

(21)申請案號：101130546

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 22 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/02 (2010.01)**

(30)優先權：2011/09/27 日本 2011-210354

(71)申請人：新力股份有限公司 (日本) SONY CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：倉本大 KURAMOTO, MASARU (JP)；幸田倫太郎 KODA, RINTARO (JP)；渡邊秀輝 WATANABE, HIDEKI (JP)

(74)代理人：陳長文

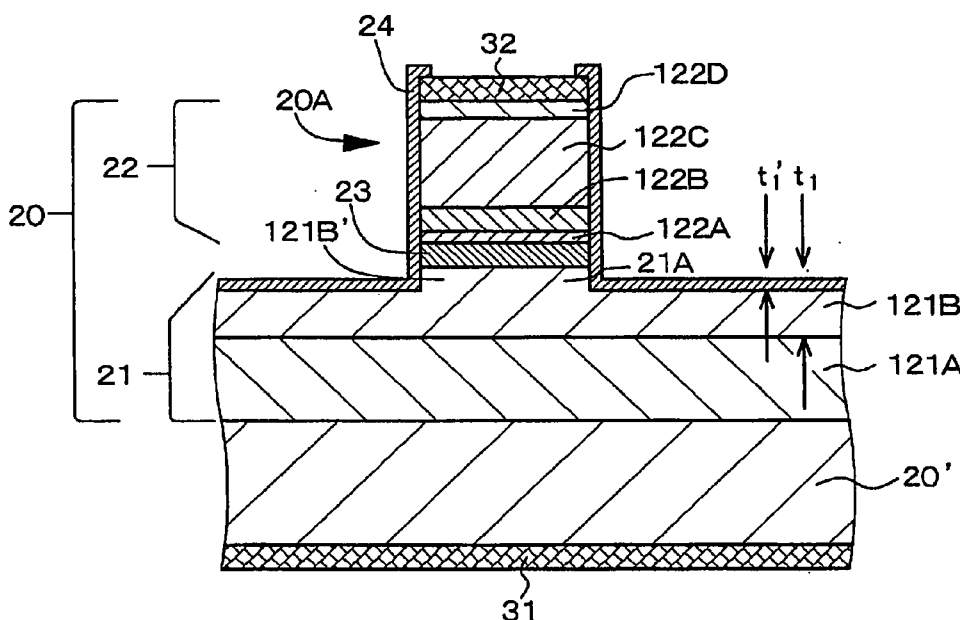
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：14 共 69 頁

(54)名稱

發光元件及其製造方法

(57)摘要

本發明係提供一種可出射具有單一模式之光束之高輸出之發光元件。該發光元件具備：積層結構體 20，其係於基體 20' 上依序積層有第 1 化合物半導體層 21、活性層 23 及第 2 化合物半導體層 22 而成；第 2 電極 32；以及第 1 電極 31。第 1 化合物半導體層 21 係自基體側具有第 1 包覆層 121A 及第 1 光導層 121B 之積層結構，積層結構體係具有包含第 2 化合物半導體層 22、活性層 23、及第 1 光導層之厚度方向之一部分 121B' 之脊狀條紋結構 20A。於第 1 光導層 121B 之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構 20A 之第 1 光導層之部分 121B' 之厚度設為 t_1' 時，滿足 $6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1' < 0.5 \cdot t_1$ 。



20：積層結構體

20'：基體

20A：脊狀條紋結構

21：第 1 化合物半導體層

22：第 2 化合物半導體層

23：活性層

24：積層絕緣膜

31：第 1 電極

32：第 2 電極

121A：第 1 包覆層

121B：第 1 光導層

121B'：第 1 光導層之一部分

122A：p 型 AlGaN 電子障壁層

122B：第 2 光導層

122C：第 2 包覆層

122D：p 型 GaN 接觸層

t_1 ：厚度

t_1' ：厚度

(21)申請案號：101130546

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 22 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/02 (2010.01)**

(30)優先權：2011/09/27 日本 2011-210354

(71)申請人：新力股份有限公司 (日本) SONY CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：倉本大 KURAMOTO, MASARU (JP)；幸田倫太郎 KODA, RINTARO (JP)；渡邊秀輝 WATANABE, HIDEKI (JP)

(74)代理人：陳長文

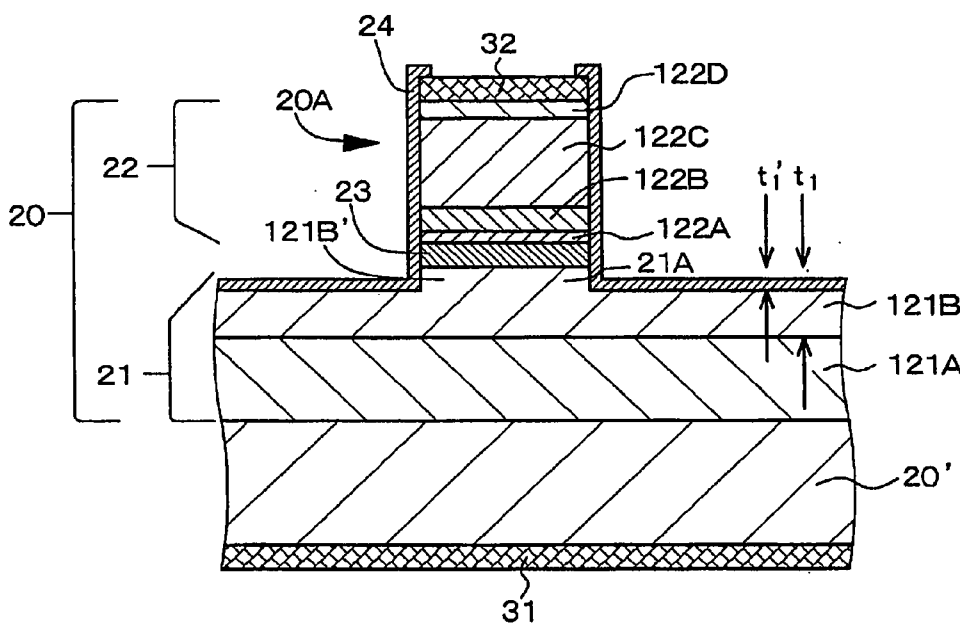
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：14 共 69 頁

(54)名稱

發光元件及其製造方法

(57)摘要

本發明係提供一種可出射具有單一模式之光束之高輸出之發光元件。該發光元件具備：積層結構體 20，其係於基體 20'上依序積層有第 1 化合物半導體層 21、活性層 23 及第 2 化合物半導體層 22 而成；第 2 電極 32；以及第 1 電極 31。第 1 化合物半導體層 21 係自基體側具有第 1 包覆層 121A 及第 1 光導層 121B 之積層結構，積層結構體係具有包含第 2 化合物半導體層 22、活性層 23、及第 1 光導層之厚度方向之一部分 121B'之脊狀條紋結構 20A。於第 1 光導層 121B 之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構 20A 之第 1 光導層之部分 121B 之厚度設為 t_1' 時，滿足 $6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1' < 0.5 \cdot t_1$ 。



20：積層結構體

20'：基體

20A：脊狀條紋結構

21：第 1 化合物半導體層

22：第 2 化合物半導體層

23：活性層

24：積層絕緣膜

31：第 1 電極

32：第 2 電極

121A：第 1 包覆層

121B：第 1 光導層

121B'：第 1 光導層之一部分

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101130546

※申請日：

101.8.22

※IPC 分類：H01L33/02 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

發光元件及其製造方法

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種可出射具有單一模式之光束之高輸出之發光元件。該發光元件具備：積層結構體20，其係於基體20'上依序積層有第1化合物半導體層21、活性層23及第2化合物半導體層22而成；第2電極32；以及第1電極31。第1化合物半導體層21係自基體側具有第1包覆層121A及第1光導層121B之積層結構，積層結構體係具有包含第2化合物半導體層22、活性層23、及第1光導層之厚度方向之一部分121B'之脊狀條紋結構20A。於第1光導層121B之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構20A之第1光導層之部分121B之厚度設為 t_1' 時，滿足 $6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$ 、 $0(\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$ 。

三、英文發明摘要：

四、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：

20'	基 體
20	積層結構體
20A	脊狀條紋結構
21	第1化合物半導體層
22	第2化合物半導體層 22
23	活性層
24	積層絕緣膜
31	第1電極
32	第2電極
121A	第1包覆層
121B	第1光導層
121B'	第1光導層之一部分
122A	p型 AlGa _N 電子障壁層
122B	第2光導層
122C	第2包覆層
122D	p型 Ga _N 接觸層
t ₁ 、t ₁ '	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：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本揭示係關於一種發光元件及其製造方法。

本申請案係基於且主張日本專利廳2011年9月27日申請的日本專利申請案第2011-210354號之優先權的權利；該案之全部內容以引用之方式併入本文中。

【先前技術】

於雷射光源中，高功率化成為較大之課題。因此，不僅半導體雷射元件之高輸出化，而且作為放大來自雷射光源之光之機構，已在致力研究一種半導體光放大器器(Semiconductor Optical Amplifier, SOA)。此處，所謂光放大器係指光信號無需轉換為電氣信號而以直接光之狀態進行放大者，且具有無共振器之雷射結構，利用放大器之光增益放大入射光。

目前，光放大器主要在光通信用途中進行開發，故405 nm波段之半導體光放大器之實用化幾乎無例可循。例如根據日本專利特開平5-067845眾所周知使用GaInAsP系化合物半導體且具有錐狀之脊狀條紋結構之1.5 μm 波段之半導體光放大器。該專利公開公報中揭示之技術中，於半導體光放大器中，藉由自滿足單一模式條件之狹窄之輸入側之光波導向輸出側之光波導錐狀平緩地擴展光波導寬度，而隨著光波導寬度使模場擴大，從而實現半導體光放大器之最高輸出之擴大。

通常，半導體雷射元件或半導體光放大器具有形成於基

體上之積層結構體。此處，積層結構體通常自基體側包含摻雜有n型雜質之n型化合物半導體層(具體而言為n型包覆層及n型光導層)、活性層、摻雜有p型雜質之p型化合物半導體層(具體而言為p型光導層及p型包覆層)。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開平5-067845

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

作為用於達成半導體雷射元件及半導體光放大器之高輸出化之方法之一，列舉有降低光侷限係數者。如圖13(A)所示，為降低光侷限係數，增加包含n型化合物半導體之n型光導層之厚度即可，藉此，光場強度分佈之峰值自活性層向n型光導層移動。其結果，可實現光侷限係數之降低，且可於進行高輸出動作時降低活性層附近之光密度，最終，可防止光學性損傷，又，尤其於半導體光放大器中，增強光之飽和能增大，從而可實現高輸出化之達成。再者，圖13(A)之橫軸係n型光導層之厚度(單位：nm)，縱軸係光侷限係數。然而，本發明者們研究發現，若n型光導層之厚度超過 $0.6\ \mu\text{m}$ ，則如圖13(B)所示，自半導體雷射元件或半導體光放大器出射之光束並非成為單一模式。再者，圖13(B)之橫軸係n型光導層之厚度(單位：nm)，縱軸係遠場圖形(FFP、遠場圖形)之半高寬(FWHM, Full Width at Half Maximum)，單位為「度」。又，圖14中表示

近場圖形，但可知光束成為多光束狀而並非單一模式。可認為，n型化合物半導體層之層厚超過0.6 μm 則光束不變為單一模式之原因在於脫離了化合物半導體層之厚度方向之單一模式之截止條件。而且，若光束如此地未成為單一模式，則使用透鏡或光纖之應用中將產生聚光特性劣化等弊端。

因此，期望提供一種可出射具有單一模式之光束且高輸出之半導體雷射元件或半導體光放大器之類的發光元件及其製造方法。

本揭示之一實施形態之發光元件係具備：

積層結構體，其係於基體上依序積層有具有第1導電型之第1化合物半導體、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體而成；

第2電極，其係形成於第2化合物半導體層上；以及

第1電極，其係電性連接於第1化合物半導體層；

第1化合物半導體層係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，

積層結構體係具有包含第2化合物半導體層、活性層及第1光導層之厚度方向之一部分之脊狀條紋結構，

於將第1光導層之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構之第1光導層之部分之厚度設為 t_1' 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1、$$

較佳為

$8 \times 10^{-7} \text{ m} \leq t_1$ ，且滿足

$0(m) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$ 、

較佳為

$0(m) < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1$ 。

再者，於將脊狀條紋結構之寬度(例如光出射端面之脊狀條紋結構之寬度)設為W時，滿足

$0.2 \times W < t_1 < 1.2 \times W$ 、

較佳為

$0.2 \times W < t_1 \leq W$ 之關係。以下亦相同。

本揭示之一實施形態之發光元件之第1製造方法係包含以下步驟：

於基體上形成依序積層有具有第1導電型之第1化合物半導體層、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成之積層結構體之後；

基於乾式蝕刻法蝕刻第2化合物半導體層及活性層，進而，於厚度方向上基於乾式蝕刻法一部分地蝕刻第1化合物半導體層，形成脊狀條紋結構；繼而

將經蝕刻之部分浸漬於酸性溶液或鹼性溶液中；

第1化合物半導體層係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，

脊狀條紋結構係包含第2化合物半導體層、活性層、及第1光導層之厚度方向之一部分，且

於將第1光導層之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構之第1

光導層之部分之厚度設為 t_1' 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1、$$

較佳為

$$8 \times 10^{-7} \text{ m} \leq t_1，且滿足$$

$$0(\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1、$$

較佳為

$$0(\text{m}) < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1。$$

本揭示之一實施形態之發光元件之第2製造方法係包含以下步驟：

於基體上形成沿應製造之發光元件之軸線方向延伸之2個凹部，獲得由2個凹部挾持之基體區域後；

於基體上形成依序積層有具有第1導電型之第1化合物半導體層、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成之積層結構體；

第1化合物半導體層係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，

於將由2個凹部挾持之基體之區域上之第1光導層之厚度設為 t_1 ，積層結構體之總厚設為 T_{Total} ，凹部之深度設為 D 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1、$$

較佳為

$$8 \times 10^{-7} \text{ m} \leq t_1，且滿足$$

$$(T_{\text{Total}} - 0.5 \cdot t_1) \leq D \leq T_{\text{Total}}、$$

較佳為

$$(T_{\text{Total}} - 0.3 \cdot t_1) \leq D \leq T_{\text{Total}}。$$

本揭示之一實施形態之發光元件之第3製造方法係包含以下步驟：

於基體上形成具有第1導電型之第1化合物半導體層之第1部份後；

於第1化合物半導體層之第1部分上，形成露出有應形成脊狀條紋結構之第1化合物半導體層之第1部分之區域之成長抑止層；繼而

在露出於開口部之底部之第1化合物半導體層之第1部分上，形成依序積層有具有第1化合物半導體層之第2部分、包含化合物半導體層之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成之積層結構體；

第1化合物半導體層之第1部分係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之第1部分之積層結構體，第1化合物半導體層之第2部分係包含第1光導層之第2部分，

於將第1光導層之第1部分與第1光導層之第2部分之厚度合計設為 t_1 ，第1光導層之第2部分之厚度設為 t_1' 時，滿足 $6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$ 、

較佳為

$$8 \times 10^{-7} \text{ m} \leq t_1, \text{ 且滿足}$$

$$0(m) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1、$$

較佳為

$$0(m) < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1。$$

本揭示之一實施形態之發光元件或本揭示之一實施形態之發光元件之第1製造方法中規定有第1光導層之厚度 t_1 ，本揭示之一實施形態之發光元件之第2製造方法中規定有由2個凹部挾持之基體之區域上之第1光導層之厚度 t_1 ，本揭示之一實施形態之發光元件之第3製造方法中規定有第1光導層之第1部分與第2部分之厚度合計 t_1 。

因此，可降低光侷限係數，又，光場強度分佈之峰值自活性層向第1光導層移動，其結果，於高輸出動作時可降低活性層附近之光密度，從而不僅可防止光學性損傷，而且尤其於半導體光放大器中，增強光之飽和能增大，從而可實現高輸出化之達成。

再者，本揭示之一實施形態之發光元件或本揭示之一實施形態之發光元件之第1製造方法中，規定有構成脊狀條紋結構之第1光導層之部分之厚度 t_1' ，本揭示之一實施形態之發光元件之第2製造方法中，規定有凹部之深度 D ，且本揭示之一實施形態之發光元件之第3製造方法中，規定有第1光導層之第2部分之厚度 t_1' 。

據此，可達成出射之光束之單一模式化。又，板狀波導之寬度與第1光導層之厚度成為相同程度，其結果，可獲得近似圓之光束剖面形狀，於使用透鏡或光纖之應用中，不會產生聚光特性劣化等弊端。

又，本揭示之一實施形態之發光元件之第1製造方法中，基於乾式蝕刻法蝕刻第2化合物半導體層、活性層及第1化合物半導體層，故而，存在該等化合物半導體層上

產生蝕刻損害之虞，但可藉由經蝕刻之部分浸漬於酸性溶液或鹼性溶液，而去除蝕刻損害，從而可獲得具有較高品質及可靠性之積層結構體。

【實施方式】

以下，一面參照圖式，一面基於實施例說明本揭示，但本揭示並非限定於實施例，且實施例中之各種數值或材料係為例示。再者，說明係按照以下順序進行。

- 1.關於本揭示之發光元件、本揭示之第1態樣~第3態樣之發光元件之製造方法之整體之說明
- 2.實施例1(本揭示之發光元件、本揭示之發光元件之第1製造方法)
- 3.實施例2(本揭示之發光元件、本揭示之發光元件之第2製造方法)
- 4.實施例3(本揭示之發光元件、本揭示之發光元件之第3製造方法)
- 5.實施例4(實施例1~實施例3之變形)
- 6.實施例5(實施例1~實施例4之變形)、其他

於本揭示之發光元件之第3製造方法中，較佳為，成長抑止層係包含例如選自由 SiO_2 、 Al_2O_3 、 AlN 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 及 AlGaInN 所組成之群中之至少一種材料層。

較理想的是，於包含上述較佳形態之本揭示之發光元件之第1~第3製造方法之發光元件或本揭示之發光元件中，滿足

$$t_1 \leq 3 \times 10^{-6} \text{ m}。若進行使第1光導層之厚度 t_1 成為 $3 \times 10^{-6} \text{ m}$$$

以下之結晶成長，則不會出現結晶成長表面形態粗糙之情況，可防止發光元件之發光特性或電性特性劣化。

又，於包含以上說明之各種較佳形態之本揭示之發光元件之第1~第3製造方法中之發光元件或本揭示之發光元件中，可使發光元件成為出射單一模式之光束之形態。

進而，於包含以上說明之各種較佳形態之本揭示之發光元件之第1~第3製造方法中之發光元件或本揭示之發光元件中，較理想的是，於將自積層結構體之光出射端面出射之光束之脊狀條紋結構之寬度方向之尺寸設為 LB_x ，脊狀條紋結構之厚度方向之尺寸設為 LB_y 時，滿足

$$0.2 \leq LB_y/LB_x \leq 1.2、$$

較佳為

$$0.2 \leq LB_y/LB_x \leq 1.0。$$

進而，於包含以上說明之各種較佳形態之本揭示之發光元件之第1~第3製造方法中之發光元件或本揭示之發光元件中，在積層結構體之光出射端面上，較理想的是，自沿著脊狀條紋結構之厚度方向之積層結構體中之活性層之中心點至自積層結構體出射之光束之中心點為止之距離滿足

$$t_1' \leq Y_{cc} \leq t_1，較佳為$$

$$t_1' \leq Y_{cc} \leq 0.5 \cdot t_1。$$

進而，於包含以上說明之各種較佳形態之本揭示之發光元件之第1~第3製造方法中之發光元件或本揭示之發光元件中，可由發光元件構成半導體雷射元件。或者，可構成半導體光放大器(SOA)，且於該情形時，可成為將入射之

光束之光強度放大20倍以上出射之形態。

進而，於包含以上說明之各種較佳形態之本揭示之發光元件之第1~第3製造方法中之發光元件或本揭示之發光元件中，可構成爲第1光導層內形成有高折射率層，該高折射率層包含比構成第1光導層之化合物半導體材料之折射率高之折射率之化合物半導體材料。

具體而言，於該等構成中，可成爲如下形態：於將構成第1光導層之化合物半導體材料之折射率設爲 n_{G-1} ，構成高折射率層之化合物半導體材料之折射率設爲 n_{HR} 時，滿足 $0.01 \leq n_{HR} - n_{G-1} \leq 0.1$ 、

較佳爲

$0.03 \leq n_{HR} - n_{G-1} \leq 0.1$ 。再者，較佳爲，於將構成活性層之化合物半導體材料之平均折射率設爲 n_{Ac} 時，滿足 $n_{HR} \leq n_{Ac}$ 。

進而，於包含以上說明之各種較佳形態、構成之本揭示之發光元件之第1~第3製造方法中之發光元件或本揭示之發光元件中，可使第2化合物半導體成爲自基體側具有第2光導層及第2包覆層之積層結構，且第1光導層之厚度大於第2光導層之厚度之形態。

進而，於包含以上說明之各種較佳形態、構成之本揭示之發光元件之第1~第3製造方法中之發光元件或本揭示之發光元件中，第1化合物半導體層、活性層及第2化合物半導體層可構成爲包含GaN系化合物半導體。具體而言，積層結構體可構成爲包含AlGaInN系化合物半導體。高折射

率層亦可構成為包含AlGaInN系化合物半導體。此處，作為AlGaInN系化合物半導體，更具體而言，可舉出GaN、AlGaN、GaInN、AlGaInN。進而，該等化合物半導體可根據需要而包含硼(B)原子或銻(Tl)原子、砷(As)原子、磷(P)原子、銻(Sb)原子。活性層例如具有量子井結構。具體而言，既可具有單一量子井結構[QW結構]，亦可具有多重量子井結構[MQW結構]。具有量子井結構之活性層具有至少積層有1層井層及障壁層之結構，而作為(構成井層之化合物半導體、構成障壁層之化合物半導體)之組合可例示 $(\text{In}_y\text{Ga}_{(1-y)}\text{N}$ 、GaN)、 $(\text{In}_y\text{Ga}_{(1-y)}\text{N}$ 、 $\text{In}_z\text{Ga}_{(1-z)}\text{N})$ [其中： $y>z$]、 $(\text{In}_y\text{Ga}_{(1-y)}\text{N}$ 、AlGaN)。

於包含以上說明之各種較佳形態、構成之本揭示之發光元件之第1~第3製造方法中之發光元件或本揭示之發光元件(以下有時將該等總稱為「本揭示之發光元件等」)中，可構成為發光元件之軸線與脊狀條紋結構之軸線以特定角度相交。此處，作為特定角度 θ 可例示 $0.1^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$ 。所謂脊狀條紋結構之軸線係將光出射端面(為方便起見，有時稱作「第2端面」)之脊狀條紋結構之兩端之二等分點與光出射端面(第2端面)之相反側之積層結構體之端面(為方便起見，有時稱作「第1端面」)之脊狀條紋結構之兩端之二等分點連結而成之直線。又，所謂發光元件之軸線係指與第1端面及第2端面正交之軸線。

或者，於本揭示之發光元件等中，可構成為將第2端面中之脊狀條紋結構之寬度設為 W_2 ，第1端面中之脊狀條紋

結構之寬度設為 W_1 時，滿足 $W_2 > W_1$ 。再者，可成為 W_2 為 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上之形態，至於 W_2 之上限值並未限定，但例如可例示 $4 \times 10^2\text{ }\mu\text{m}$ 。又，可成為 W_1 為 $1.4\text{ }\mu\text{m}$ 至 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 之形態。脊狀條紋結構之各端部既可包含 1 條線段，亦可包含 2 條以上之線段。於前者之情形時，可構成為脊狀條紋結構之寬度例如自第 1 端面朝第 2 端面單一地呈錐狀平緩擴大。另一方面，於後者之情形時，可構成如下：脊狀條紋結構之寬度例如自第 1 端面朝向第 2 端面起初為相同之寬度，繼而，單一地呈錐狀平緩擴大，或者，脊狀條紋結構之寬度例如自第 1 端面朝向第 2 端面起初擴大，於超過最大寬度後變窄。

由本揭示之發光元件等構成半導體放大器之情形時，可使生成入射至半導體光放大器之雷射光之雷射光源成為包含模式同步半導體雷射元件，且模式同步半導體雷射元件出射之脈波雷射光入射至半導體光放大器之形態。此時，雷射光源可構成為基於模式同步動作，出射脈波雷射光。可由本揭示之發光元件構成模式同步半導體雷射元件。其中，雷射光源並非限定於如此之形態，亦可使用連續振盪型之周知之雷射光源、包含增益切換方式、損失切換方式 (Q 切換方式) 等之各種方式、形式之周知之脈波振盪型之雷射光源、摻鈦藍寶石雷射之類的雷射光源。再者，半導體光放大器係以直接光之狀態進行放大者，並不將光信號轉換為電氣信號，且具有最大程度排除共振器效果之雷射結構，以半導體光放大器之光增益放大入射光。

於由本揭示之發光元件等構成半導體光放大器之情形

時，自半導體光放大器輸出之雷射光之光強度密度並無限定，但可構成為構成光出射端面之活性層每 1 cm^2 為60千瓦以上，較佳為600千瓦以上。又，可使半導體光放大器成為包含透射型半導體光放大器之形態，但並非限定於此，例如，亦成為包含半導體雷射元件與半導體光放大器成為一體之單一積體電路型半導體光放大器之形態。

於由本揭示之發光元件等構成半導體雷射元件時，可使半導體雷射元件成為更包含外部鏡(外部反射鏡)之形態。即，可使之成為外部共振器型之半導體雷射元件。或者，亦可使之成為單一積體電路型之半導體雷射元件。再者，外部共振器型之半導體雷射元件既可為聚光型，亦可為準直型。較佳為，於外部共振器型之半導體雷射元件中，出射光束(光脈波)之積層結構體之一端面之光反射率為0.5%以下。再者，該光反射率之值係相較先前之半導體雷射元件中出射光束(光脈波)之積層結構體之一端面之光反射率(通常為5%至10%)為極低值。於外部共振器型之模式同步半導體雷射元件中，較理想的是，外部共振器之長度之值(Z' ，單位：mm)為

$$0 < Z' < 1500、$$

較佳為

$$30 \leq Z' < 150。$$

於由本揭示之發光元件等構成半導體雷射元件之情形時，可構成為至少第2端面上形成有低反射塗敷層。又，於由本揭示之發光元件等構成半導體光放大器之情形時，

可構成為於第1端面及第2端面上形成有低反射塗敷層。此處，低反射塗敷層係包含例如選自由氧化二鈦層、氧化鈮層、氧化鋯層、氧化矽層及氧化鋁層所組成之群中之至少兩種層之積層結構。

於本揭示之發光元件等，第2化合物半導體層上形成有第2電極。此處，可使第2電極成為如下形態：包含鈀(Pd)單層、鎳(Ni)單層、鉑(Pt)單層、及鈀層連接於第2化合物半導體層之鈀層/鉑層之積層結構、或鈀層連接於第2化合物半導體層之鈀層/鎳層之積層結構。再者，於由鈀構成下層金屬層且由鎳構成上層金屬層時，較理想的是，使上層金屬層之厚度為0.1 μm 以上，較佳為0.2 μm 以下。或者，較佳為，構成為第2電極包含鈀(Pd)單層，且於該情形時，較理想的是，使其厚度為20 nm以上，較佳為50 nm以上。第2電極之寬度根據條狀結構之寬度適當設定即可。

於使第1導電型為n型時，較理想的是，電性連接於具有n型導電型之第1化合物半導體層之第1電極具有例如包含選自由金(Au)、銀(Ag)、鈀(Pd)、Al(鋁)、Ti(鈦)、鎢(W)、Cu(銅)、Zn(鋅)、錫(Sn)及銦(In)所組成之群中之至少一種金屬之單層構成或多層構成，且例如可例示Ti/Au、Ti/Al、Ti/Pt/Au。第1電極係電性連接於第1化合物半導體層，但包含第1電極形成於第1化合物半導體層上之形態、及第1電極經由導電材料層或導電性之基體連接於第1化合物半導體層之形態。第1電極或第2電極例如可利

用真空蒸鍍法或濺鍍法等PVD法進行成膜。

於第1電極或第2電極上，為了與外部電極或電路進行電性連接，亦可設置焊墊電極。較理想的是，焊墊電極具有包含例如選自由Ti(鈦)、鋁(Al)、Pt(鉑)、Au(金)、Ni(鎳)所組成之群中之至少一種金屬之單層構成或多層構成。或者，亦可使焊墊電極成為Ti/Pt/Au之多層構成、及Ti/Au之多層構成中例示之多層構成。

又，於本揭示之發光元件等，第2化合物半導體層可成為具有交替地積層有p型Ga_{0.9}N_{0.1}層及p型Al_{0.1}Ga_{0.9}N_{0.1}層之超晶格結構，且超晶格結構之厚度為0.7 μm以下之結構。可藉由採用如此超晶格結構之結構，而一面維持作為包覆層所需之折射率，一面降低發光元件之串聯電阻成分，從而利於發光元件之低動作電壓化。再者，作為超晶格結構之厚度之下限值，雖未限定，但例如可舉出0.3 μm，作為構成超晶格結構之p型Ga_{0.9}N_{0.1}層之厚度，可例示1 nm至5 nm，作為構成超晶格結構之p型Al_{0.1}Ga_{0.9}N_{0.1}層之厚度可例示1 nm至5 nm，作為p型Ga_{0.9}N_{0.1}層及p型Al_{0.1}Ga_{0.9}N_{0.1}層之層數合計，可例示60層至300層。又，可構成為自活性層至第2電極為止之距離為1 μm以下，較佳為0.6 μm以下。可藉由以此方式規定自活性層至第2電極為止之距離，而使電阻較高之p型第2化合物半導體層之厚度變薄，達成發光元件之動作電壓之降低化。再者，作為自活性層至第2電極為止之距離之下限值，雖未限定，但例如可舉出0.3 μm。又，可構成為第2化合物半導體層中，摻雜有 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上之Mg，且第2

化合物半導體層對於來自活性層之波長450 nm之光之吸收係數為至少 50 cm^{-1} 。該Mg之原子濃度係源於由 $2\times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ 之值表示最大電洞濃度之材料物性，且設計為最大電洞濃度、即該第2化合物半導體層之比電阻達到最小之結果。第2化合物半導體層之吸收係數係以儘可能降低發光元件之電阻之觀點進行規定，其結果，活性層之光之吸收係數一般為 50 cm^{-1} 。然而，為提昇該吸收係數，亦可特意將Mg摻雜量設定為 $2\times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ 以上之濃度。於該情形時，獲得實用性電洞濃度方面之上限Mg摻雜量例如為 $8\times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ 。又，可使第2化合物半導體層構成為自活性層側具有非摻雜化合物半導體層及p型化合物半導體層，且自活性層至p型化合物半導體層為止之距離為 $1.2\times 10^{-7}\text{ m}$ 以下。可藉由如此規定自活性層至p型化合物半導體層為止之距離，而在內部量子效率不下降之範圍內，抑制內部損失，藉此，例如可減少開始雷射振盪之臨限值電流 I_{th} 。再者，作為自活性層至p型化合物半導體層為止之距離之下限值，雖未限定，但例如可舉出 $5\times 10^{-8}\text{ m}$ 。又，可構成為於脊狀條紋結構之兩側面形成有包含 SiO_2/Si 積層結構之積層絕緣膜，且脊狀條紋結構之有效折射率與積層絕緣膜之有效折射率之差為 5×10^{-3} 至 1×10^{-2} 。藉由使用如此之積層絕緣膜，即使超過100 mW之高輸出動作，仍可保持單一基本橫向模式。P側光導層之厚度較佳為例如100 nm以下。較理想的是，構成活性層中之井層之化合物半導體之帶隙為2.4 eV以上。又，較理想的是，自活性層出射之光之波長為360

nm至500 nm，較佳為400 nm至410 nm。此處，毋庸贅言，亦可適當組合以上說明之各種構成。

如上所述，於第2化合物半導體層中，亦可在活性層與電子障壁層之間形成非摻雜化合物半導體層(例如非摻雜GaInN層或非摻雜AlGaIn層)。進而，亦可於活性層與非摻雜化合物層半導體層之間形成作為光導層之非摻雜GaInN層。亦可為摻雜Mg之GaIn層(p側接觸層)佔據第2化合物半導體層之最上層之結構。

於基體上依序形成構成本揭示之發光元件等之各種化合物半導體層(例如GaN系化合物半導體層)，但此處，作為基體，除藍寶石基板外，尚可舉出GaAs基板、GaN基板、SiC基板、氧化鋁基板、ZnS基板、ZnO基板、AlN基板、LiMgO基板、LiGaO₂基板、MgAl₂O₄基板、InP基板、Si基板、於該等基板之表面(主面)上形成有基底層或緩衝層者。主要於基板上形成GaN系化合物半導體層時，GaN基板係缺陷密度較少，故而較佳，但可知GaN基板係極性/無極性/半極性與特性因成長面而變化。又，作為構成本揭示之發光元件等之各種化合物半導體層(例如GaN系化合物半導體層)之形成方法，可舉出有機金屬化學氣相成長法(MOCVD法、MOVPE法)或分子束磊晶法(MBE法)、利於鹵素輸送或反應之氮化物氣相成長法等。

此處，作為MOCVD法中之有機鎵源氣體，可舉出三甲基鎵(TMGa)氣體或三乙基鎵(TEGa)氣體，作為氮源氣體可舉出氨氣或肼氣。又，於具有n型導電型之GaN系化合物

半導體層之形成中，添加矽(Si)作為n型雜質(n型摻雜物)即可，且於具有p型導電型之Ga₂N系化合物半導體層之形成中，添加鎂(Mg)作為p型雜質(p型摻雜物)即可。又，作為Ga₂N系化合物半導體層之構成原子，包含鋁(Al)或銦(In)時，使用三甲基鋁(TMA)氣體作為鋁源即可，且使用三甲基銦(TMI)氣體作為銦源即可。進而，使用單矽烷氣體(SiH₄氣體)作為Si源即可，使用環戊二烯基鎂氣體或甲基環戊二烯基鎂、環戊二烯基鎂(Cp₂Mg)作為Mg源即可。再者，作為n型雜質(n型摻雜物)，除Si之外，亦可舉出Ge、Se、Sn、C、Te、S、O、Pd、Po，且作為p型雜質(p型摻雜物)，除Mg之外，亦可舉出Zn、Cd、Be、Ca、Ba、C、Hg、Sr。

本揭示之發光元件之第1製造方法之乾式蝕刻法可為周知之乾式蝕刻法。又，作為酸性溶液，可例示磷酸、氫氟酸、王水，作為鹼性溶液，可例示氫氧化鈉、氫氧化鉀。

可將本揭示之發光元件等適用於例如光碟系統、通信領域、光資訊領域、光電子集積電路、應用非線形光學現象之領域、光開關、雷射計測領域或各種分析領域、超高速分光領域、多光子激勵分光領域、質量分析領域、利用多光子吸收之顯微分光領域、化學反應之量子控制、奈米三維加工領域、應用多光子吸收之各種加工領域、醫療領域、生物影像領域之類的領域。

[實施例1]

實施例1係關於本揭示之發光元件及本揭示之發光元件

之第1製造方法。具體而言，實施例1之發光元件係半導體雷射元件，且如圖1中以垂直於發光元件之軸線之虛擬平面切斷時之示意性局部剖面圖所示，具備積層結構體20，其係於基體20'上依序積層有具有第1導電型之第1化合物半導體層21、包含化合物半導體之活性層(發光區域、增益區域)23、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層22而成；第2電極32，其係形成於第2化合物半導體層22上；及第1電極31，其係電性連接於第1化合物半導體層21。

而且，第1化合物半導體層21係自基體側具有第1包覆層(n型AlGaIn層)121A、及第1光導層(n型GaIn層)121B之積層結構，且積層結構體20具有包含第2化合物半導體層22、活性層23及第1光導層之厚度方向之一部分121B'之脊狀條紋結構20A，於將第1光導層121B之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構之第1光導層之部分121B'之厚度設為 t_1' 時，滿足 $6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$ 、

較佳為

$8 \times 10^{-7} \text{ m} \leq t_1$ ，且滿足

$0 < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$ 、

較佳為

$0 < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1$ 。

具體而言，於實施例1中，設為

$t_1 = 1.25 \text{ } \mu\text{m}$

$t_1' = 0.15 \text{ } \mu\text{m}$ 。又，使脊狀條紋結構20A之長度及寬度分別

為 1.0 mm、1.6 μm 。發光元件係出射單一模式之光束。

再者，具體而言，基體 20' 係包含 n 型 GaN 基板，且化合物半導體層係設置於 n 型 GaN 基板之 (0001) 面上。再者，n 型 GaN 基板之 (0001) 面係亦稱作『C 面』，且具有極性之結晶面。又，包含第 1 化合物半導體層 21、活性層 23 及第 2 化合物半導體層 22 之積層結構體 20 係包含 GaN 系化合物半導體，具體而言，包含 AlGaInN 系化合物半導體，更具體而言，具有以下之表 1 所示之層構成。此處，於表 1 中，其係越是下方揭示之化合物半導體層則距基板 20' 越近之層。再者，構成活性層 23 中之井層之化合物半導體之帶隙為 3.06 eV。活性層 23 係包含具備井層及障壁層之量子井結構，且障壁層之雜質(具體而言為矽、Si)之摻雜濃度為 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上且 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下。又，於脊狀條紋結構 20A 之兩側，形成有包含 SiO_2/Si 之積層絕緣膜 24。再者， SiO_2 層為下層，Si 層為上層。而且，於相當於脊狀條紋結構 20A 之頂面之 p 型 GaN 接觸層 122D，形成有第 2 電極(p 側歐姆電極)32。另一方面，於基板 20' 之背面形成有包含 Ti/Pt/Au 之第 1 電極(n 側歐姆電極)31。於實施例中，由厚度 0.1 μm 之 Pd 單層構成第 2 電極 32。P 型 AlGaIn 電子障壁層 122A 之厚度為 10 nm，第 2 光導層(p 型 AlGaIn 層)122B 之厚度為 50 nm，第 2 包覆層(p 型 AlGaIn 層)122C 之厚度為 0.5 μm ，p 型 GaN 接觸層 122D 之厚度為 100 nm。進而，於構成第 2 化合物半導體層 22 之 p 型 AlGaIn 電子障壁層 122A、第 2 光導層 122B、第 2 包覆層 122C、p 型 GaN 接觸層 122D 中摻雜有 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以

上(具體而言為 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)之Mg。另一方面，第1包覆層(n型AlGa_{0.97}N層)121A之厚度為2.5 μm。第1光導層(n型Ga_{0.99}N層)121B之厚度係如上所述，第1光導層121B之厚度(1.25 μm)大於第2光導層122B之厚度(100 nm)。又，由Ga_{0.99}N構成第1光導層121B，但亦可取而代之地由帶隙寬於活性層23且帶隙窄於第1包覆層121A之化合物半導體構成第1光導層121B。

[表 1]

第2化合物半導體層 22

p型Ga_{0.99}N接觸層(摻雜Mg)122D

第2包覆層(p型Al_{0.05}Ga_{0.95}N層(摻雜Mg))122C

第2光導層(p型Al_{0.01}Ga_{0.99}N層(摻雜Mg))122B

p型Al_{0.20}Ga_{0.80}N電子障壁層(摻雜Mg)122A

活性層 23

GaInN量子井活性層 23

(井層：Ga_{0.92}In_{0.08}N/障壁層：Ga_{0.98}In_{0.02}N)

第1化合物半導體層 21

第1光導層(n型Ga_{0.99}N層)121B

第1包覆層(n型Al_{0.03}Ga_{0.97}N層)121A

其中：

井層(2層)：10 nm[非摻雜]

障壁層(3層)：12 nm[摻雜濃度(Si)： $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$]

圖4(A)中表示於實施例1之發光元件中自第2電極32流向第1電極31之電流(單位：毫安)與光輸出(單位：毫瓦)之關

係，於圖 4(B)、(C)及(D)中表示自第 2 電極 32 向第 1 電極 31 分別流入 340 毫安、520 毫安、720 毫安時所得之光束之近場圖形(NFP)之照片，且一併表示光束之水平方向(脊狀條紋結構 20A 之寬度方向)之尺寸(寬度)、垂直方向(脊狀條紋結構 20A 之寬度方向)之尺寸(寬度)。又，表示之尺寸(寬度)係相對自積層結構體 20 之光出射端面(第 2 端面)出射之光束之峰值強度變達到 $1/e^2$ 強度時之光束之近場圖形(NFP)之尺寸(寬度)。如圖 4(B)、(C)及(D)所示，於將脊狀條紋結構 20A 之寬方向之尺寸(寬度)設為 LB_X ，脊狀條紋結構 20A 之厚度方向之尺寸(寬度)設為 LB_Y 時， LB_Y/LB_X 之值如下所述，滿足

$0.2 \leq LB_Y/LB_X \leq 1.2$ ，故可獲得近似圓之光束剖面形狀。

又，於積層結構體 20 之光出射端面，自沿著脊狀條紋結構之厚度方向之積層結構體 20 之活性層 23 之中心點至自積層結構體 20 出射之光束之中心點為止之距離 Y_{cc} 如下所述，滿足

$t_1' \leq Y_{cc} \leq t_1$ 。自圖 4(A)可知臨限值電流約為 200 毫安，且光輸出可獲得大致 900 毫瓦。

圖 4(B)： $LB_Y/LB_X = 0.75$

圖 4(C)： $LB_Y/LB_X = 0.74$

圖 4(D)： $LB_Y/LB_X = 0.73$

圖 4(B)： $Y_{cc} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$

圖 4(C)： $Y_{cc} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$

圖 4(D)： $Y_{cc} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$

圖 2(A)中表示具備實施例 1 之發光元件之半導體雷射裝置組裝體之概念圖。圖 2(A)所示之半導體雷射裝置組裝體係外部共振器型。即，實施例 1 之半導體雷射裝置組裝體係包含包括實施例 1 之發光元件之半導體雷射元件 10、透鏡 12、光學濾波器 13、外部鏡 14、及透鏡 15。而且，自雷射光源出射之雷射光係經由光隔離器 16 出射至外部。於作為半導體雷射元件 10 之光出射端面之第 2 端面，形成有例如積層有 1 層二氧化鈦層與 1 層氧化鋁層而成之結構之低反射塗敷層 (AR) 或無反射塗敷層 (AR)。又，於與第 2 端面對向之第 1 端面，形成有高反射塗敷層 (HR)。繼而，外部共振器包含半導體雷射元件之第 1 端面與外部鏡 14，且如上所述，自外部鏡 14 擷取光束。光學濾波器 13 主要使用帶通濾波器，且被插入以控制雷射之振盪波長。由外部共振器長度 Z' 決定光脈波串之重複頻率 f ，並由下式表示。此處， c 係光速， n 係波導之折射率。將外部共振器長度 (Z' ；單位：mm) 之值設為 100 mm。又，出射光束 (光脈波) 之積層結構體 20 之第 2 端面之光反射率為 0.5% 以下 (例如 0.3%)，反射光束 (光脈波) 之積層結構體 20 之第 1 端面之光反射率為例如 85% 以上且未達 100% (例如 95%)。進而，光學濾波器 13 之光透射率為例如 85% 以上且未達 100% (例如為 90%)，半高寬超過 0 nm 且為 2 nm 以下 (例如 1 nm)，峰值波長為 400 nm 以上且 450 nm 以下 (例如 410 nm)，外部鏡 14 之光放射率超過 0% 且未達 100% (例如 20%)。再者，毋庸贅言，以上各類參數值係為一例，亦可進行適當變更。

$$f=c/(2n \cdot Z')$$

或者，即使於圖 2(B)所示之準直型之外部共振器，仍由形成有高反射塗敷層(HR)之半導體雷射元件之端面與外部鏡14構成外部共振器，且自外部鏡14擷取光束。

於圖 3(A)及(B)所示之外部共振器中，由半導體雷射元件之第2端面與外部鏡構成外部共振器，且自半導體雷射元件擷取光束。於第2端面上形成有低反射塗敷層(AR)。又，圖 3(A)所示之例係聚光型，圖 3(B)所示之例係準直型。或者，如圖 3(C)所示，半導體雷射元件亦可為單一積體電路型。

以下，參照基體等之示意性局部剖面圖即圖 5(A)、(B)、圖 6(A)、(B)，說明實施例1之發光元件之製造方法。

[步驟-100]

首先，於基體 20'上，具體而言，於 n 型 GaN 基板之(0001)面上，基於周知之MOCVD法，形成積層結構體 20，該積層結構體 20係依序積層有具有第1導電型(n型)且包含 GaN 系化合物半導體之第1化合物半導體層 21、包含 GaN 系化合物半導體之活性層(發光區域、增益區域)23、及具有與第1導電型不同之第2導電型(p型)且包含 GaN 系化合物半導體之第2化合物半導體層 22而成(參照圖 5(A))。

其次，基於乾式蝕刻法蝕刻第2化合物半導體層 22及活性層 23，進而，於厚度方向上，基於乾式蝕刻法一部分地蝕刻第1化合物半導體層 21(具體而言為第1光導層 121B)，形成脊狀條紋結構 20A。



[步驟-110]

具體而言，首先，於第2化合物半導體層22上形成帶狀之第2電極32。更具體而言，基於真空蒸鍍法將Pd層32A整面地成膜後(參照圖5(B))，於Pd層32A上，基於光微影技術形成帶狀之蝕刻用光阻層。繼而，利用王水將未被蝕刻用光阻層覆蓋之pd層32A去除後，將蝕刻用光阻層去除。以此方式，可獲得圖6(A)所示之結構。再者，亦可基於舉離法於第2化合物半導體層22上形成帶狀之第2電極32。

於將進行第2電極32之圖案化時之第2電極32之蝕刻速率設為 ER_0 ，積體結構體20之蝕刻速率設為 ER_1 時，較理想的是，滿足 $ER_0/ER_1 \geq 1 \times 10$ ，較佳為滿足 $ER_0/ER_1 \geq 1 \times 10^2$ 。可藉由 ER_0/ER_1 滿足如此之關係，而無需蝕刻(或即使蝕刻仍為少量)積層結構體20，便可將第2電極32確實地圖案化。

繼之，將第2電極32作為蝕刻用掩模，基於乾式蝕刻法蝕刻第2化合物半導體層22及活性層23，進而，於厚度方向上，基於乾式蝕刻法一部分地蝕刻第1化合物半導體層21，藉此，形成脊狀條紋結構20A。具體而言，基於使用 Cl_2 氣體之RIE法，將第2電極32用作蝕刻用掩模，蝕刻第2化合物半導體22、活性層23、及第1化合物半導體層21之一部分(具體而言為第1光導層121B之一部分)，藉此，獲得第1光導層121B之一部分121B'。以此方式，可獲得圖6(B)所示之結構。如此般，將圖案化成帶狀之第2電極32用作蝕刻用掩模，以自我對準方式形成脊狀條紋結構

20A，故而，第2電極32與脊狀條紋結構20A之間並未產生對準偏差。

[步驟-120]

其後，將經蝕刻之部分浸漬於酸性溶液、具體而言為磷酸中。於[步驟-110]中，基於乾式蝕刻法蝕刻第2化合物半導體層22、活性層23、及第1化合物半導體層21時，雖有於該等化合物半導體層中產生蝕刻損害之虞，但可藉由將經蝕刻之部分侵入酸性溶液，而去除蝕刻損害，從而可獲得具有高品質及可靠性之積層結構體20。

[步驟-130]

其後，進行積層絕緣膜24之形成、第2電極32上之積層絕緣膜24之去除、第1電極31之形成、基板之劈開等，進而，進行封裝化，藉此，可製作實施例1之發光元件。

再者，亦可繼[步驟-100]之後，並不形成第2電極32而形成脊狀條紋結構20A，繼而，執行[步驟-120]後，形成第2電極32，其後，執行[步驟-130]。

實施例1之發光元件或發光元件之製造方法中，規定有第1光導層之厚度 t_1 ，故可降低光侷限係數，又，光場強度分佈之峰值自活性層向第1光導層移動之結果，可於高輸出動作時降低活性層附近之光密度，故不僅可防止光學性損傷，亦可實現高輸出化之達成。並且，於實施例1中，規定有構成脊狀條紋結構之第1光導層之部分之厚度 t_1' ，故可達成出射之光束之單一模式化。又，使板狀波導之寬度與第1光導層之厚度成為相同程度之結果，可獲得近似

圓之光束剖面形狀，從而於使用透鏡或光纖之應用中不會產生聚光特性劣化等弊端。

[實施例2]

實施例2係實施例1之發光元件之變形，且關於本揭示之發光元件之第2製造方法。具體而言，實施例2係半導體雷射元件，且如圖7(C)中以垂直於發光元件之軸線之虛擬平面切斷時之示意性局部剖面圖所示，於基體20'上形成有2個沿發光元件之軸線方向延伸之凹部25。又，整面地於2個凹部25及由2個凹部25挾持之基體20'之區域26上形成實施例1中說明之積層結構體20。進而，於基體20'之區域26之上方設置第2電極32。

此處，第1化合物半導體層21係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，且

於將由2個凹部25挾持之基體20'之區域26上之第1光導層之厚度設為 t_1 ，積層結構體之總厚設為 T_{Total} ，凹部25之深度設為 D 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1、$$

較佳為

$$8 \times 10^{-7} \text{ m} \leq t_1，且滿足$$

$$(T_{Total} - 0.5 \cdot t_1) \leq D \leq T_{Total}、$$

較佳為

$$(T_{Total} - 0.3 \cdot t_1) \leq D \leq T_{Total}。具體而言，於實施例2中，設為$$

$$t_1 = 1.25 \text{ } \mu\text{m}$$

$$T_{Total} = 4.1 \text{ } \mu\text{m}$$

$D=3.7\text{ }\mu\text{m}$ 。又，使凹部25之寬度為 $20\text{ }\mu\text{m}$ ，由2個凹部25挾持之基體20'之區域26之寬度為 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 。

除以上方面以外，實施例2之發光元件及具備實施例2之發光元件之半導體雷射裝置組裝體具有與實施例1之發光元件及具備實施例1之發光元件之半導體雷射裝置組裝體相同之構成、結構，故詳細之說明予以省略。

以下，參照基體等之示意性局部剖面圖即圖7(A)、(B)、(C)說明實施例2之發光元件之製造方法。

[步驟-200]

首先，於基體20'上，基於周知之光微影技術及乾式蝕刻技術，形成2個沿應製造之發光元件之軸線方向延伸之2個凹部25，獲得由2個凹部25挾持之基體20'之區域26(參照圖7(A))。

[步驟-210]

繼而，於基體20'上，具體而言，於n型Ga_{0.99}N_{0.01}基板之(0001)面上，更具體而言，於2個凹部25及由2個凹部25挾持之基體20'之區域26上，與實施例1之[步驟-100]同樣地，基於周知之MOCVD法，形成積層結構體20，該積層結構體20係依序積層有具有第1導電型(n型)之第1化合物半導體層21、包含化合物半導體之活性層(發光區域、增益區域)23、及具有與第1導電型不同之第2導電型(p型)之第2化合物半導體層22而成(參照圖7(B))。

[步驟-220]

繼而，整面地形成積層絕緣膜24，且基於光微影技術及

乾式蝕刻技術，於應設置第2電極之區域上形成開口部。繼而，於包含開口部內之積層絕緣膜24上形成構成第2電極之金屬材料層後，可藉由光微影技術及乾式蝕刻技術而將金屬材料層圖案化，設置第2電極32。

[步驟-230]

其後，進行第1電極31之形成(參照圖7(C))、基板之劈開等，進而進行封裝化，藉此，可製作實施例2之發光元件。

於實施例2之發光元件之製造方法中，規定有由2個凹部所挾持之基體之區域(即、位於凹部與凹部之間之基體之部分)上之第1光導層之厚度 t_1 ，故而，可於高輸出動作時降低活性層附近之光密度，從而不僅可防止光學性損傷，而且增強光之飽和能增大，可實現高輸出化之達成。並且，於實施例2之發光元件之製造方法中，規定有凹部之深度D，故可達成出射之光束之單一模式化。又，板狀波導之寬度與第1光導層之厚度達到相同程度之結果，可獲得近似圓之光束剖面形狀，由此，使用透鏡或光纖之應用中不會產生聚光特性劣化等弊端。並且，於實施例2中無需為獲得脊狀條紋結構而乾式蝕刻積層結構體，由此可防止積層結構體之可靠性下降。

[實施例3]

實施例3係實施例1之發光元件之變形，且關於本揭示之發光元件之第3製造方法。具體而言，實施例3係半導體雷射元件，且如圖9B中以垂直於發光元件之軸線之虛擬平面

切斷時之示意性局部剖面圖所示，第1化合物半導體層21之第1部分21₁自基體側具有第1包覆層121A及第1光導層121B之第1部分121B₁之積層結構，第1化合物半導體層21之第2部分21₂包含第1光導層121B之第2部分121B₂。而且，於第1光導層121B之第1部分121B₁之頂面上形成有包含SiO₂之成長抑止層27。於將第1光導層121B之第1部分121B₁與第1光導層121B之第2部分121B₂之厚度之合計設為t₁，第1光導層121B之第2部分121B₂之厚度設為t₁'時，滿足 $6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$ 、

較佳為

$8 \times 10^{-7} \text{ m} \leq t_1$ ，且滿足

$0(\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$ 、

較佳為

$0(\text{m}) < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1$ 。具體而言於，實施例3中，設為

$t_1 = 1.25 \text{ } \mu\text{m}$

$t_1' = 0.15 \text{ } \mu\text{m}$ 。

除以上方面以外，實施例3之發光元件及具備實施例3之發光元件之半導體雷射裝置組裝體具有與實施例1之發光元件及具備實施例1之發光元件之半導體雷射裝置組裝體相同之構成、結構，故詳細之說明予以省略。

以下，參照基體等之示意性局部剖面圖之圖8(A)、(B)、圖9(A)及(B)說明實施例3之發光元件之製造方法。

[步驟-300]

首先，於基體20'上形成具有第1導電型之第1化合物半

導體層 21 之第 1 部分 21_1 。具體而言，於基體 20' (具體而言為 n 型 GaN 基板之 (0001) 面) 上，基於周知之 MOCVD 法，形成具有第 1 導電型 (n 型) 且包含 GaN 系化合物半導體之第 1 化合物半導體層 21，具體而言，形成第 1 包覆層 (n 型 AlGaIn 層) 121A 及第 1 光導層 (n 型 GaN 層) 之一部分 121B₁ (參照圖 8(A))。

[步驟-310]

繼而，於第 1 化合物半導體層 21 之第 1 部分 21_1 上，形成露出應形成脊狀條紋結構 20A 之第 1 化合物半導體層 21 之第 1 部分 21_1 (第 1 光導層之一部 121B₁) 之區域之成長抑止層 27。即，於第 1 化合物半導體層 21 之第 1 部分 21_1 上，形成於應形成脊狀條紋結構 20A 之區域上設置有開口部 28 之成長抑止層 27。具體而言，整面地，更具體而言，於第 1 光導層 (n 型 GaN 層) 之一部 121B₁ 之上，基於 CVD 法形成成長抑止層 27。繼而，基於光微影技術及乾式蝕刻技術，於應形成脊狀條紋結構 20A 之成長抑止層 27 之區域上形成開口部 28 (參照圖 8(B))。

[步驟-320]

其後，於開口部 28 之底部中露出之第 1 化合物部半導體層 21 之第 1 部分 21_1 (第 1 光導層之一部 121B₁) 上形成積層結構體 20，該積層結構體 20 係依序積層有第 1 化合物半導體層 21 之第 2 部分 21_2 (第 1 光導層之第 2 部分 121B₂)、包含化合物半導體之活性層 23、及具有與第 1 導電型不同之第 2 導電型之第 2 化合物半導體層 22 而成 (參照圖 9(A))。具體而言，

執行與實施例1之[步驟-100]相同之步驟。於成長抑止層27上，第1化合物半導體層21之第2部分 21_2 等並未成長，或即使成長亦為微量。成長抑止層27上之第1化合物半導體層21之第2部分 21_2 等既可藉由蝕刻法而去除，亦可直接殘留，不會產生問題。

[步驟-330]

繼而，整面地形成積層絕緣膜24，並基於光微影技術及乾式蝕刻技術，於應設置第2電極之積層絕緣膜24之區域形成開口部。繼之，於包含開口部內之積層絕緣膜24形成構成第2電極之金屬材料層後，亦可藉由基於光微影技術及乾式蝕刻技術將金屬材料層圖案化而設置第2電極32。

[步驟-340]

其後，可藉由第1電極31之形成(參照圖9(B))、基板之劈開等，進而進行封裝化，而製作實施例3之發光元件。

於實施例3之發光元件之製造方法中，規定有第1光導層之第1部分與第2部分之厚度之合計 t_1 ，故可降低光侷限係數，又，光場強度分佈之峰值自活性層向第1光導層移動之結果，可於高輸出動作時降低活性層附近之光密度，從而不僅可防止光學性損傷，而且可實現高輸出化之達成。並且，於實施例3之發光元件之製造方法中，規定有第1光導層之第2部分之厚度 t_1' ，故可達成出射之光束之單一模式化。又，板狀波導之寬度與第1光導層之厚度達到相同程度之結果，可獲得近似圓之光束剖面形狀，於使用透鏡或光纖之應用中不會產生聚光特性劣化等弊端。又，即使

於實施例3中，亦無需為獲得脊狀條紋結構而乾式蝕刻積層結構體，故可防止積層結構體20之可靠性下降。

[實施例4]

實施例4係實施例1~實施例3之變形，但將來自雷射光源200之雷射光進行光放大後出射之半導體光放大器(SOA)300係包含實施例4之發光元件。圖10中表示包含半導體光放大器之實施例4之光輸出裝置的概念圖。構成雷射光源200之半導體雷射元件之半導體光放大器300實質上具有與實施例1~實施例3中說明之發光元件相同之構成、結構。

於實施例4之光輸出裝置中，自雷射光源200出射之雷射光係經由光濾波器316、反射鏡317而入射至反射鏡320。經反射鏡320反射之雷射光通過半波長板($\lambda/2$ 波長板)321、透鏡322而入射至半導體光放大器300。再者，光濾波器316係為防止來自半導體300之回光射向雷射光源200而配置。繼而，於半導體光放大器300中經光放大後經由透鏡330出射至系統外。

半導體光放大器300係包含透射型半導體光放大器。而且，半導體光放大器300之光入射端面(第1端面)301及與光入射端面301對向之光出射端面(第2端面)302上形成有低反射塗敷層(AR)。低反射塗敷層(AR)具有積層有1層二氧化鈦層與1層氧化鋁層之結構。自光入射端面301側入射之雷射光於半導體光放大器300之內部進行光放大後，自相反側之光出射端面302輸出。雷射光基本上僅單向導波。

又，實施例4中，雷射光源200包含具備實施例1之發光元件即半導體雷射元件之實施例1之半導體雷射裝置組裝體，且雷射光源200出射之雷射光入射至半導體光放大器300。具體而言，生成入射至半導體光放大器300之雷射光之雷射光源200包含模式同步半導體雷射元件，且模式同步半導體雷射元件出射之脈波光入射至半導體光放大器300。

除以上方面以外，實施例4之發光元件具有與實施例1之發光元件相同之構成、結構，故詳細之說明予以省略。再者，半導體光放大器係包含透射型半導體光放大器，但並非限定於此，例如，其亦可包含單一積體電路型半導體光放大器。

於實施例4中，將脊狀條紋結構20A之長度及寬度分別設為3.0 mm、2.2 μm 。而且，使波長399 nm、重複頻率1 GHz、光脈波寬度2.1微微秒、入射光平均功率5.3毫瓦之模式同步光脈波光入射至實施例4之半導體光放大器300後，如圖11所示，使放大器驅動電流(自第2電極32流向第1電極31之電流)為2.8安時，可獲得800毫瓦以上之平均輸出。無論脊狀條紋結構20A之寬度為2.2 μm 左右較狹窄者，皆獲得遠大於先前之半導體光放大器之平均光輸出為400毫瓦之放大特性，且可確認為單一模式。

[實施例5]

實施例5係實施例1~實施例4之變形。如圖12中示意性之局部剖面圖所示，於實施例5之發光元件中，第1化合物半

導體層 21 係自基體 20' 側具有第 1 包覆層 121A 及第 1 光導層 121b₁、121b₂ 之積層結構，且第 1 光導層 121b₁、121b₂ 之內部形成有高折射率層 29，該高折射率層 29 包含具有比構成第 1 化合物半導體層 21 之化合物半導體材料之折射率高之折射率之化合物半導體材料，具體而言，包含厚度 50 nm 之包含 In_{0.02}Ga_{0.98}N。使自活性層 23 與上層之第 1 光導層 121b₂ 之界面至上層之第 1 光導層 121b₂ 與高折射率層 29 之界面為止之距離為 0.35 μm。此時，於將構成第 1 光導層 121b₁、121b₂ 之化合物半導體材料之折射率設為 n_{G-1}，構成高折射率層 29 之化合物半導體材料之折射率設為 n_{HR}，構成活性層 23 之化合物半導體材料之平均折射率設為 n_{Ac} 時，滿足

$0.01 \leq n_{HR} - n_{G-1} \leq 0.1$ ，且滿足

$n_{HR} \leq n_{Ac}$ 。具體而言為

$n_{HR} = 2.547$

$n_{G-1} = 2.520$

$n_{Ac} = 2.620$ 。

以上，基於較佳之實施例說明了本揭示，但本揭示並非限定於該等實施例。實施例中說明之發光元件、半導體雷射元件、半導體雷射裝置組裝體、半導體光放大器、光輸出裝置、雷射光源之構成、結構之構成係為例示，可進行適當變更。又，於實施例中表示有各種值，但該等亦為例示，例如，若改變所使用之發光元件之規格，則理應出現變化。例如，發光元件之軸線與脊狀條紋結構之軸線既可

為以特定角度相交之構成，亦可使脊狀條紋結構之平面形狀為錐狀。

又，於實施例3中，於第1光導層之第1部分之頂面形成有成長抑止層，但亦可取而代之，以挾持應形成第1光導層之第1部分之區域之方式，形成帶狀之2個成長抑止層。

於實施例中，將發光元件設置於n型Ga_{0.99}N基板之作為極性面之C面、{0001面}上，但亦可取而代之，於作為{11-20}面之A面、作為{1-100}面之M面、{1-102}面之類的無極性面上，或包含{11-24}面或{11-22}面之{11-2n}面、{10-11面}、{10-12}面之類的半極性面上設置發光元件，藉此，即使發光元件之活性層上產生壓電極化或自發極化之情形時，活性層之厚度方向上不會產生壓電極化，而於與活性層之厚度方向呈大致直角之方向上產生壓電極化，故可排除壓電極化及自發極化造成之不良影響。再者，{11-2n}面係指大致相對C面呈40度之無極性面。

再者，本揭示亦可採取如下構成。

[1]《發光元件》

一種發光元件，其具備：

積層結構體，其係於基體上依序積層有具有第1導電型之第1化合物半導體層、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成；

第2電極，其形成於第2化合物半導體層上；及

第1電極，其電性連接於第1化合物半導體層；

第1化合物半導體層係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，

積層結構體具有包含第2化合物半導體層、活性層及第1光導層之厚度方向之一部分構成之脊狀條紋結構，

於將第1光導層之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構之第1光導層之部分之厚度設為 t_1' 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$$

$$0(\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1。$$

[2]

如[1]揭示之發光元件，其滿足

$$t_1 \leq 3 \times 10^{-6} \text{ m}。$$

[3]

如[1]或[2]揭示之發光元件，其出射單一模式之光束。

[4]

如[1]至[3]中任一項揭示之發光元件，其中

於將自積層結構體之光輸出端面出射之光束之脊狀條紋結構之寬度方向之尺寸設為 LB_x ，脊狀條紋結構之厚度方向之尺寸設為 LB_y 時，滿足

$$0.2 \leq LB_y/LB_x \leq 1.2。$$

[5]

如[1]至[4]中任一項揭示之發光元件，其中

於積層結構體之光出射端面，自沿著脊狀條紋結構之厚度方向之積層結構體之活性層中心點至自積層結構體出射之光束之中心點為止之距離 Y_{cc} 滿足

$$t_1' \leq Y_{cc} \leq t_1。$$

[6]

如[1]至[5]中任一項揭示之發光元件，其包含半導體雷射元件。

[7]

如[1]至[5]中任一項揭示之發光元件，其包含半導體光放大器。

[8]

如[1]至[7]中任一項揭示之發光元件，其中

於第1光導層內形成有高折射率層，該高折射率層係包含具有比構成第1光導層之化合物半導體材料之折射率高之折射率之化合物半導體材料。

[9]

如[8]揭示之發光元件，其中

於將構成第1光導層之化合物半導體材料之折射率設為 n_{G-1} ，構成高折射率層之化合物半導體材料之折射率設為 n_{HR} 時，滿足

$$0.01 \leq n_{HR} - n_{G-1} \leq 0.1。$$

[10]

如[1]至[9]中任一項揭示之發光元件，其中

第2化合物半導體層自基體側具有第2光導層及第2包覆層之積層結構，且

第1光導層之厚度大於第2光導層之厚度。

[11]

如[1]至[10]中任一項揭示之發光元件，其中

第1化合物半導體層、活性層及第2化合物半導體層包含GaN系化合物半導體。

[12]《發光元件之第1製造方法》

一種發光元件之製造方法，其包含以下步驟：

於基體上形成依序積層有具有第1導電型之第1化合物半導體層、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成之積層結構體後；

基於乾式蝕刻法蝕刻第2化合物半導體層及活性層，進而於厚度方向上，基於乾式蝕刻法一部分地蝕刻第1化合物半導體層，形成脊狀條紋結構；繼而

將經蝕刻之部分浸漬於酸性溶液或鹼性溶液中；

第1化合物半導體層係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，

脊狀條紋結構係包含第2化合物半導體層、活性層、及第1光導層之厚度方向之一部分，

於將第1光導層之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構之第1光導層之部分之厚度設為 t_1' 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$$

$$0(\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1。$$

[13]《發光元件之第2製造方法》

一種發光元件之製造方法，其包含以下步驟：

於基體上形成沿著應製造之發光元件之軸線方向延伸之

2個凹部，獲得由2個凹部挾持之基體之區域後；

於基體上形成積層結構體，該係積層結構體依序積層有具有第1導電型之第1化合物半導體層、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成；

第1化合物半導體層係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，

於將由2個凹部挾持之基體之區域上之第1光導層之厚度設為 t_1 ，積層結構體之總厚設為 T_{Total} ，凹部之深度設為 D 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$$

$$(T_{Total} - 0.5 \cdot t_1) \leq D \leq T_{Total}。$$

[14]《發光元件之第3製造方法》

一種發光元件之製造方法，其包含以下步驟：

於基體上形成具有第1導電型之第1化合物半導體層之第1部分後；

於第1化合物半導體層之第1部分上，形成露出有應形成脊狀條紋結構之第1化合物半導體層之第1部分區域之成長抑止層；繼而

於開口部之底部中露出之第1化合物半導體層之第1部分上形成積層結構體，該積層結構體係依序積層有第1化合物半導體層之第2部分、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層；

第1化合物半導體層之第1部分係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之第1部分之積層結構，第1化合物半導體層之第2部分係包含第1光導層之第2部分，且

於將第1光導層之第1部分與第1光導層之第2部分之厚度合計設為 t_1 ，第1光導層之第2部分之厚度設為 t_1' 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$$

$$0(\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1。$$

[15]

如[14]揭示之發光元件之製造方法，其中

成長抑止層係包含選自由 SiO_2 、 Al_2O_3 、 AlN 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 及 AlGaInN 所組成之群中之至少一種材料層。

[16]

如[12]至[15]中任一項之發光元件之製造方法，其中

於第1光導層內形成有高折射率層，該高折射率層係包含具有比構成第1光導層之化合物半導體材料之折射率高之折射率之化合物半導體材料。

[17]

如[16]揭示之發光元件之製造方法，其中

於將構成第1光導層之化合物半導體材料之折射率設為 n_{G-1} ，構成高折射率層之化合物半導體材料之折射率設為 n_{HR} 時，滿足

$$0.01 \leq n_{HR} - n_{G-1} \leq 0.1。$$

【圖式簡單說明】

圖1係實施例1之發光元件之以垂直於發光元件之軸線之

虛擬平面切斷時之示意性之局部剖面圖。

圖 2(A)及(B)係具備實施例 1 之發光元件之半導體雷射裝置組裝體之概念圖。

圖 3(A)、(B)及(C)係具備實施例 1 之發光元件之另一半導體雷射裝置組裝體之概念圖。

圖 4(A)係表示於實施例 1 之發光元件自第 2 電極流向第 1 電極之電流與光輸出之關係的圖表，且圖 4(B)、(C)及(D)係電流自第 2 電極流向第 1 電極時所得之光束之照片。

圖 5(A)及(B)係用於說明實施例 1 之發光元件之製造方法之以垂直於發光元件之軸線之虛擬平面切斷時之基體等之示意性局部剖面圖。

圖 6(A)及(B)係繼圖 5(B)之後用於說明實施例 1 之發光元件之製造方法之以垂直於發光元件之軸線之虛擬平面切斷時之基體等之示意性局部剖面圖。

圖 7(A)、(B)及(C)係用於說明實施例 2 之發光元件之製造方法之以垂直於發光元件之軸線之虛擬平面切斷時之基體等之示意性局部剖面圖。

圖 8(A)及(B)係用於說明實施例 3 之發光元件之製造方法之以垂直於發光元件之軸線之虛擬平面切斷時之基體等之示意性局部剖面圖。

圖 9(A)及(B)係繼圖 8(B)之後用於說明實施例 1 之發光元件之製造方法之以垂直於發光元件之軸線之虛擬平面切斷時之基體等之示意性局部剖面圖。

圖 10 係包含作為實施例 4 之發光元件之半導體光放大器

之光輸出裝置的概念圖。

圖 11 係表示實施例 4 之發光元件自第 2 電極流向第 1 電極之電流與輸出光之關係的圖表。

圖 12 係實施例 5 之發光元件之以垂直於發光元件之軸線之虛擬平面切斷時之示意性局部剖面圖。

圖 13(A) 及 (B) 係分別表示構成半導體雷射元件或半導體光放大器之 n 型光導層之厚度與光局限係數之關係、及 n 型光導層之厚度與遠場圖形之半高寬之關係的圖表。

圖 14 係表示先前之半導體雷射元件中若 n 型光導層之厚度超過 6 μm ，則光束變為多光束形狀而非單一模式的近場圖形。

【主要元件符號說明】

10	半導體雷射元件
12	透鏡
13	光學濾波器
14	外部鏡
15	透鏡
16	光隔離器
20'	基體
20	積層結構體
20A	脊狀條紋結構
21	第 1 化合物半導體層
21 ₁	第 1 化合物半導體層 21 之第 1 部分
21 ₂	第 1 化合物半導體層 21 之第 2 部分

22	第2化合物半導體層
23	活性層
24	積層絕緣膜
25	凹部
27	成長抑止層
28	開口部
29	高折射率層
31	第1電極
32	第2電極
32A	Pd層
121A	第1包覆層
121B	第1光導層
121B'	第1光導層之一部分
121B ₁	第1光導層121B之第1部分
121B ₂	第1光導層121B之第2部
121b ₁	第1光導層
121b ₂	第1光導層
122A	p型AlGa _N 電子障壁層
122B	第2光導層
122C	第2包覆層
122D	p型Ga _N 接觸層
200	雷射光源
300	半導體光放大器
301	光入射端面

302	光出射端面(第2端面)
316	光濾波器
317	反射鏡
320	反射鏡
321	半波長板($\lambda/2$ 波長板)
322	透鏡
330	透鏡
AR	低反射塗敷層
t_1 、 t_1'	厚度

七、申請專利範圍：

1. 一種發光元件，其包含：

積層結構體，其係於基體上依序積層有具有第1導電型之第1化合物半導體層、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成；

第2電極，其係形成於第2化合物半導體層上；及

第1電極，其係電性連接於第1化合物半導體層；

第1化合物半導體層係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，

積層結構體係具有包含第2化合物半導體層、活性層及第1光導層之厚度方向之一部分之脊狀條紋結構，

於將第1光導層之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構之第1光導層之部分之厚度設為 t_1' 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$$

$$0(\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1。$$

2. 如請求項1之發光元件，其滿足 $t_1 \leq 3 \times 10^{-6} \text{ m}$ 。

3. 如請求項1之發光元件，其出射單一模式之光束。

4. 如請求項1之發光元件，其中於將自積層結構體之光出射端面出射之光束之脊狀條紋結構之寬度方向之尺寸設為 LB_x ，脊狀條紋結構之厚度方向之尺寸設為 LB_y 時，滿足 $0.2 \leq LB_y/LB_x \leq 1.2$ 。

5. 如請求項1之發光元件，其中於積層結構體之光出射端面，自沿著脊狀條紋結構之厚度方向之積層結構體中之

活性層中心點至自積層結構體出射之光束之中心點為止之距離 Y_{cc} 滿足 $t_1' \leq Y_{cc} \leq t_1$ 。

6. 如請求項1之發光元件，其中包含半導體雷射元件。
7. 如請求項1之發光元件，其中包含半導體光放大器。
8. 如請求項1之發光元件，其中於第1光導層內形成有高折射率層，該高折射率層包含具有比構成第1光導層之化合物半導體材料之折射率高之折射率之化合物半導體材料。
9. 如請求項8之發光元件，其中於將構成第1光導層之化合物半導體材料之折射率設為 n_{G-1} ，構成高折射率層之化合物半導體材料之折射率設為 n_{HR} 時，滿足 $0.01 \leq n_{HR} - n_{G-1} \leq 0.1$ 。
10. 如請求項1之發光元件，其中第2化合物半導體層係自基體側具有第2光導層及第2包覆層之積層結構，且
第1光導層之厚度大於第2光導層之厚度。
11. 如請求項1之發光元件，其中第1化合物半導體層、活性層、及第2化合物半導體層係包含 GaN 系化合物半導體。
12. 一種發光元件之製造方法，其包含以下步驟：

於基體上形成依序積層具有第1導電型之第1化合物半導體層、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成之積層結構體後；

基於乾式蝕刻法蝕刻第2化合物半導體層及活性層，進而於厚度方向上，基於乾式蝕刻法一部分地蝕刻第1

化合物半導體層，形成脊狀條紋結構；繼而

將經蝕刻之部分浸漬於酸性溶液或鹼性溶液中；

第1化合物半導體層係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，

脊狀條紋結構係包含第2化合物半導體層、活性層、及第1光導層之厚度方向之一部分，

於將第1光導層之厚度設為 t_1 ，構成脊狀條紋結構之第1光導層之部分之厚度設為 t_1' 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$$

$$0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1。$$

13. 一種發光元件之製造方法，其包含以下步驟：

於基體上形成沿著應製造之發光元件之軸線方向延伸之2個凹部，獲得由2個凹部挾持之基體之區域後；

於基體上形成依序積層具有第1導電型之第1化合物半導體層、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成之積層結構體；

第1化合物半導體層係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之積層結構，

於將由2個凹部所挾持之基體之區域上之第1光導層之厚度設為 t_1 ，積層結構體之總厚設為 T_{Total} ，凹部之深度設為 D 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$$

$$(T_{\text{Total}} - 0.5 \cdot t_1) \leq D \leq T_{\text{Total}}。$$

14. 一種發光元件之製造方法，其包含以下步驟：

於基體上形成具有導電型之第1化合物半導體層之第1部分後；

於第1化合物半導體層之第1部分上，形成露出有應形成脊狀條紋結構之第1化合物半導體層之第1部分區域之成長抑止層；繼而

在露出於開口部之底部之第1化合物半導體層之第1部分上，形成依序積層第1化合物半導體層之第2部分、包含化合物半導體之活性層、及具有與第1導電型不同之第2導電型之第2化合物半導體層而成之積層結構體；

第1化合物半導體層之第1部分係自基體側具有第1包覆層及第1光導層之第1部分之積層結構，第1化合物半導體層之第2部分包含第1光導層之第2部分，

於將第1光導層之第1部分與第1光導層之第2部分之厚度合計設為 t_1 ，第1光導層之第2部分之厚度設為 t_1' 時，滿足

$$6 \times 10^{-7} \text{ m} < t_1$$

$$0(\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1。$$

15. 如請求項14之發光元件之製造方法，其中成長抑止層係包含選自由 SiO_2 、 Al_2O_3 、 AlN 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 及 AlGaInN 組成之群中之至少一種材料層。

16. 如請求項12至請求項14中任一項之發光元件之製造方法，其中於第1光導層內形成有高折射率層，該高折射率層係包含具有比構成第1光導層之化合物半導體材料

之折射率高之折射率之化合物半導體材料。

17. 如請求項16之發光元件之製造方法，其中於將構成第1光導層之化合物半導體材料之折射率設為 n_{G-1} ，構成高折射率層之化合物半導體材料之折射率設為 n_{HR} 時，滿足 $0.01 \leq n_{HR} - n_{G-1} \leq 0.1$ 。

八、圖式：

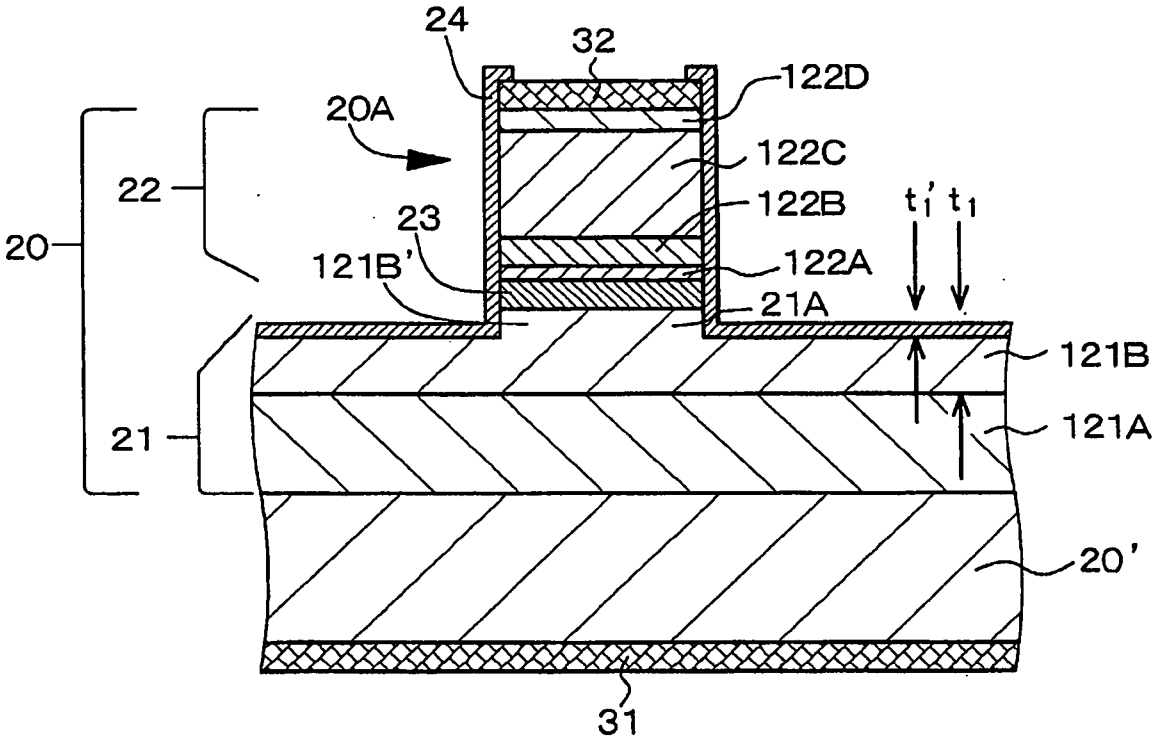


圖 1

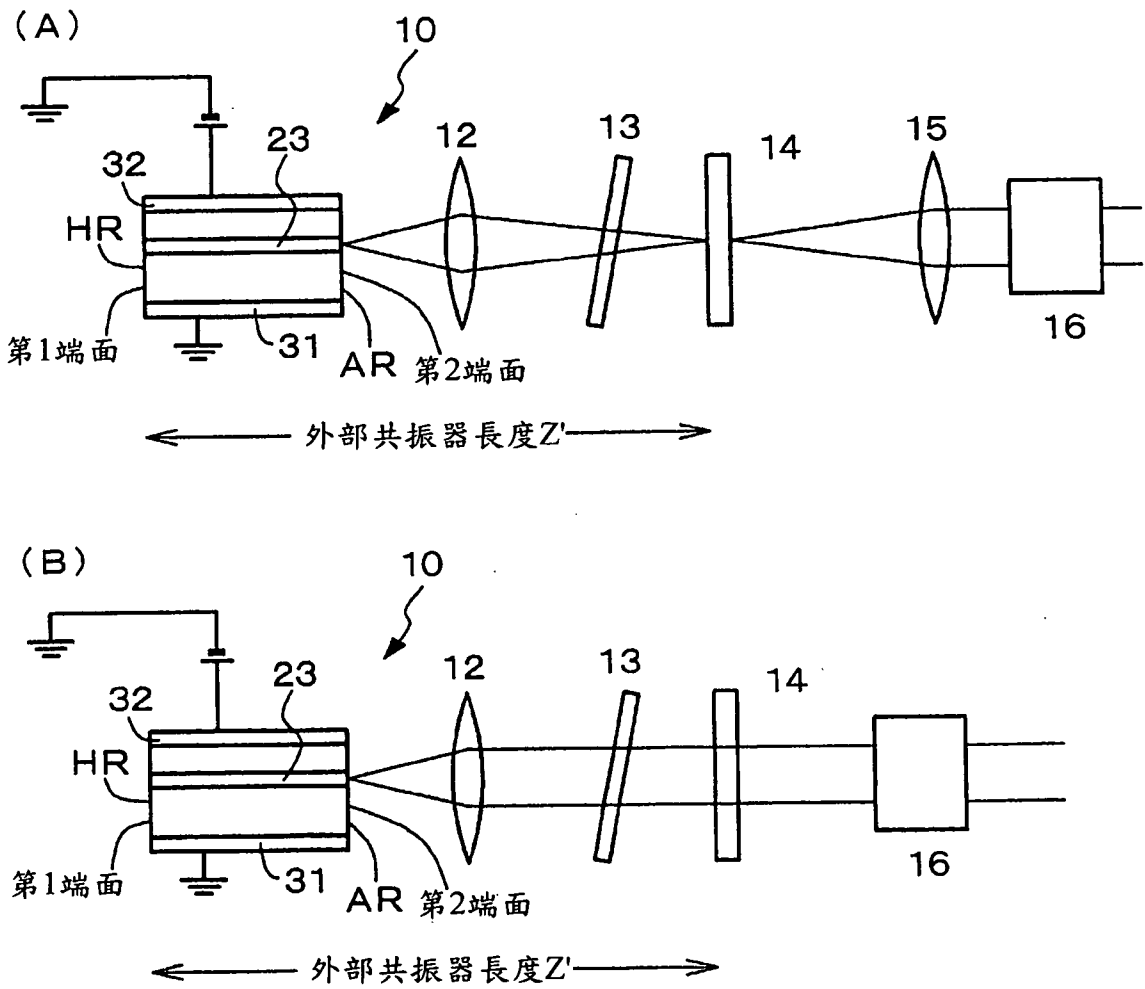


圖 2

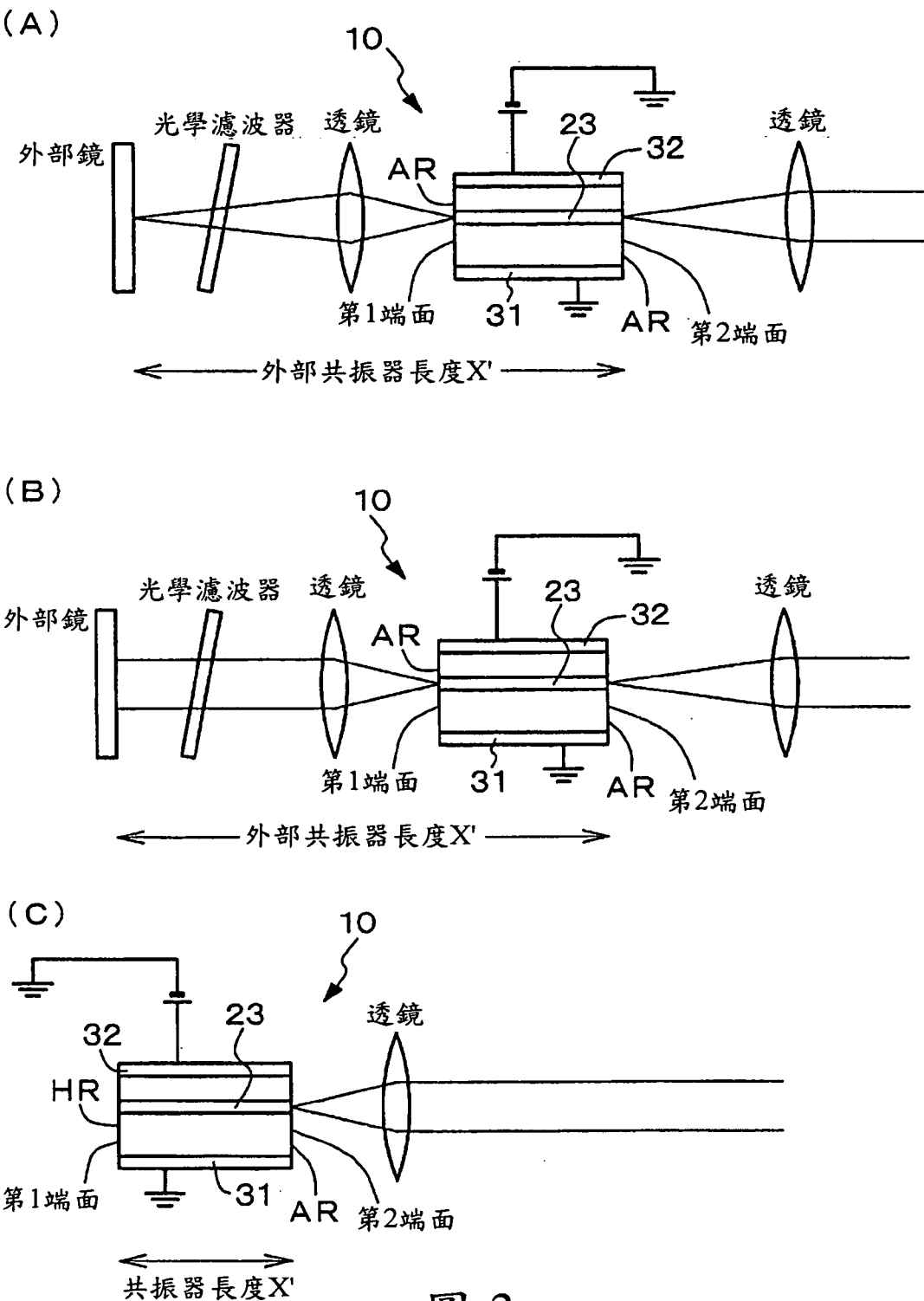


圖 3

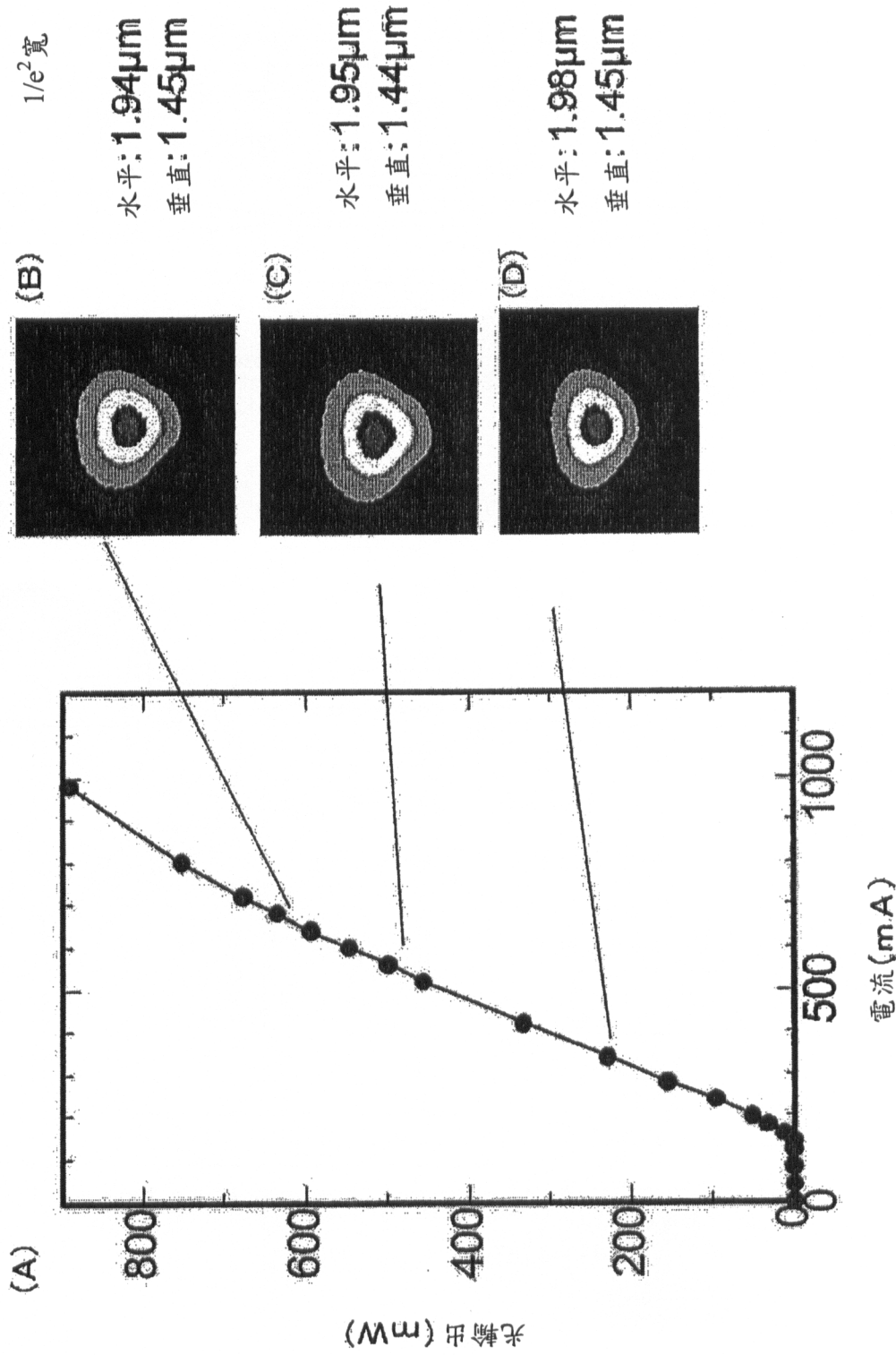


圖 4

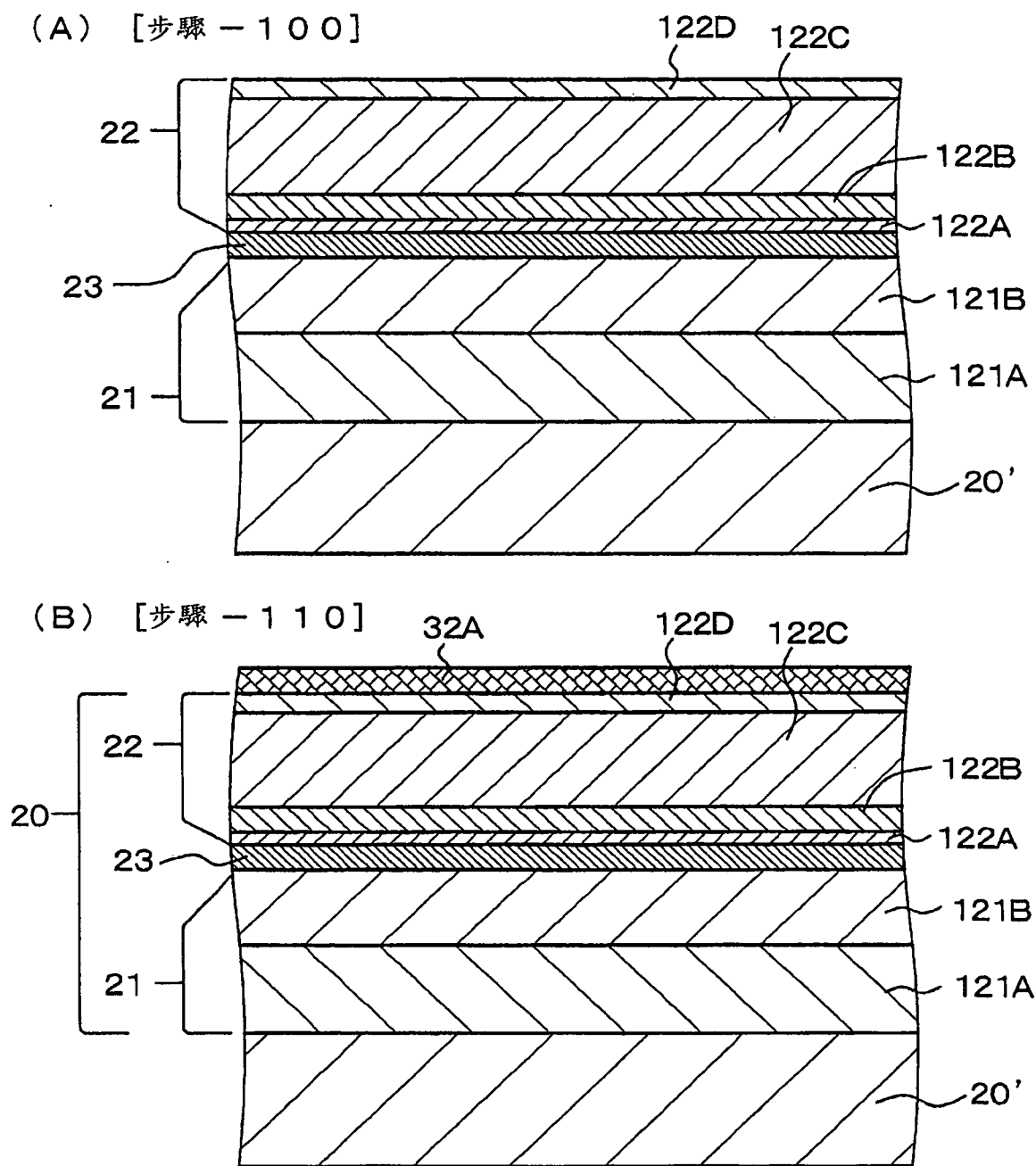


圖 5

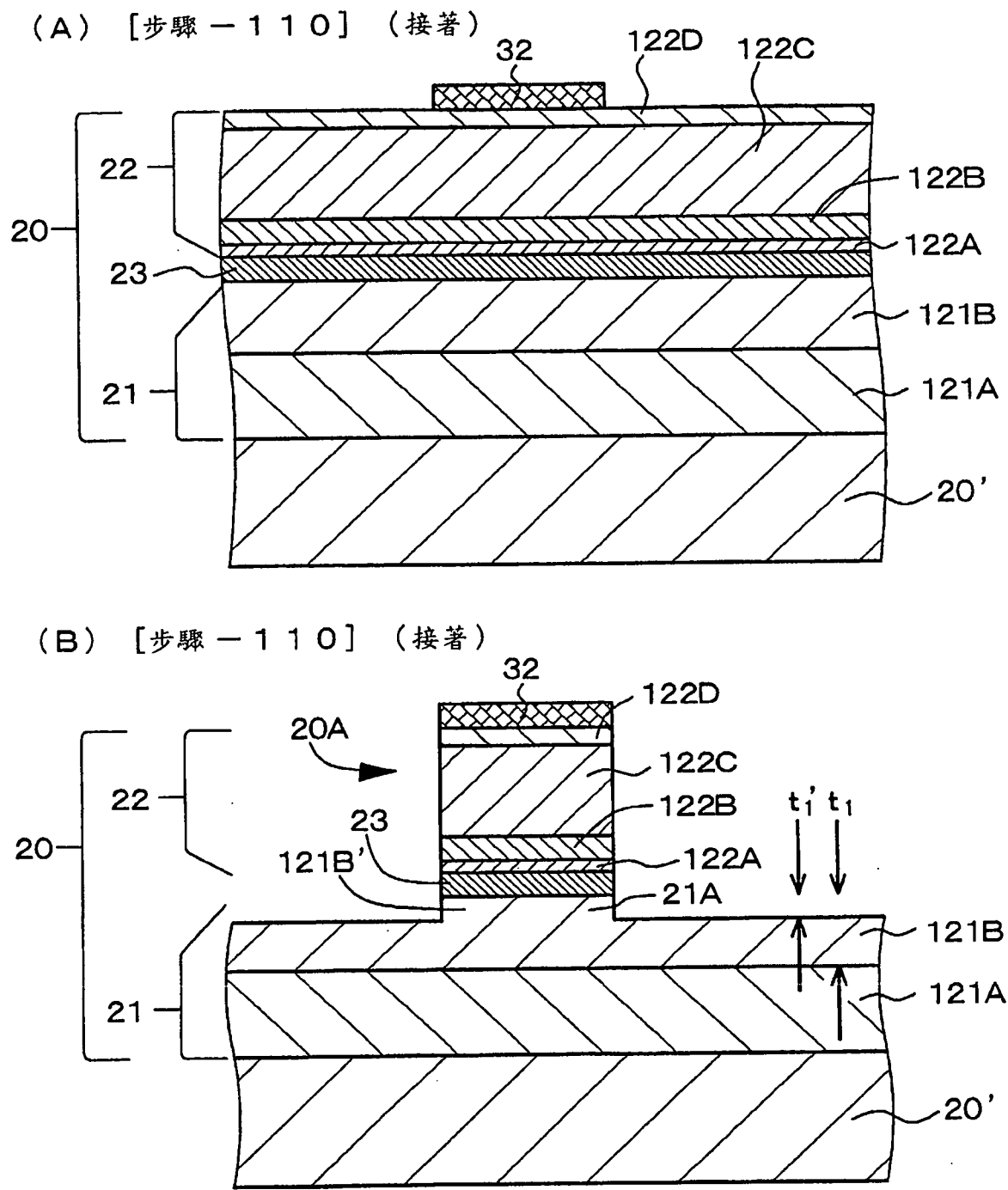
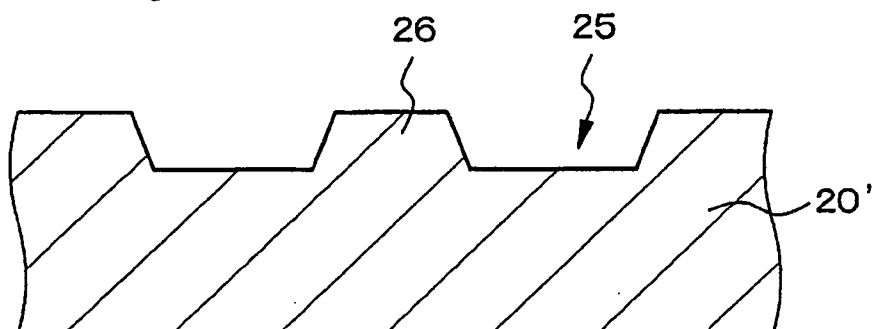
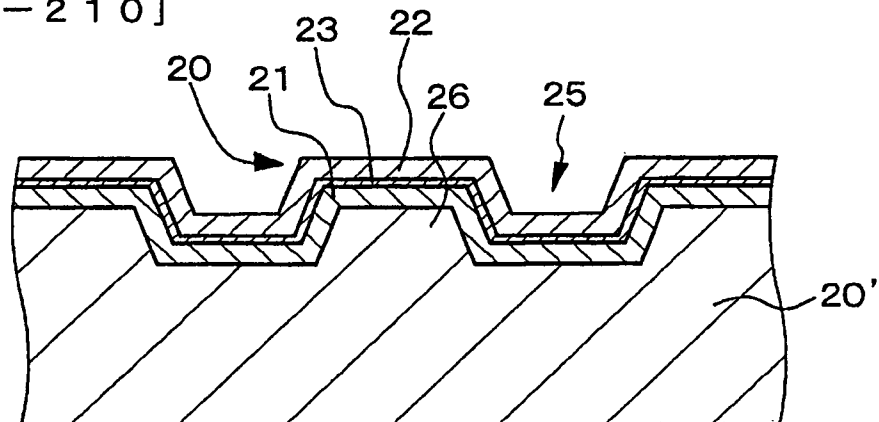


圖 6

(A) [步驟-200]



(B) [步驟 - 2 1 0]



(C) [步驟 - 230]

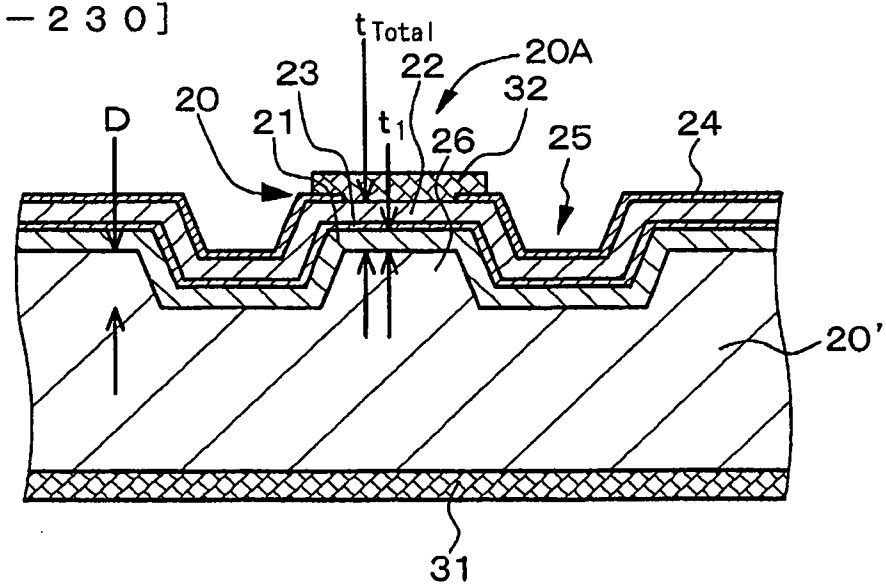
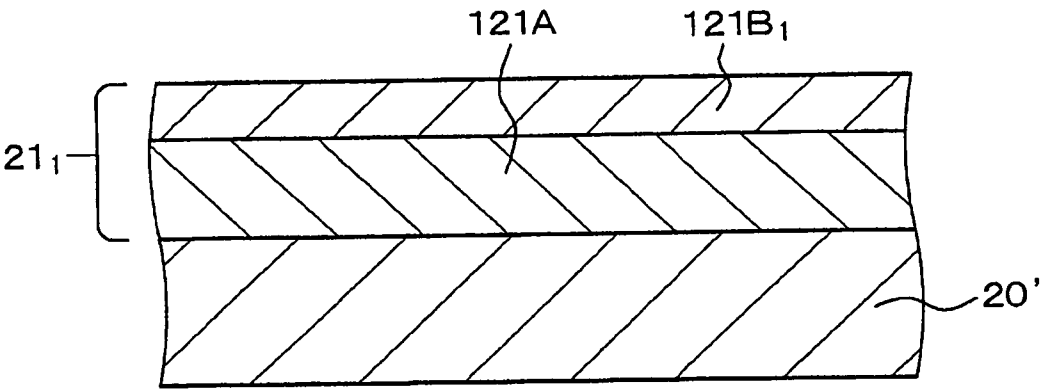


圖 7

(A) [步驟 - 3 0 0]



(B) [步驟 - 3 1 0]

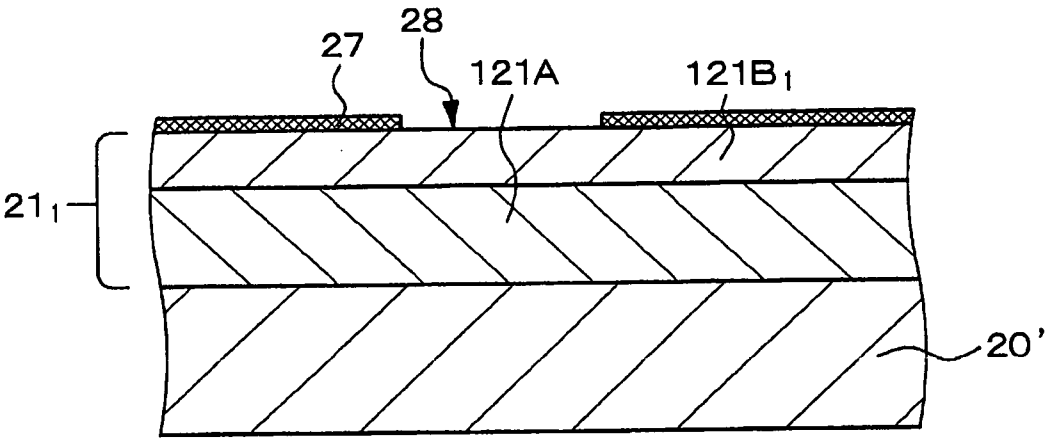


圖 8

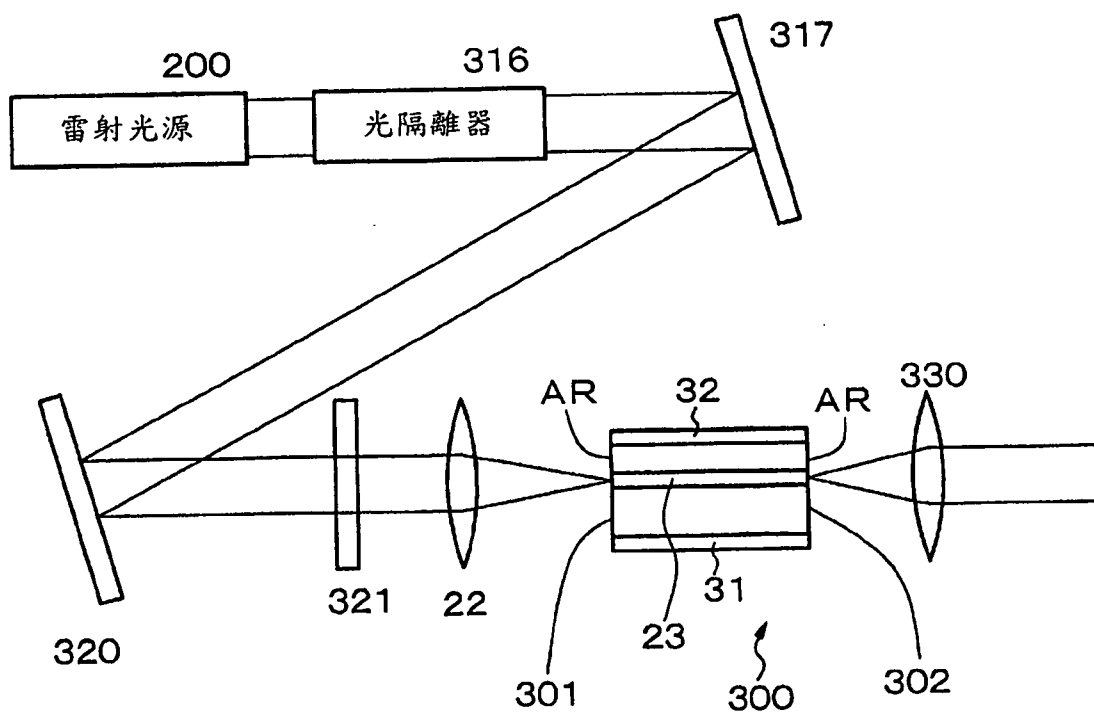


圖 10

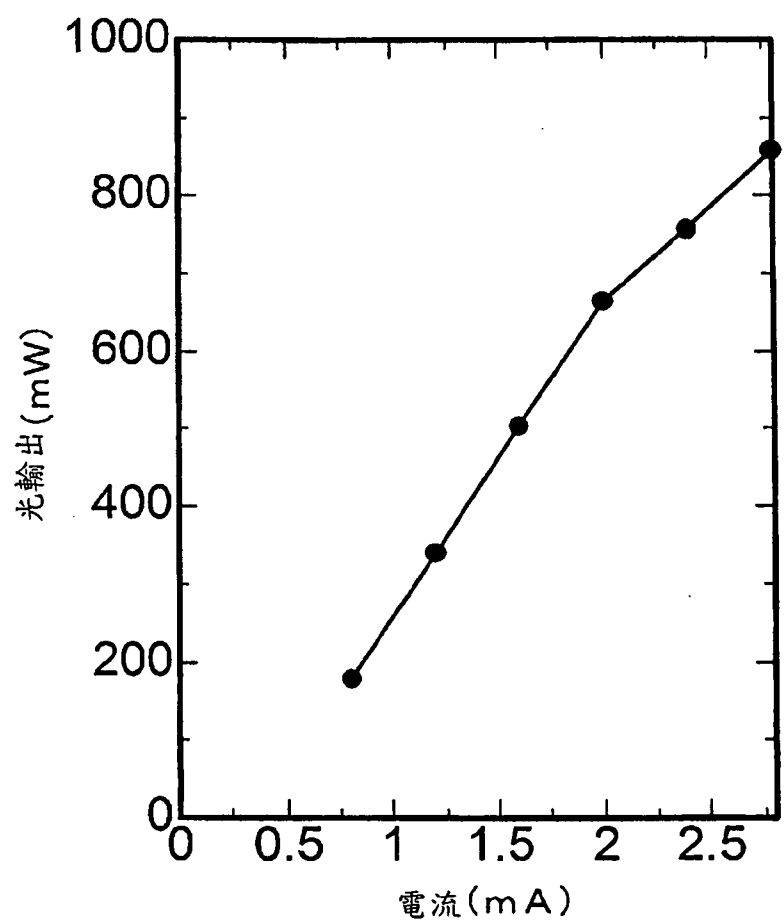


圖 11

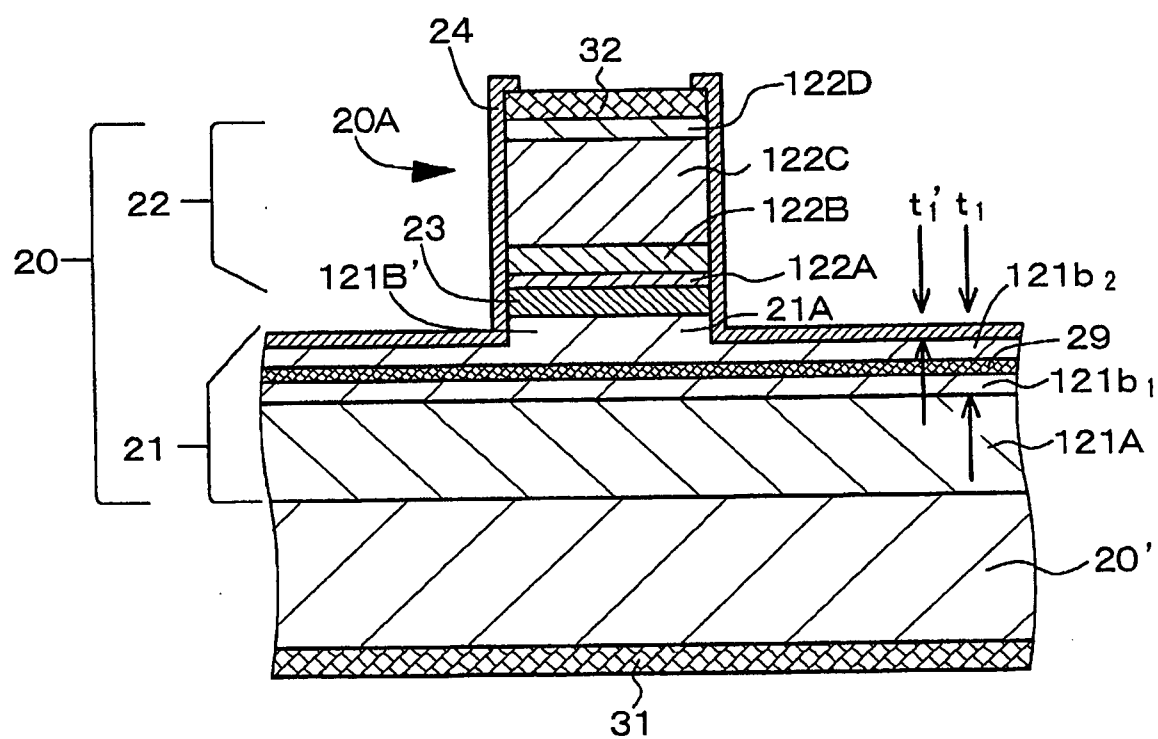


圖 12

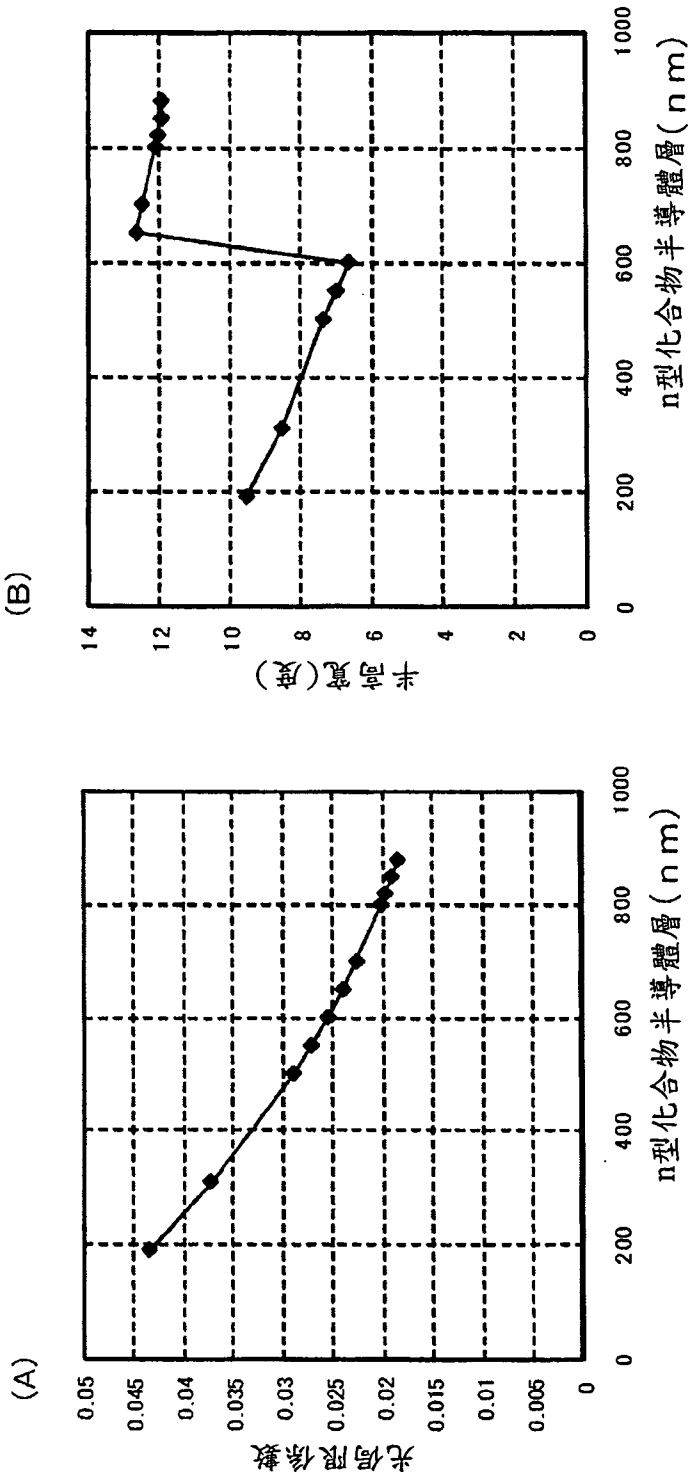


圖 13

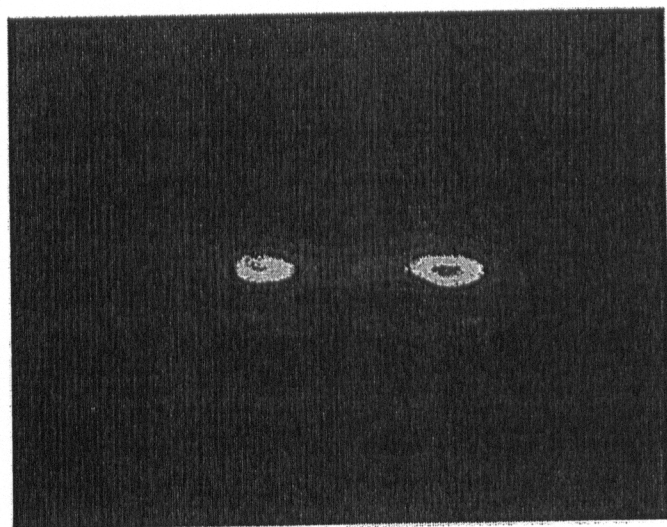


圖 14