沿主動層300（350）朝向外方向散佈且可飽和吸光區310（360）是形成在主動層310（360）之兩外圍區中。

在第7圖中，主動區和吸光區形狀只大概，而非定量表示位置和尺度。

在包含可飽和吸光區310和360之這結構中，自我維持式脈動之結構參數之最適宜範圍狹窄，但與在其它位置中包含可飽和吸光層之結構比較，溫度特性是優越的。

作為根據一第二實施例雷射之一自我維持式脈衝特性之實例，此後將說明在第7A圖中之元件區B中所形成之振盪波長為790 nm之雷射。

第8圖代表這雷射之光電流輸出特性。它變成斜率效率幾乎同樣在25和70°（攝氏度數）之間。

第9圖代表相對雜訊強度RIN（相對強度雜訊）對光迴授之實驗結果。這測量是在25℃，輸出為4 mW下實施的。它變成甚至如光迴授增加則雜訊位準不會上升。

第10圖代表相同雷射在70℃下之RIN測量結果。它變成如迴授光線增加時，雜訊位準不會像25℃之案例般上升。使用這種雷射之光學拾取頭，由於高SIN比，可在寬溫

度範圍和光迴授條件下非常穩定地讀出CD和CD-ROM訊號。

第11A圖代表一振盪光譜。第11B圖代表能見度 ( $\gamma$ ) 測量結果。這些測量值是在25°C下，輸出為4 mW時所實施的。

圖形中心之尖峰P1表示重疊無相位差光線之干擾光線強度。尖峰P2和P3表示干擾光線強度，其重疊其間相位差為 $\pm 2\pi$ 之光線。

干擾程度可使用能界定如下之一參數 $\gamma$ 表示：

$$\gamma = (P2 + P3) / 2 \times P1$$

在 $\gamma = 1$ 之情況，光線完全凝聚，而在 $\gamma = 0$ 之情況，光線未凝聚。在光碟應用中預期 $\gamma$ 雷射範圍在數十至80%之內。

第11A圖表示自我維持式脈動雷射之典型振盪光譜。

第11B圖表示伽瑪約為25%，相當低。

那就是，這雷射之最大RIN小於-130 dB/Hz，且凝聚度為25%。這些效能對CD為足夠了。而且，根據發明者嘗試生產之結果，晶片生產良率幾為100%且因脊狀條寬度變動所致之良率下降幾乎為零。

檢驗GaAs基底1離角大小之結果，達成之優越效能及良好可再生率範圍在5至35°，更最好是10-15°內。

亦以相同方式之650 nm波長雷射滿足DVD所需特性。

第7A圖表示兩雷射元件（A和B）具幾乎相同之脊狀橫切面。因此，兩元件產生自我維持式脈動。這種優點已

作說明。然而，在CD播放機之案例中，與DVD比較，RIN規格不那麼嚴緊且因此有時可使用多重縱向模式雷射。第7B圖表示這種積體雷射之橫切面圖。元件B（右邊）為一增益導引式之雷射型式，其具相當寬之條件寬度且中心波長為790 nm。第7C圖表示其多重縱向模式光譜。

（第三實施例）

之後以一第三實施例說明另一多重波長之積體半導體雷射。第12圖表示垂直於雷射共振軸之另一兩波長積體半導體雷射之橫切面圖。

而且，在這實施例中，將第一雷射A和第二雷射B整合在基底1上。這些雷射之脊狀條28A和28B，如第12圖中所示，含下部位和上部位。使用這結構，在範圍3－6 mW之寬輸出功率及在像6 mW之相當高輸出功率位準下達成自我維持式脈動。

此後，參考圖式，詳述這結構。

這兩波長積體半導體雷射包含具AlGaAs主動層24A之一以AlGaAs為準之雷射A（如第12圖中左部位所示）及具InGaAlP主動層24B之一以InGaAlP為準之雷射B（如第12圖中右部位所示）。對於CD，元件A為波長780 nm之半導體雷射，且對DVD，元件B為波長650 nm之半導體雷射。實際上，780 nm雷射和650 nm雷射之波長範圍分別為770至790 nm和630至700 nm。

在雷射元件A之案例中，在n型GaAs基底1上依序生長

一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 n 型 包 覆 層 22A，一 50 nm 厚  $\text{Al}_{0.12}\text{Ga}_{0.88}\text{As}$  之 單 主 動 層 24A，一  $0.35\ \mu\text{m}$  厚  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 p 型 第 一 包 覆 層 26A 及 一 止 蝕 層 27A。

在 止 蝕 層 27A 上，沿 雷 射 腔 方 向 形 成 具 有 脊 狀 條 28A 之 p 型 第 二 包 覆 層。這 脊 狀 條 28A 包 含 一 朝 主 動 層 變 寬 之 下 部 位 28Aa 及 一 側 壁 為 垂 直 之 上 部 位 28Ab。但是，上 部 位 28Ab 之 側 壁 近 乎 垂 直 地 與 基 底 1 之 表 面 交 叉，下 部 位 28Aa 之 一 切 線 平 面 以 小 於  $80^\circ$  角 與 基 底 1 表 面 交 叉。脊 狀 條 28A 之 總 厚 度 大 概 為  $1\ \mu\text{m}$  故 將 雷 射 光 有 效 侷 限 在 主 動 層 24A 中。 $\text{InAlP}$  之 n 型 電 流 阻 擋 層 31A 是 形 成 在 脊 狀 條 28A 兩 邊 上 並 使 一  $\text{GaAs}$  p 型 接 觸 層 35A 生 長 在 上 面。

另 一 方 面，在 雷 射 元 件 B 之 案 例 中，在 n 型  $\text{GaAs}$  基 底 1 上 依 序 形 成 一 n 型  $\text{GaAs}$  之 緩 衝 層 21，一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 n 型 包 覆 層 22B，一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$  之 n 側 導 引 層 23B，及 一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-u}\text{Al}_u)_{0.5}\text{P}$  之 主 動 層（其中  $0 \leq u \leq 0.2$ ）。這 主 動 層 24B 為 一 MQW（多 重 量 子 井）結 構，其 具 七 層 交 錯 層 之 6 nm 厚 之  $\text{InGaP}$  井 層 及 6 nm 厚 之  $\text{InGaAlP}$  障 壁 層。一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$  之 p 側 導 引 層 25B，一  $0.35\ \mu\text{m}$  厚 之  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  之 p 型 第 一 包 覆 層 26B 及 一 p 型  $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$  之 止 蝕 層 27B 是 形 成 在 主 動 層 24B 上。一 p 型 第 二 包 覆 層（脊 狀 部 位）28B 是 形 成 在 止 蝕 層 27B 上。這 脊 狀 部 位 28B 由 一  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  化 合 物 材 料 所 形 成

，該材料與圖中左邊 AlGaAs 雷射元件 A 之脊狀部位 28A 之組成相同。這脊狀部位 28B 之形狀與圖中左邊之 AlGaAs 雷射元件 A 之脊狀部位 28A 相同。

電流阻擋層 31B 和 p 型接觸層 35B 與圖中左邊，CD 用之雷射元件 A 相同。一隔離槽 43 是形成在圖右邊元件 B 和圖左邊元件 A 之間。

從圖中下側之一 n 側電極 41 及其上側之一 p 側電極 42 將電流注入圖左邊之雷射元件 A 之主動層 24A 中。從 p 側電極 42 之操作電流未流入電流阻擋層 31A 中且因此集中在脊狀部位 28A 中。780 nm 光線從脊狀部 28A 下方之主動層 24A 中之激發區發出至垂直於紙面之方向中。這光線被放大形成波長為 780 nm 之雷射光。

而且，650 nm 雷射光從脊狀部位 28B 下方之主動層 24B 中之激發區發出至垂直於圖面之方向中。

注意到第 12 圖元件 A 之基底 1 厚度大概為  $100\ \mu\text{m}$  且堆疊層 22A 至 35A 厚度為數  $\mu\text{m}$ ，但為有助說明，在元件 A 和 B 中未表示這些堆疊層之尺度。

第 12 圖中所示半導體雷射裝置性之一為下部位 28Aa 之下底部寬度為  $4.0\ \mu\text{m}$  且上部位 28Ab 寬度為  $3.2\ \mu\text{m}$ 。傾斜部位 28Aa 和 28Ba 之側壁以小於  $80^\circ$  角，分別和基底 1 之表面交叉。

如稍後之說明，以濕式蝕刻技術形成下部位 28Aa 和 28Ba，但是，以乾式蝕刻技術形成上部位 28Ab 和 28Bb。脊狀部位 28A 和 28B 厚度（高度）約  $1\ \mu\text{m}$ 。

根據第三實施例，變成可能得到上達大小為 6 mW 之高輸出自我維持式脈動，使自我維持式脈動之寬度區大小在 3 至 6 mW。

發明者考慮自我維持式脈動在這種較寬輸出功率範圍內為何變成可能之原因如下。

因脊狀條 28A 和 28B 包含上部位（28Ab 和 28Bb）及下部位（28Aa 和 28Ba），從 p 側電極 42 所注入之電流沿脊狀條 28A 和 28B 下方下部位之傾斜表面均勻地向下分散。因此，較高增益區散佈且吸光區窄化在主動層 24A 和 24B 中。因增益區散佈廣，增益尖峰強度則降低甚多。因此，由於增益尖峰強度降低，電流阻擋層 31A 和 31B 下方主動層 24A 和 24B 中之吸光作用增加甚鉅。因吸光作用變高，如已說明者，自我維持式脈動之產生更容易。結果，在寬輸出範圍內可得到自我維持式脈動。

那些精於技術者未考慮到自我維持式脈動雷射應包含壁為垂直之上部位及向下朝脊狀條變寬之下部位，因較寬之脊狀條 28A 和 28B 形成較寬之主動層且因此形成較差之自我維持式之脈動，且在脊狀條兩邊上形成垂直壁之乾式蝕刻技術造成脊狀條 28A 和 28B 之側表面質降。

對照之下，發明者已推翻習知技術知識並已獨立發現藉提供包含具垂直壁之上部位及向下變寬之下部位之脊狀條 28A 和 28B 要促進自我維持式脈動是可能的。發明者已算到使增益尖峰強度變弱之優點大於增加當中增益為高之主動層 24A 和 24B 中之較高增益區之缺點，故電流阻擋層

31A和31B下方之主動層24A和24B吸光作用增加甚鉅。

此後更精確地說明自我維持式脈動之機構。自我維持式脈動雷射在主動層附近需要有可飽和之吸光劑。如第13A圖中之說明，當p型包覆層6之厚度 $h$ 相當厚且主動層4亦相厚時，則在主動層中傳播之導引雷射光沿主動層表面向外散佈。另一方面，從p型接觸層12所注入之電流 $I$ 受限於n型電流阻擋層11，且除脊狀條外不向外流動。以p型包覆層之載子濃度和脊狀條形狀決定電流在電流阻擋層11下流動之區域。如適當設計脊狀條形狀和寬度，則存在一雷射光傳播，但電流不流動之區域。這是一載子為光線吸收所激發之吸光區。當激發載子上至上限時，吸光即飽和且這區域則作為可飽和之吸光劑SA。

了解到當雷射光沿主動層表面更向外散佈時，可飽和吸光劑SA之體積變大，且因此，如第13A至13C圖中所示，更易發生自我維持式脈動，其中，圖中虛線表示更發散性之發光區及其高強度。如可飽和吸光劑SA之體積變太大時，操作電流即增加且最好不要應用光學拾取頭。因此，必須設計可飽和吸光劑SA之最適宜體積。

如主動層4變厚且高度 $h$ 變高，則可飽和吸光劑SA之體積變大，但操作電流增加。如脊狀寬度變窄，則可飽和吸光劑SA之體積變大，但操作電壓 $V_{op}$ 增加。藉故慮這些關係，必須適當地加以設計適當之可飽和吸收劑體積及其形狀。在一比主動層具較寬能帶間隙電流阻擋層之真實折射率雷射中，與一比主動層具較窄能帶間隙電流阻擋層之

複合折射率雷射比較，由於電流阻擋層中之吸光較小，故導引雷射光更易廣為向外散佈。具較薄主動層和較小高度（ $h$ ）之真實折射率雷射與複合折射率雷射比較，能提供足夠體積供自我維持式脈動。

為實現以上結構，有數個問題。首先，當脊狀形變成矩形且脊狀側壁表平面與基底表面以更陡峭角度交叉時，如上述，電流阻擋層 11 無法平順地加以生長並包含缺陷區。第二，當脊狀側表平面與基底表面以較小角度交叉時，可使電流阻擋層生長而不具缺陷，但上脊狀寬度幾乎變窄為  $1\ \mu\text{m}$ ，得到自我維持式脈動所需之下脊狀條寬度  $2 - 5\ \mu\text{m}$ ，形成較高之操作電流。因此，以真實之折射率結構變成難以得到優越之真實折射率雷射。

根據本發明，首次得到使用真實折射率結構之自我維持式脈動雷射。因這雷射包含具垂直壁及向下變寬之下部位之上脊狀部位，故達成優越之自我維持式脈動及低操作電流。

預期這雷射之生命期長如習知雷射。這是因為由於較寬之上脊狀條 28A 和 28B，使脊狀條中之電流密度變小。

AlGaAs 雷射之脊狀條 28A（第 12 圖左部位中所示）是由與 InGaAlP 雷射（第 12 圖右部位中所示）之脊狀條 28B 之相同  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  材料組成。電流阻擋層 31A 和 p 型接觸層 35A 亦與右手邊 InGaAlP 之半導體雷射元件 B 相同。由此之故對於任一邊之元件 A 和 B 可同時實施，形成脊狀條 28A 和 28B，電流阻擋層 31A 和 31B，及 p 型接觸層

35A和35B後之製程。因此，可簡化製程並達成較高生產力及較高生產良率。

第14圖為一比較雷射裝置之橫切面圖。關於此圖，依第12圖中所示之相同元件賦予相同之參照編號並省略詳細說明。

至於這比較例之雷射裝置，將雷射元件C和雷射元件D整合在GaAs基底1上。雷射元件C為以AlGaAs為準之半導體雷射，且大致上，脊狀部位28C具有對基底1主表面傾斜之傾斜側表面。

為下列理由，這脊狀部位28C使用如 $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ 之以AlGaAs為準材料：已令人相信的是當脊狀部位28C是由如 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ （第12圖中所示）之較高鋁結構材料組成時，脊狀部位28C和主動層24A間之能帶間隙差和折射率差變成太大。結果，這模式變得不穩定且自我維持式脈動有停止傾向。

然而，不管較高鋁結構材料之脊狀，第12圖中之元件A具優越之自我維持式脈動特性。此後將說明第12圖中所示之結構。

因主動層24A在第12圖所示之AlGaAs雷射元件A中具相當厚之50 nm層，導引波即易於受限在主動層24A中，故輕易發生吸光且因此易於發生自我維持式振盪。因主動層24B具完全在第12圖中InGaAlP雷射元件B中之相當厚36 nm之井，導引波即易於受限在主動層24B中，故輕易發生吸光且因此易於發生自我維持式脈動。

接著，將說明第12圖雷射裝置之脊狀條28A和28B之形狀。如第12圖中所示，脊狀條28A和28B之形狀在下部位緣為 $1.0\ \mu\text{m}$ 厚， $4.0\ \mu\text{m}$ 寬，而在上部緣為 $3.2\ \mu\text{m}$ 寬。然而，本發明不限於這特定實例。如以下說明，有可能為其它之結構參數。

藉由發明者之檢驗結果，發現在下部位緣（底部）之最小寬度可最好為 $1.5\ \mu\text{m}$ ，俾能易於得到自我維持式振盪。在寬度小於 $1.5\ \mu\text{m}$ 之案例中，電流集中在主動層24A和24B之中心部位且變成難於得到這發明效果。

另一方面，因在寬度大於 $5.0\ \mu\text{m}$ 之案例中，較高之振盪模式傾向發生，故下部位緣（底部）之最大寬度可最好為 $5.0\ \mu\text{m}$ 。與第14圖中所示之比較性雷射比較，當脊狀條包含壁為垂直之上部位及朝寬度小於 $5.0\ \mu\text{m}$ 之底部變寬之下部位時，電流在脊狀條28A和28B中均勻流動且因此較高之模式幾乎不發生。結果，結論為下部位之最適宜底部寬度可最好在 $1.5 - 5.0\ \mu\text{m}$ 範圍內，更最好在 $3.0 - 5.0\ \mu\text{m}$ 範圍內。

而且，脊狀條28A和28B最適宜厚度可在 $0.7 - 1.4\ \mu\text{m}$ 範圍內。

如以上說明，根據本實施例，可實現能產生像第二實施例之穩定自我維持式脈動之多重波長積體雷射裝置。根據本發明之第二和第三實施例，可實現對如DVD高密度光碟機之多重波長積體雷射裝置。此後，說明這種技術之顯著性。

因要讀出DVD和CD需最近之光碟機，故一光學拾取需兩不同波長雷射。然而，為達成小尺寸，簡單結構及低成本拾取，需要兩波長之積體雷射。

然而，為實現這種雷射，習知上有下列問題。通常將兩波長積體雷射分類成兩種型式。

其一為光譜為單模式之兩波長積體雷射。這雷射包含供CD用之一堆AlGaAs主動層和供DVD用之InGaP／InGaAlP之MQW主動層，相關InGaAlP之p型包覆層之各脊狀條由濕式蝕刻及相同n型GaAs之各電流阻擋層所形成。

當使用這單模式雷射時，為了降低光學迴授所感應之RIN，需要位移光譜為多重模式並將一高頻重疊至一驅動dC電流加以降低凝聚度。然而，這高頻重疊可造成不必要的電磁放射。為屏蔽這不必要之放射，需要一昂貴之金屬封裝。

另一為具植入離子之電流阻擋層之CD用多重模式雷射之積體雷射，及具二氧化矽電流阻擋層及藉濕式蝕刻法之一傾斜脊之DVD用自我維持式脈動雷射。由於較高之操作電流，這種雷射在雷射驅動電路設計變困難之應用中具一缺點。而且，這雷射具一缺點為，由於含兩個別光蝕刻步驟之製程，未必以良好可再生性得到兩發光點間之距離，且因此，光學組裝變得困難。

對照之下，根據第三實施例，得到光學拾取頭之兩波長積體雷射。因這雷射可適當產生自我維持式之振盪，故可達成優越之雜訊特性而不需外部之高頻電路。而且，因

這雷射具一使用 InAlP 電流阻擋層之真實折射率結構，故可降低光損耗且由於操作電流降低，使驅動電路設計變得容易。結果，可降低製造成本並能得到一低成本及高效能之光學拾取。因高頻重疊沒必要故要使用光學拾取及驅動設備之樹脂封裝變成可能，並達成降低成本。

對於那些精於技術者將輕易想到額外之優點及修飾。更明確地說，作為構成本發明半導體雷射裝置之一種材料，可使用 AlGaAs，InP 和 GaN，而不用 InGaAlP，之各種材料。

雖然為了促成更佳了解本發明，其已就實施例加以發表，但應理解的是，這發明可以各種方法加以具體化，而不致偏離發明之原理。因此，對於可被具體化之所示實施例應可了解本發明包含所有可能實施例及修飾而不偏離如附加請求項目中所說明之發明原理。

#### 【圖式簡單說明】

從本發明實施例之以下詳述及隨圖將更完全了解本發明。然而，這些圖式無意表示使本發明侷限在一特定實施例，而是只為說明及了解。

圖中：

第 1 圖為一根據本發明一第一實施例之半導體雷射裝置之橫切面圖；

第 2A 圖為一根據本發明一第一實施例，接近脊狀條下角緣處之展開橫切面圖；

第2B圖表示臨界電流和脊狀條亮度下部位間之關係；

第3A至3C圖為依序表示根據本發明一第一實施例之半導體雷射製造步驟之橫切面圖；

第4A至4D圖為依序表示根據本發明一第一實施例之半導體雷射製造步驟之橫切面圖；

第5圖為一發明者在造就這發明之程序中所檢驗之半導體雷射之橫切面圖；

第6圖為一表示在一離角基底上生長案例中，非對稱脊狀邊表面之橫切面圖；

第7A圖為一根據本發明第二實施例之半導體雷射裝置之橫切面圖；

第7B圖為一修飾雷射裝置之橫切面圖且第7C圖表示一多縱向橫式光譜；

第8圖表示根據本發明第二實施例雷射之充電流輸出功率特性圖；

第9圖表示根據第二實施例之雷射在室溫下之迴授RIN光線特性圖；

第10圖表示根據第二實施例之雷射在70°C下之迴授RIN光線特性圖；

第11A圖表示一振盪光譜圖，而第11B圖表示一凝聚測量結果圖；

第12圖為一根據本發明第三實施例雙波長積體半導體雷射之橫切面圖；

第13A至13C圖為自我維持式脈動機構之說明圖；

(28)

第 14 圖 爲 一 比 較 實 例 雷 射 裝 置 之 橫 切 面 圖 ；

第 15 圖 爲 一 脊 狀 波 導 半 導 體 雷 射 裝 置 之 橫 切 面 圖 ；

第 16 圖 爲 一 接 近 脊 狀 條 下 角 緣 處 之 橫 切 面 圖 ； 以 及

第 17 圖 爲 一 表 示 電 流 阻 擋 層 之 橫 切 面 圖 ， 該 電 流 阻 擋 層 含 由 接 近 脊 狀 條 之 下 角 緣 處 之 非 完 備 晶 石 成 長 所 造 成 之 空 洞 。

## 【 主 要 元 件 符 號 說 明 】

|      |           |
|------|-----------|
| 1    | 基 底       |
| 2    | 包 覆 層     |
| 3    | 光 導 層     |
| 4    | 主 動 層     |
| 5    | 光 導 層     |
| 6    | 包 覆 層     |
| 7    | 止 蝕 層     |
| 8    | 包 覆 層     |
| 8    | 台 面 形 脊   |
| 9    | 中 介 層     |
| 10   | 脊 狀 條     |
| 10 a | 下 部 位     |
| 10 b | 上 部 位     |
| 11   | 電 流 阻 擋 層 |
| 12   | 接 觸 層     |
| 13   | 電 極       |

# I236790

(29)

|     |           |
|-----|-----------|
| 14  | 電 極       |
| 21  | 緩 衝 層     |
| 22A | 包 覆 層     |
| 22B | 包 覆 層     |
| 23B | 導 引 層     |
| 24A | 主 動 層     |
| 24B | 主 動 層     |
| 25B | 導 引 層     |
| 26A | 包 覆 層     |
| 26B | 包 覆 層     |
| 27A | 止 蝕 層     |
| 27B | 止 蝕 層     |
| 28A | 脊 狀 條     |
| 28B | 脊 狀 條     |
| 31A | 電 流 阻 擋 層 |
| 31B | 電 流 阻 擋 層 |
| 35A | 接 觸 層     |
| 35B | 接 觸 層     |
| 41  | 電 極       |
| 42  | 電 極       |
| 43  | 隔 離 槽     |
| 60  | 罩 幕       |
| 62  | 氮 化 矽 膜   |
| 300 | 主 動 層     |

# I236790

(30)

|     |             |
|-----|-------------|
| 310 | 主 動 區       |
| 310 | 可 飽 和 吸 光 區 |
| 350 | 主 動 層       |
| 360 | 主 動 區       |
| 360 | 可 飽 和 吸 光 區 |

伍、中文發明摘要

發明名稱：半導體雷射裝置及其製法

一種半導體雷射裝置包含：一第一導電率型之包覆層；一設在包覆層上之主動層；及一設在主動層上一第二導電率層之包覆層。第二導電率型之包覆層之至少一部分具一脊狀條。脊狀條包含：一側壁實質上為垂直之上部分；且一下部位之側壁為傾斜，故條片朝主動層變寬。

陸、英文發明摘要

發明名稱：

SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

A semiconductor laser device comprises: a cladding layer of a first conductivity type; an active layer provided on the cladding layer; and a cladding layer of a second conductivity type provided on the active layer. At least a part of the cladding layer of the second conductivity type has a ridge stripe. The ridge stripe includes: an upper part having substantially vertical sidewalls; and a lower portion having sidewalls inclined so that the stripe becomes wider toward the active layer.

柒、（一）、本案指定代表圖為：第 1 圖

（二）、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- |    |           |
|----|-----------|
| 1  | 基 底       |
| 2  | 包 覆 層     |
| 3  | 光 導 層     |
| 4  | 主 動 層     |
| 5  | 光 導 層     |
| 6  | 包 覆 層     |
| 7  | 止 蝕 層     |
| 8  | 包 覆 層     |
| 9  | 中 介 層     |
| 10 | 脊 狀 條     |
| 11 | 電 流 阻 擋 層 |
| 12 | 接 觸 層     |
| 13 | 電 極       |
| 14 | 電 極       |

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(1)

## 拾、申請專利範圍

1. 一種半導體雷射裝置，包含：

一第一導電率型之包覆層；

一設在包覆層上之主動層；以及

一設在主動層上一第二導電率型之包覆層，

第二導電率型之包覆層之至少一部位具一脊狀條，以及

脊狀條包含：

一側壁實質上為垂直之上部位；以及

一側壁傾斜，使得條件朝主動層變寬之下部位。

2. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中，  
第二導電率型之包覆層包含一設在主動層上之第一包覆層  
及一設在第一包覆層上之第二包覆層，

第二包覆層之整個部位形成脊狀條，以及

一止蝕層是插入在第一包覆層和第二包覆層之間，止  
蝕層是由異於包覆層之不同材料製成。

3. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，更包含  
一設在第一導電率型之包覆層下之基底，

基底之一主表面離一（100）平面傾斜5至35度。

4. 如申請專利範圍第2項之半導體雷射裝置，更包含  
一電流阻擋層，其設在脊狀條兩邊上且折射率比第二包覆  
層低。

5. 如申請專利範圍第4項之半導體雷射裝置，其中，  
電流阻擋層比脊狀條之下部位薄，且下部位厚度範圍在

0.2至0.5  $\mu$  m 內。

6. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中，下部位側壁和主動層主表面間之角度範圍在30至60度內。

7. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中，自我維持式脈動是發生在比一預定輸出功率高之較寬範圍中。

8. 如申請專利範圍第7項之半導體雷射裝置，其中，下部位之底部寬度大於1.5  $\mu$  m。

9. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中，主動層是由-20至60  $\mu$  m 厚之  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$  ( $0 \leq y \leq 0.2$ ) 組成。

10. 如申請專利範圍第9項之半導體雷射裝置，其中，第二包覆層是由  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$  ( $0.6 \leq X \leq 1.0$ ) 組成。

11. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射裝置，其中，主動層是一多重量子井結構，該結構包含五至九  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-u}\text{Al}_u)_{0.5}\text{P}$  ( $0 \leq u \leq 0.2$ ) 之交錯堆疊井層及  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-v}\text{Al}_v)_{0.5}\text{P}$  ( $0.2 < v < 0.6$ ) 之障壁層，且各井層厚度範圍在4至8 nm內。

12. 一種半導體雷射裝置，包含：

一整體形成在一基底上之第一半導體雷射元件；以及  
一整體形成在基底上之第二半導體雷射元件，

其中，從第一半導體雷射元件所發出雷射光之波長和從第二半導體雷射元件所發出雷射光線之波長不同，

(3)

第一半導體雷射元件包含：

- 一第一導電率型之第一包覆層；
  - 一設在第一包覆層上之第一主動層；以及
  - 一設在第一主動層上之第二導電率型之第二包覆層
- ，具一脊狀條之至少一部分第二包覆層，以及

脊狀條包含：

- 一側壁實質上為垂直之上部位；以及
- 設置成側壁傾斜，使得條件朝第一主動層變寬之下部位，以及

第二半導體雷射元件包含：

- 一第一導電率型之第三包覆層；
- 一設在第三包覆層上之第二主動層；以及
- 一設在第二主動層上之第二導電率型之第四包覆層

，具一脊狀條之至少一部分之第四包覆層，以及

脊狀條包含：

- 一側壁實質上為垂直之上部位；以及
- 一側壁傾斜，使得條件朝第二主動層變寬之下部位

13. 一種半導體雷射裝置，包含：

一整體上形成在一基體上之以AlGaAs為準之雷射元件；以及

一整體上形成在基底上之以InGaAlP為準之雷射元件

(4)

從以  $\text{AlGaAs}$  爲準之雷射元件所發出雷射光線之波長和從以  $\text{InGaAlP}$  爲準之雷射元件所發出雷射光線之波長不同，

以  $\text{AlGaAs}$  爲準之雷射元件具：

一第一導電率型之第一包覆層；

一設在第一包覆層上，並包含  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$  ( $0 \leq y \leq 0.2$ ) 之第一主動層；

一設在第一主動層上第二導電率型之第二包覆層；

以及

一設在第二包覆層上第二導電率型之第三包覆層，第三包覆層由  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$  製成，且至少一部分第三包覆層是一脊狀條，包含：

一側壁爲垂直之第一上部位；以及

一側壁傾斜，使得條件朝第一主動層變寬之第一下部位；以及

以  $\text{InGaAlP}$  爲準之雷射元件具：

一第一導電率型之第四包覆層；

一設在第四包覆層上，並包含  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-u}\text{Al}_u)_{0.5}\text{P}$  ( $0 \leq u \leq 0.2$ ) 之第二主動層；

一設在第二主動層上第二導電率型之第五包覆層，

以及

一設在第五包覆層上第二導電率型之第六包覆層，第六包覆層由以  $\text{InGaAlP}$  爲準之材料製成，該材料組成實質上第三包覆層相同，且至少一部分之第六包覆層具一脊

狀條，包含：

一側壁為垂直之第二上部位；以及

一側壁傾斜，使得條件朝第二主動層變寬之第二下部位。

14. 如申請專利範圍第13項之半導體雷射裝置，其中，第一下部位之底部寬度大於  $1.5\ \mu\text{m}$ ，第二下部位之底部寬度大於  $1.5\ \mu\text{m}$ ，且兩以  $\text{AlGaAs}$  為準之雷射元件及以  $\text{InGaAlP}$  為準之雷射元件以高於一預定輸出功率之較寬範圍，產生自我維持式脈動。

15. 如申請專利範圍第13項之半導體雷射裝置，其中，第一主動層是由  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$  ( $0 \leq y \leq 0.2$ ) 製成，其厚度範圍為 20 至 60 nm。

16. 如申請專利範圍第13項之半導體雷射裝置，其中，第二主動層具一多重量子井結構，該結構包含五至九  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-u}\text{Al}_u)_{0.5}\text{P}$  ( $0 \leq u \leq 0.2$ ) 之交錯堆疊井層及  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-v}\text{Al}_v)_{0.5}\text{P}$  ( $0.2 < v < 0.6$ ) 之障壁層，且各井層厚度範圍在 4 至 8 nm 內。

17. 如申請專利範圍第13項之半導體雷射裝置，其中，第五包覆層是由厚度範圍在 0.15 至  $0.45\ \mu\text{m}$  中之  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-t}\text{Al}_t)_{0.5}\text{P}$  ( $0.6 \leq t \leq 1$ ) 製成，且第二包覆層是由厚度範圍在 0.15 至  $0.45\ \mu\text{m}$ ，以  $\text{InGaAlP}$  為準之材料製成，該材料之組成實質上與第五包覆層相同。

18. 如申請專利範圍第13項之半導體雷射裝置，其中，以  $\text{InGaAlP}$  為準之雷射元件更包含在脊狀條兩邊上之

$\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-w}\text{Al}_w)_{0.5}\text{P}$  ( $0.7 \leq w \leq 1.0$ ) 之第一電流阻擋層，且以  $\text{AlGaAs}$  為準之雷射元件更包含由  $\text{InGaAlP}$  製成之一第二電流阻擋層，其組成實質上與脊狀條兩邊上之第一電流阻擋層相同。

19. 如申請專利範圍第13項之半導體雷射裝置，其中，以  $\text{InGaAlP}$  為準之雷射元件和以  $\text{AlGaAs}$  為準之雷射元件之至少之一在脊狀條之兩邊上含一電流阻擋層。

20. 一種半導體雷射裝置之製法，包含：

在一基底之一主表面上依序形成一第一導電率型之包覆層，一主動層及一第二導電率型之包覆層；

在一第二導電率型之包覆層上形成一第一條狀罩狀；

藉由垂直地蝕刻未由第一條狀罩幕所覆蓋之一第二導電率型之包覆層之一部分，形成一其垂直側壁實質上為垂直於主表面之上部位；

在垂直側壁上形成一第二罩幕；

藉由蝕刻在上部位附近曝光之一第二導電率型之包覆層，形成一具有傾斜側壁之下部位；以及

形成一電流阻擋層，覆蓋低部位和上部位之兩邊，電流阻擋層是由折射率低於一第二導電率型包覆層之材料製成。

21. 如申請專利範圍第20項一半導體雷射裝置之製法，其中，第二罩幕之形成包含：

在第一條狀罩幕，垂直側壁及在上部位附近曝光之一第二導電率型之包覆層上形成一罩幕材料；以及

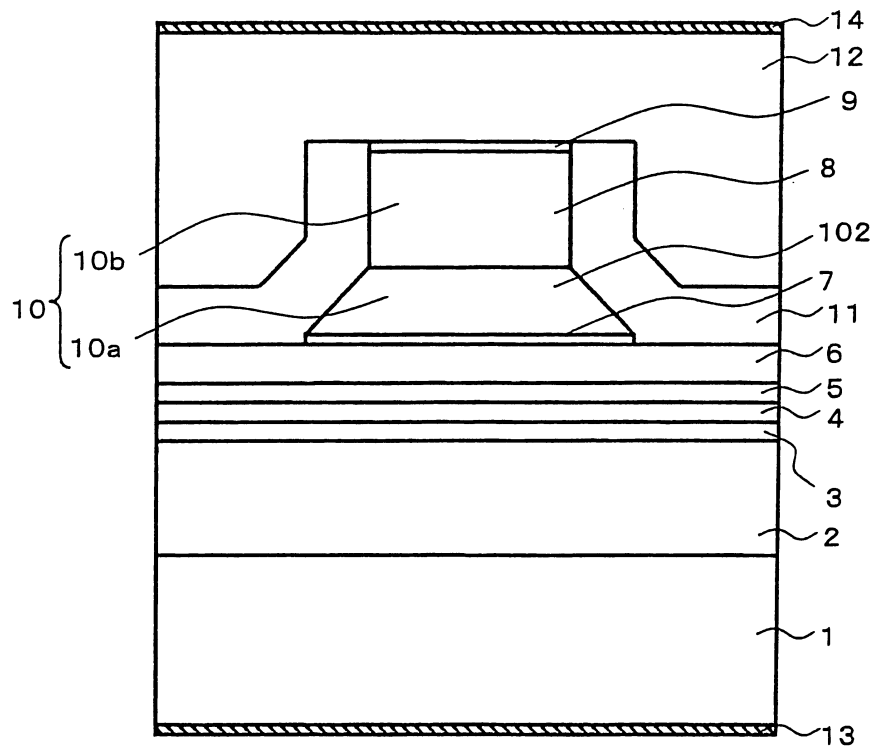
藉由在實質上垂直於主表面之方向中加以蝕刻罩幕材料，形成第二罩幕，俾能移除形成在上部份附近一第二導電率型之包覆層上之該罩幕材料並留下形成在垂直側壁上之罩幕材料。

22. 如申請專利範圍第20項一半導體雷射裝置之製法，其中，第一條狀罩幕材料和第二罩幕材料不同。

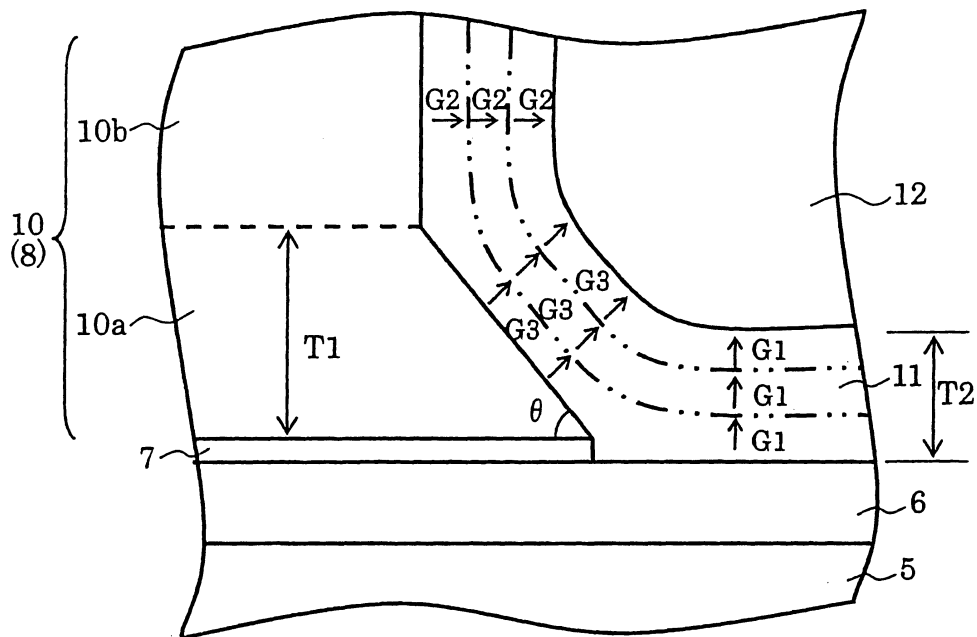
23. 如申請專利範圍第20項一半導體雷射裝置之製法，其中，下部位之形成包含以等方性地加以蝕刻一第二導電率型之包覆層。

## 第1圖

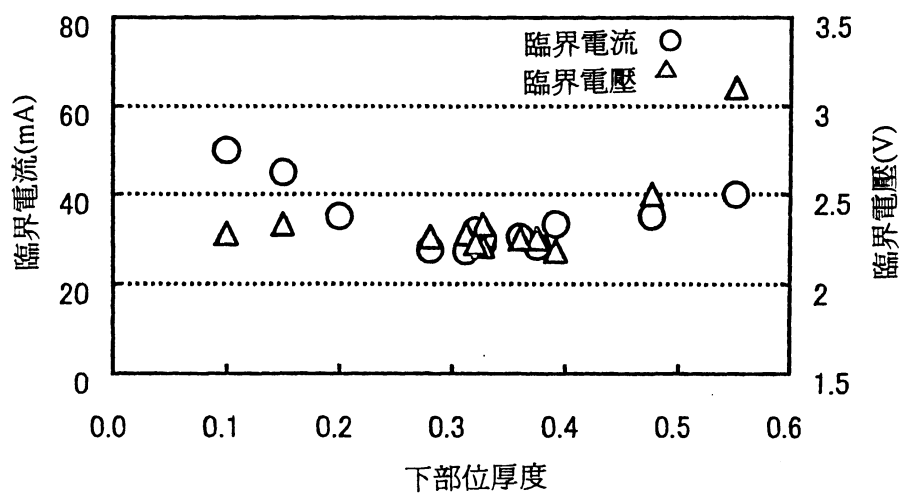
752951



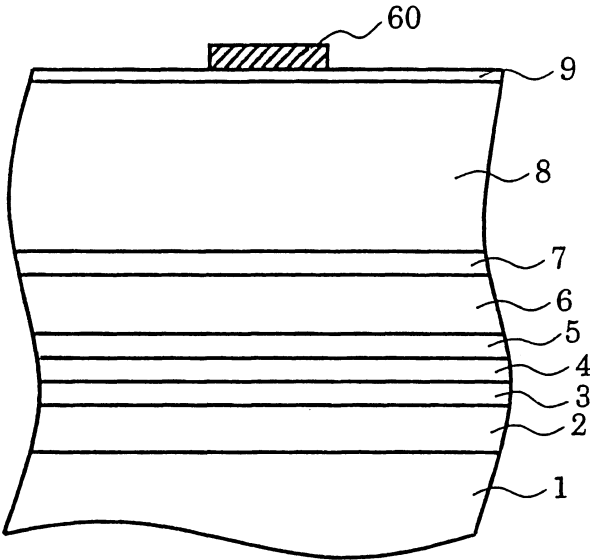
第2A圖



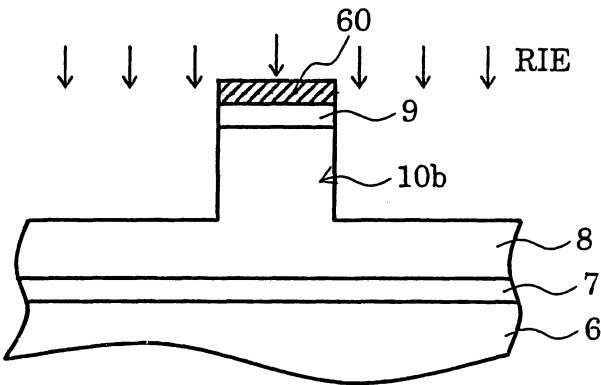
第2B圖



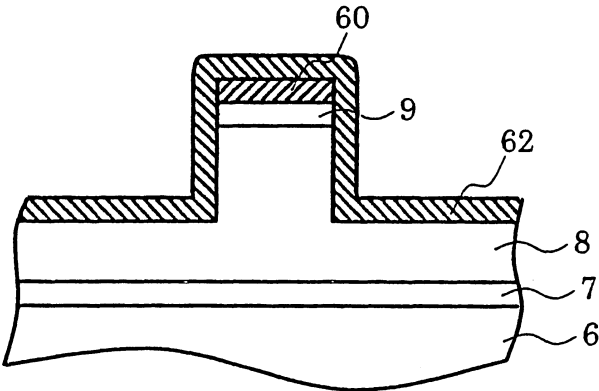
第3A圖



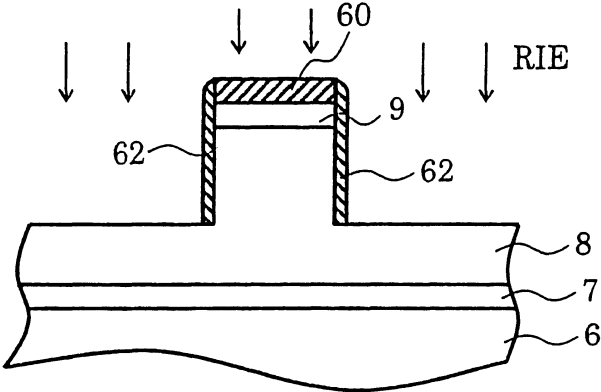
第3B圖



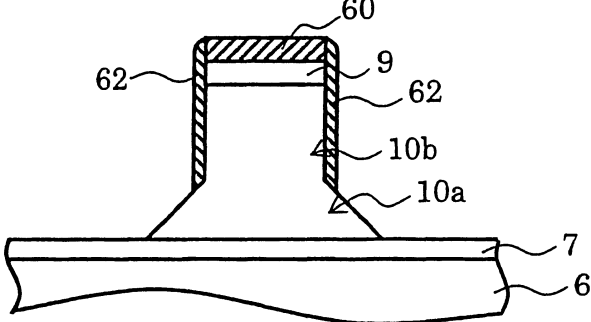
第3C圖



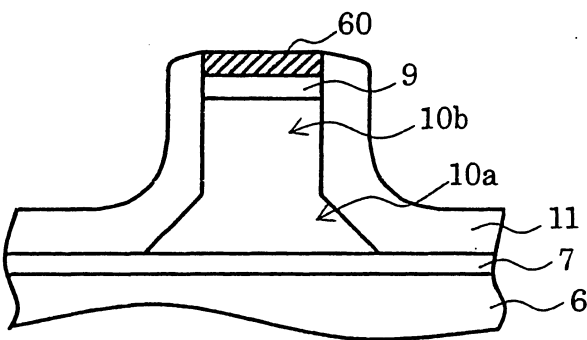
第4A圖



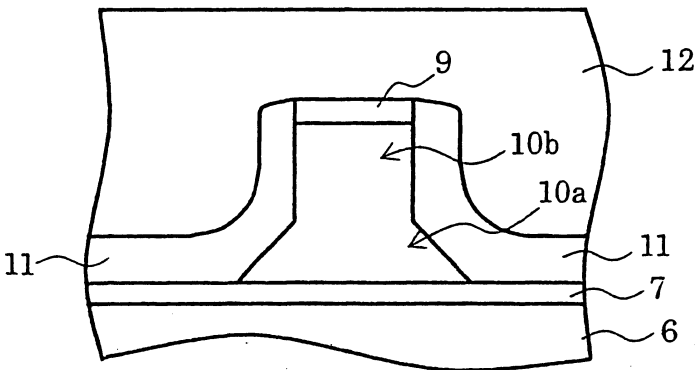
第4B圖



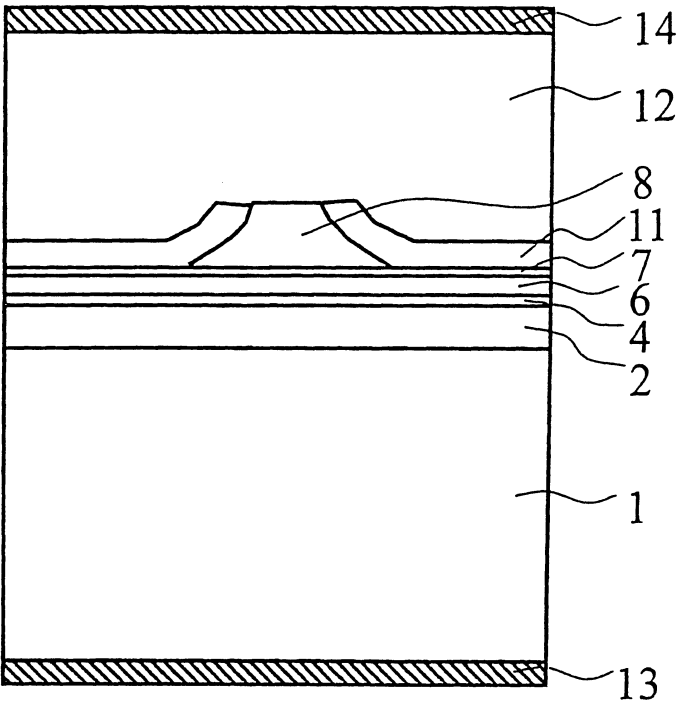
第4C圖



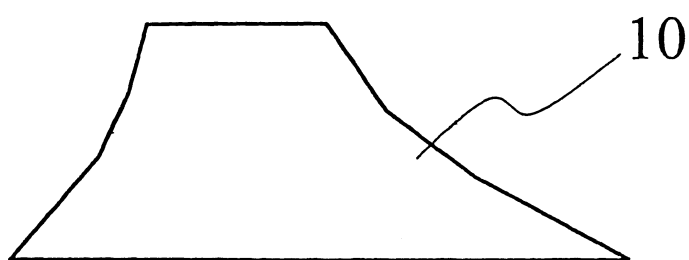
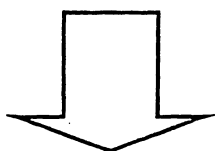
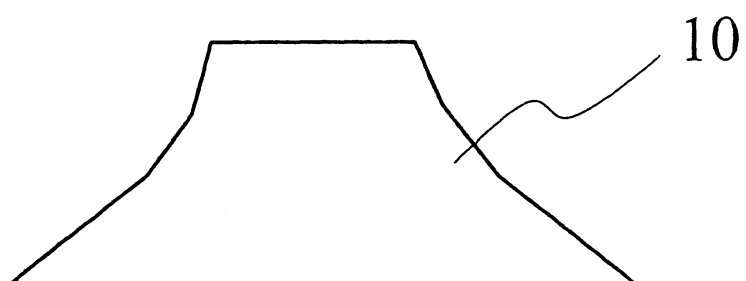
第4D圖



第5圖

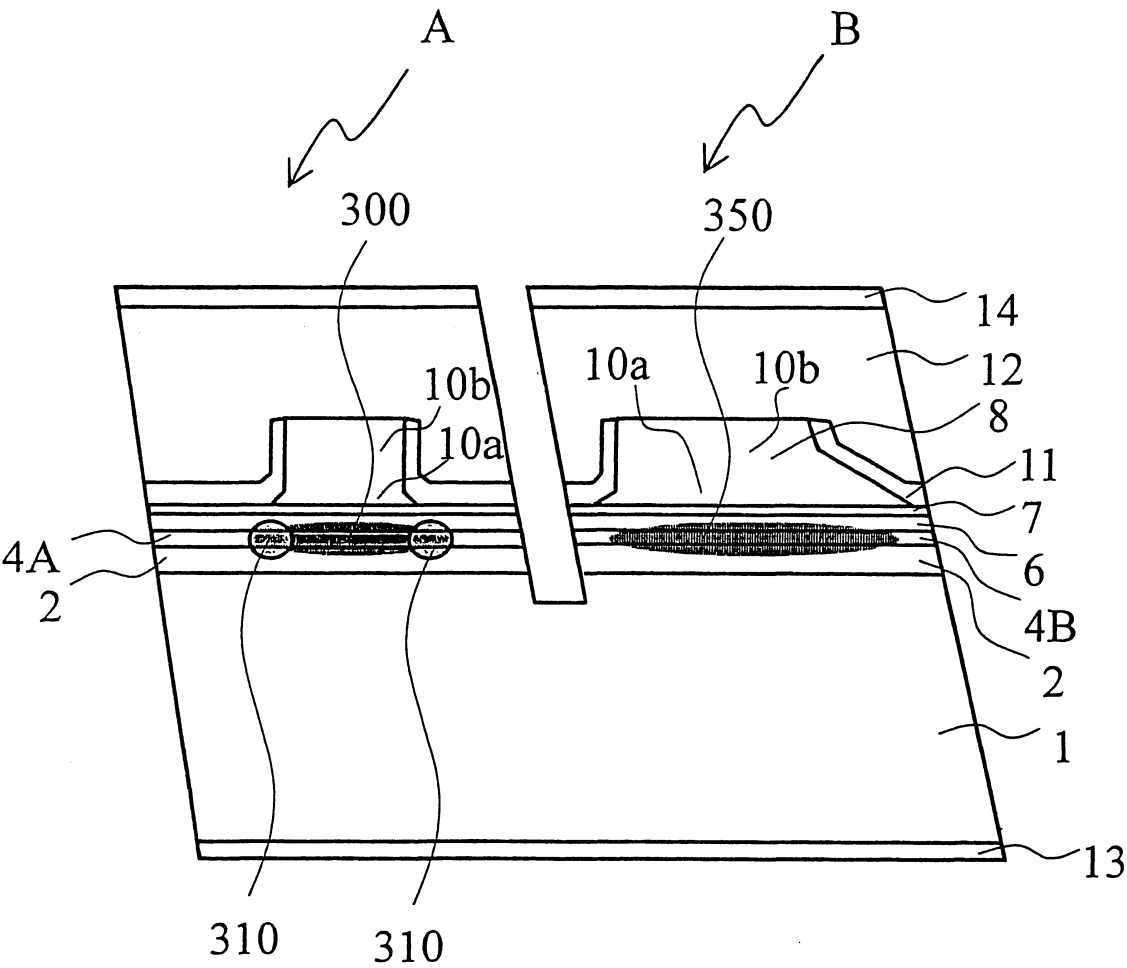


第6圖

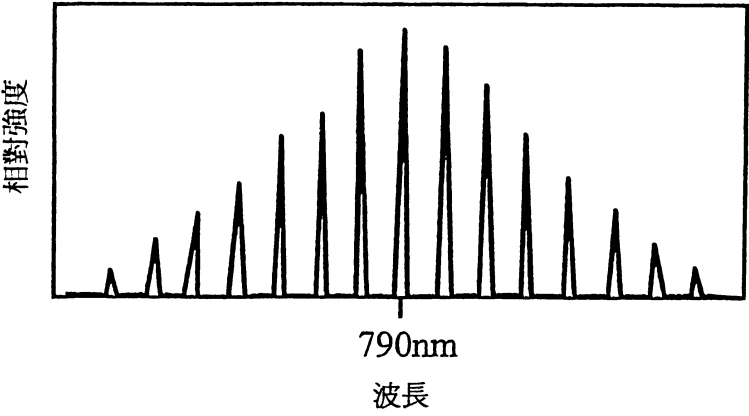




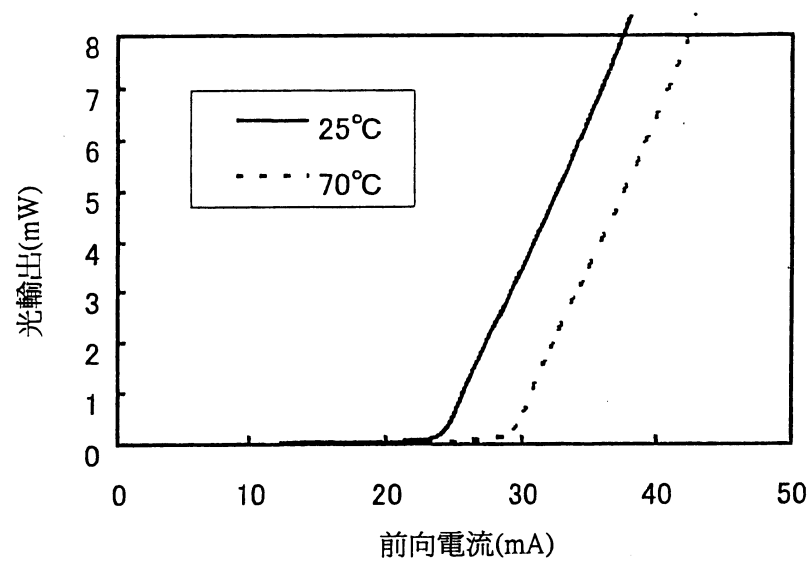
第7B圖



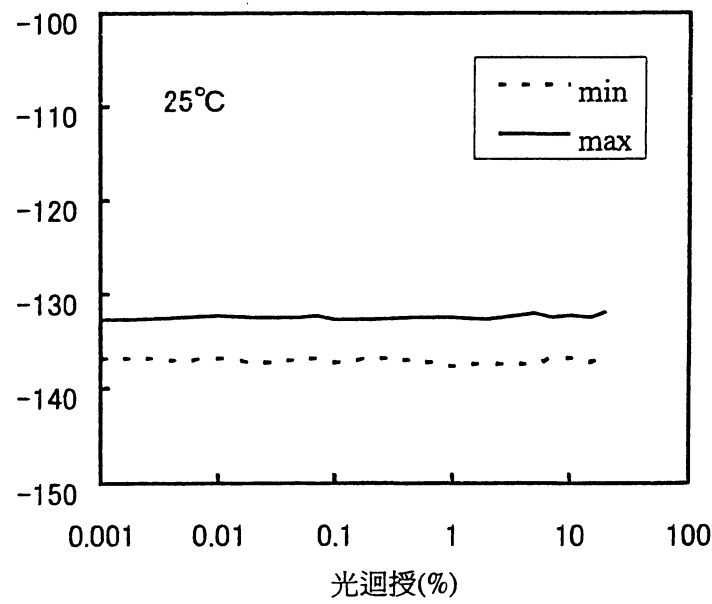
第7B圖



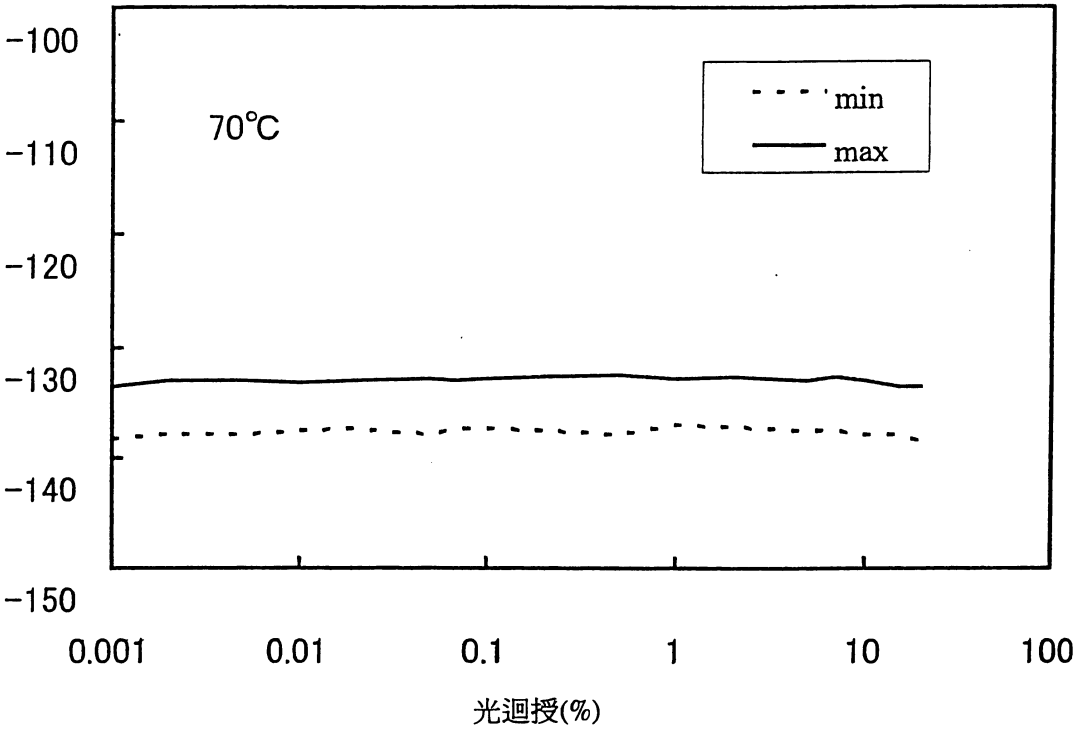
第8圖



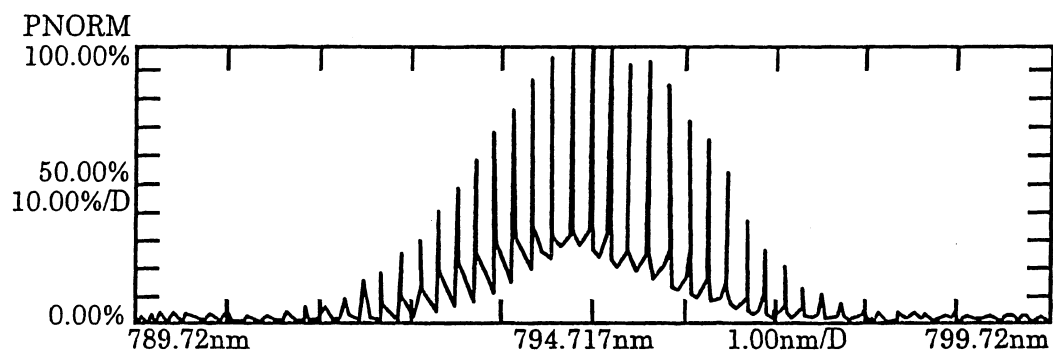
第9圖



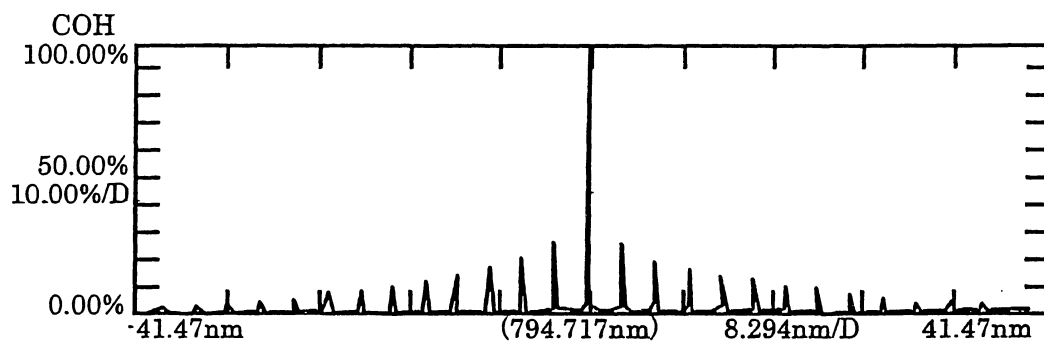
第10圖



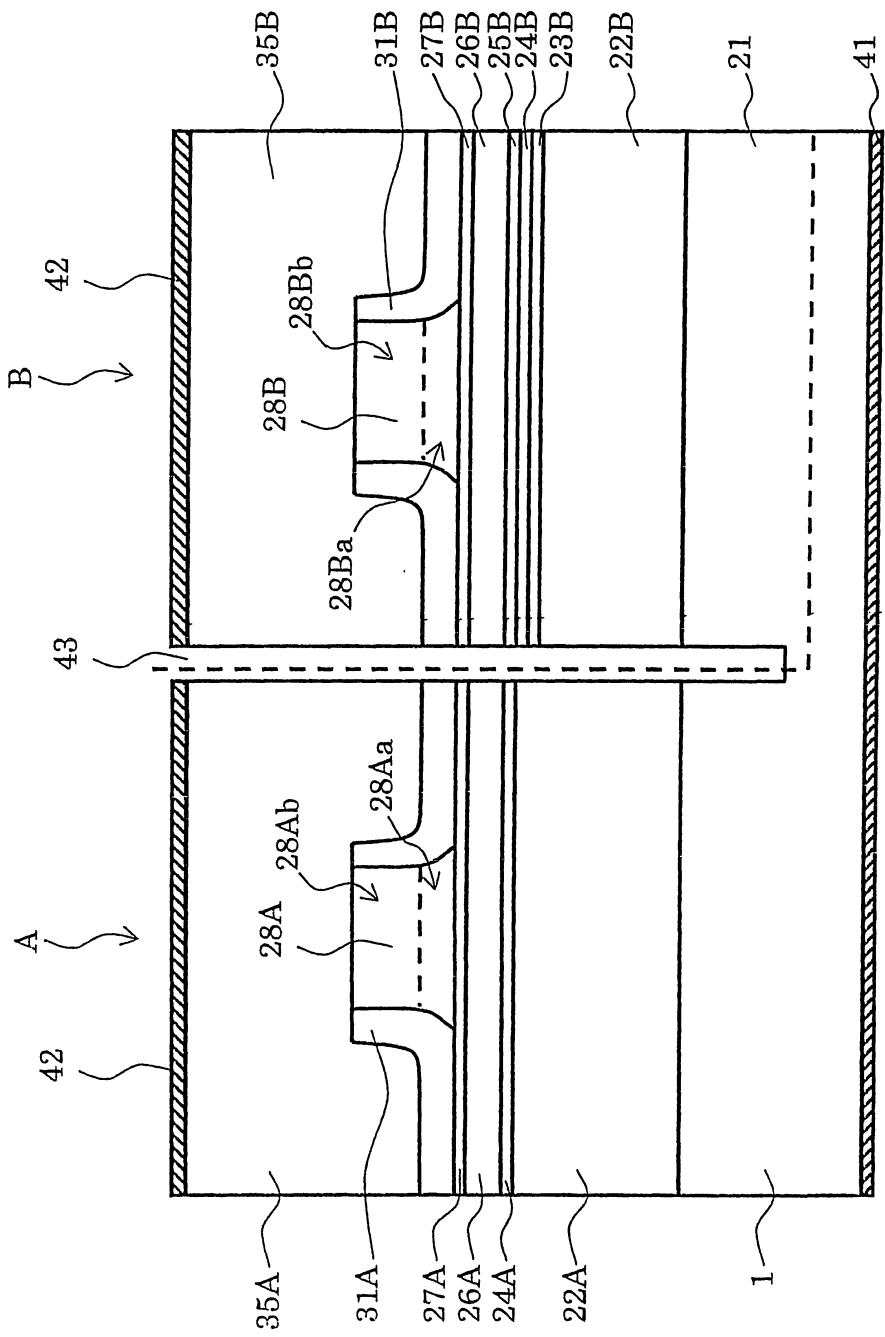
第11A圖



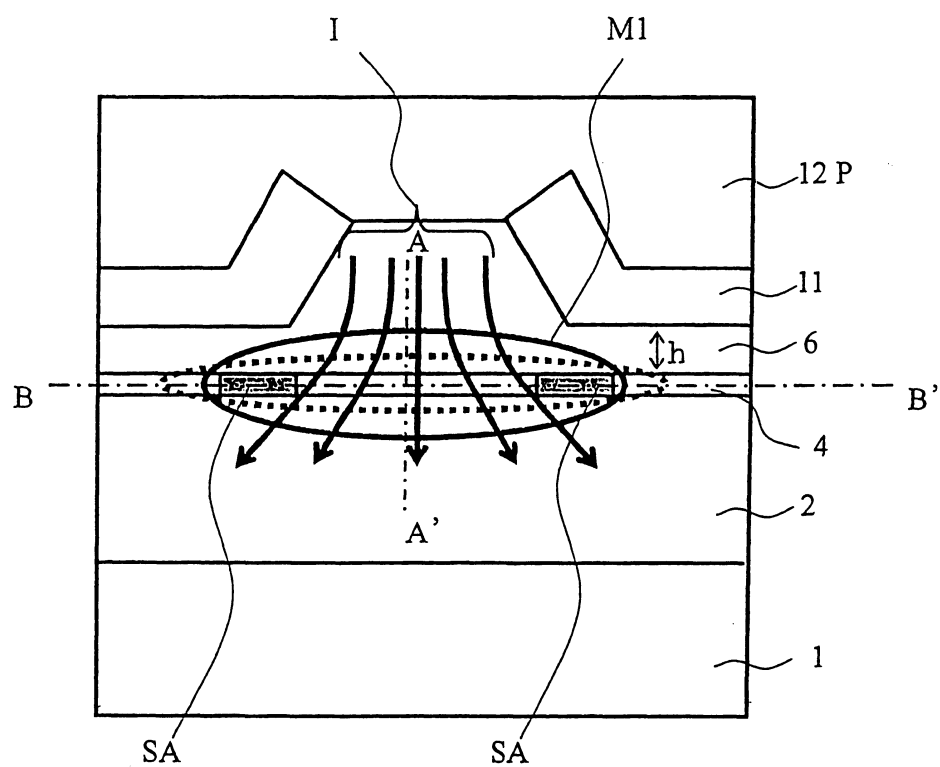
第11B圖



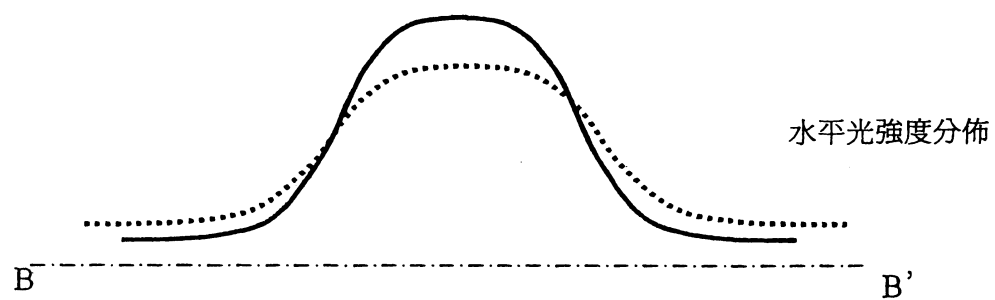
第12圖



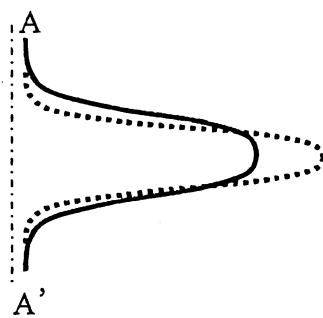
第13A圖



第13B圖

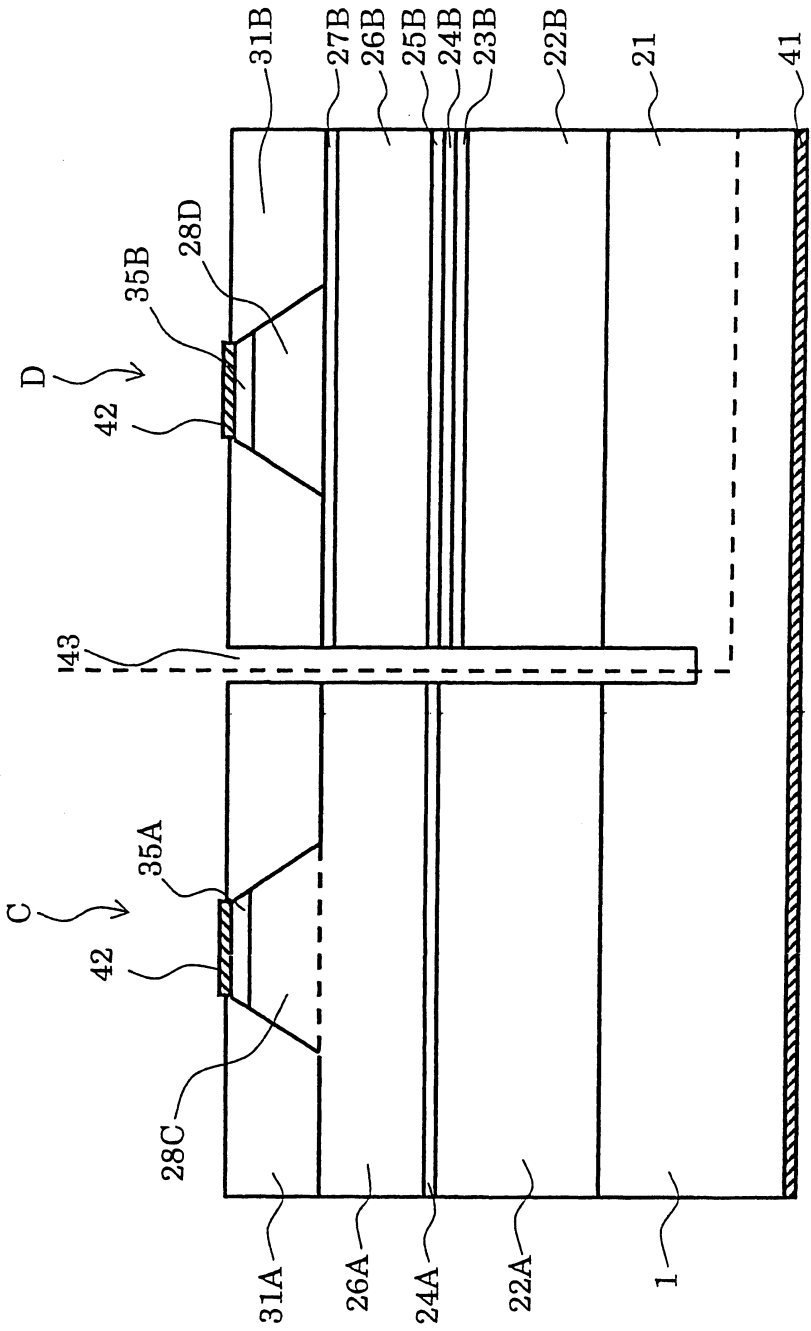


第13C圖

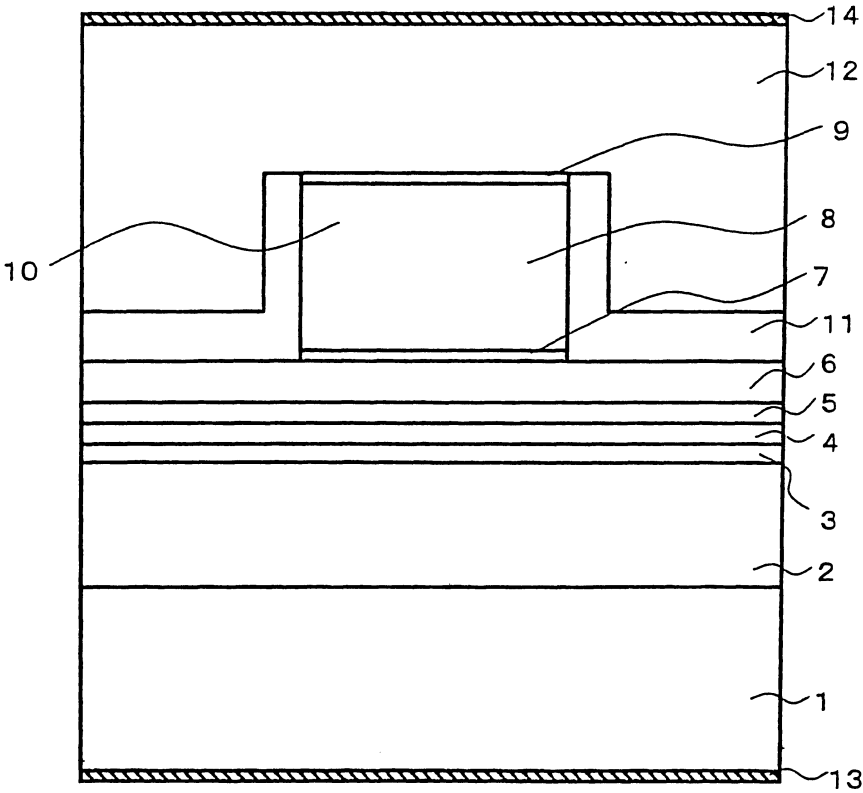


垂直光強度分佈

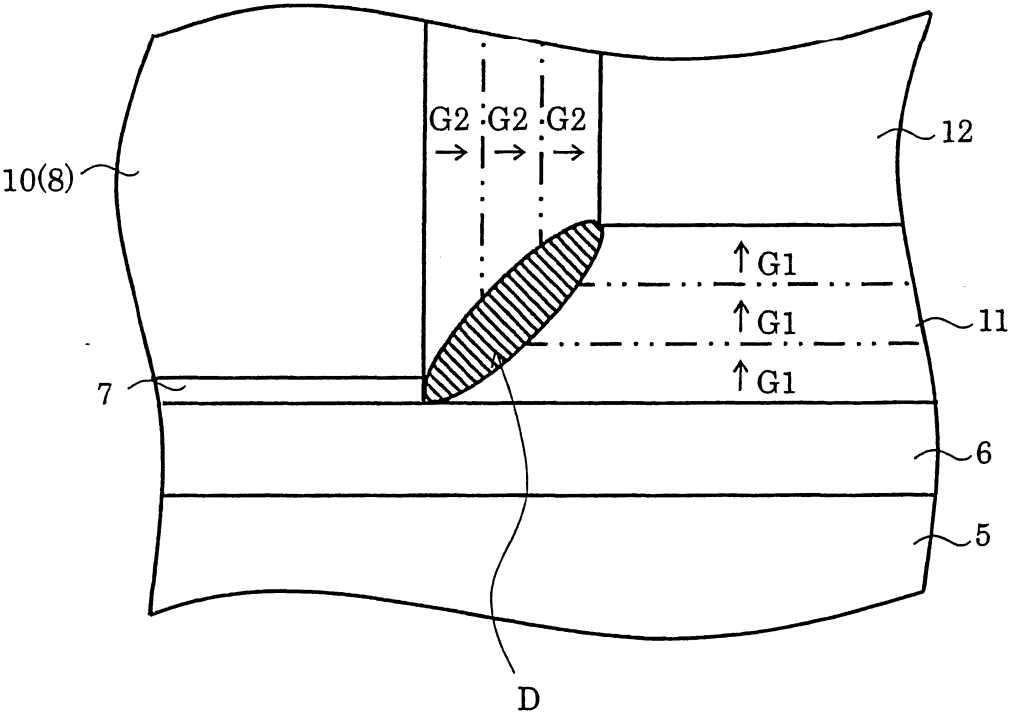
第14圖



第15圖



第16圖



第17圖

