

發明專利說明書

公告本

767329

(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：96131129

※申請日期：96年08月22日

※IPC分類：H01S5/83 2006.01.

B41J2/455 2006.01.

一、發明名稱：

(中) 表面發光雷射陣列，光學掃描裝置，及成像裝置

(英) Surface-emitting laser array, optical scanning device, and image forming device

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 理光股份有限公司

(英) RICOH COMPANY, LTD.

代表人：(中) 1. 石島尙

(英) 1. ISHIJIMA, HISASHI

地 址：(中) 日本國東京都大田區中馬込一丁目三番六號

(英) 3-6, Naka-Magome 1-chome, Ota-ku, Tokyo-to, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 4 人)

1. 姓 名：(中) 佐藤俊一

(英) SATO, SHUNICHI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 伊藤彰浩

(英) ITOH, AKIHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 菅原悟

(英) SUGAWARA, SATORU

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

4. 姓 名：(中) 庄子浩義

國 籍：(英) SHOUJI, HIROYOSHI
(中) 日本
(英) JAPAN

四、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 | ； 2006/08/23 | ； 2006-226561 | ☒ 有主張優先權 |
| 2. 日本 | ； 2006/08/23 | ； 2006-226562 | ☒ 有主張優先權 |
| 3. 日本 | ； 2007/05/22 | ； 2007-134856 | ☒ 有主張優先權 |

五、中文發明摘要

發明之名稱：表面發光雷射陣列，光學掃描裝置，及成像裝置

一種表面發光雷射陣列係包括複數個表面發光雷射元件。各表面發光雷射元件包括：第一反射層，形成在基板上；共振器，與該第一反射層接觸而形成，並含有活性層；以及第二反射層，形成在該第一反射層上方，並與該共振器接觸。該第二反射層含有選擇性氧化層。該第一反射層在該活性層側上至少含有低折射率層，該低折射率層的氧化率等於或大於該第二反射層中所含有之選擇性氧化層的氧化率。該共振器是由至少含有 In 的 AlGaInPAs 系材料所製成。台面結構的底部位於該選擇性氧化層下方和該第一反射層上方。

六、中文發明摘要

發明之名稱：SURFACE-EMITTING LASER ARRAY, OPTICAL SCANNING DEVICE, AND IMAGE FORMING DEVICE

A surface-emitting laser array includes a plurality of surface-emitting laser elements. Each surface-emitting laser element includes a first reflection layer formed on a substrate, a resonator formed in contact with the first reflection layer and containing an active layer, and a second reflection layer formed over the first reflection layer and in contact with the resonator. The second reflection layer contains a selective oxidation layer. The first reflection layer contains on the active layer side at least a low refractive index layer having an oxidation rate equivalent to or larger than an oxidation rate of a selective oxidation layer contained in the second reflection layer. The resonator is made of an AlGaInPAs base material containing at least In. A bottom of a mesa structure is located under the selective oxidation layer and over the first reflection layer.

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (2) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 1：表面發光雷射元件
- 101：基板
- 102、106：反射層
- 103、105：共振器間隔物層
- 104：活性層
- 107：選擇性氧化層
- 107a：非氧化區
- 107b：氧化區
- 108：接觸層
- 109：SiO₂ 層
- 110：絕緣樹脂
- 111：p 型電極
- 112：n 型電極

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

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於表面發光雷射陣列、包括該表面發光雷射陣列的光學掃描裝置、以及包括該表面發光雷射陣列的成像裝置。

【先前技術】

在整合有表面發光雷射元件的表面發光雷射陣列中，在動作時之各表面發光雷射元件的輸出會因收到周圍表面發光雷射元件的熱所造成的溫度上升而下降，且該表面發光雷射陣列的壽命可能會縮短。

爲了排除此問題，必須改善熱散逸特性。舉例來說，應針對位於主要熱散逸側的半導體布拉格反射器使用具有高導熱性的材料。在可被用於 GaAs 基板上的表面發光雷射元件之半導體布拉格反射器的材料之中，AlAs 爲具有最高導熱性的合適材料。

然而，有一種情況是將其蝕刻爲台面結構的形狀，以在電氣上或空間上將表面發光雷射元件與周圍部份分開。在此情況中，雖然不必蝕刻到配置於基板側上的下半導體布拉格反射器，但仍由於蝕刻之控制性的問題而藉由假設蝕刻底部觸及下半導體布拉格反射器來進行設計。

舉例來說，在氧化型表面發光雷射元件的情況中，必須蝕刻的比選擇性氧化層更深以執行選擇性氧化。爲了阻止電流發散，通常會將選擇性氧化層配置在 p 型半導體布

拉格反射器（或是配置在活性層上方的半導體布拉格反射器）的活性層附近，或是自活性層起第一至第五節點（雷射光束之場強度分佈中的節點）的位置。

然而，由於蝕刻深度之可控制性的問題，會難以將蝕刻底部控制為比選擇性氧化層深卻又不觸及下半導體布拉格反射器。

為了控制整個晶圓表面上的蝕刻深度，不僅必須控制蝕刻時間，亦必須使晶圓表面中的蝕刻均勻，以及使結晶生長層的厚度分佈均勻。實際上，非常難以使台面蝕刻比選擇性氧化層深卻又不觸及下半導體布拉格反射器。

為解決該問題，日本專利申請案公開第 2002-164621 號係揭示將下半導體布拉格反射器分為兩層。在日本專利申請案公開第 2002-164621 號的雷射陣列中，該兩下半導體布拉格反射器層的基板側者是由 AlAs 所製成的主折射率層。AlAs 的導熱性比 AlGaAs 的導熱性大很多。另一方面，活性層側之反射器層是由習用之 AlGaAs 所製成。

然而，在表面發光雷射陣列的情況中，會因其他額外的原因而更難以在晶圓表面內執行均勻的台面蝕刻。若為了執行高密度的陣列配置而縮減表面發光雷射元件的元件間間隙，則元件間間隙之蝕刻深度和表面發光雷射陣列周圍的平坦部份之蝕刻深度之間的差 Δd 會變大。另外，蝕刻組態中會產生裙部。較佳係選擇性氧化層不由該裙部開始，以便嚴格控制氧化緊縮尺寸。

然而，若以選擇性氧化層不由裙部開始的方式執行蝕

刻，則表面發光雷射陣列周圍的平坦部份中之蝕刻底部會進入下半導體布拉格反射器。

由於下半導體布拉格反射器的低折射率層的厚度通常大於選擇性氧化層的厚度，若此兩層具有相同的組成，則低折射率層的氧化率會比選擇性氧化層的氧化率快。

若下半導體布拉格反射器之低折射率層的氧化率比選擇性氧化層的氧化率快，則整個低折射率層會提早氧化，且無法執行電流注入。

為避免此問題，無法將 AlAs 用來做為位於接近下半導體布拉格反射器的活性層之低折射率層的材料。為此緣故，為了降低半導體布拉格反射器的氧化率，必須使用其中添加了些許 Ga 的 AlGaAs（例如： $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ ）。參見來自電子、資訊及通訊學會之電子交流會議的技術報告 CS-3-4（2004），以及 IEEE 光子技術刊物第 11 卷第 12 號，1999 年，第 1539~1541 頁。

日本專利申請案公開第 09-018093 號揭示上半導體布拉格反射器的蝕刻係停止於 GaInP 包覆層（共振器區域）。

第 37 圖為根據習知技術之表面發光雷射陣列的平面圖。如第 37 圖所示，雙重虛設元件係配置在配置有表面發光雷射元件的中央陣列部份周圍。

日本專利申請案公開第 2000-114656 號揭示使中央陣列部份的柱（台面）和陣列部份周圍的柱（台面）處於不同的環境，且該等柱（台面）因此具有不同的組態。

又，日本專利申請案公開第 2000-114656 號揭示一種表面發光雷射陣列，其中配置在中央陣列部份周圍的雙重虛設元件係提供均勻的特性。

在習知氧化型表面發光雷射陣列中，位於表面發光雷射陣列周圍的平坦部份中之蝕刻底部係面對下半導體布拉格反射器。具有高導熱性的材料，諸如 AlAs，若出現在表面上則容易由蝕刻所氧化。AlAs 無法被用於下半導體布拉格反射器（至少在接近活性層的區域中）。

因此，熱容易累積在活性層中，且活性層的溫度會上升。存在有光學輸入衰減且表面發光雷射元件的壽命變短的問題。特別是，當表面發光雷射陣列動作時，肇因於熱干涉的不良影響會變得很顯著。

不可能以高電流值操作該表面發光雷射陣列，且無法避免使用具有低光學輸出的表面發光雷射陣列。又，熱干涉所造成的溫度上升會使表面發光雷射陣列的壽命變短。

根據日本專利申請案公開第 2000-114656 號的教示，爲了防止位於雷射陣列周圍的平坦部份中之蝕刻底部觸及下半導體布拉格反射器，可將虛設元件配置在整個晶圓中，以使中央陣列部份中之蝕刻深度和該陣列部份周圍的平坦部份中之蝕刻深度之間的差 Δd 變小。

若未消除該平坦部份，則蝕刻底部會到達下半導體布拉格反射器而使得 AlAs 被氧化。因此，必須在整個晶圓上配置虛設元件。

然而，若在整個晶圓上配置虛設元件，則會減少將被

蝕刻的面積。此會導致難以執行氧化的監測（電漿發光光譜術、光學反射率分析等）。另外，若在整個晶圓上配置虛設元件，則雷射陣列的表面上會出現不平坦，並提高導線截斷的機率。另外，必須形成用以實行的導線接合焊點（wire bonding pad）。然而，若在接合焊點的底部下方存在不平坦處，則台面結構可能會在導線接合時受損，進而產生具有瑕疵的表面發光雷射陣列。

【發明內容】

根據本發明的其中一形態，提供有一種消除上述問題的改良型表面發光雷射陣列。

根據本發明的其中一形態，提供有一種表面發光雷射陣列，其不需使用虛設元件來加以配置，使得熱不易累積在活性層中。

根據本發明的其中一形態，提供有一種光學掃描裝置，其包括不需使用虛設元件來加以配置的表面發光雷射陣列，使得熱不易累積在活性層中。

根據本發明的其中一形態，提供有一種成像裝置，其包括不需使用虛設元件來加以配置的表面發光雷射陣列，使得熱不易累積在活性層中。

在解決或減少一個以上之上述問題的發明實施例中，提供有一種包括複數個表面發光雷射元件的表面發光雷射陣列，該複數個表面發光雷射元件分別包含：第一反射層，形成在基板上以構成半導體布拉格反射器；共振器，與

該第一反射層接觸而形成，並含有活性層；以及第二反射層，形成在該第一反射層上方並與該共振器接觸，以構成該半導體布拉格反射器，該第二反射層中含有選擇性氧化層，其中該第一反射層在該活性層側上至少含有低折射率層，該低折射率層的氧化率等於或大於該第二反射層中所含有之選擇性氧化層的氧化率，該共振器是由至少含有 In 的 AlGaInPAs 系材料所製成，且各表面發光雷射元件中之台面結構的底部位於該選擇性氧化層下方及該第一反射層上方。

上述表面發光雷射陣列可被組態為該共振器的蝕刻率小於該第二反射層的蝕刻率。

上述表面發光雷射陣列可被組態為該第二反射層在該活性層側上含有由至少含有 In 的 AlGaInPAs 系材料所製成之層。

上述表面發光雷射陣列可被組態為該台面結構的底部位於該共振器內或該第二反射層和該共振器之間的介面上。

上述表面發光雷射陣列可被組態為該第一反射層在該表面發光雷射元件的整個區域上方含有由 AlAs 所製成的該低折射率層。

上述表面發光雷射陣列可被組態為該第二反射層中所含有的該選擇性氧化層構成選擇性氧化型電流緊縮部份。

上述表面發光雷射陣列可被組態為該複數個表面發光雷射元件的元件間間隙中之蝕刻深度和該複數個表面發光

雷射元件的周邊部份之蝕刻深度之間的差等於或小於各表面發光雷射元件之發光波長的 $1/2$ 。

上述表面發光雷射陣列可被組態為該複數個表面發光雷射元件之兩相鄰表面發光雷射元件之間的元件間間隙被設定為該複數個表面發光雷射元件中，兩台面結構之頂面位置之間的間隙和該兩台面結構之底面位置之間的間隙中之較小者，並等於或小於 $20\ \mu\text{m}$ 。

上述表面發光雷射陣列可被組態為該第一反射層的側面由保護膜所覆蓋。

上述表面發光雷射陣列可被組態為該保護膜是由 SiO_2 、 SiN 、及 SiON 其中任一者所製成。

上述表面發光雷射陣列可被組態為配置在該第一反射層的共振器側上之該低折射率層的鋁含量大於該選擇性氧化層的鋁含量。

上述表面發光雷射陣列可被組態為配置在該第一反射層的共振器側上之低折射率層的鋁含量與該選擇性氧化層的鋁含量相同，且配置在該第一反射層的共振器側上之該低折射率層的厚度大於該選擇性氧化層的厚度。

在解決或減少一個以上之上述問題的發明實施例中，提供有一種光學掃描裝置，其包含：上述表面發光雷射陣列；偏向單元，使由該表面發光雷射陣列所發出的複數雷射光束偏向；以及掃描光學元件，將來自該偏向單元的該等雷射光束引至光導體的被掃描表面上。

在解決或減少一個以上之上述問題的發明實施例中，

提供有一種成像裝置，其中係設有上述光學掃描裝置。

在解決或減少一個以上之上述問題的發明實施例中，提供有一種成像裝置，其中係設有上述表面發光雷射陣列來做為發出複數雷射光束的光源。

在解決或減少一個以上之上述問題的發明實施例中，提供有一種表面發光雷射元件，其具有發出雷射光束的台面結構，該表面發光雷射元件包含：基板；第一反射層，形成在該基板上以構成半導體布拉格反射器；共振器，與該第一反射層接觸而形成，並含有活性層；第二反射層，與該共振器接觸而形成，以構成該半導體布拉格反射器；以及吸收層，配置以吸收在形成該台面結構時該基板的面內方向上之蝕刻深度的差，其中該台面結構的底部在垂直於該基板的方向上位於該吸收層中，且該吸收層在該共振器的厚度方向上形成在至少一部份該共振器中。

上述表面發光雷射元件可被組態為該吸收層在該共振器的厚度方向上形成在該共振器的整個區域中。

上述表面發光雷射元件可被組態為該吸收層在該共振器的厚度方向上形成在該共振器的整個區域中，並部份形成在該第二反射層的厚度方向上。

上述表面發光雷射元件可被組態為該吸收層至少含有In。

在解決或減少一個以上之上述問題的發明實施例中，提供有一種表面發光雷射陣列的製造方法，該表面發光雷射陣列包括：元件配置部份，設於基板上並配置有複數個

表面發光雷射元件；以及平坦部份，設於該基板上，並在該基板的面內方向上配置在該元件配置部份的周圍，該複數個表面發光雷射元件分別包括發出雷射光束的台面結構，且該平坦部份和該元件配置部份包括吸收層，該吸收層係配置以吸收在形成該台面結構時該面內方向上之蝕刻深度的差，該方法包含以下步驟：在該基板上形成多層半導體膜；以及蝕刻該多層半導體膜，以使該台面結構的底部位於該吸收層中，以便形成該元件配置部份和該平坦部份。

在構成該表面發光雷射陣列的各表面發光雷射元件中，該共振器是由至少含有 In 的材料所製成，該台面結構的底部被配置為該第二反射層比該第一反射層更接近該台面結構的底部，且該第一反射層在該活性層側上至少含有低折射率層，該低折射率層的氧化率等於或大於該選擇性氧化層的氧化率。

而在形成該台面結構的製程中，係減少配置有該等表面發光雷射元件之陣列區域中的蝕刻深度和位於該陣列區域周圍的蝕刻深度之間的差，以防止位於該陣列區域的周圍之該第一反射層露出，並防止該第一反射層氧化。因此，該活性層中所產生的熱易於經由該第一反射層輻射至該基板側。因此，根據本發明，可不需使用虛設元件來配置該表面發光雷射陣列，使得熱不易累積在該活性層中。

【實施方式】

以下將參照附圖來說明本發明的實施方式。

第 1 圖為本發明實施例中之表面發光雷射陣列的平面圖。如第 1 圖所示，本實施例的表面發光雷射陣列 100 包括表面發光雷射元件 1~32、焊點 51~82、及導線 W1~W32。

表面發光雷射元件 1~32 係配置為 4 列×8 行的二維陣式。表面發光雷射元件 1~32 分別為一邊 16 μm 的矩形。

而四個表面發光雷射元件 1、9、17、25/2、10、18、26/3、11、19、27/4、12、20、28/5、13、21、29/6、14、22、30/7、15、23、31/8、16、24、32 之行係配置於副掃描方向上。而八個表面發光雷射元件 1~8/9~16/17~24/25~32 之列係配置於主掃描方向上。

配置在主掃描方向上的八個表面發光雷射元件 1~8/9~16/17~24/25~32 之列係在副掃描方向上以步階方式移位，且其係配置為由 32 個表面發光雷射元件 1~32 所發出的 32 道雷射光束不會互相重疊。在配置於主掃描方向的該八個表面發光雷射元件 1~8/9~16/17~24/25~32 中，兩鄰接表面發光雷射元件之間的間隙係設定為間隔 X。在配置於副掃描方向的該四個表面發光雷射元件 1、9、17、25/2、10、18、26/3、11、19、27/4、12、20、28/5、13、21、29/6、14、22、30/7、15、23、31/8、16、24、32 中，兩鄰接表面發光雷射元件之間的間隙係設定為間隔 d。間隔 d 小於間隔 X。

舉例來說，間隔 d 等於 24 μm ，而間隔 X 等於 30 μm

從配置於主掃描方向上的八個表面發光雷射元件 1~8 之中心取到平行於副掃描方向之直線的八條法線係以 $c1$ 之等間隔配置在副掃描方向上，其中該等間隔是由 $c1=d/8$ 的條件所決定。亦即，當間隔 d 被設定為 $24\ \mu\text{m}$ 時，間隔 $c1$ 等於 $24/8 = 3\ \mu\text{m}$ 。從配置於主掃描方向上的其他八個表面發光雷射元件 9~16/17~24/25~32 之各個中心取到平行於副掃描方向之直線的八條法線亦以 $c1$ 之等間隔配置在副掃描方向上。

焊點 51~82 係圍繞表面發光雷射元件 1~32 的周圍而配置成二維陣式。配置導線 W1~W32 以分別將表面發光雷射元件 1~32 連接至焊點 51~82。且舉例來說，導線 W1~W32 分別具有 $8\ \mu\text{m}$ 的線寬度。

將配置為二維陣式之表面發光雷射元件 1~32 中，配置在最外周圍的表面發光雷射元件 1~8、9、16、17、24~32 分別連接至焊點 51~59、66、67、74、75~82 的導線 W1~W9、W16、W17、W24~W32 係以不會在主掃描方向上經過兩鄰接表面發光雷射元件之間的方式加以配置。

將配置為二維陣式之表面發光雷射元件 1~32 中，配置在內部位置的表面發光雷射元件 10~15、18~23 分別連接至焊點 60~65、68~73 的導線 W10~W15、W18~W23 係以在主掃描方向上經過兩鄰接表面發光雷射元件之間的方式加以配置。

在配置於主掃描方向的該八個表面發光雷射元件 1~

8/9~16/17~24/25~32 中，兩鄰接表面發光雷射元件之間的間隙係設定為上述間隔 $X (= 30 \mu\text{m})$ 。表面發光雷射元件 1~32 分別為一邊等於 $16 \mu\text{m}$ 的矩形。在主掃描方向上之兩鄰接表面發光雷射元件之間的間隔等於 $14 (= 30 - 16) \mu\text{m}$ 。可將線寬度為 $8 \mu\text{m}$ 的導線 W10~W15、W18~W23 配置在主掃描方向上之兩鄰接表面發光雷射元件之間。

第 2 圖為第 1 圖之表面發光雷射陣列中的表面發光雷射元件 1 之剖面圖。如第 2 圖所示，表面發光雷射元件 1 包括基板 101，反射層 102、106，共振器間隔物層 103、105，活性層 104，選擇性氧化層 107，接觸層 108， SiO_2 層 109，絕緣樹脂 110，p 型電極 111，及 n 型電極 112。

表面發光雷射元件 1 為發出波長 780 nm 之雷射光束的表面發光雷射。基板 101 是由 n 型砷化鎵 (n-GaAs) 所構成。

反射層 102 是由 40.5 循環的 $\text{n-AlAs/n-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 所構成且形成在基板 101 上，其中一循環為一對 n-AlAs 層和 $\text{n-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 層。

且當表面發光雷射元件 1 的發光波長被設定為 λ 時， n-AlAs 和 $\text{n-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 的厚度分別被設定為 $\lambda/4n$ (其中 n 為各半導體層的折射率)。

共振器間隔物層 103 是由非摻雜的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成，並形成在反射層 102 上。活性層 104 具有含有由 GaInPAs 所構成之井層和由 $\text{Ga}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ 所構成之阻障層的量子井結構，且形成在共振

器間隔物層 103 上。

共振器間隔物層 105 是由非摻雜的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成，並形成在活性層 104 上。假設一對 $\text{p-Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}/\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 為一循環，反射層 106 是由 24 循環的 $\text{p-Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}/\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 所構成，並形成在共振器間隔物層 105 上。

而 $\text{p-Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ 和 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 的厚度分別被設定為 $\lambda/4n$ （其中 n 為各半導體層的折射率）。選擇性氧化層 107 是由 p-AlAs 所構成，並形成在反射層 106 中。

更具體來說，選擇性氧化層 107 形成在與共振器間隔物層 105 相距 $7\lambda/4$ 的位置。且選擇性氧化層 107 包括非氧化區 107a 和氧化區 107b，並具有 20 nm 的厚度。

接觸層 108 是由 p-GaAs 所構成，並形成在反射層 106 上。

SiO_2 層 109 係形成為覆蓋該部份共振器間隔物層 103 的一主平面，以及活性層 104、共振器間隔物層 105、反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 的端面。

絕緣樹脂 110 係與 SiO_2 層 109 接觸而形成。p 型電極 111 形成在該部份接觸層 108 和絕緣樹脂 110 上。n 型電極 112 形成在基板 101 的背面上。

反射層 102、106 分別構成半導體分佈布拉格反射器，其經由布拉格的多路徑反射來反射由活性層 104 所發出的發光光線，並將該發光光線包含於活性層 104 中。

氧化區 107b 的折射率小於非氧化區 107a 的折射率。

又，氧化區 107b 在由 p 型電極 111 所注入之電流構成電流緊縮區域的同時，將由活性層 104 所震盪的發光光線局限在非氧化區 107a 中，該電流緊縮區域將流至活性層 104 之路線限制於非氧化區 107a。

以此方式，可使表面發光雷射元件 1 以低臨限電流發光。因此，電流緊縮區域係藉由執行選擇性氧化層 107 之氧化區 107b 的選擇性氧化所製成。因此，該電流緊縮區域為選擇性氧化型。

第 3 圖為顯示第 2 圖之表面發光雷射元件 1 的活性層 104 附近之剖面圖。如第 3 圖所示，反射層 102 包括低折射率層 1021、高折射率層 1022、及組成傾斜層 1023。

低折射率層 1021 是由 $n\text{-AlAs}$ 所構成，而高折射率層 1022 是由 $n\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 所構成。

組成傾斜層 1023 是由 $n\text{-AlGaAs}$ 所構成，其中 Al 含量朝著遠離低折射率層 1021 或高折射率層 1022 的另一側逐漸變化。

而低折射率層 1021 觸及共振器間隔物層 103。反射層 106 包括低折射率層 1061、高折射率層 1062、和組成傾斜層 1063。

低折射率層 1061 是由 $p\text{-Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ 所構成，而高折射率層 1062 是由 $p\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 所構成。組成傾斜層 1063 是由 $p\text{-AlGaAs}$ 所構成，其中 Al 含量朝著遠離低折射率層 1061 或高折射率層 1062 的另一側逐漸變化。

而低折射率層 1061 觸及共振器間隔物層 105。活性層

104 是由量子井結構所構成，且該量子井結構係交替層疊有三個分別由 GaInPAs 所構成的井層 1041，以及四個分別由 $\text{Ga}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ 所構成的阻障層 1042。

而阻障層 1042 觸及共振器間隔物層 103、105。構成井層 1041 的 GaInPAs 具有壓縮應變，而構成阻障層 1042 的 $\text{Ga}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ 具有拉伸應變。

在表面發光雷射元件 1 中，共振器間隔物層 103、105 和活性層 104 構成共振器，且在與基板 101 垂直之方向上的該共振器之厚度被設定為表面發光雷射元件 1 的一波長 ($=\lambda$)。亦即，共振器間隔物層 103、105 和活性層 104 係構成 1 波長共振器。

第 1 圖所示之表面發光雷射元件 2~32 係分別構成為具有和第 2 圖及第 3 圖之表面發光雷射元件 1 的組成相同的組成。

第 4A 圖~第 4C 圖、第 5A 圖~第 5C 圖、以及第 6A 圖和第 6B 圖為用以說明第 1 圖之表面發光雷射陣列 100 的製造方法之圖式。在第 4A 圖~第 6B 圖中，將說明在製作第 1 圖之表面發光雷射陣列 100 中的 32 個表面發光雷射元件 1~32 中之四個表面發光雷射元件 1、9、17、及 25 的情況中之製程，以做為表面發光雷射陣列 100 的製造方法之範例。

在第 4A 圖中，於此製程開始時，係執行金屬有機化學汽相沉積 (MOCVD) 製程。反射層 102、共振器間隔物層 103、活性層 104、共振器間隔物層 105、反射層 106、

選擇性氧化層 107、及接觸層 108 係一個接一個地層疊在基板 101 上（參照第 4A 圖）。

在此情況中，反射層 102 的 $n\text{-AlAs}$ 和 $n\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 是藉由使用三甲基鋁（TMA）、三甲基鎵（TMG）、砷（ AsH_3 ）、及硒化氫（ H_2Se ）做為原料所形成。共振器間隔物層 103 的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 是藉由使用三甲基鋁（TMA）、三甲基鎵（TMG）、三甲基銦（TMI）、及磷（ PH_3 ）做為原料所形成。

而活性層 104 的 GaInPAs 是藉由使用三甲基鎵（TMG）、三甲基銦（TMI）、磷（ PH_3 ）、及砷（ AsH_3 ）做為原料所形成。活性層 104 的 $\text{Ga}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ 是藉由使用三甲基鎵（TMG）、三甲基銦（TMI）、及磷（ PH_3 ）做為原料所形成。

而共振器間隔物層 105 的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 是藉由使用三甲基鋁（TMA）、三甲基鎵（TMG）、三甲基銦（TMI）、及磷（ PH_3 ）做為原料所形成。反射層 106 的 $p\text{-Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}/p\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 是藉由使用三甲基鋁（TMA）、三甲基鎵（TMG）、砷（ AsH_3 ）、及四溴化碳（ CBr_4 ）做為原料所形成。可使用二甲基鋅（DMZn）來代替四溴化碳（ CBr_4 ）。

而選擇性氧化層 107 的 $p\text{-AlAs}$ 是藉由使用三甲基鋁（TMA）、砷（ AsH_3 ）、及四溴化碳（ CBr_4 ）做為原料所形成。接觸層 108 的 $p\text{-GaAs}$ 是藉由使用三甲基鎵（TMG）、砷（ AsH_3 ）、和四溴化碳（ CBr_4 ）做為原料所形成。

此外，在此情況中，可使用二甲基鋅（DMZn）來代替四溴化碳（CBr₄）。

然後，將光阻塗佈於接觸層 108，並使用光刻處理技術將光阻圖案（resist pattern）120 形成在接觸層 108 上（參照第 4B 圖）。

若形成光阻圖案 120，則將所形成的光阻圖案 120 用來做為遮罩。執行該部份共振器間隔物層 103、活性層 104、共振器間隔物層 105、反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 的乾式蝕刻，並進一步去除光阻圖案 120。

在此情況中，該部份共振器間隔物層 103、活性層 104、共振器間隔物層 105、反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 會受到導入其中的 Cl₂、BCl₃、SiCl₄、CCl₄、或 CF₄ 之鹵素系氣體。藉由使用乾式蝕刻法而使用電漿來執行蝕刻，諸如反應性離子束蝕刻（RIBE）法、誘導耦合式電漿（ICP）蝕刻法、及反應性離子蝕刻（RIE）法。

又，在該部份共振器間隔物層 103、活性層 104、共振器間隔物層 105、反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 的蝕刻期間，自蝕刻系統的窗口執行電漿發光光譜分析，並監測 In 之 451 nm 的發光強度之時間變化。

由於只能在蝕刻共振器的區域時偵測到 In 的發光，蝕刻可輕易地停止於 AlGaInPAs 系材料所構成的共振器區域中。

因此，形成表面發光雷射元件 1、9、17、及 25 中的台面結構 131~134（參照第 4C 圖）。

台面結構 131~134 分別由該部份共振器間隔物層 103、活性層 104、共振器間隔物層 105、反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 所構成。

抑或，可藉由濕式蝕刻來蝕刻該部份共振器間隔物層 103、活性層 104、共振器間隔物層 105、反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108。當藉由濕式蝕刻執行由 AlGaAs 材料所構成之反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 的選擇性蝕刻時，可使用硫酸系蝕刻劑。

接著，如第 5A 圖~第 5C 圖所示，在第 4C 圖的製程完成之後，於利用氮氣執行加熱至 85℃ 的水之沸騰的氛圍中，將試料加熱至 350℃，並在由周邊部份至中央部份的方向上將選擇性氧化層 107 的周圍氧化，使得選擇性氧化層 107 中形成非氧化區 107a 和氧化區 107b（參照第 5A 圖）。

然後，使用化學汽相沉積（CVD）法在整個試料上形成 SiO₂ 層 109，並使用電子照像處理去除做為發光部份的區域和其相鄰區域中的 SiO₂ 層 109（參照第 5B 圖）。

接著，藉由旋塗法將絕緣樹脂 110 塗佈於整個試料，並去除用來做為發光部份之區域中的絕緣樹脂 110（第 5C 圖）。

接著，如第 6A 圖和第 6B 圖所示，在形成絕緣樹脂 110 之後，將具有預定尺寸的光阻圖案形成在用來做為發

光部份的區域中，藉由汽相沉積法將 p 型電極材料形成在整個試料上，藉由空浮法（lift-off method）去除該光阻圖案上的 p 型電極材料，並形成 p 型電極 111（參照第 6A 圖）。

然後研磨基板 101 的背面，在基板 101 的背面上形成 n 型電極 112，並進一步將其退火以形成 p 型電極 111 和 n 型電極 112 的歐姆傳導（參照第 6B 圖）。以此方式製成表面發光雷射陣列 100。

在第 4B 圖和第 4C 圖的製程中係描繪用以形成四個表面發光雷射元件的乾式蝕刻。然而，實際上，第 4B 圖和第 4C 圖的製程中係同時執行用以形成第 1 圖之 32 個表面發光雷射元件 1~32 的乾式蝕刻。

在此情況中，使用與第 1 圖的 32 個表面發光雷射元件 1~32 之配置符合的光罩來形成用以同時形成 32 個表面發光雷射元件 1~32 的光阻圖案。亦即，配置用以同時形成 32 個表面發光雷射元件 1~32 的光阻圖案，使得間隔 X 和 d 被設定為滿足 $d < X$ 的條件，且從排列於主掃描方向上的八個表面發光雷射元件 1~8/9~16/17~24/25~32 之八個中心到配置於副掃描方向上的直線之八條法線係以 $c1$ 之等間隔加以配置。

在表面發光雷射陣列 100 中，配置在副掃描方向上之表面發光雷射元件的間隔 d 被設定為小於配置在主掃描方向上之表面發光雷射元件的間隔 X 。藉此，當相較於使間隔 d 大於間隔 X 的情況時，間隔 $c1$ （ $=d/8$ ）可變小且此係

有利於高密度記錄。

亦可縮減配置在副掃描方向上之表面發光雷射元件的間隔和配置在主掃描方向上之表面發光雷射元件的間隔。然而，必須擴大至少一間隔，以便確保元件之佈線所需的空間以及減少元件間之熱干涉的影響。因此，爲了執行高密度寫入，較佳係擴大主掃描方向上的間隔。

第 7 圖爲用以說明第 4B 圖之製程中的蝕刻之圖式。第 7 圖顯示不使用光阻圖案 120 而蝕刻由共振器間隔物層 103、活性層 104、共振器間隔物層 105、反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 之任一者所構成的結晶層時，在基板 101 之面內方向 DR1 上的蝕刻深度之分佈。

如第 7 圖所示，曲線 k1 代表蝕刻接觸層 108、選擇性氧化層 107、及反射層 106（稱爲區域 REG1）時基板 101 的面內方向 DR1 上之蝕刻深度的分佈。另一方面，曲線 k2 代表蝕刻共振器間隔物層 105、活性層 104、及共振器間隔物層 103（稱爲區域 REG2）時基板 101 的面內方向 DR1 上之蝕刻深度的分佈。

由於反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 係如上所述由 AlGaAs 系材料所構成，故蝕刻率會相當大，且面內方向 DR1 上之區域 REG1 的蝕刻深度之分佈相當大（見曲線 k1）。

另一方面，由於共振器間隔物層 103、105 及活性層 104 含有 In，且 In 的反應物之蒸汽壓力很低，故共振器間隔物層 103、105 及活性層 104 的蝕刻率會小於反射層 106

、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 的蝕刻率。因此，面內方向 DR1 上之區域 REG2 的蝕刻深度之分佈小於區域 REG1 的蝕刻深度之面內方向 DR1 的分佈（見曲線 k2）。

亦即，在面內方向 DR1 上產生於區域 REG1 的蝕刻深度之差係藉由降低區域 REG2 的蝕刻率所吸收。因此，面內方向 DR1 上之區域 REG2 的蝕刻深度之分佈小於面內方向 DR1 上之區域 REG1 的蝕刻深度之分佈。

接著，將說明顯示含有 In 之區域 REG2 的蝕刻率小於由 AlGaAs 系材料所構成之區域 REG1 的蝕刻率之實驗結果。

第 8 圖和第 9 圖為第一和第二時序圖，其分別說明在製作第 1 圖之表面發光雷射陣列 100 時，蝕刻時的電漿發光。

在第 8 圖和第 9 圖中，縱軸表示電漿發光之強度，而橫軸表示時間。第 8 圖顯示對共振器區域中間執行蝕刻的情況，而第 9 圖顯示從共振器區域執行蝕刻至反射層 102 的第三循環之情況。

在第 8 圖中，曲線 k3 顯示鎵（Ga）的發光強度，曲線 k4 顯示銦（In）的發光強度，而曲線 k5 顯示鋁（Al）的發光強度。

在第 9 圖中，曲線 k6 顯示 Ga 的發光強度，曲線 k7 顯示 In 的發光強度，而曲線 k8 顯示鋁的發光強度。

在該實驗中係使用由表面至反射層 106 和共振器區域之間的介面之厚度為 $3.18\ \mu\text{m}$ ，且含有 In 之共振器區域的

厚度為 $0.23\ \mu\text{m}$ 的試料。

由表面至反射層 106 和共振器區域之間的介面之區域中的蝕刻率為 $3.18\ \mu\text{m}/871\ \text{秒} = 3.65 \times 10^{-3}\ \mu\text{m}/\text{sec}$ 。另一方面，共振器區域中的蝕刻率為 $0.23\ \mu\text{m}/372\ \text{秒} = 6.18 \times 10^{-4}\ \mu\text{m}/\text{sec}$ （參照第 9 圖）。

如上所述，在含有 In 的共振器區域中，蝕刻率會下降。雖然共振器區域的厚度（ $=0.23\ \mu\text{m}$ ）小於共振器區域上方之區域的厚度（ $=3.18\ \mu\text{m}$ ），但共振器區域需要較長的蝕刻時間。

In 的發光強度會在共振器區域中提高（見曲線 k4 和 k7）。因此，藉由偵測 In 之發光強度的增加，可輕易地使蝕刻停止於共振器區域中。

Ga 的發光強度和 Al 的發光強度會隨著蝕刻時間的進行而週期性地變化，而發光強度的振幅會隨著蝕刻時間的進行而逐漸減小（見曲線 k3、k5、k6、和 k8）。

若面內方向 DR1 上之晶圓的蝕刻深度之分佈均勻，則 Ga 的發光強度和鋁的發光強度會以固定振幅週期性地變化。

另一方面，若面內方向 DR1 上之晶圓的蝕刻深度之分佈不均勻，則同時觀察到 Al 的發光和 Ga 的發光，使得 Ga 的發光強度之振幅和 Al 的發光強度之振幅變小。

因此，Ga 的發光強度之振幅和 Al 的發光強度之振幅隨著蝕刻時間的進行而逐漸減小係表示隨著蝕刻時間的進行，在晶圓的面內方向 DR1 上會產生蝕刻深度之差。

又，在經由共振器區域而執行蝕刻之後，Ga 的發光強度之振幅和 Al 的發光強度之振幅會進一步減少。當蝕刻底部到達反射層 102 時，會產生很大的面內方向 DR1 上之蝕刻深度的差（見曲線 k6 和 k8）。

第 10 圖為用以相對於台面間隔而說明於共振器區域中停止蝕刻時平坦部份的蝕刻深度，以及表面發光雷射元件的元件間間隙中之蝕刻深度和平坦部份中之蝕刻深度之間的差之圖式。

第 11 圖為用以相對於台面間隔而說明在配置於基板 101 側上之反射層 102 中停止蝕刻時平坦部份中的蝕刻深度，以及表面發光雷射元件的元件間間隙中之蝕刻深度和平坦部份中之蝕刻深度之間的差之圖式。

在第 10 圖和第 11 圖中，縱軸表示元件間間隙中之蝕刻深度和平坦部份中之蝕刻深度之間的差 Δd ，而橫軸表示台面間隔。

在第 10 圖和第 11 圖中，◆表示平坦部份的蝕刻深度，而■表示差 Δd 。

當蝕刻停止於共振器區域的中間時，即使台面間隔為 10 μm 以下，元件間間隙中之蝕刻深度和平坦部份中之蝕刻深度之間的差 Δd 為 100 nm 以下（參照第 10 圖）。

另一方面，當蝕刻停止於配置在基板 101 側上之反射層 102 中且台面間隔約為 23 μm 時，差 Δd 係設定為 100 nm。當台面間隔被設定為 20 μm 以下時，差 Δd 會超過 100 nm。而當台面間隔為 10 μm 以下時，差 Δd 會變大為

約 250 nm (參照第 11 圖) 。

以此方式，即使蝕刻底部觸及共振器區域時會在元件間部份和平坦部份之間產生很大的蝕刻深度差，蝕刻仍會停止於含有 In 的共振器區域中，大的蝕刻深度差係由蝕刻率小的共振器區域所吸收。即使台面間隔變小，仍可使元件間間隙和平坦部份之間的蝕刻深度之差 Δd 變小。

亦即，由於蝕刻停止於含有 In 的共振器區域中，可等化密集配置有表面發光雷射元件 1~32 的元件間間隙和未形成表面發光雷射元件的平坦部份共存之晶圓的面內方向 DR1 上之蝕刻深度。

第 12 圖為第 1 圖之表面發光雷射陣列 100 的平面圖和剖面圖。如第 12 圖所示，配置有表面發光雷射元件 1~32 的區域為非蝕刻區域，而表面發光雷射元件 1~32 周圍為蝕刻區域。

沿著線 A-A' 所取得的剖面包括表面發光雷射元件 25~27 和表面發光雷射元件 25 附近之平坦部份的剖面。表面發光雷射元件 25 和 26 之間以及表面發光雷射元件 26 和 27 之間的蝕刻深度被設定為 D1，而表面發光雷射元件 25 附近的平坦部份中之蝕刻深度被設定為 D2。

而蝕刻深度 D1 小於蝕刻深度 D2。因此，蝕刻深度 D1 和蝕刻深度 D2 之間的差係設定為 Δd 。

裙部 141~145 是藉由蝕刻接觸層 108、選擇性氧化層 107、反射層 106、共振器間隔物層 105、活性層 104、及共振器間隔物層 103 所形成。如上所述，共振器間隔物層

103、105 及活性層 104 含有 In，且蝕刻率相當低。為此緣故，在面內方向 DR1 上之表面發光雷射陣列 100 的蝕刻亦會在蝕刻共振器間隔物層 103、105 及活性層 104 時進行。因此，裙部 141~145 的尺寸會比現存表面發光雷射陣列中的小。

當蝕刻組態的裙部之傾斜度與台面結構的上方部份之側面的傾斜度不同，且該蝕刻組態的裙部中含有氧化緊縮層時，選擇性氧化層的寬度會大於台面結構上半部的寬度，且難以正確地估算選擇性氧化層的寬度。因此，氧化區 107b 的寬度之估算會變得不準確，且難以正確地控制氧化緊縮的直徑。因此，希望蝕刻底部經由整個陣列晶片而進入共振器區域。

當共振器區域的厚度等於 λ （1 波長共振器的厚度）時，較佳以共振器區域之厚度方向上的中心與蝕刻底部（平坦部份）一致的方式執行蝕刻，以便在晶圓表面的面內方向上得到均勻的蝕刻深度。在此情況中，希望將 Δd 設定為 $\lambda/2$ 以下來做為介質中的有效長度。

由於本實施例中之表面發光雷射元件 1~32 的發光波長分別為 780 nm，故 1 波長共振器的厚度約為 230 nm。因此，希望差 Δd 等於 115 nm 以下。

在現行的表面發光雷射陣列中，當差 Δd 為 115 nm 時，台面間隔為 20 μm 以下（參照第 11 圖）。在本發明的表面發光雷射陣列 100 中，即使台面間隔約為 20 μm ，差 Δd 仍小於 100 nm。因此，當台面間隔低於 20 μm 時，本

發明有效。若波長短於 780 nm，則 1 波長共振器的厚度較小，且在台面間隔較大的區域中，差 Δd 會超過 $\lambda/2$ 。

如上所述，在表面發光雷射陣列 100 中，用於形成台面結構的台面蝕刻係停止於含有 In 的共振器區域中間（或共振器間隔物層 103 中間）。即使台面間隔變小，元件間間隙和平坦部份之間的蝕刻深度之差 Δd 仍會變小，且反射層 102 的低折射率層（=AlAs）不會暴露於平坦部份中。因此，即使執行選擇性氧化層 107 的選擇性氧化，反射層 102 的低折射率層（=AlAs）仍不會被氧化。

因此，根據本發明，可使活性層 104 中所產生的熱經由反射層 102 的 AlAs（低折射率層）散逸至基板 1，並可防止熱累積在活性層 104 中而不需使用虛設元件。

元件間部份中之兩相鄰表面發光雷射元件之間的間隔表示台面結構的頂面位置上之表面發光雷射元件之間的間隙和台面結構的底面位置上之表面發光雷射元件之間的間隙中之較窄者。位於台面結構的頂面位置之表面發光雷射元件之間的間隙或位於台面結構的底面位置之表面發光雷射元件之間的間隙何者較大係取決於用以形成台面結構的蝕刻方法。

第 13 圖為本發明實施例中之表面發光雷射陣列的平面圖。如第 13 圖所示，表面發光雷射陣列 100A 基本上與第 1 圖的表面發光雷射陣列 100 相同，除了將第 1 圖的表面發光雷射陣列 100 加上表面發光雷射元件 33~40、焊點 83~90、及導線 W33~W40 之外。

在表面發光雷射陣列 100A 中，表面發光雷射元件 1~40 係配置為 4 列×10 行的二維陣式。表面發光雷射元件 33~40 分別為一邊 16 μm 長的矩形，與表面發光雷射元件 1~32 每一者中的類似。

該等四個表面發光雷射元件 1、11、21、31/2、12、22、32/3、13、23、33/4、14、24、34/5、15、25、35/6、16、26、36/7、17、27、37/8、18、28、38/9、19、29、39/10、20、30、40 配置在副掃描方向，而該等十個表面發光雷射元件 1~10/11~20/21~30/31~40 配置在主掃描方向。

配置在主掃描方向的十個表面發光雷射元件 1~10/11~20/21~30/31~40 之列係在副掃描方向上以步階方式移位，且其係配置為由 40 個表面發光雷射元件 1~40 所發出的 40 道雷射光束不會互相重疊。

在配置於主掃描方向的十個表面發光雷射元件 1~10/11~20/21~30/31~40 中，兩鄰接表面發光雷射元件之間間隙係設定為間隔「X」。在配置於副掃描方向的該四個表面發光雷射元件 1、11、21、31/2、12、22、32/3、13、23、33/4、14、24、34/5、15、25、35/6、16、26、36/7、17、27、37/8、18、28、38/9、19、29、39/10、20、30、40 中，兩鄰接表面發光雷射元件之間間隙係設定為間隔「d」。

從配置於主掃描方向上的十個表面發光雷射元件（例如：元件 31~40）之各個中心到平行於副掃描方向之直線

的十條法線係以「c2」之等間隔配置在副掃描方向上，以滿足「c2」=「d」/10 的條件。當間隔 d 被設定為 24 μm 時，間隔 c2 等於 $24/10 = 2.4 \mu\text{m}$ 。

從配置於主掃描方向上的其他十個表面發光雷射元件 1~10/11~20/21~30 之各個中心到平行於副掃描方向之直線的十條法線亦以和上述相同的「c2」之等間隔加以配置。

焊點 51~90 係圍繞配置為二維陣式之表面發光雷射元件 1~40 的周圍而配置。配置導線 W1~W40 以分別將表面發光雷射元件 1~40 連接至焊點 51~90。且舉例來說，導線 W33~W40 分別具有 8 μm 的線寬度。

將配置為二維陣式之表面發光雷射元件 1~40 中，配置在最外周圍的表面發光雷射元件 1~11、20、21、30~40 分別連接至焊點 51~61、70、71、80~90 的導線 W1~W11、W20、W21、W30~W40 以不會經過兩鄰接表面發光雷射元件的方式加以配置。

將配置為二維陣式之表面發光雷射元件 1~40 中，配置於內部位置的表面發光雷射元件 12~19、22~29 分別連接至焊點 62~69、72~79 的導線 W12~W19、W22~W29 以在主掃描方向上經過兩鄰接表面發光雷射元件的方式加以配置。若導線 W1~W40 的線寬度分別如上所述為 8 μm ，則導線 W12~W19、W22~W29 可分別在主掃描方向上配置於兩鄰接表面發光雷射元件之間。

在配置有焊點 51~90 的區域中，磊晶層仍存留，表面發光雷射元件 1~40 的周圍會形成溝槽 150，且溝槽 150 係

以聚醯亞胺加以埋置。而導線被配置為經過聚醯亞胺層的頂部。焊點 51~90 經由絕緣層與磊晶層接合。藉由此陣式（而非在聚醯亞胺上形成焊點 1~40），可提高焊點 1~40 和絕緣層的黏性，並可確實防止焊點在導線接合時分離。

表面發光雷射元件 33~40 各者的剖面結構與第 2 圖和第 3 圖之表面發光雷射元件 1 的剖面結構相同。

因此，用於在表面發光雷射陣列 100A 中形成台面結構的台面蝕刻係停止於含有 In 的共振器區域（共振器間隔物層 103）中間，且即使台面間隔變小，元件間間隙和平坦部份之間的蝕刻深度之差 Δd 仍會變小，且反射層 102 的低折射率層（=AlAs）不會暴露在平坦部份中。因此，即使執行選擇性氧化層 107 的選擇性氧化，反射層 102 的低折射率層（=AlAs）仍不會被氧化。

因此，根據本實施例，活性層 104 中所產生的熱可經由反射層 102 的 AlAs（低折射率層）散逸至基板 1，並可防止熱累積在活性層 104 中而不需使用虛設元件。

第 14 圖為本發明實施例中之表面發光雷射陣列的平面圖。如第 14 圖所示，在本實施例的表面發光雷射陣列 200 中，第 1 圖之表面發光雷射陣列 100 的表面發光雷射元件 1~32 是由表面發光雷射元件 151~182 所取代，而其他組成與表面發光雷射陣列 100 的相同。

在表面發光雷射陣列 200 中，導線 W1~W32 分別將表面發光雷射元件 151~182 連接至焊點 51~82。表面發光雷射元件 151~182 係配置為 4 列×8 行的二維陣式。

表面發光雷射元件 151~182 分別為一邊等於 $16\ \mu\text{m}$ 的矩形。八行四個表面發光雷射元件 151、159、167、175/152、160、168、176/153、161、169、177/154、162、170、178/155、163、171、179/156、164、172、180/157、165、173、181/158、166、174、182 配置在副掃描方向，而八個表面發光雷射元件 151~158/159~166/167~174/175~182 配置在主掃描方向。配置在主掃描方向的八個表面發光雷射元件 151~158/159~166/167~174/175~182 係在副掃描方向上以步階方式移位，並配置於其中。因此，由 32 個表面發光雷射元件 1~32 所發出的 32 道雷射光束不會互相重疊。

在配置於主掃描方向的該八個表面發光雷射元件 151~158/159~166/167~174/175~182 中，兩鄰接表面發光雷射元件之間的間隙係設定為間隔 X 。

在配置於副掃描方向的四個表面發光雷射元件 151、159、167、175/152、160、168、176/153、161、169、177/154、162、170、178/155、163、171、179/156、164、172、180/157、165、173、181/158、166、174、182 中，兩鄰接表面發光雷射元件之間的間隙係設定為間隔 d 。從配置於主掃描方向上的八個表面發光雷射元件 151~158 之八個中心取到配置於副掃描方向上的直線之八條法線的副掃描方向上之間隙係以 $c1$ 之等間隔加以配置。

從配置於主掃描方向上的八個表面發光雷射元件 159~166/167~174/175~182 之八個中心到配置於副掃描方

向上之直線的八條法線間之副掃描方向上的間隙亦以 $c1$ 之等間隔加以配置。

第 15 圖為第 14 圖之表面發光雷射陣列中的表面發光雷射元件 151 之剖面圖。如第 15 圖所示，在表面發光雷射元件 151 中，第 2 圖所示之表面發光雷射元件 1 的共振器間隔物層 103、105 及反射層 106 分別由共振器間隔物層 103A 和 105A 及反射層 106A 所取代，而其他組成與表面發光雷射元件 1 的相同。

共振器間隔物層 103A 是由非摻雜的 $(Al_{0.1}Ga_{0.9})_{0.5}In_{0.5}P$ 所構成，並形成在反射層 102 上。共振器間隔物層 105A 是由非摻雜的 $(Al_{0.1}Ga_{0.9})_{0.5}In_{0.5}P$ 所構成，並形成在活性層 104 上。

反射層 106A 是由 $p-(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ 所構成，以在第 2 圖所示之反射層 106 之中形成最接近活性層 104 的低折射率層，且此反射層 106A 是形成在共振器間隔物層 105A 上。

又，反射層 106A 係構成半導體分佈布拉格反射器，其經由布拉格的多路徑反射來反射活性層 104 所發出的發光光束，並將該光束包含於活性層 104 中。

第 16 圖為顯示第 15 圖所示之表面發光雷射元件 151 的活性層 104 附近之剖面圖。如第 16 圖所示，反射層 102 的低折射率層 1021 觸及共振器間隔物層 103A。共振器間隔物層 103A 觸及反射層 102 的低折射率層 1021 和活性層 104 的阻障層 1042。在反射層 106A 中，第 3 圖所示之反

射層 106 中最接近活性層 104 的低折射率層 1061 是由低折射率層 1061A 所取代，而其他組成與反射層 106 的相同。

而低折射率層 1061A 是由 $p-(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成，並觸及共振器間隔物層 105A。共振器間隔物層 105A 觸及活性層 104 的阻障層 1042 和反射層 106A 的低折射率層 1061A。

在表面發光雷射元件 151 中，共振器間隔物層 103A 和 105A 及活性層 104 構成共振器，且在與基板 101 垂直之方向上的該共振器之厚度被設定為表面發光雷射元件 151 的一波長 ($= \lambda$)。亦即，共振器間隔物層 103A 和 105A 及活性層 104 係構成 1 波長共振器。

第 14 圖所示之表面發光雷射元件 152~182 的組成分別與第 15 圖和第 16 圖所示之表面發光雷射元件 151 的組成相同。表面發光雷射陣列 200 是根據第 4A 圖~第 6B 圖的製程所製成。

在此情況中，在第 4A 圖的製程中，共振器間隔物層 103A 和 105A 的 $(\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 是透過 MOCVD 法而藉由使用三甲基鋁 (TMA)、三甲基鎵 (TMG)、三甲基銻 (TMI)、及磷 (PH_3) 做為原料所形成。而構成反射層 106A 之低折射率層 1061A 的 $p-$

$(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 是透過 MOCVD 法而藉由使用三甲基鋁 (TMA)、三甲基鎵 (TMG)、三甲基銻 (TMI)、磷 (PH_3)、及二甲基鋅 (DMZn) 做為原料所形成。可使

用四溴化碳 (CBr_4) 來代替二甲基鋅 (DMZn)。

在表面發光雷射陣列 200 的表面發光雷射元件 151~182 各者中，共振器 (=共振器間隔物層 103A 和 105A 及活性層 104) 和該部份反射層 106A (低折射率層 1061A) 含有 In，且該含有 In 之層的厚度大於表面發光雷射元件 1~32 中的厚度。因此，相較於表面發光雷射陣列 100 的情況，控制表面發光雷射陣列 200 的蝕刻係較為容易。

在本實施例中，僅反射層 106A 中最接近共振器的低折射率層 1061A 含有 In。抑或，可將本實施例修改為最接近共振器之該共振器的上反射層 106A 之低折射率層和高折射率層皆含有 In。在此情況中，低折射率層是由

$(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成，而高折射率層是由

$(\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成。在此情況中，兩個以上的層可含有 In，並可使這些含有 In 的層之厚度總和變大。

具有寬能帶隙的 p- $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 係藉由摻雜 Zn 或 Mg 而用於許多情況。此等摻雜物係易於散佈。若其散佈至活性層 104，則活性層 104 會受損，進而導致發光效率衰減並造成可靠度下降。

在表面發光雷射元件 151~182 中，p- $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 係配置在比共振器間隔物層 105A 距離活性層 104 更遠的反射層 106A 中，且共振器間隔物層 103A 和 105A 是由未摻雜的 $(\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成。可防止發生雜質之不良影響。

因此，用於在表面發光雷射陣列 200 中形成台面結構的台面蝕刻係停止於含有 In 的區域中間（或是共振器間隔物層 103A 中間）。即使台面間隔變小，元件間間隙和平坦部份之間的蝕刻深度之差 Δd 仍會變小，且反射層 102 的低折射率層 1021（=AlAs）不會暴露在平坦部份中。因此，即使執行選擇性氧化層 107 的選擇性氧化，反射層 102 的低折射率層 1021（=AlAs）仍不會被氧化。

因此，根據本實施例，活性層 104 中所產生的熱可經由反射層 102 的 AlAs（低折射率層）散逸至基板 1，並可防止熱累積在活性層 104 中而不需使用虛設元件。由於表面發光雷射陣列 200 設有含 In 之層厚度比表面發光雷射元件 1~32 厚的表面發光雷射元件 151~182，故可利用比表面發光雷射陣列 100 更充足的可控制性來使蝕刻底部停止於含有 In 之層中。

接著，將說明本實施例之表面發光雷射陣列 200 的輸出特性。

第 17 圖為用於實驗之第 14 圖的實施例中之表面發光雷射元件的剖面圖。第 18 圖為用於實驗之比較性範例中的表面發光雷射元件之剖面圖。

在第 17 圖的實施例中，表面發光雷射元件 151 的反射層 102 中接近活性層 104 之三循環的低折射率層 1021（=AlAs）之厚度係設定為 $3\lambda/4$ ，而其他組成與表面發光雷射元件 151 的相同。

在第 18 圖的比較性範例中，表面發光雷射元件 151

的反射層 102 是由 30.5 循環的 $n\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}/n\text{-AlAs}$ 和 10 循環的 $n\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}/n\text{-Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ 所構成之反射層所取代。而 $n\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 、 $n\text{-AlAs}$ 、及 $n\text{-Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ 的厚度分別為 $\lambda/4$ 。

第 19 圖係說明顯示實驗結果之光學輸出和電流之間的關係。在第 19 圖中，縱軸表示光學輸出，而橫軸表示電流。曲線 k9 顯示本發明之表面發光雷射元件的光學輸出和電流之間的關係，而曲線 k10 顯示比較性範例之表面發光雷射元件的光學輸出和電流之間的關係。該實驗是藉由從具有面積 $16\ \mu\text{m}^2$ 之發光部份的表面發光雷射元件觀測 20°C 的連續波（CW）所執行。

如第 19 圖之實驗結果所清楚顯示地，藉由本發明的表面發光雷射元件之光學輸出的飽和值會移位至高電流值側（而非比較性範例的表面發光雷射元件之光學輸出的飽和值），並獲得高輸出。

在根據本發明的表面發光雷射元件中，由於在基板 101 側之反射層 102 的低折射率層 1021 是由導熱性高的 AlAs 所構成，故基板 101 側的熱散逸變佳，且元件動作時的元件之溫度上升受到控制。

因此，藉由使用設於基板 101 之構成反射層 102 之低折射率層 1021 的高導熱性之 AlAs，並採用使活性層 104 中所產生的熱幅射至基板 101 的組成，可實驗證明將改善表面發光雷射元件的輸出特性，進而改善表面發光雷射陣列的輸出特性。

本實施例的表面發光雷射陣列可如同表面發光雷射陣列 100A (參照第 13 圖) , 設有配置為 4 列 $\times$ 10 行的 40 個表面發光雷射元件。

可將本發明的表面發光雷射陣列設置為表面發光雷射元件 1~40、151~182 的共振器間隔物層 103、103A 包括由 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成的表面發光雷射元件。可將本發明的表面發光雷射陣列設置為表面發光雷射元件 1~40、151~182 的共振器間隔物層 103、103A 包括由

$(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}/\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成的表面發光雷射元件。在此情況中, $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 係配置於活性層 104 側, 而 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 係配置於反射層 102 側。

在藉由 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 往活性層 104 的載子閉合且增加時, 可使活性層 104 中所產生的熱幅射更多至反射層 102。 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 的導熱性高於

$(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 。

表 1 分別顯示在共振器間隔物層 103、105; 103A、105A/活性層 104 的井層 1041 由 $\text{AlGaAs}/\text{AlGaAs}$ 所形成的情況中, 以及井層 1041 由 $\text{AlGaInP}/\text{GaInPAs}$ 所形成的情況中, 共振器間隔物層 103、105; 103A、105A 和井層 1041 之間的能帶隙之差, 以及阻障層 1042 和井層 1041 之間的能帶隙之差。

表 1

波長		780 nm		850 nm (參考)
間隔物層		$\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ ($E_g = 2.0226\text{eV}$)	$(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ ($E_g = 2.324\text{eV}$)	$\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ ($E_g = 2.0226\text{eV}$)
活性層	-井層	$\text{Al}_{0.12}\text{Ga}_{0.88}\text{As}$ ($E_g = 1.5567\text{eV}$)	GaInAs ($E_g = 1.5567\text{eV}$)	GaAs ($E_g = 1.42\text{eV}$)
	-阻障層	$\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ ($E_g = 1.78552\text{eV}$)	$\text{Ga}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ ($E_g = 2.02\text{eV}$)	$\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ ($E_g = 1.78552\text{eV}$)
ΔE_g (間隔物/井)		465.9 meV	767.3 meV	602.6 meV
ΔE_g (阻障/井)		228.8 meV	463.3 meV	365.5 meV

當分別將 AlGaAs 和 AlGaAs 用於共振器間隔物層 103、105；103A、105A 和活性層 104 的井層 1041 時，發光波長 780 nm 的表面發光雷射元件中之共振器間隔物層 103、105；103A、105A 和井層 1041 之間的能帶隙之差為 465.9 meV，而阻障層 1042 和井層 1041 之間的能帶隙之差為 228.8 meV。

當分別將 AlGaAs 和 AlGaAs 用於共振器間隔物層 103、105；103A、105A 和活性層 104 的井層 1041 時，發光波長 850 nm 的表面發光雷射元件中之共振器間隔物層 103、105；103A、105A 和井層 1041 之間的能帶隙之差為 602.6 meV，而阻障層 1042 和井層 1041 之間的能帶隙之差為 365.5 meV。

另一方面，當分別將 AlGaInP 和 GaInPAs 用於共振器間隔物層 103、105；103A、105A 和活性層 104 的井層 1041 時，發光波長 780 nm 的表面發光雷射元件 1~40、151~182 中之共振器間隔物層 103、105；103A、105A 和

井層 1041 之間的能帶隙之差為 767.3 meV，而阻障層 1042 和井層 1041 之間的能帶隙之差為 463.3 meV。因此，藉由分別以 AlGaInP 和 GaInPAs 構成共振器間隔物層 103、105；103A、105A 和活性層 104 的井層 1041，可使共振器間隔物層 103、105；103A、105A 和井層 1041 之間的能帶隙之差，以及阻障層 1042 和井層 1041 之間的能帶隙之差比從前更高。

因此，往井層 1041 之載子的鎖入效果會顯著改善，且表面發光雷射元件 1~40、151~182 可在以低臨限值震盪時發出更高輸出的發光。由於活性層 104 含有具有壓縮應變的 GaInPAs，故根據重電洞和輕電洞的能帶分離，增益的增加會變大。

藉此，增益變高，並可獲得利用低臨限值的高輸出發光。此效果無法由利用晶格常數幾乎與 GaAs 基板相同之 AlGaAs 系所製成的表面發光雷射元件（780 nm 或 850 nm）加以達成。

藉由改善載子夾雜和以變形之量子井結構構成活性層 104 所得到的高增益，可降低表面發光雷射元件 1~40、151~182 的臨限電流，達成利用光析出側的反射層 106、106A 來降低反射係數，並可以高輸出發光。

由於活性層 104 含有不含鋁的材料並被視為無鋁活性區域（量子井活性層和鄰接之層），當這些區域的氧夾雜減少時，可控制非發光再耦合中心的形成，並可達成長壽命之動作。這使得光學寫入單元或光源單元可被回收利用

。在上述實施例中，反射層 102 的低折射率層 1021 是由 AlAs 所構成。抑或，配置在基板 101 側（而非活性層 104）之反射層 102 的低折射率層 1021 應由具有選擇性氧化層 107 之氧化率和同等氧化率以上的半導體材料所組成。由於選擇性氧化層 107 通常是由 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($x \geq 0.9$) 所構成，由 AlAs 所構成之低折射率層 1021 的氧化率通常會等於或大於選擇性氧化層 107 的氧化率。

在含有鋁之層的情況中，若鋁含量不同，則鋁含量較大的層之氧化率較大，而若鋁含量相同，則厚度較大的層之氧化率較大。

在上述實施例中，反射層 102 的所有低折射率層 1021 皆由 AlAs 所構成。抑或，反射層 102 應在活性層 104 側具備有氧化率高於選擇性氧化層 107 之氧化率的低折射率層（= $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($x \geq 0.9$)）。這是因為將活性層 104 中所產生的熱輻射至基板 101 的效果很高，以使接近熱源之部份（=活性層 104）的導熱性變高。

在上述實施例中，台面蝕刻係停止於共振器間隔物層 103、103A 中間。抑或，在表面發光雷射陣列 100、100A 中，以台面蝕刻停止於共振器（共振器間隔物層 103、活性層 104、及共振器間隔物層 105）內部或共振器和反射層 106 的介面上為佳。在表面發光雷射陣列 200 中，以台面蝕刻停止於共振器（共振器間隔物層 103A、活性層 104、及共振器間隔物層 105A）內部、或反射層 106A 的低折

射率層 1061A 內部、或低折射率層 1061A 和高折射率層 1062 的介面上為佳。一般來說，以台面蝕刻停止於反射層 106 側（而非反射層 102）上為佳。

第 20 圖為本發明實施例中之表面發光雷射陣列的平面圖。如第 20 圖所示，本實施例的表面發光雷射陣列 300 包括基板 310、表面發光雷射元件 311~320、及焊點 321~330。

表面發光雷射元件 311~320 係在基板 310 上配置為一維陣式。而表面發光雷射元件 311~320 是由上述表面發光雷射元件 1~40 或表面發光雷射元件 151~182 所構成。

焊點 321~330 係圍繞表面發光雷射元件 311~320 而配置，並分別連接至 p 型電極 111。藉由控制臨限值上升，並在同一基板 310 上聚積許多可高輸出動作的場發射雷射裝置 311~320，舉例來說，當用於光學通訊時，由於可同時藉由光束傳輸資料，因此可執行高速通訊。

由於在以低功率動作時，活性層 104 中所產生的熱之輻射特性亦佳，故表面發光雷射元件 311~320 可減少溫度上升，尤其是將其放入設備中加以利用時。

接著，將參照第 21A 圖~第 23 圖來描述製造本發明實施例中之表面發光雷射陣列的方法。

（1）利用使用金屬有機化學汽相沉積（MOCVD）法的結晶成長，將包括反射層（下反射器）102、共振器間隔物層（下間隔物層）103、活性層 104、共振器間隔物層（上間隔物層）105、選擇性氧化層 107、及反射層（上反

射器) 106 的半導體層一個接一個地層疊在基板 101 上 (參照第 21A 圖)。下文中, 層疊有這些層的半導體層狀產物係稱為多層半導體膜。

(2) 對應於發光部份和陣列邊界部份之光罩 PM 的圖案係透過光微影法形成在多層半導體膜的表面上 (該表面與基板 101 相對) (參照第 21B 圖)。在此範例中, 一晶片具有九個發光部份 (3×3)。

(3) 台面的形狀係透過乾式蝕刻法而使用光罩 PM 做為蝕刻遮罩加以形成 (參照第 21C 圖)。下文中, 為了方便而將台面的形狀稱為「台面」。此時, 亦在用來做為陣列邊界部份的部份中執行蝕刻。在此範例中, 蝕刻係執行到蝕刻底部到達下間隔物層 103 為止。

(4) 去除光罩 PM。

(5) 在選擇性氧化層 107 中形成電流緊縮結構 (參照第 21D 圖)。

(6) 透過光微影法形成用於蝕刻陣列邊界部份之蝕刻遮罩的圖案。

(7) 對陣列邊界部份執行蝕刻, 直到蝕刻底部觸及基板 101 為止 (參照第 22A 圖)。各陣列部份分別與其他陣列部份分開或隔離。

(8) 由 SiO_2 、 SiN 、及 SiON 其中任一者所製成的保護膜 109 係形成如鈍化膜 (參照第 22B 圖)。

(9) 執行蝕刻, 以去除台面上方部份之接面和陣列邊界部份底部的分割部份上之鈍化膜 (參照第 22C 圖)。

此時，遮蔽陣列邊界部份側面的鈍化膜之部份，以使其不被蝕刻。

(10) 透過空浮法而形成 p 型電極 111 (參照第 22D 圖)。預先以光阻遮蔽電極以外的部份，並在汽相沉積電極材料之後，以諸如丙酮之其中溶解有光阻的溶液來執行超音波洗淨。將 Cr/AuZn/Au 之多層膜或 Ti/Pt/Au 之多層膜用來做為 p 型電極材料。

(11) 在執行研磨基板 101 的背面而達到預定厚度 (約 100 μm) 之後，形成 n 型電極 112 (參照第 23 圖)。n 型電極 112 是由 AuGe/Ni/Au 的多層膜所構成。

(12) 形成用以在未顯示之電極焊點和對應於發光部份之各個 p 型電極 111 的電極焊點之間建立電連接的佈線。p 型電極 111 的中央係形成開口，且雷射光束會由此開口所發出。藉此，各台面係做為發光部份。

(13) 沿著陣列邊界部份底部的分割部份執行切割，以將晶圓分割成晶片。

如此製作之本實施例的表面發光雷射陣列 400 係顯示於第 24 圖。由於此表面發光雷射陣列 400 係在製造時被製成分割之晶片，故可降低基板 101 的曲率。因此，製造良率改善，並可達成低成本生產。

由於表面發光雷射陣列 350 中之下反射器 102 的側面覆蓋有保護膜，可抑制下反射器 102 的低折射率層與大氣中的濕氣反應而氧化，進而產生變形並提前損壞。亦即，可防止隨著時間推移而產生之劣化，並可形成可靠的表面

發光雷射陣列。

[應用]

第 25 圖為顯示使用第 13 圖之表面發光雷射陣列 100A 的光學掃描裝置之組成圖式。

如第 25 圖所示，光學掃描裝置 400 包括光源 401、耦合透鏡 402、孔徑 403、歪像透鏡 (anamorphic lens) 404、多面鏡 405、偏向器側掃描透鏡 406、影像表面側掃描透鏡 407、防塵玻璃 408、影像表面 409、防音玻璃 410、及虛設透鏡 411。

光源 401 是由第 13 圖所示之表面發光雷射陣列 100A 所構成。由光源 401 所發出的 40 道光束會進入耦合透鏡 402，且耦合透鏡 402 將其轉換為輕微發散之光束並導引其進入歪像透鏡 404。

而入射至歪像透鏡 404 的光束會由歪像透鏡 404 所轉換，使其在主掃描方向上平行，並在副掃描方向上會聚於多面鏡 405 附近。

然後，該等光束穿過孔徑 403、虛設透鏡 411、及防音玻璃 410 而進入多面鏡 405。

多面鏡 405 使該等光束偏向通過防塵玻璃 408，並由偏向器側掃描透鏡 406 和影像表面側掃描透鏡 407 在影像表面 409 上執行成像。

光源 401 和耦合透鏡 402 共同固定至由鋁所製成的組件。

光源 401 是由包括 40 個表面發光雷射元件 1~40 的表面發光雷射陣列 100A 所構成，該等表面發光雷射元件 1~40 係配置為從十個表面發光雷射元件 1~10/11~20/21~30/31~40 的十個中心到配置於副掃描方向上之直線的十條法線之副掃描方向上的間隔被設置為 c_2 之等間隔，藉由調整 40 個表面發光雷射元件 1~40 的點亮時序，其可視為在光導體上具有和在副掃描方向上以等間隔使光源位於一直線之情況中相同的組成。

可藉由調整表面發光雷射元件 1~40 的元件間間隔 c_2 和光學系統的倍率來調整副掃描方向上之光學寫入的間隔。亦即，當使用表面發光雷射陣列 100A（40 個通道）來做為光源 401 時，由於元件間間隔 c_2 被設定為上述之 $2.4\ \mu\text{m}$ ，故可藉由將光學系統的倍率設定為約 2.2 倍來執行 4800 dpi 的高密度寫入。

藉由增加主掃描方向上之元件的數量，使配置在主掃描方向上的鄰接表面發光元件之間的間隔 c_2 變小，使配置在副掃描方向上的表面發光雷射元件之間的間隔 d 變小，或是降低光學系統的倍率，可達成高密度光學寫入而具有高印刷品質。在此情況中，可藉由調整光源 401 的點亮時序而輕易地控制主掃描方向的光學寫入間隔。

因此，在光學掃描裝置 400 中，可同時寫入 40 點並執行高速印刷。藉由增加表面發光雷射陣列 100A 中之表面發光雷射元件的數量，更可執行高速印刷。

由於藉由將表面發光雷射元件 1~40、151~182 用於表

面發光雷射陣列 100A 會顯著改善表面發光雷射陣列 100A 的壽命，故可將光學寫入單元或光源單元回收利用。

在光學掃描裝置 400 中，光源 401 可由第 1 圖的表面發光雷射陣列 100 或第 14 圖的表面發光雷射陣列 200 所構成。

第 26 圖為顯示雷射印表機之組成的圖式。如第 26 圖所示，雷射印表機 500 包括光導鼓 501、光學掃描裝置 502、清潔單元 503、充電單元 504、顯影單元 505、轉印單元 506、及固定單元 507。

光學掃描裝置 502、清潔單元 503、充電單元 504、顯影單元 505、轉印單元 506、及固定單元 507 係配置在光導鼓 501 的周邊。

光學掃描裝置 502 是由第 25 圖所示之光學掃描裝置 400 所構成，且其透過上述方法而使用多道雷射光束將潛像形成在光導鼓 501 上。

清潔單元 503 去除殘留在光導鼓 501 上的色劑。充電單元 504 將光導鼓 501 的表面充電。顯影單元 505 將色劑供應至光導鼓 501 的表面，並對光學掃描裝置 502 所形成的潛像執行色劑顯影。

轉印單元 506 將色劑影像轉印至記錄媒體。固定單元 507 將該轉印之色劑影像固定於該記錄媒體。

在雷射印表機 500 中，於動作開始時，充電單元 504 會將光導鼓 501 的表面充電，且光學掃描裝置 502 藉由多道雷射光束將潛像形成在光導鼓 501 上。

而顯影單元 505 將色劑供應至光學掃描裝置 502 所形成的潛像，以形成色劑影像。轉印單元 506 將色劑影像轉印至記錄媒體，而固定單元 507 將該轉印之色劑影像固定於該記錄媒體。藉此，色劑圖片係轉印於記錄紙 508 上，之後，固定單元 507 將色劑影像熱熔化，並完成電子照像影像的形成。

另一方面，放電單元（未顯示）藉由將光導鼓表面放電而消除光導鼓 501 的表面上之潛像，而清潔單元 503 去除殘留在光導鼓 501 的表面上之色劑。藉此，重複上述電子照像動作，使得一連串的动作連續以高速輸出影像。雷射印表機 500 構成本發明實施例中的成像裝置。

第 27 圖為顯示成像裝置之組成的圖式。如第 27 圖所示，成像裝置 600 包括光導體 1Y、1M、1C、1K，充電單元 2Y、2M、2C、2K，顯影單元 4Y、4M、4C、4K，清潔單元 5Y、5M、5C、5K，轉印/充電單元 6Y、6M、6C、6K，固定單元 610，光學寫入單元 620，以及轉印帶 630。在第 27 圖中，Y 表示黃色，M 表示洋紅，C 表示青色，而 K 表示黑色。

光導體 1Y、1M、1C、1K 係朝著箭頭所指出的方向旋轉。充電單元 2Y、2M、2C、2K，顯影單元 4Y、4M、4C、4K，轉印/充電單元 6Y、6M、6C、6K，以及清潔單元 5Y、5M、5C、5K 係依旋轉方向的順序加以配置。

充電單元 2Y、2M、2C、2K 是將光導體 1Y、1M、1C、1K 的表面均勻充電的組件。以來自光學寫入單元 620（

其由光學掃描裝置 400 所構成) 的光束照射充電單元 2Y、2M、2C、2K 和顯影單元 4Y、4M、4C、4K 之間的光導體 1Y、1M、1C、1K 的表面，使得靜電影像形成在光導體 1Y、1M、1C、1K 上。

而顯影單元 4Y、4M、4C、4K 係根據該等靜電影像將色劑影像形成在光導體 1Y、1M、1C、1K 的表面上。然後轉印/充電單元 6Y、6M、6C、6K 將各顏色的色劑影像一個接一個地轉印至記錄紙 640。最後，固定單元 610 將該轉印之影像固定於記錄紙 640。

雖然可能因機械準確度等而發生各個顏色的色差 (color gap)，成像裝置 600 係針對高密度成像而設計，並可藉由調整用於光學寫入單元 620 的表面發光雷射陣列之表面發光雷射元件的點亮時序來提升色差的補償準確度。

第 28 圖為光學傳輸模組之組成的圖式。如第 28 圖所示，光學傳輸模組 700 包括表面發光雷射陣列 701 和光纖 702。

以表面發光雷射元件 1~40、151~182 配置為一維陣式的方式構成表面發光雷射陣列 701。光纖 702 是由複數塑膠光纖 (POF) 所構成。該複數塑膠光纖係對應於表面發光雷射陣列 701 的該複數表面發光雷射元件 1~40、151~182 而配置。

在光學傳輸模組 700 中，由表面發光雷射元件 1~40、151~182 所發出的雷射光束係分別傳輸至對應的塑膠光纖。丙烯酸系塑膠光纖在 650 nm 時具有吸收損耗的底限，

且 650 nm 的表面發光雷射元件正在開發中。然而，其具有不必要的高溫特性，且仍無法實際使用。

LED（發光二極體）被用來做為光源，但仍難以達成高速調變。為了實現超過 1 Gbps 的高速傳輸，必須使用半導體雷射。

上述表面發光雷射元件 1~40、151~182 的發光波長為 780 nm。其輻射特性改善，具有高輸出，且高溫特性良好。雖然該光纖的吸收損耗很大，但仍可僅針對短距傳輸而使用光學傳輸模組 700。

在光學通訊的領域中，為了同時傳輸大量資料，係開發使用整合有複數半導體雷射之雷射陣列的並行傳輸。藉由此技術，可高速並行傳輸，並可同時傳輸大量資料。

在光學傳輸模組 700 中，表面發光雷射元件 1~40、151~182 分別對應於該等光纖。抑或，可將具有不同發光波長的數個表面發光雷射元件配置為一維或二維陣列陣式，並可藉由執行波長多工傳輸來提高傳輸率。此外，結合有使用表面發光雷射元件 1~40、151~182 的表面發光雷射陣列和便宜的 POF 之光學傳輸模組 700 使其可提供低成本的光學傳輸模組和使用該光學傳輸模組的光纖通訊系統。

由於該光纖通訊系統的成本低廉，其對家用、辦公室用、裝置內用等短距資料通訊極為有效。

第 29 圖為第 1 圖之表面發光雷射元件 1~32 的變體之剖面圖。

在本實施例中，第 1 圖的表面發光雷射元件 1~32 分

別由第 29 圖的表面發光雷射元件 1B 所構成。如第 29 圖所示，在表面發光雷射元件 1B 中，第 3 圖之表面發光雷射元件 1 的共振器間隔物層 103 是由共振器間隔物層 103B 所取代，而其他組成與表面發光雷射元件 1 的相同。

共振器間隔物層 103B 是由非摻雜的 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成，並形成在反射層 102 上。而 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 的導熱性大於構成共振器間隔物層 103 的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 。

第 30 圖為顯示第 29 圖之表面發光雷射元件 1B 的活性層 104 附近之剖面圖。如第 30 圖所示，反射層 102 的低折射率層 1021 觸及共振器間隔物層 103B。共振器間隔物層 103B 觸及反射層 102 的低折射率層 1021 和活性層 104 的阻障層 1042。

在表面發光雷射元件 1B 中，共振器間隔物層 103B 和 105 及活性層 104 構成共振器，且在與基板 101 垂直之方向上的該共振器之厚度被設定為表面發光雷射元件 1B 的一波長 ($=\lambda$)。亦即，共振器間隔物層 103B 和 105 及活性層 104 係構成 1 波長共振器。

包括表面發光雷射元件 1B 的表面發光雷射陣列 100 是根據第 4A 圖~第 6B 圖的製程所製成。在此情況中，在第 4A 圖的製程中，共振器間隔物層 103B 的 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 是透過 MOCVD 法而藉由使用三甲基鎵 (TMG)、三甲基銻 (TMI)、及磷 (PH_3) 做為原料所形成。

由於該共振器 (=共振器間隔物層 103B 和 105 及活性

層 104) 含有 In，其會構成吸收層以吸收在形成台面結構時面內方向上之蝕刻深度的差。

在使用表面發光雷射元件 1B 製作表面發光雷射陣列 100 時，用以形成台面結構的蝕刻會中止於共振器（共振器間隔物層 103B）中間，且元件間部份 120 和平坦部份 130 之間的蝕刻深度之差 Δd 會變小。

因此，根據本發明，可減少基板 101 的面內方向 DR1 上之蝕刻深度的差而不需使用虛設元件。

由於元件間部份 120 和平坦部份 130 之間的蝕刻深度之差 Δd 很小，故可降低截斷導線 W1~W32 的機率。

由於焊點 51~82 配置在平坦部份 130 中，可藉由焊點 51~82 來防止台面結構在導線接合時受損。

相對於表面發光雷射元件 1，表面發光雷射元件 1B 係設為共振器間隔物層 103B 由導熱性大於

$(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ 的 $Ga_{0.5}In_{0.5}P$ 所構成，且大部份活性層 104 中所產生的熱可輻射至基板 101 側。

在上述實施例中，該台面結構的底部位於共振器間隔物層 103B 中間。抑或，該台面結構的底部可位於含有 In 之共振器（=共振器間隔物層 103B 和 105 及活性層 104）的厚度方向上之任意位置。

第 31 圖為第 1 圖之表面發光雷射元件 1~32 的變體之剖面圖。在本實施例中，第 1 圖的表面發光雷射元件 1~32 是分別由第 31 圖的表面發光雷射元件 1C 所構成。

如第 31 圖所示，在表面發光雷射元件 1C 中，第 3 圖

之表面發光雷射元件 1 的共振器間隔物層 103 是由共振器間隔物層 103C 所取代，而其他組成與表面發光雷射元件 1 的相同。

共振器間隔物層 103C 是由非摻雜的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}/\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成，並形成在反射層 102 上。

第 32 圖為顯示第 31 圖之表面發光雷射元件 1C 的活性層 104 附近之剖面圖。如第 32 圖所示，共振器間隔物層 103C 是由間隔物層 1031 和 1032 所構成。間隔物層 1031 與反射層 102 的低折射率層 1021 接觸而形成，而間隔物層 1032 與活性層 104 的阻障層 1042 接觸而形成。

間隔物層 1031 是由 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成。間隔物層 1032 是由 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成。

在表面發光雷射元件 1C 中，共振器間隔物層 103C 和 105 及活性層 104 構成共振器，且在與基板 101 垂直之方向上的該共振器之厚度被設定為表面發光雷射元件 1C 的一波長 ($=\lambda$)。亦即，共振器間隔物層 103C 和 105 及活性層 104 係構成 1 波長共振器。

包括表面發光雷射元件 1C 的表面發光雷射陣列 100 是根據第 4A 圖~第 6B 圖的製程所製成。在此情況中，在第 4A 圖的製程中，共振器間隔物層 103C 的

$(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}/\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 是透過 MOCVD 法而藉由使用三甲基鋁 (TMA)、三甲基鎵 (TMG)、三甲基銻 (TMI)、及磷 (PH_3) 做為原料所形成。

由於該共振器（=共振器間隔物層 103C 和 105 及活性層 104）含有 In，其會構成吸收層以吸收在形成台面結構時面內方向上之蝕刻深度的差。

在使用表面發光雷射元件 1C 製作表面發光雷射陣列 100 時，用以形成台面結構的蝕刻會中止於共振器（共振器間隔物層 103C）中間，且元件配置部份 120 和平坦部份 130 之間的蝕刻深度之差 Δd 會變小。

因此，根據本發明，可減少基板 101 的面內方向 DR1 上之蝕刻深度的差而不需使用虛設元件。

由於元件配置部份 120 和平坦部份 130 之間的蝕刻深度之差 Δd 很小，可降低截斷導線 W1~W32 的機率。

由於焊點 51~82 配置在平坦部份 130 中，可藉由該等焊點來防止台面結構在導線接合時受損。

在表面發光雷射元件 1C 中，共振器間隔物層 103C 中之接觸活性層 104 的間隔物層 1032 是由寬能帶隙材料之 $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ 所構成。

觸及反射層 102 低折射率層 1021（=AlAs）的間隔物層 1031 是由 $Ga_{0.5}In_{0.5}P$ 所構成。為此緣故，相對於表面發光雷射元件 1，大部份活性層 104 中所產生的熱可輻射至基板 101 側，並可提供與表面發光雷射元件 1 中所夾雜的載子程度相同的載子程度。

在上述實施例中，該台面結構的底部位於共振器間隔物層 103C 中間。抑或，該台面結構的底部可位於含有 In 之共振器（=共振器間隔物層 103C 和 105 及活性層 104）

的厚度方向上之任意位置。

第 33 圖為第 1 圖之表面發光雷射元件 1~32 的變體之剖面圖。

在本實施例中，第 1 圖的表面發光雷射元件 1~32 分別由第 33 圖的表面發光雷射元件 1D 所構成。如第 33 圖所示，在表面發光雷射元件 1D 中，第 3 圖之表面發光雷射元件 1 的共振器間隔物層 103 是由共振器間隔物層 103D 所取代，而其他組成與表面發光雷射元件 1 的相同。

共振器間隔物層 103D 是由非摻雜的 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}/\text{AlGaAs}$ 所構成，並形成在反射層 102 上。

第 34 圖為顯示第 33 圖之表面發光雷射元件 1D 的活性層 104 附近之剖面圖。如第 34 圖所示，共振器間隔物層 103D 是由間隔物層 1031A 和 1032A 所構成。間隔物層 1031A 與反射層 102 的低折射率層 1021 接觸而形成，而間隔物層 1032A 與活性層 104 的阻障層 1042 接觸而形成。

間隔物層 1031A 是由導熱性大於 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 之導熱性的 AlGaAs 所構成。間隔物層 1032A 是由 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成。

在表面發光雷射元件 1D 中，共振器間隔物層 103D 和 105 及活性層 104 構成共振器，且在與基板 101 垂直之方向上的該共振器之厚度被設定為表面發光雷射元件 1D

的一波長 ($=\lambda$)。亦即，共振器間隔物層 103D 和 105 及活性層 104 係構成 1 波長共振器。

包括表面發光雷射元件 1D 的表面發光雷射陣列 100 是根據第 4A 圖~第 6B 圖的製程所製成。在此情況中，在第 4A 圖的製程中，共振器間隔物層 103D 的

($\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}$) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 是透過 MOCVD 法而藉由使用三甲基鋁 (TMA)、三甲基鎵 (TMG)、三甲基銻 (TMI)、及磷 (PH_3) 做為原料所形成，而共振器間隔物層 103D 的 AlGaAs 是藉由使用三甲基鋁 (TMA)、三甲基鎵 (TMG)、及砷 (AsH_3) 做為原料所形成。

由於共振器間隔物層 103D 的間隔物層 1032A、活性層 104、和共振器間隔物層 105 含有 In，它們會構成吸收層以吸收在形成台面結構時面內方向上之蝕刻深度的差。

在製作包括表面發光雷射元件 1D 的表面發光雷射陣列 100 時，用以形成台面結構的蝕刻會中止於共振器間隔物層 103D 的間隔物層 1032A 中間，且元件配置部份 120 和平坦部份 130 之間的蝕刻深度之差 Δd 會變小。

因此，根據本發明，可減少基板 101 的面內方向 DR1 上之蝕刻深度的差而不需使用虛設元件。

由於元件配置部份 120 和平坦部份 130 之間的蝕刻深度之差 Δd 很小，可降低截斷導線 W1~W32 的機率。由於焊點 51~82 配置在平坦部份 130 中，可藉由焊點 51~82 來防止台面結構在導線接合時受損。

在表面發光雷射元件 1D 中，共振器間隔物層 103D

中之接觸活性層 104 的間隔物層 1032A 是由寬能帶隙材料之 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 所構成。觸及反射層 102 的低折射率層 1021 ($=\text{AlAs}$) 的間隔物層 1031A 是由 AlGaAs 所構成。

因此，相對於表面發光雷射元件 1，熱可更大部份地輻射至基板 101 側，其使所含的載子與表面發光雷射元件 1 中所含有的載子程度相同，並產生於活性層 104 中。

在上述實施例中，台面結構的底部位於間隔物層 1032A 中間。抑或，該台面結構的底部可位於含有 In 之間隔物層 1032A、活性層 104、及共振器間隔物層 105 的厚度方向上之任意位置。

第 35 圖為第 1 圖之表面發光雷射元件 1~32 的變體之剖面圖。

在本實施例中，第 1 圖的表面發光雷射元件 1~32 分別由第 35 圖的表面發光雷射元件 1E 所構成。如第 35 圖所示，在表面發光雷射元件 1E 中，第 3 圖之表面發光雷射元件 1 的共振器間隔物層 103 和活性層 104 係分別由共振器間隔物層 103E 和活性層 104A 所取代，而其他組成與表面發光雷射元件 1 的相同。

共振器間隔物層 103E 是由非摻雜的 AlGaAs 所構成，並形成在反射層 102 上。活性層 104A 是由 AlGaAs 系材料所構成，且係設置以發出 780 nm 的雷射光束。

在表面發光雷射元件 1E 中，該台面結構的底部位於共振器間隔物層 105 中間。

第 36 圖為顯示第 35 圖之表面發光雷射元件 1E 的活性層 104A 附近之剖面圖。如第 36 圖所示，共振器間隔物層 103E 與反射層 102 的低折射率層 1021 和活性層 104A 接觸而形成。

共振器間隔物層 103E 是由 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ 所構成。活性層 104A 是由量子井結構所構成，其中係交替層疊有三個井層 1041A 和四個阻障層 1042A。各井層 1041A 是由 $\text{Al}_{0.12}\text{Ga}_{0.88}\text{As}$ 所構成。各阻障層 1042A 是由 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 所構成。

在表面發光雷射元件 1E 中，共振器間隔物層 103E 和 105 及活性層 104A 構成共振器，且在與基板 101 垂直之方向上的該共振器之厚度被設定為表面發光雷射元件 1E 的一波長（ $= \lambda$ ）。亦即，共振器間隔物層 103E 和 105 及活性層 104A 係構成 1 波長共振器。

包括表面發光雷射元件 1E 的表面發光雷射陣列 100 是根據第 4A 圖~第 6B 圖的製程所製成。

在此情況中，在第 4A 圖的製程中，共振器間隔物層 103E 的 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ 、井層 1041A 的 $\text{Al}_{0.12}\text{Ga}_{0.88}\text{As}$ 、及阻障層 1042A 的 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 是藉由使用三甲基鋁（TMA）、三甲基鎵（TMG）、及砷（ AsH_3 ）做為原料所形成。

由於共振器間隔物層 105 含有 In，其會構成吸收層以吸收在形成台面結構時面內方向上之蝕刻深度的差。

由於用以形成台面結構的蝕刻係在製作包括表面發光雷射元件 1E 的表面發光雷射陣列 100 時中止於共振器間

隔物層 105 中間，元件配置部份 120 和平坦部份 130 之間的蝕刻深度之差 Δd 會變小。

因此，根據本發明，可減少基板 101 的面內方向 DR1 上之蝕刻深度的差而不需使用虛設元件。

由於元件配置部份 120 和平坦部份 130 之間的蝕刻深度之差 Δd 很小，可降低截斷導線 W1~W32 的機率。由於焊點 51~82 配置在平坦部份 130 中，可藉由焊點 51~82 來防止台面結構在導線接合時受損。

在本實施例中，於構成表面發光雷射元件 1E 的反射層 102、共振器間隔物層 103E、活性層 104A、共振器間隔物層 105、反射層 106、選擇性氧化層 107、及接觸層 108 之間，僅共振器間隔物層 105 含有 In。抑或，本實施例可被組態成僅共振器間隔物層 103E 含有 In 或僅活性層 104A 含有 In。

當僅共振器間隔物層 103E 含有 In 時，共振器間隔物層 103E 會構成吸收層以吸收在形成台面結構時面內方向上之蝕刻深度的差，且該台面結構的底部位於共振器間隔物層 103E 中間。

當僅活性層 104A 含有 In 時，活性層 104A 會構成吸收層以吸收在形成台面結構時面內方向上之蝕刻深度的差，且該台面結構的底部位於活性層 104A 中間。

在上述實施例中，反射層 102 的低折射率層 1021 是由 AlAs 所構成。抑或，根據本發明，低折射率層 1021 可由 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0.9 \leq x \leq 1$) 所構成。

本發明的表面發光雷射陣列可由配置為 4 列×8 行之陣式以外的二維陣式之複數個表面發光雷射元件所構成。

本發明不限於上述實施例，且可在不悖離本發明之範圍下進行多種變化與修改。

本申請案是根據並主張 2006 年 8 月 23 日所申請之日本專利申請案第 2006-226561 號、2006 年 8 月 23 日所申請之日本專利申請案第 2006-226562 號、及 2007 年 5 月 22 日所申請之日本專利申請案第 2007-134856 號的優先權，其所有內容皆併入此處以供參考。

【圖式簡單說明】

根據以下詳細說明並配合所附圖式，將可更清楚地了解本發明的其他目的、特徵及優點。

第 1 圖為本發明實施例中之表面發光雷射陣列的平面圖。

第 2 圖為第 1 圖之表面發光雷射陣列中的表面發光雷射元件之剖面圖。

第 3 圖為顯示第 2 圖之表面發光雷射元件的活性層附近之剖面圖。

第 4A 圖、第 4B 圖、及第 4C 圖為用以說明第 1 圖之表面發光雷射陣列的製造方法之圖式。

第 5A 圖、第 5B 圖、及第 5C 圖為用以說明第 1 圖之表面發光雷射陣列的製造方法之圖式。

第 6A 圖和第 6B 圖為用以說明第 1 圖之表面發光雷射

陣列的製造方法之圖式。

第 7 圖為用以說明第 4B 圖之製程中的蝕刻之圖式。

第 8 圖為用以說明製作第 1 圖之表面發光雷射陣列時的蝕刻時之電漿發光的時序圖。

第 9 圖為用以說明製作第 1 圖之表面發光雷射陣列時的蝕刻時之電漿發光的時序圖。

第 10 圖為用以相對於台面間隔而說明於共振器區域中停止蝕刻時平坦部份的蝕刻深度，以及表面發光雷射元件的元件間間隙中之蝕刻深度和平坦部份中之蝕刻深度之間的差之圖式。

第 11 圖為用以相對於台面間隔而說明在配置於基板側上之反射層中停止蝕刻時平坦部份中的蝕刻深度，以及表面發光雷射元件的元件間間隙中之蝕刻深度和平坦部份中之蝕刻深度之間的差之圖式。

第 12 圖為第 1 圖之表面發光雷射陣列的平面圖和剖面圖。

第 13 圖為本發明實施例中之表面發光雷射陣列的平面圖。

第 14 圖為本發明實施例中之表面發光雷射陣列的平面圖。

第 15 圖為第 14 圖之表面發光雷射陣列中的表面發光雷射元件之剖面圖。

第 16 圖為顯示第 15 圖之表面發光雷射元件的活性層附近之剖面圖。

第 17 圖為用於實驗之第 14 圖的實施例中之表面發光雷射元件的剖面圖。

第 18 圖為用於實驗之比較性範例中的表面發光雷射元件之剖面圖。

第 19 圖為用以說明顯示實驗結果之光學輸出和電流之間的關係之圖式。

第 20 圖為本發明實施例中之表面發光雷射陣列的平面圖。

第 21A 圖、第 21B 圖、第 21C 圖、及第 21D 圖用以說明本發明實施例中之表面發光雷射陣列的製造方法之圖式。

第 22A 圖、第 22B 圖、第 22C 圖、及第 22D 圖為用以說明本實施例中之表面發光雷射陣列的製造方法之圖式。

第 23 圖為用以說明本實施例之表面發光雷射陣列的製造方法之圖式。

第 24 圖為用以說明本實施例之表面發光雷射陣列的圖式。

第 25 圖為顯示使用第 13 圖之表面發光雷射陣列的光學掃描裝置之組成圖式。

第 26 圖為顯示雷射印表機之組成的圖式。

第 27 圖為顯示成像裝置之組成的圖式。

第 28 圖為光學傳輸模組的圖式。

第 29 圖為第 1 圖之表面發光雷射陣列中的表面發光

雷射元件之變體的剖面圖。

第 30 圖為顯示第 29 圖之表面發光雷射元件的活性層附近之剖面圖。

第 31 圖為第 1 圖之表面發光雷射陣列中的表面發光雷射元件之變體的剖面圖。

第 32 圖為顯示第 31 圖之表面發光雷射元件的活性層附近之剖面圖。

第 33 圖為第 1 圖之表面發光雷射陣列中的表面發光雷射元件之變體的剖面圖。

第 34 圖為顯示第 33 圖之表面發光雷射元件的活性層附近之剖面圖。

第 35 圖為第 1 圖之表面發光雷射陣列中的表面發光雷射元件之變體的剖面圖。

第 36 圖為顯示第 35 圖之表面發光雷射元件的活性層附近之剖面圖。

第 37 圖為根據先前技術之表面發光雷射陣列的平面圖。

【主要元件符號說明】

1~40、151~182、311~320：表面發光雷射元件

51~90、321~330：焊點

100、100A、200、300、350：表面發光雷射陣列

101、310：基板

102、106、106A：反射層

103、103A~103E、105、105A：共振器間隔物層

104、104A：活性層

107：選擇性氧化層

107a：非氧化區

107b：氧化區

108：接觸層

109：SiO₂層

110：絕緣樹脂

111：p型電極

112：n型電極

120：光阻圖案

120：元件間部份

130：平坦部份

131~134：台面結構

141~145：裙部

150：溝槽

400：表面發光雷射陣列（光學掃描裝置）

401：光源

402：耦合透鏡

403：孔徑

404：歪像透鏡

405：多面鏡

406：偏向器側掃描透鏡

407：影像表面側掃描透鏡

408：防塵玻璃

409：影像表面

410：防音玻璃

411：虛設透鏡

500：雷射印表機

501：光導鼓

502：光學掃描裝置

503：清潔單元

504：充電單元

505：顯影單元

506：轉印單元

507、610：固定單元

508、640：記錄紙

600：成像裝置

620：光學寫入單元

630：轉印帶

700：光學傳輸模組

701：表面發光雷射陣列

702：光纖

1021、1061、1061A：低折射率層

1022、1062：高折射率層

1023、1063：組成傾斜層

1031、1031A、1032、1032A：間隔物層

1041、1041A：井層

1042、1042A：阻障層

1B~1E：表面發光雷射元件

1Y、1M、1C、1K：光導體

2Y、2M、2C、2K：充電單元

4Y、4M、4C、4K：顯影單元

5Y、5M、5C、5K：清潔單元

6Y、6M、6C、6K：轉印/充電單元

W1~W40：導線

十、申請專利範圍

1. 一種表面發光雷射陣列，包括複數個表面發光雷射元件，該複數個表面發光雷射元件的每一者包含：

第一反射層，形成在基板上以構成半導體布拉格反射器；

第二反射層，形成在該第一反射層上方，以構成半導體布拉格反射器，該第二反射層中含有選擇性氧化層；和

共振器凹穴，形成在該第一反射層和該第二反射層之間，且含有活性層，

其中該第二反射層和該共振器凹穴接觸，

其中該第一反射層在該活性層側上至少含有低折射率層，該低折射率層比該第二反射層中所含有之該選擇性氧化層具有相等或更高的鋁份額（Al fraction），該共振器凹穴是由至少含有 In 的 AlGaInPAs 系材料所製成，且各表面發光雷射元件中之台面結構的底部位於該選擇性氧化層下方及該第一反射層上方。

2. 如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，其中該共振器凹穴的蝕刻率小於該第二反射層的蝕刻率。

3. 如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，其中該第二反射層在該活性層側上含有由至少含有 In 的 AlGaInPAs 系材料所製成之層。

4. 如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，其中該台面結構的底部位於該共振器內或該第二反射層和該共振器之間的介面上。

5. 如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，其中該第一反射層在該表面發光雷射元件的整個區域上方含有由 AlAs 所製成的該低折射率層。

6. 如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，其中該第二反射層中所含有的該選擇性氧化層構成選擇性氧化型電流緊縮部份。

7. 如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，其中該複數個表面發光雷射元件的元件間間隙中之蝕刻深度和該複數個表面發光雷射元件的周邊部份之蝕刻深度之間的差等於或小於各表面發光雷射元件之發光波長的 $1/2$ 。

8. 如申請專利範圍第 7 項的表面發光雷射陣列，其中該複數個表面發光雷射元件之兩相鄰表面發光雷射元件之間的元件間間隙被設定為該複數個表面發光雷射元件中，兩台面結構之頂面位置之間的間隙和該兩台面結構之底面位置之間的間隙中之較小者，並等於或小於 $20\ \mu\text{m}$ 。

9. 如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，其中該第一反射層的側面由保護膜所覆蓋。

10. 如申請專利範圍第 9 項的表面發光雷射陣列，其中該保護膜是由 SiO_2 、 SiN 、及 SiON 其中任一者所製成。

11. 如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，其中配置在該第一反射層的該共振器側上之該低折射率層的鋁含量大於該選擇性氧化層的鋁含量。

12. 如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，其

中配置在該第一反射層的該共振器側上之低折射率層的鋁含量與該選擇性氧化層的鋁含量相同，且配置在該第一反射層的該共振器側上之該低折射率層的厚度大於該選擇性氧化層的厚度。

13. 一種光學掃描裝置，包含：

如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列；

偏向單元，使由該表面發光雷射陣列所發出的複數雷射光束偏向；以及

掃描光學元件，將來自該偏向單元的該等雷射光束引至光導體的被掃描表面上。

14. 一種成像裝置，其中設有如申請專利範圍第 13 項的光學掃描裝置。

15. 一種成像裝置，其中設有如申請專利範圍第 1 項的表面發光雷射陣列，以做為發出複數雷射光束的光源。

16. 一種表面發光雷射元件，具有發出雷射光束的台面結構，該表面發光雷射元件包含：

基板；

第一反射層，形成在該基板上以構成半導體布拉格反射器；

第二反射層，形成在該第一反射層上方，以構成半導體布拉格反射器；

共振器凹穴，形成在該第一反射層和該第二反射層之間且含有活性層，該第二反射層和該共振器凹穴接觸；和

吸收層，被配置用於吸收當形成該台面結構時該基板

的面內方向中之蝕刻深度的差，

其中該第一反射層在該活性層側上至少含有低折射率層，該低折射率層比該第二反射層中所含有之該選擇性氧化層具有相等或更高的鋁份額，

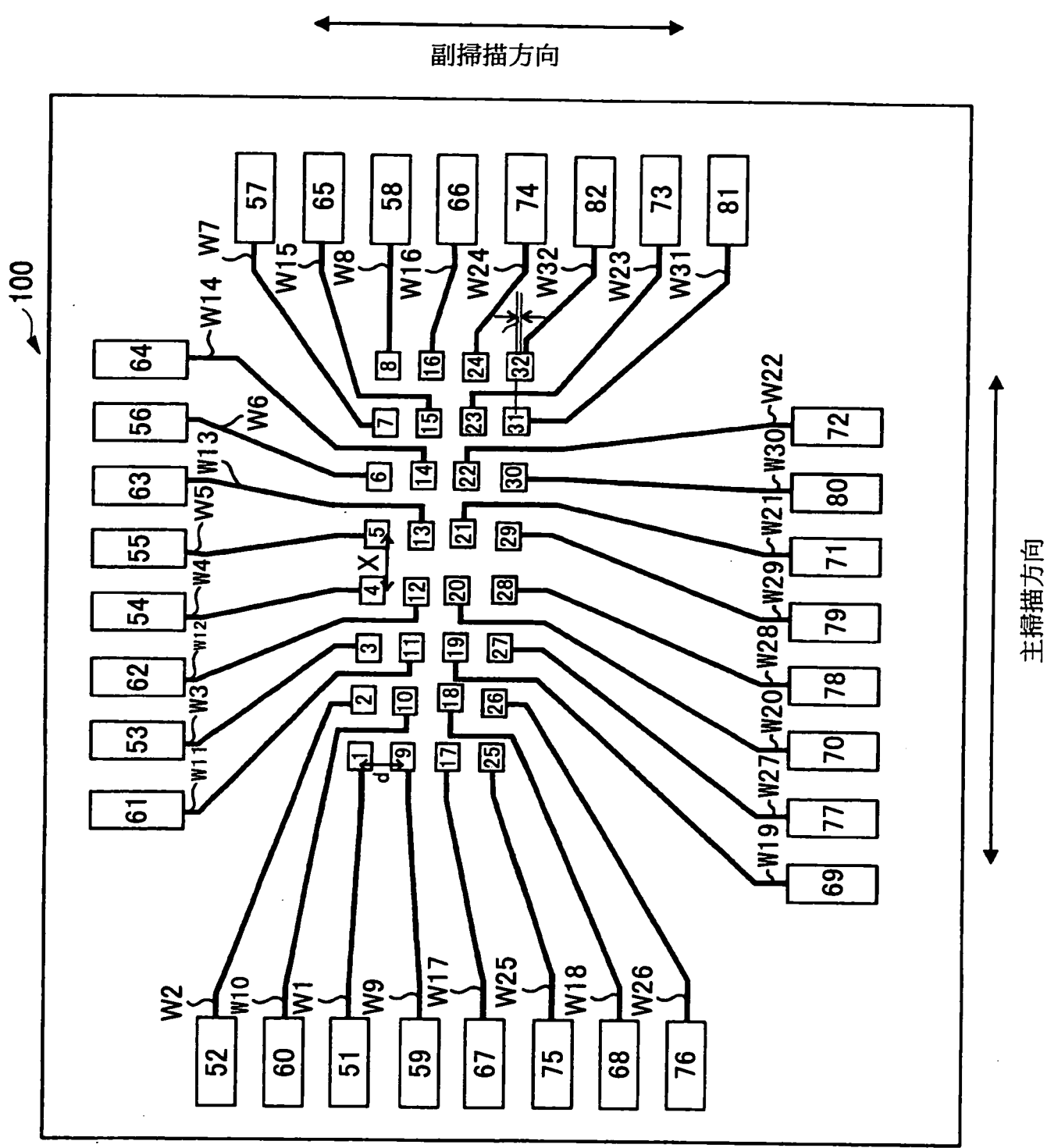
其中該台面結構的底部在垂直於該基板的方向中位於該吸收層中，且該吸收層在該共振器凹穴的厚度方向中形成在至少一部份該共振器凹穴中。

17. 如申請專利範圍第 16 項的表面發光雷射元件，其中該吸收層在該共振器凹穴的厚度方向中形成在該共振器凹穴的整個區域中。

18. 如申請專利範圍第 16 項的表面發光雷射元件，其中該吸收層在該共振器凹穴的厚度方向中形成在該共振器凹穴的整個區域中，並部份形成在該第二反射層的厚度方向中。

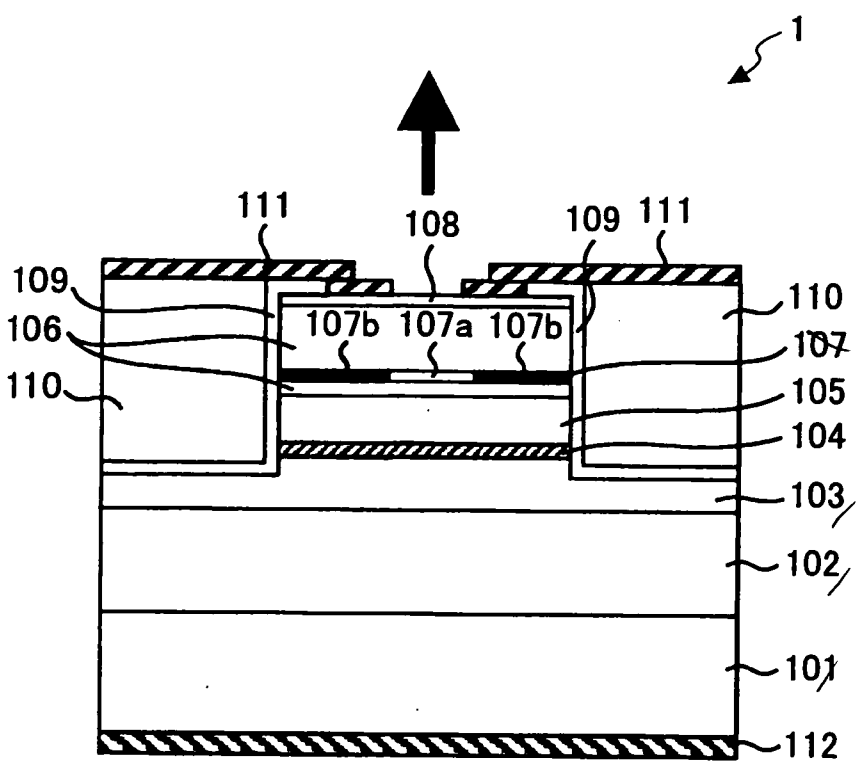
19. 如申請專利範圍第 16 項的表面發光雷射元件，其中該吸收層至少含有 In。

96131129

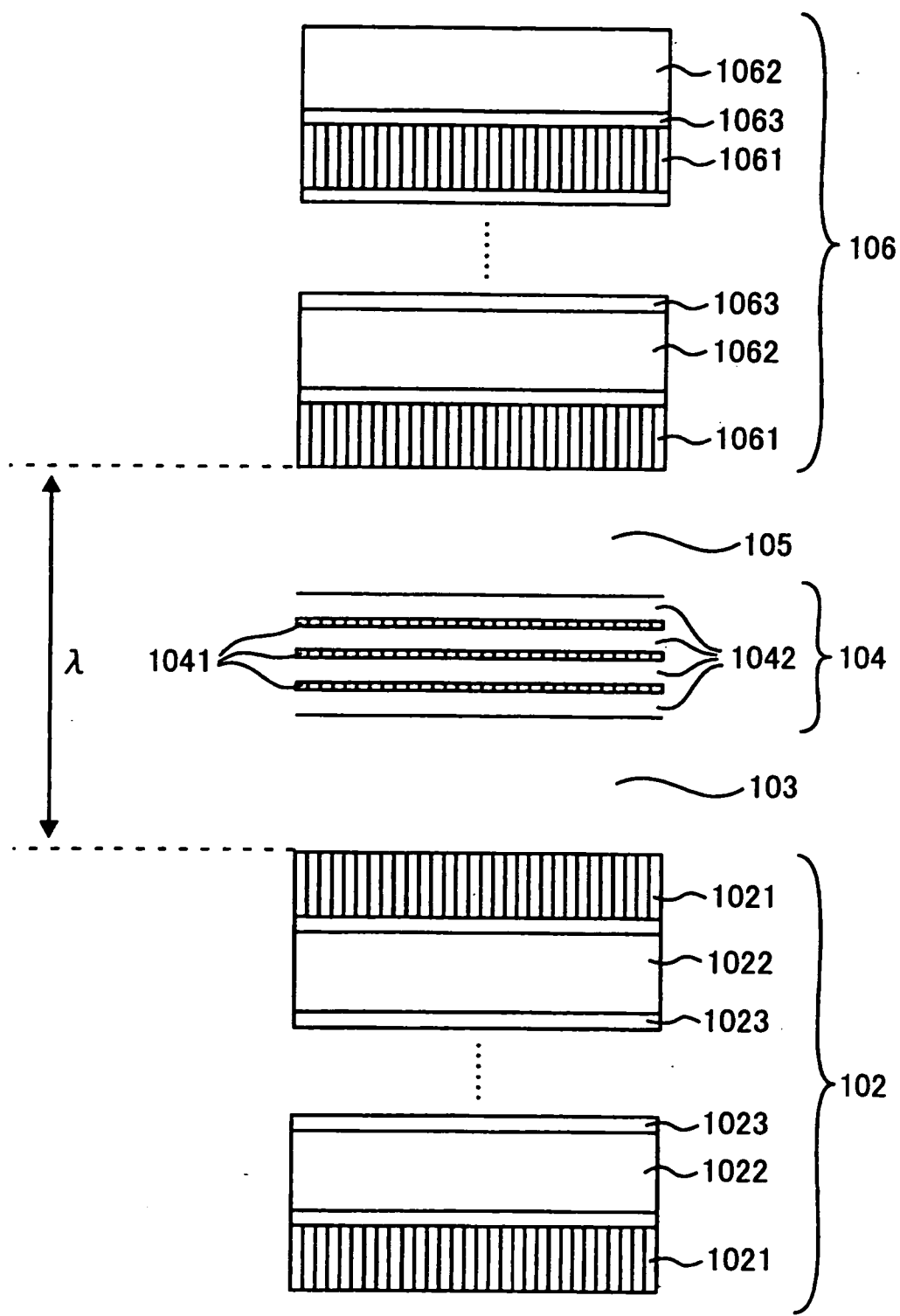


第1圖

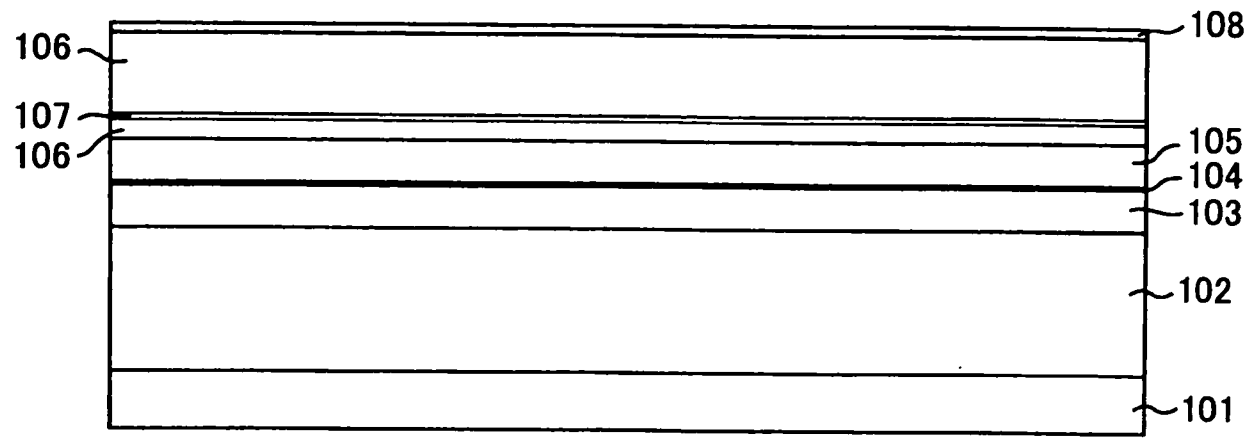
第2圖



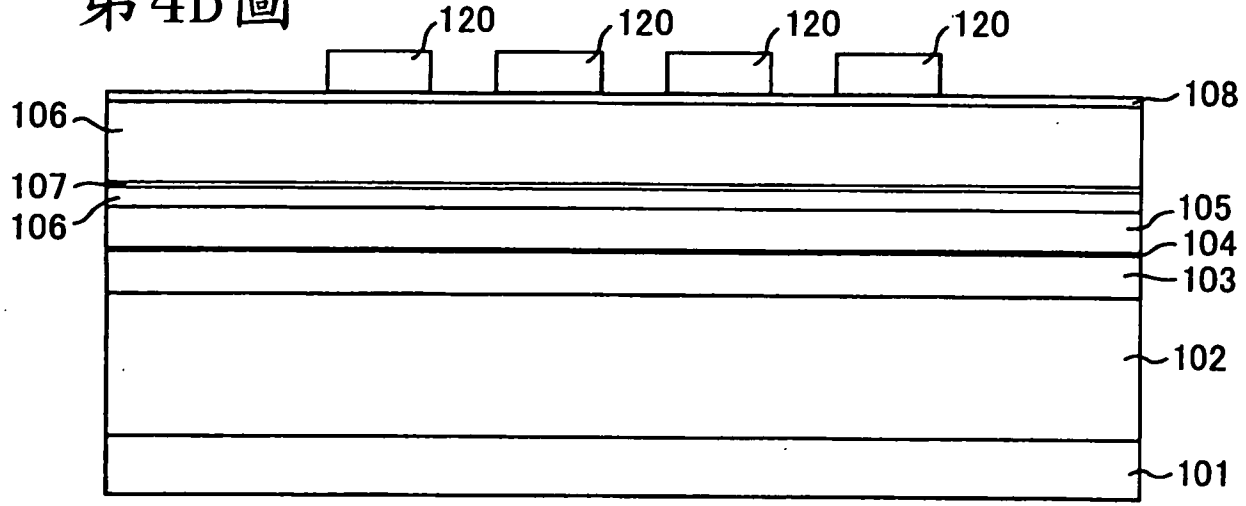
第3圖



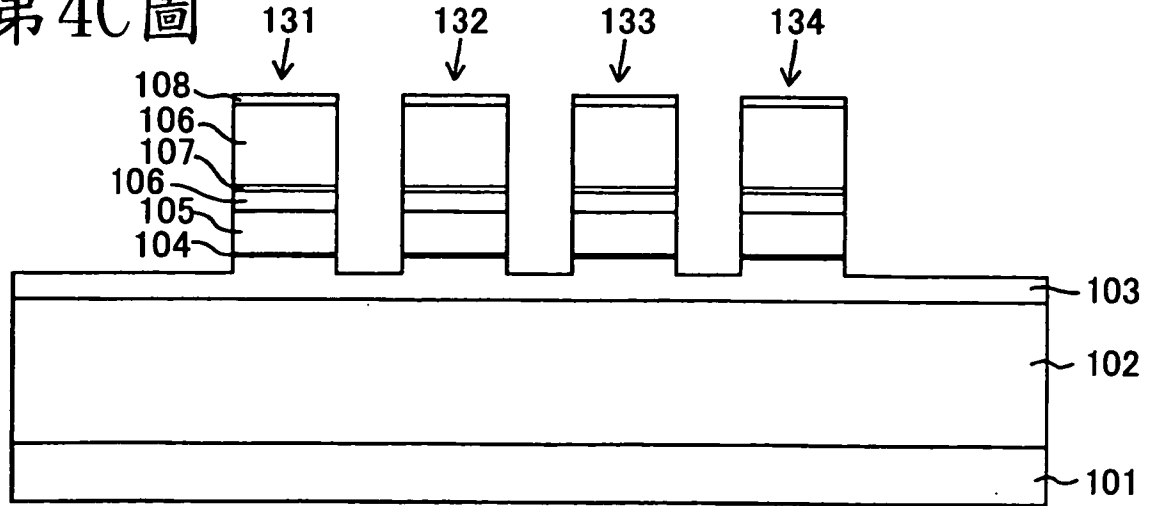
第4A圖



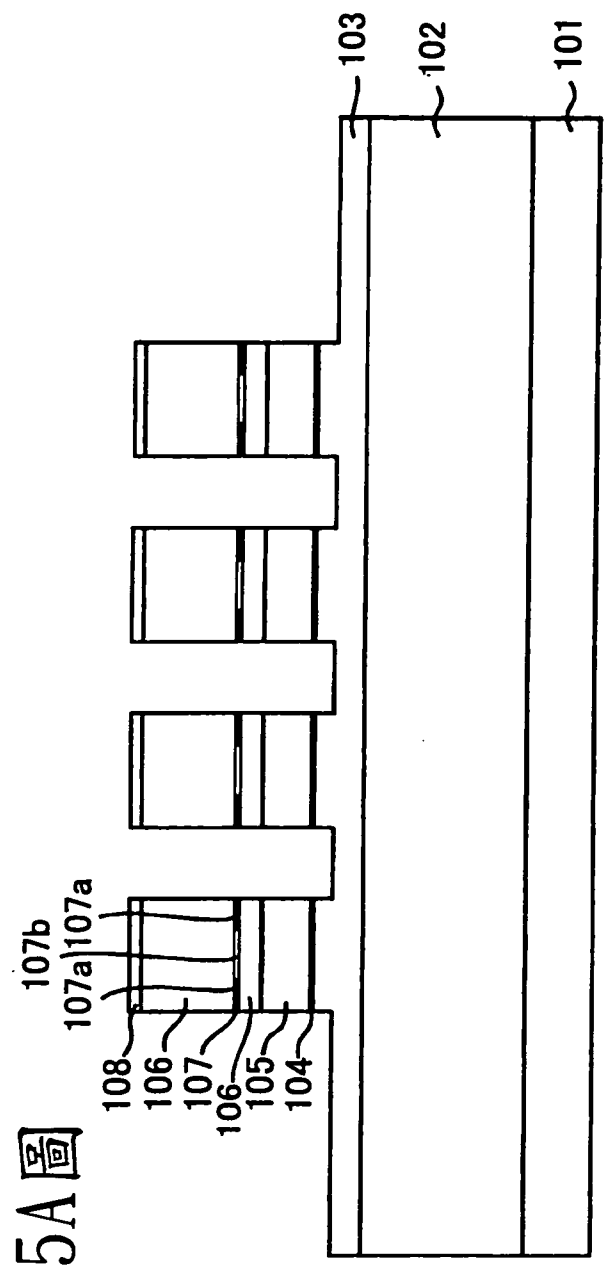
第4B圖



第4C圖



第5A圖



第5B圖

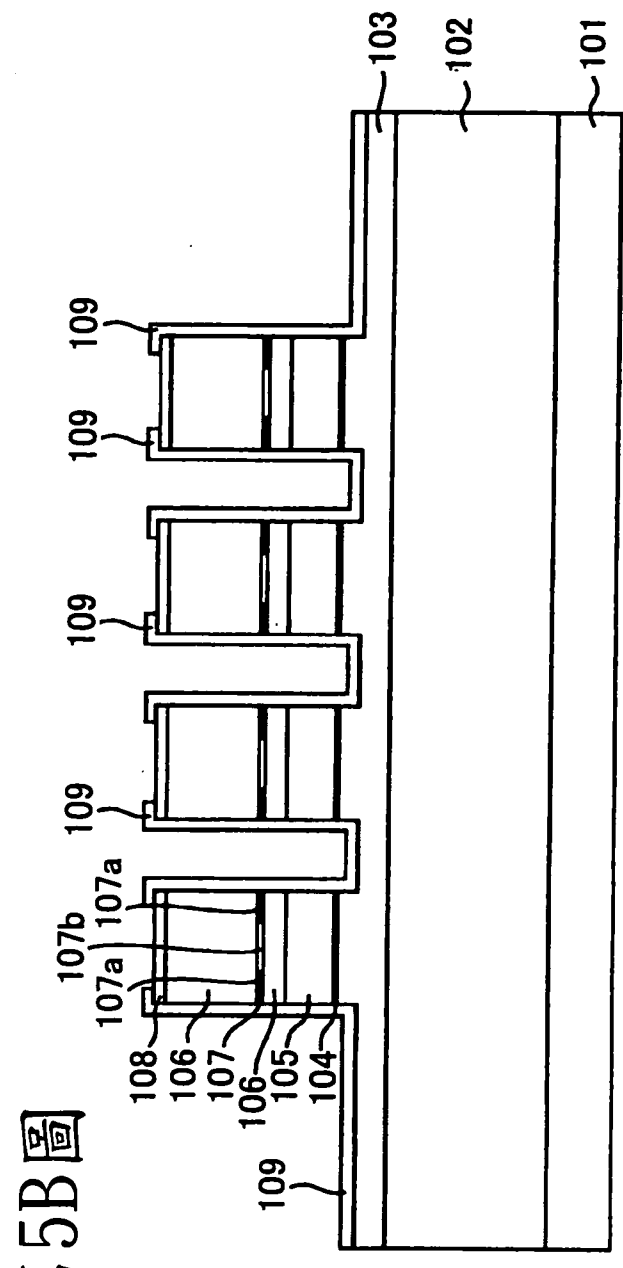
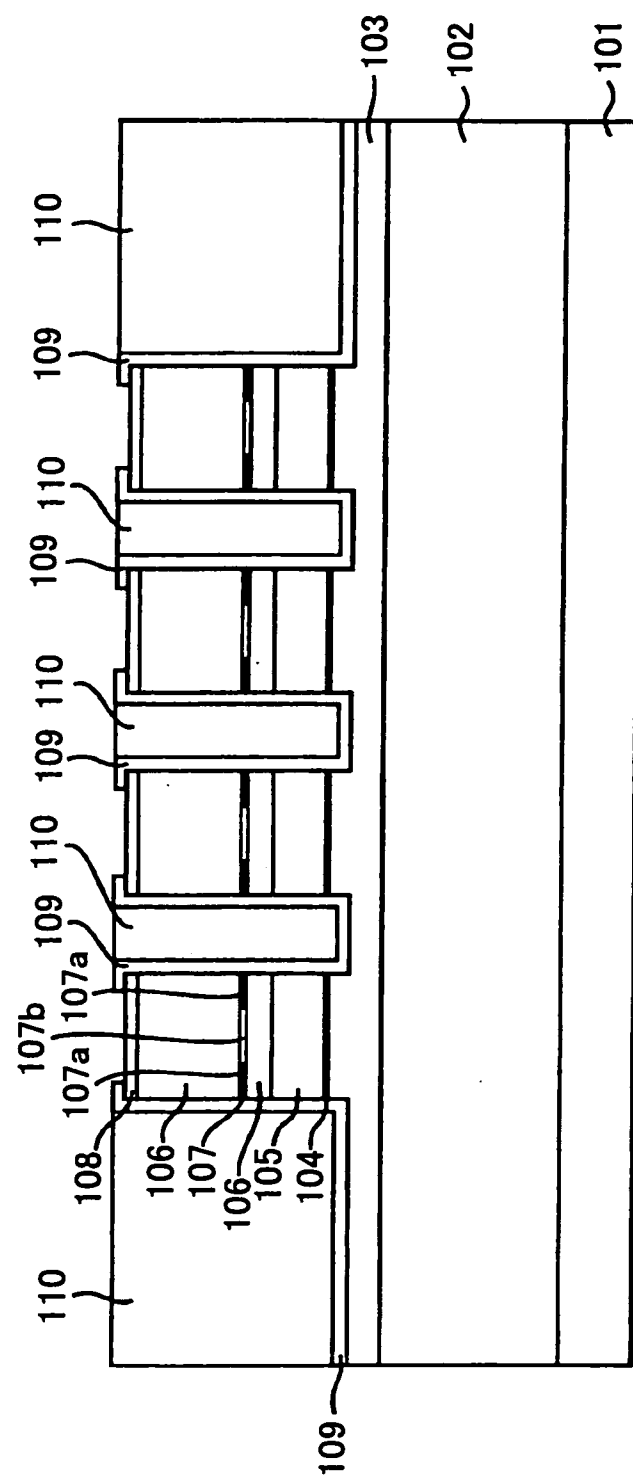
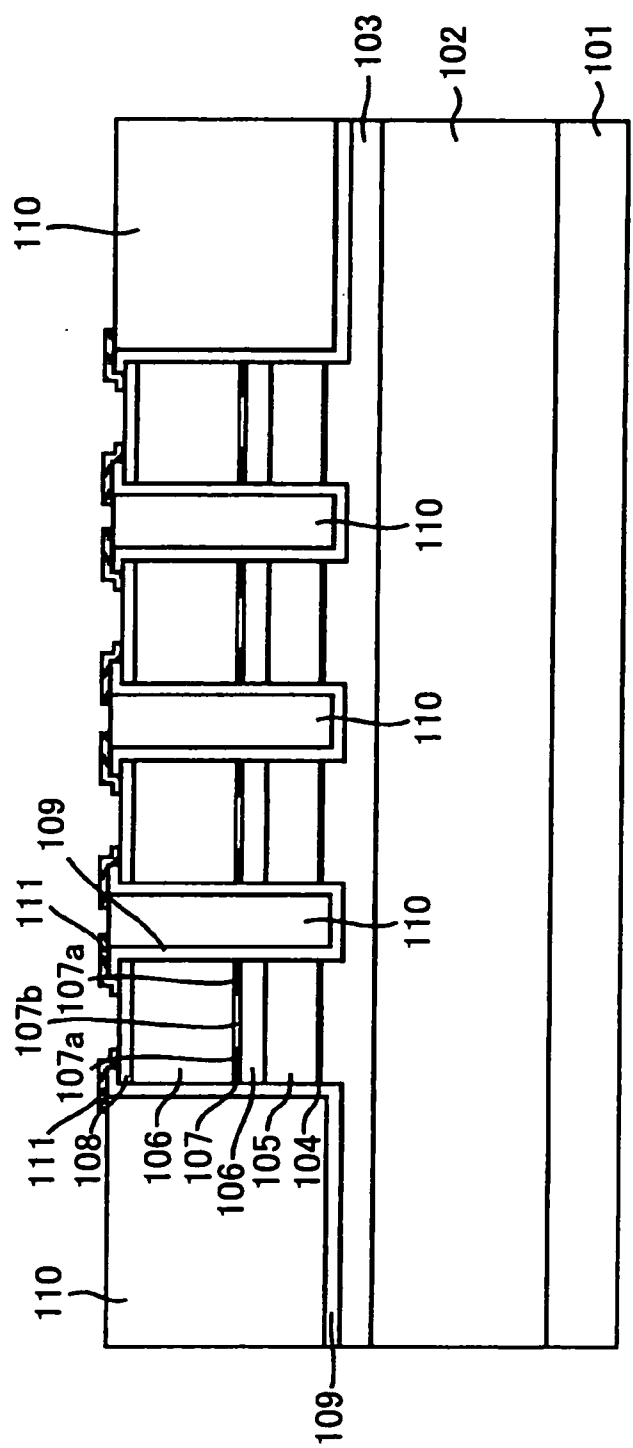


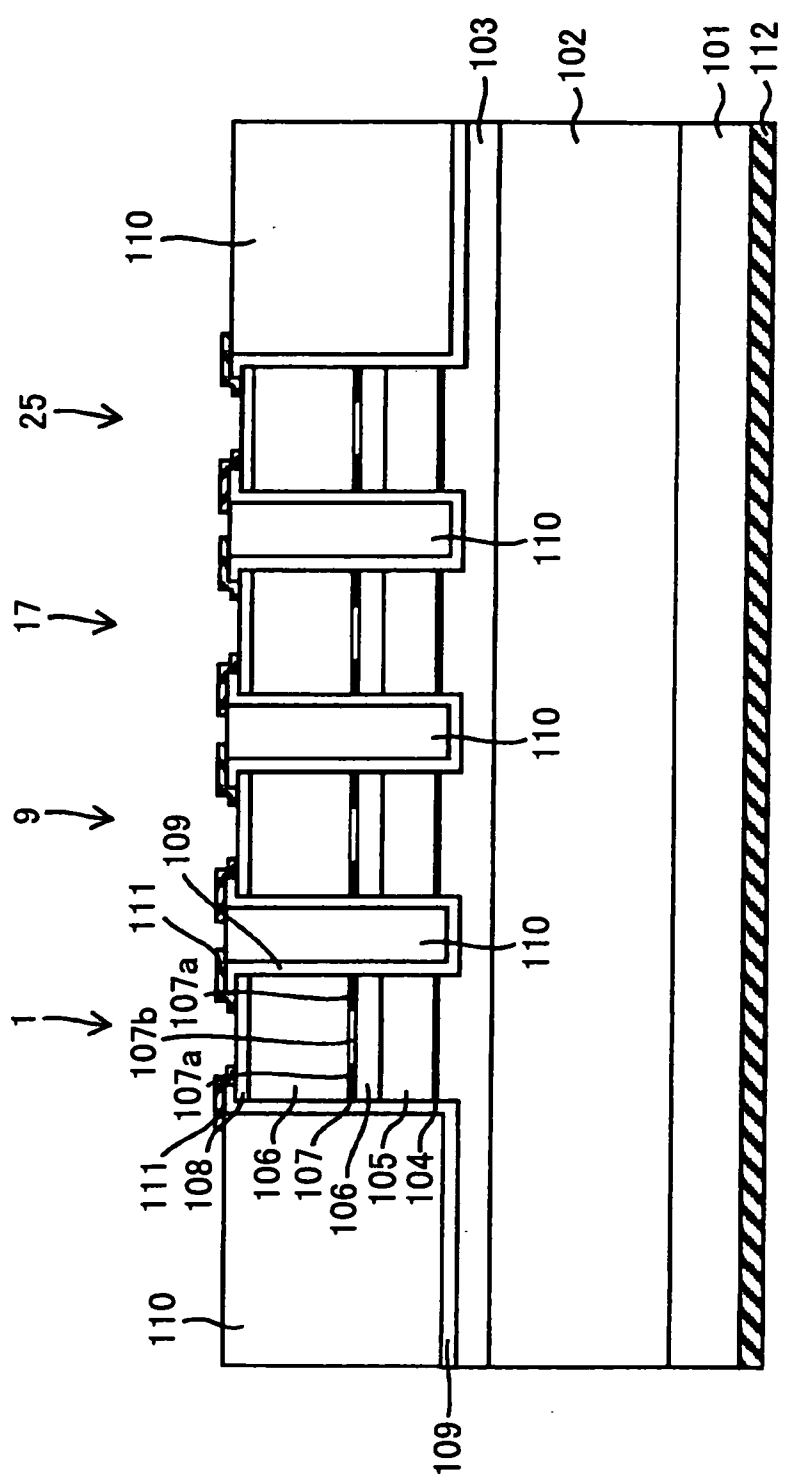
圖 50 第



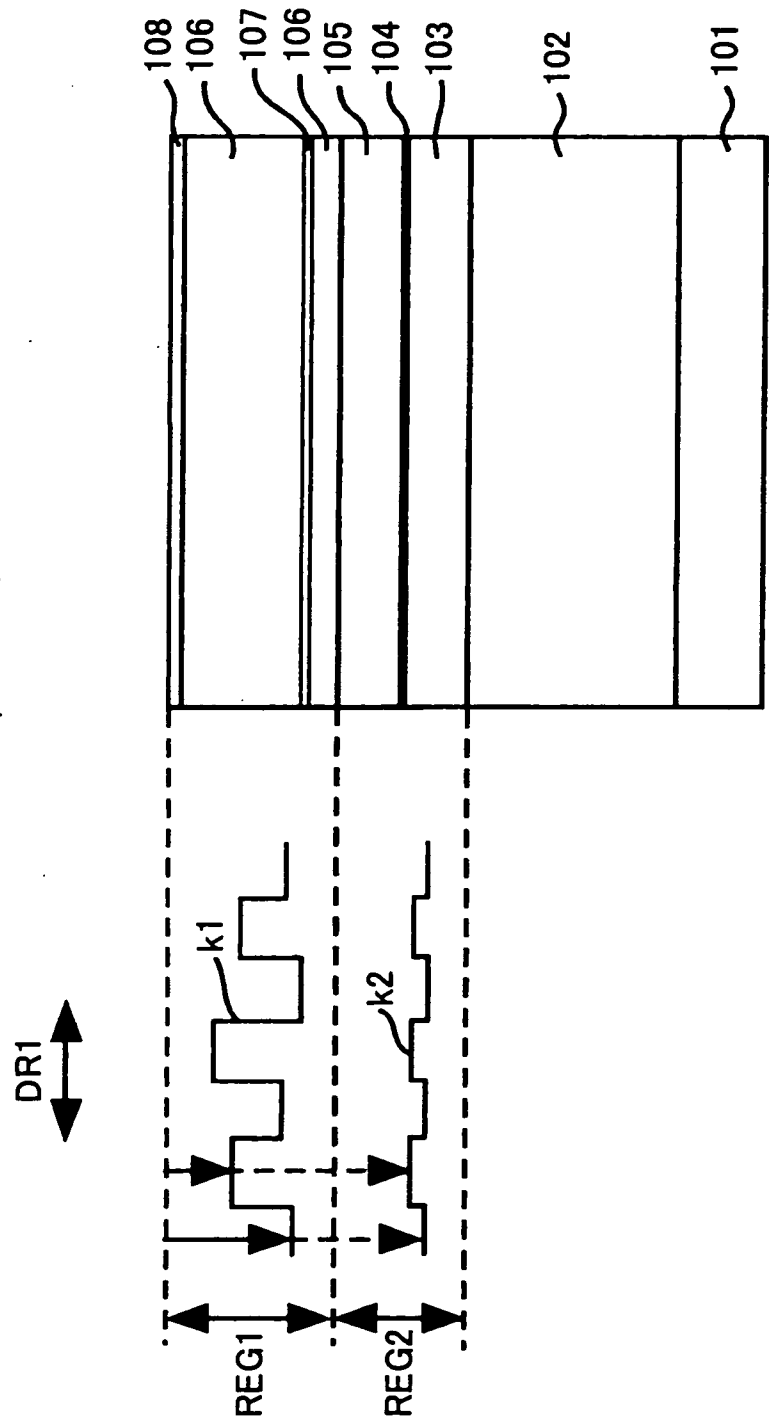
第6A圖

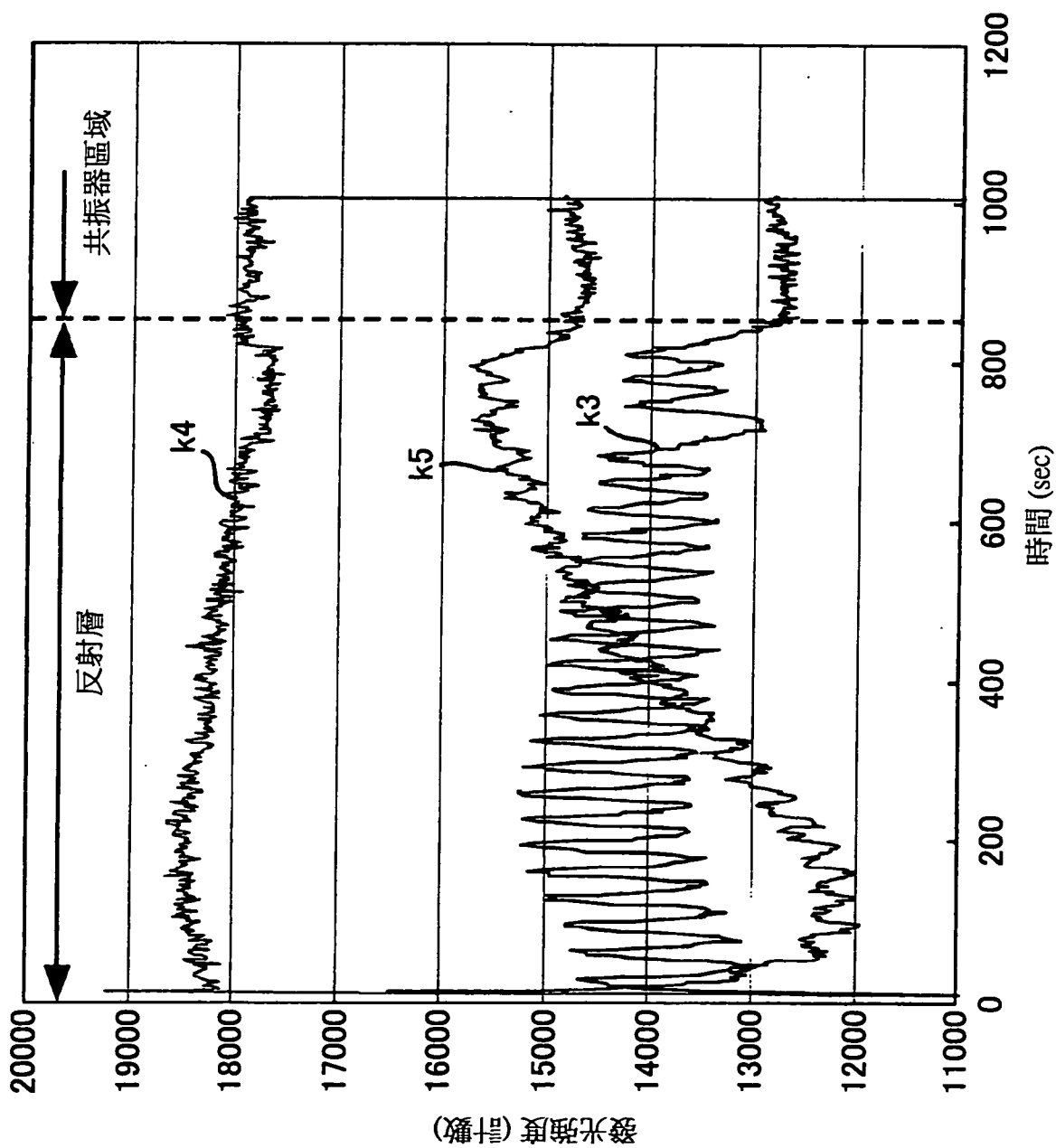


第6B圖



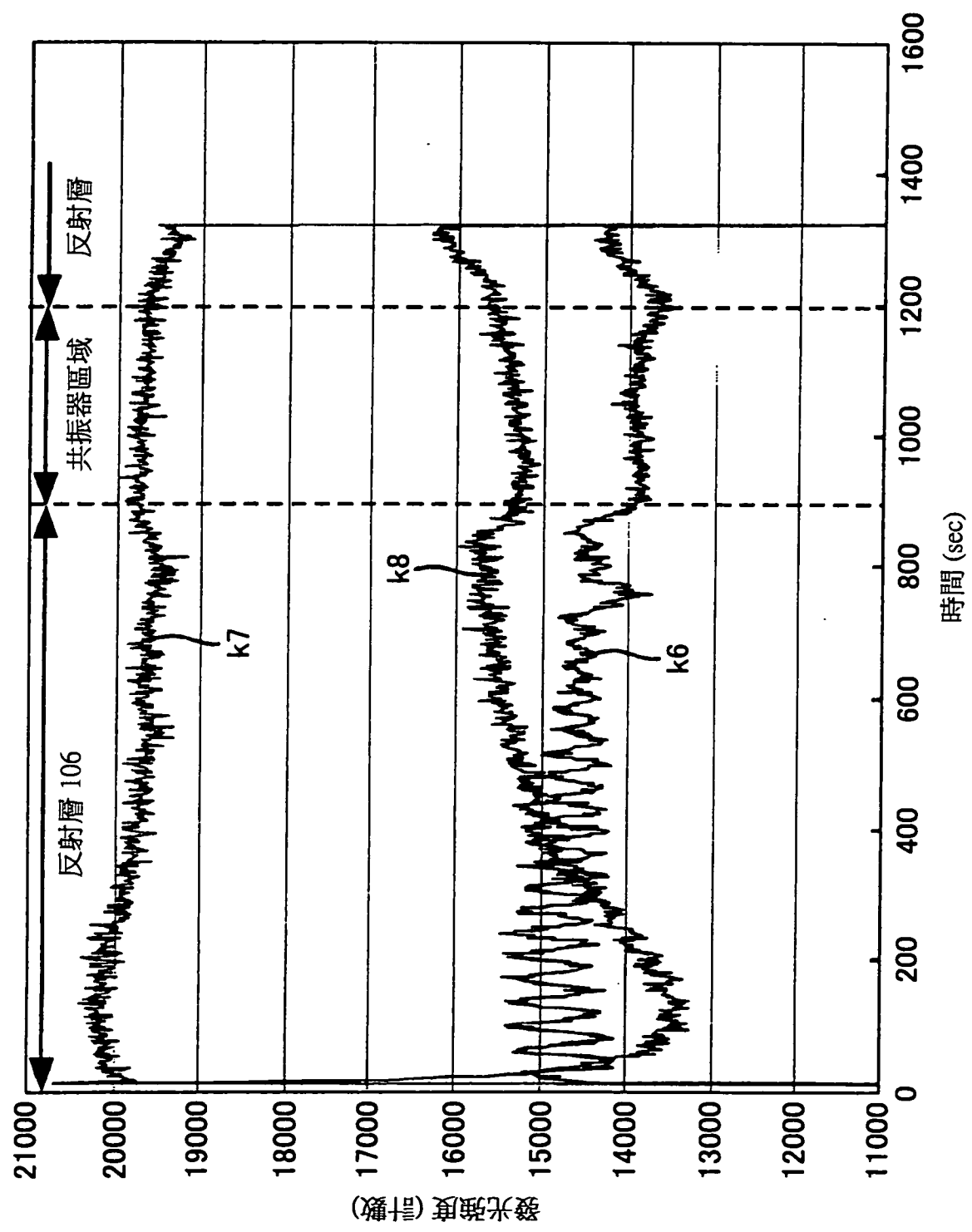
第7圖



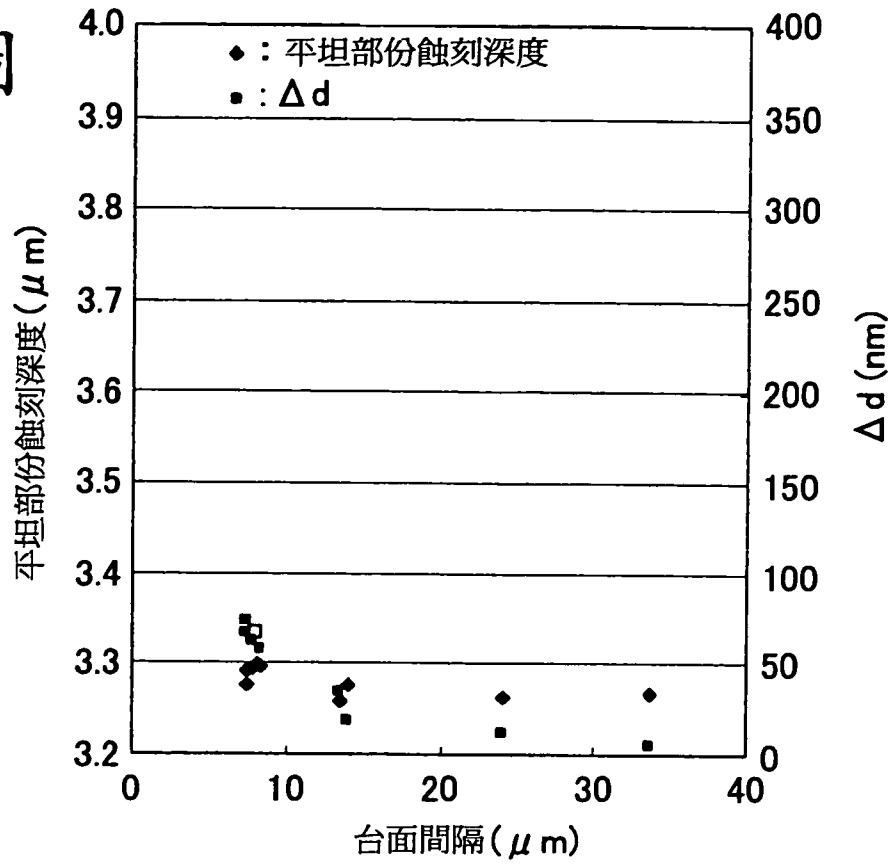


第8圖

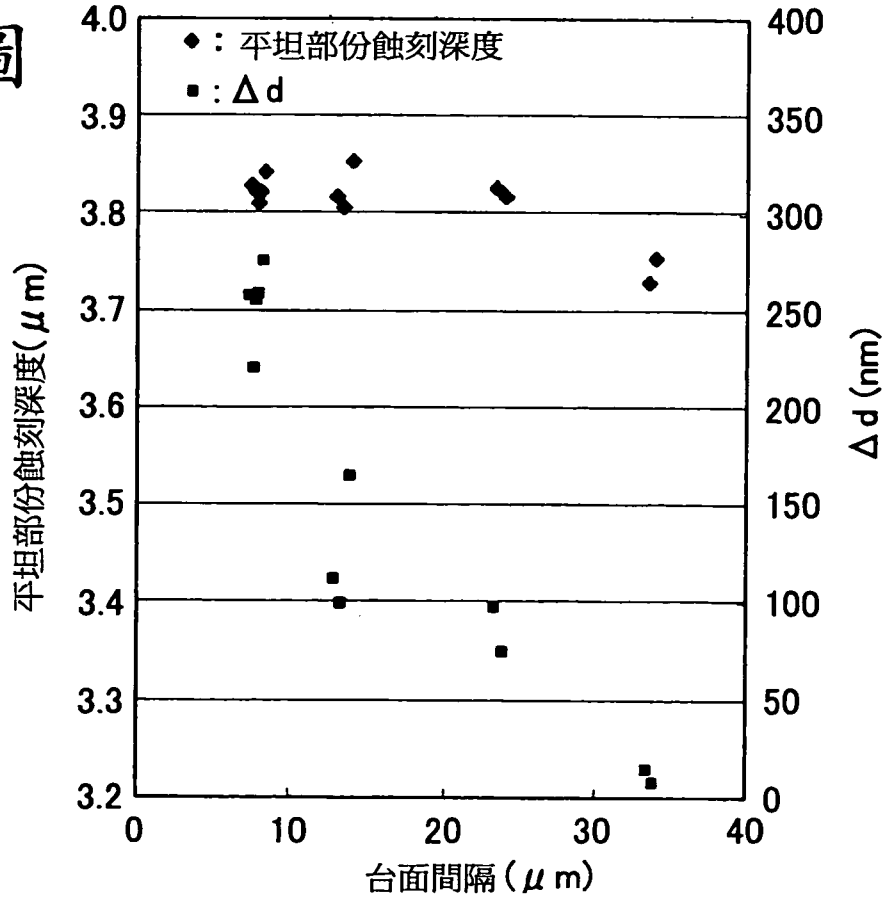
第9圖



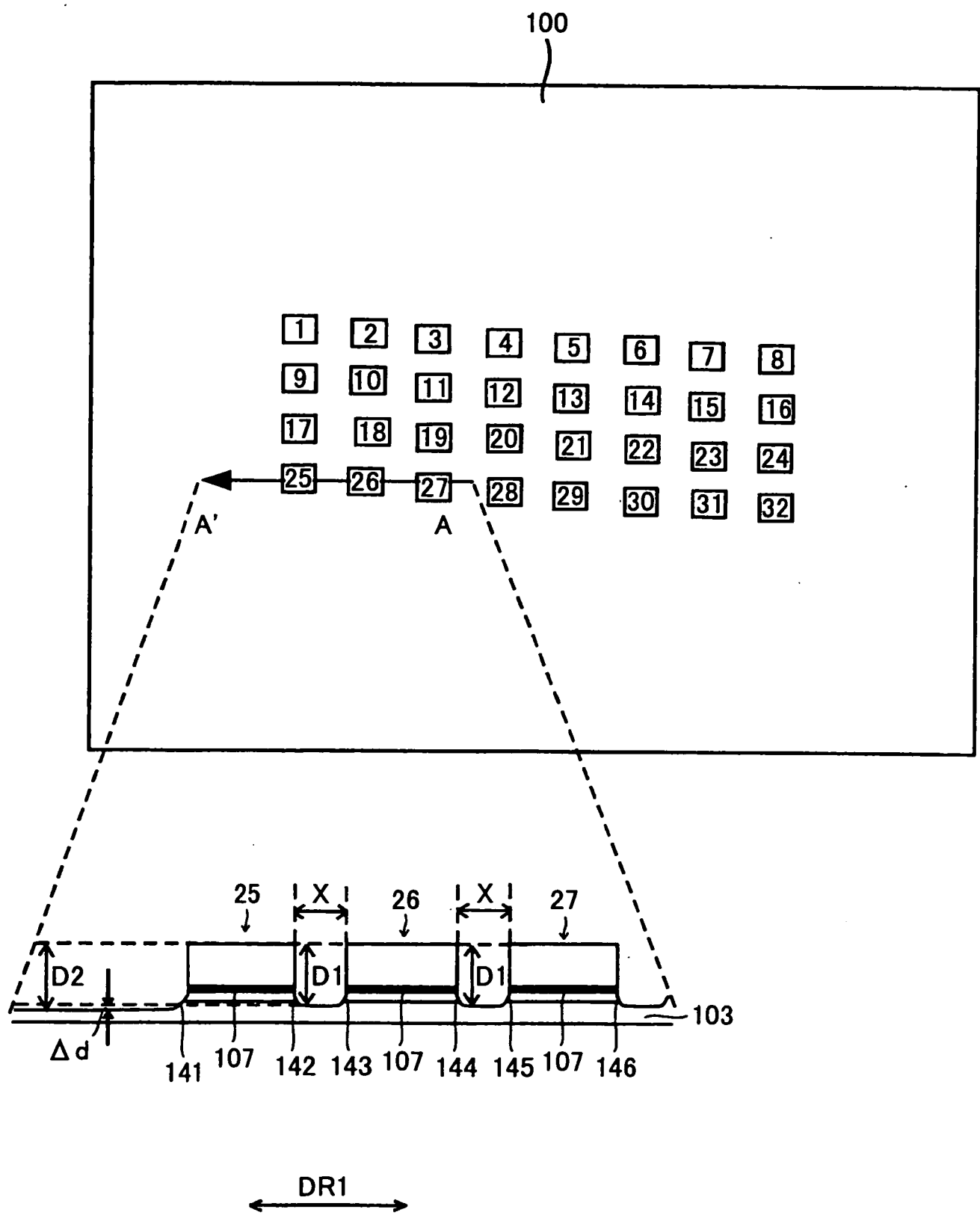
第10圖



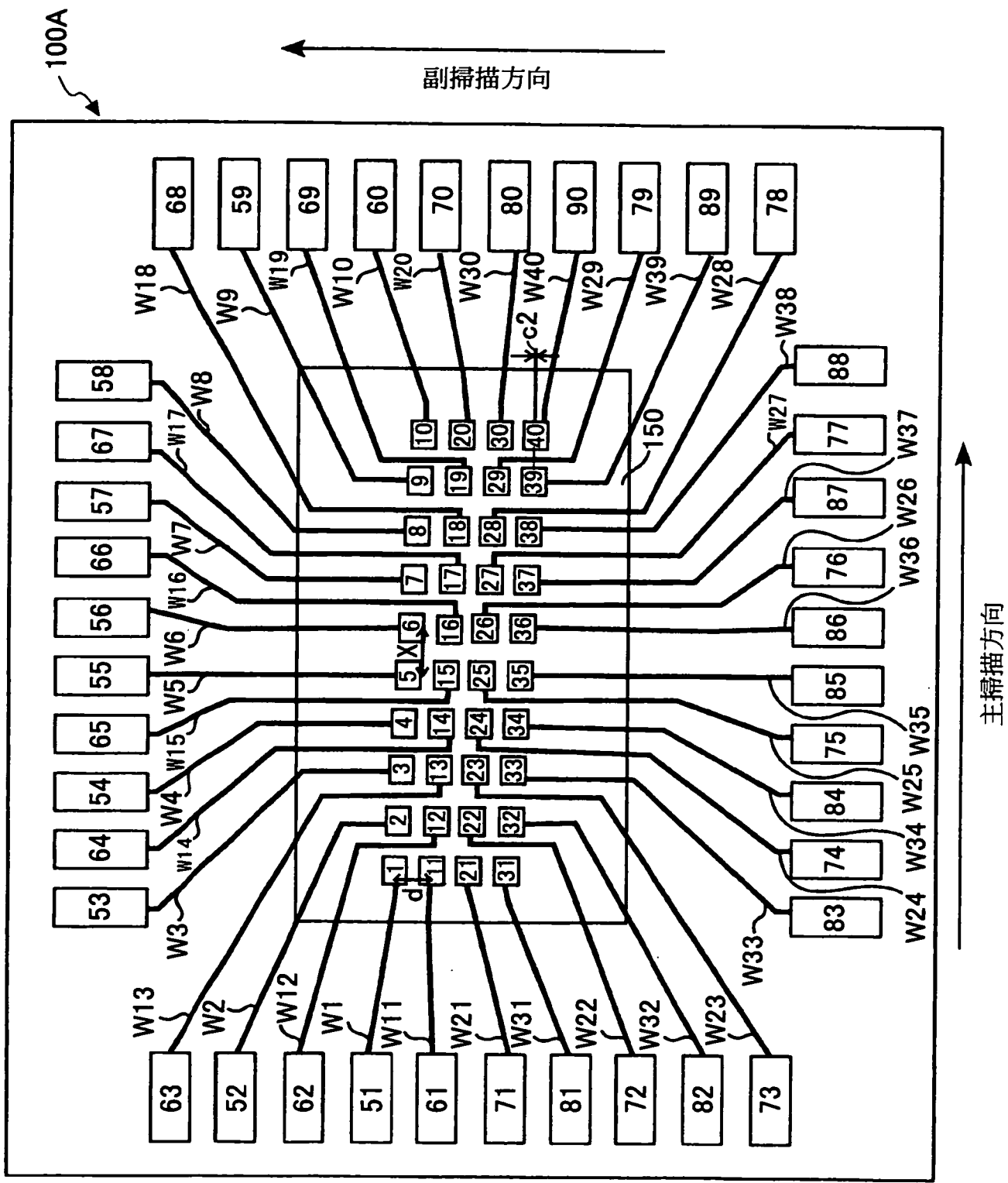
第11圖



第12圖

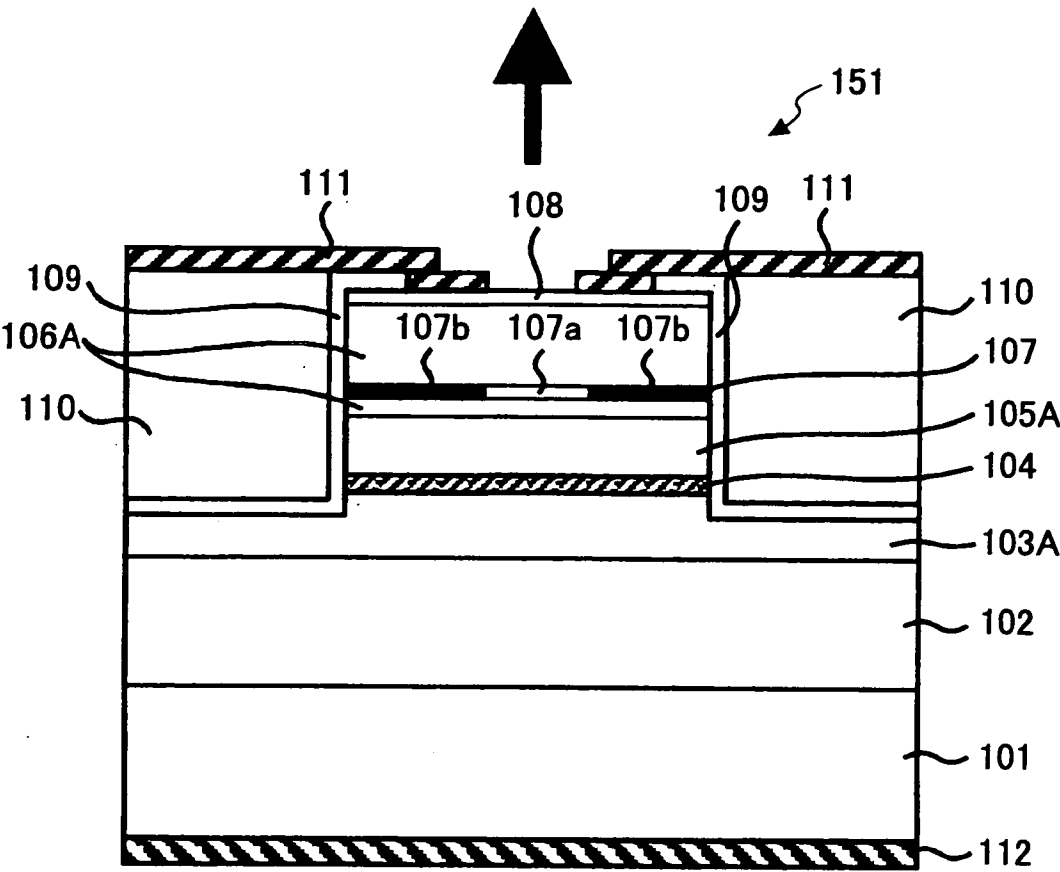


第13圖

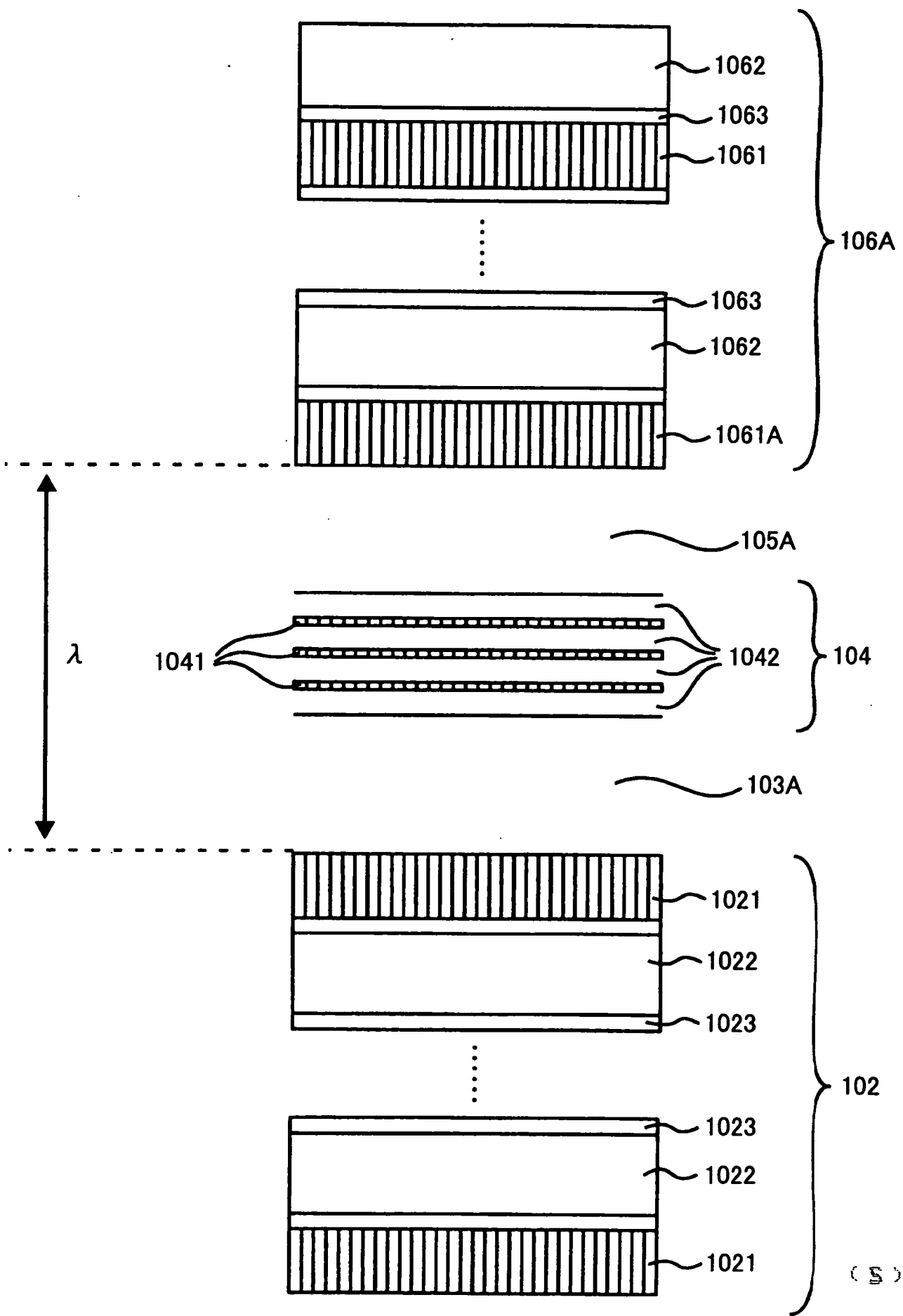




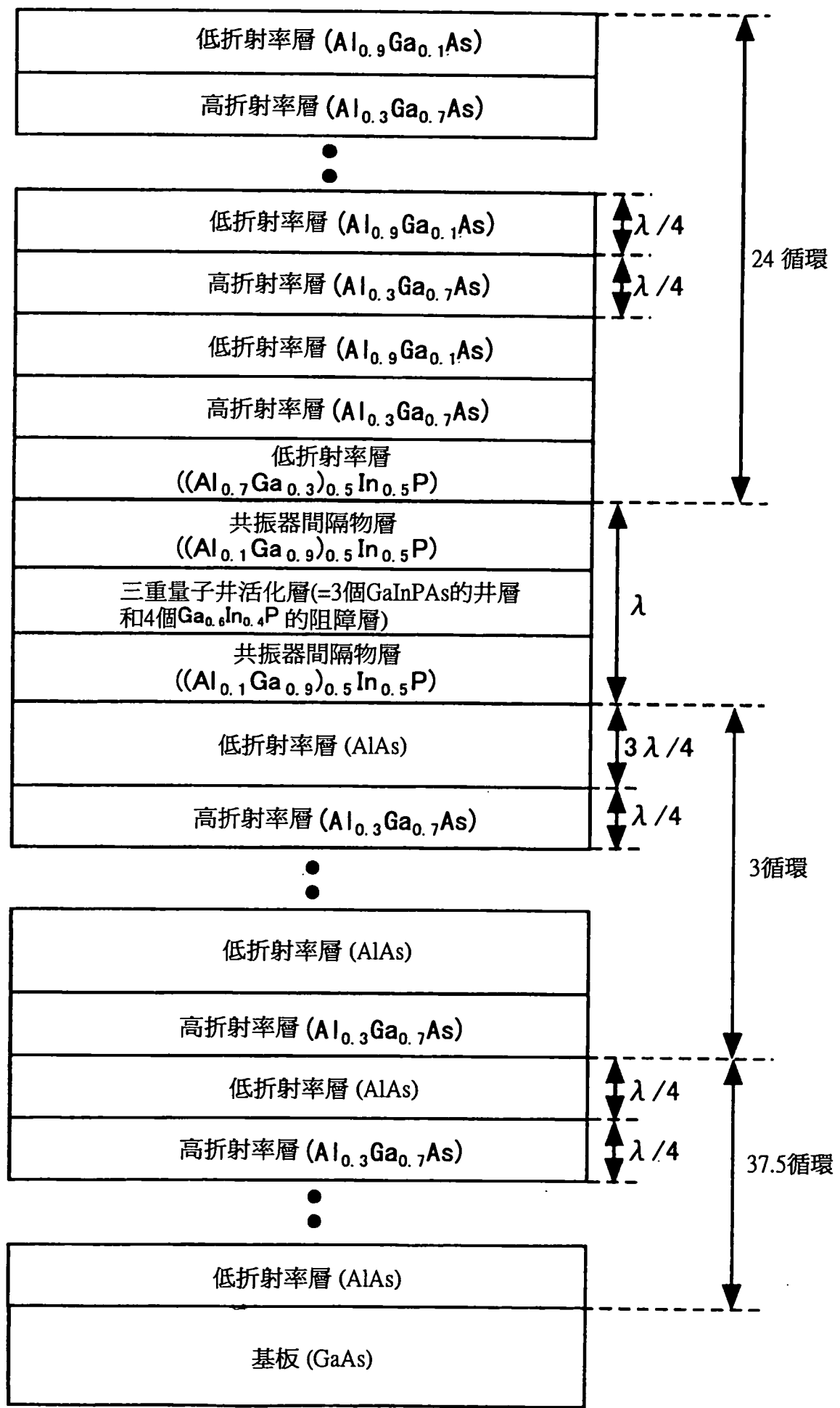
第15圖



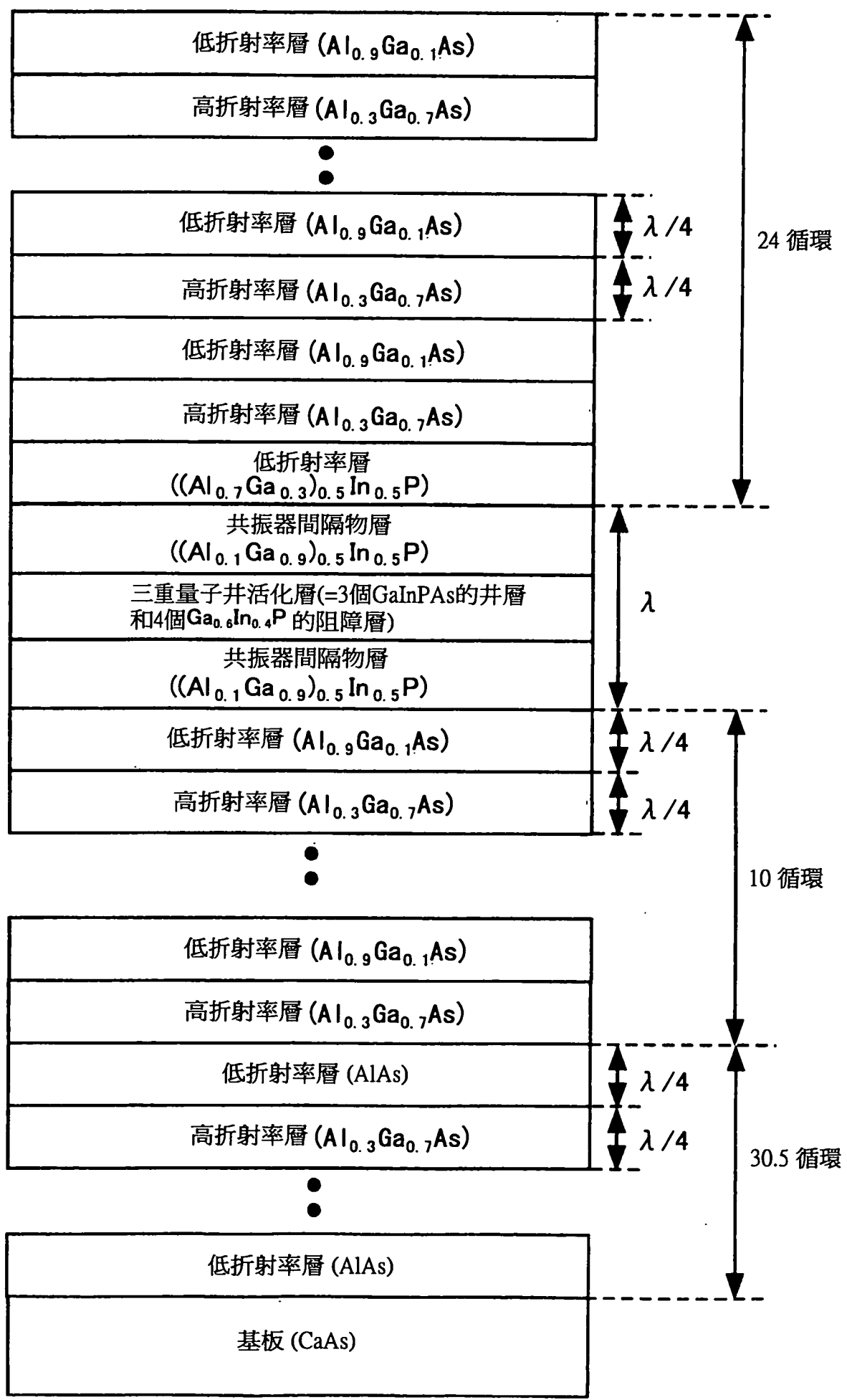
第16圖



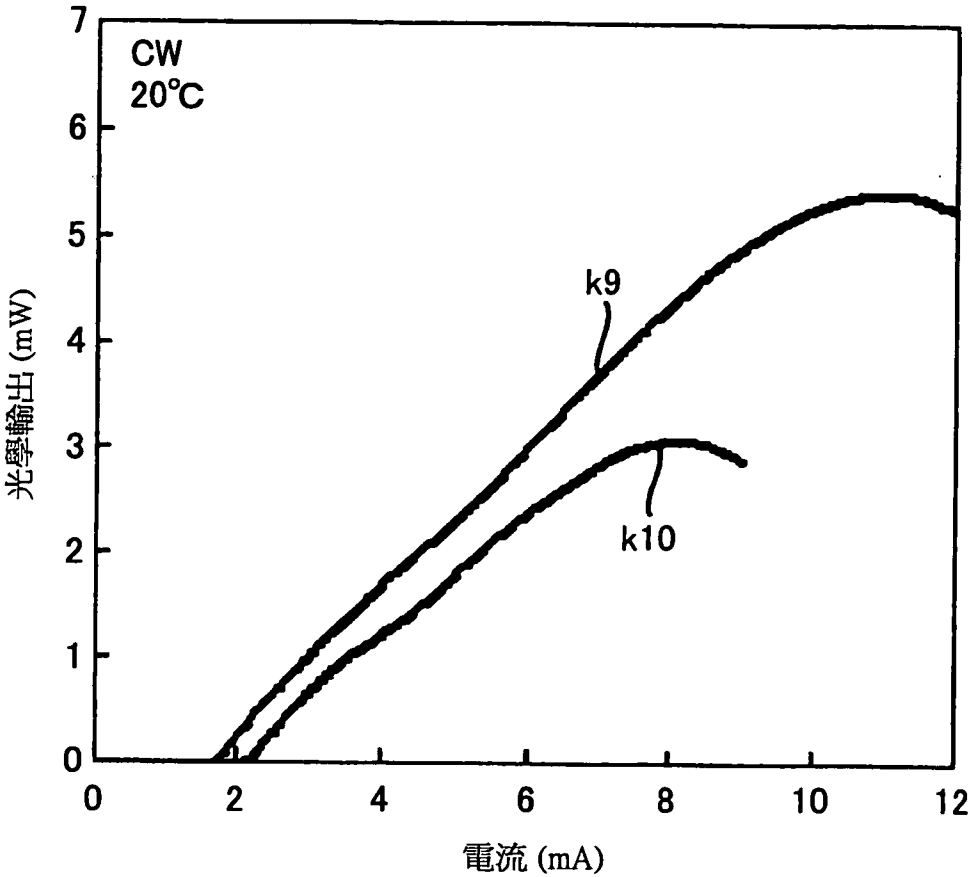
第17圖



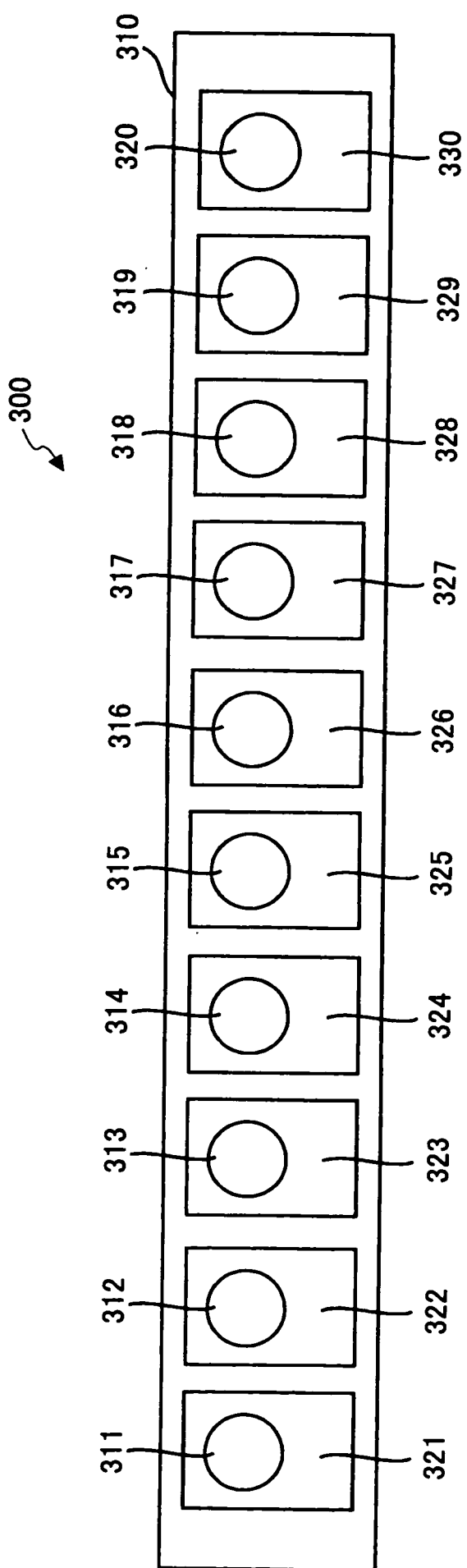
第18圖



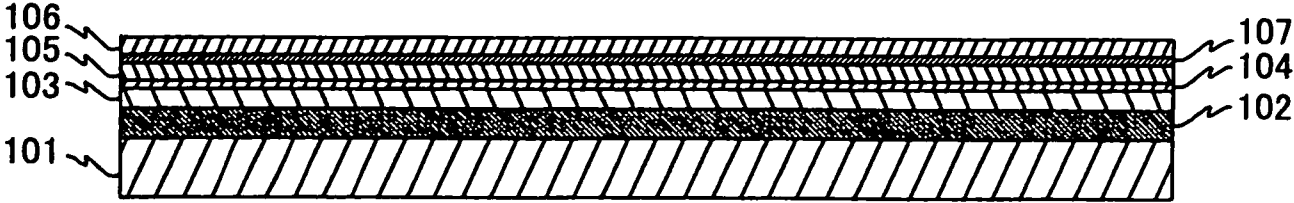
第19圖



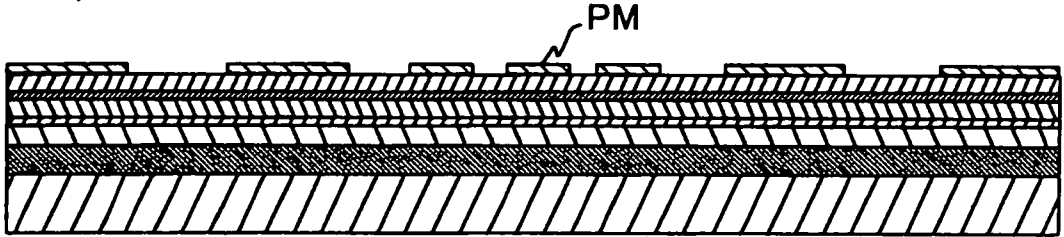
第20圖



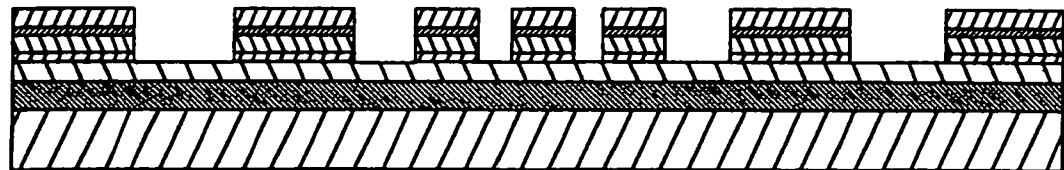
第21A圖



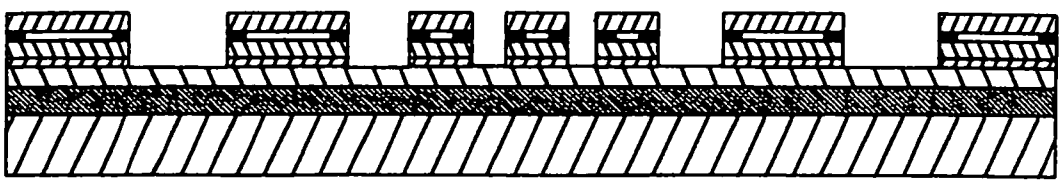
第21B圖



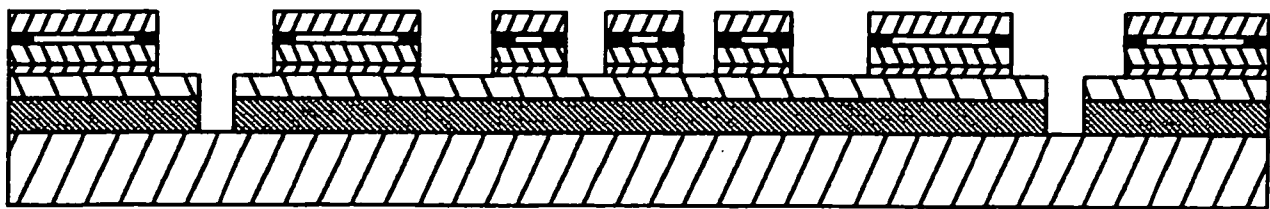
第21C圖



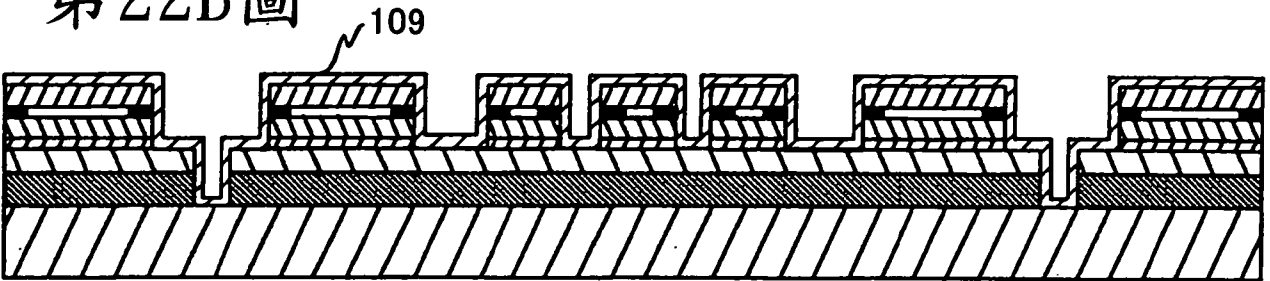
第21D圖



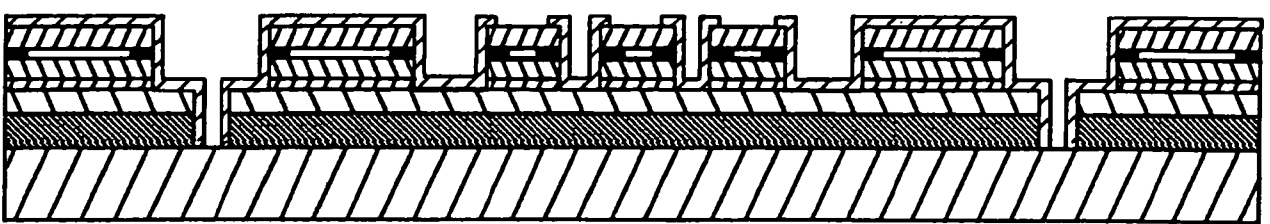
第22A圖



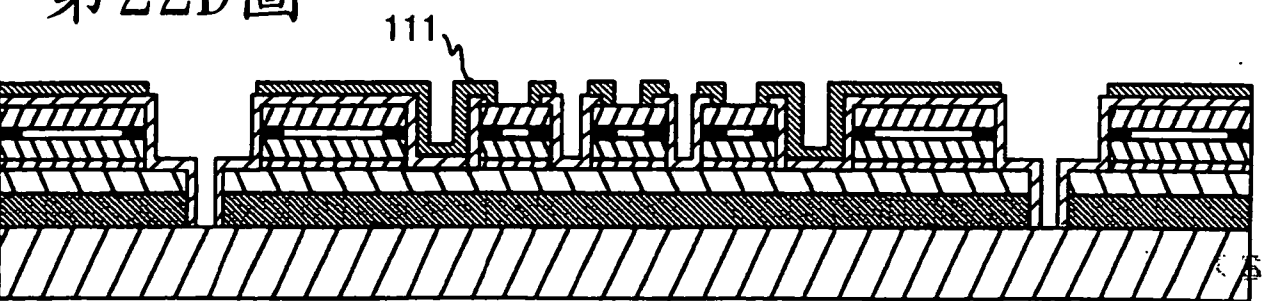
第22B圖



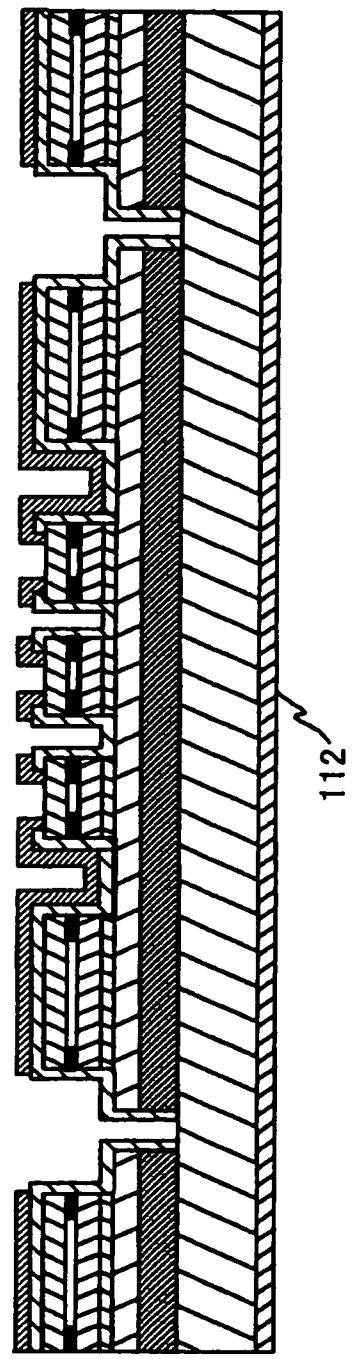
第22C圖



第22D圖

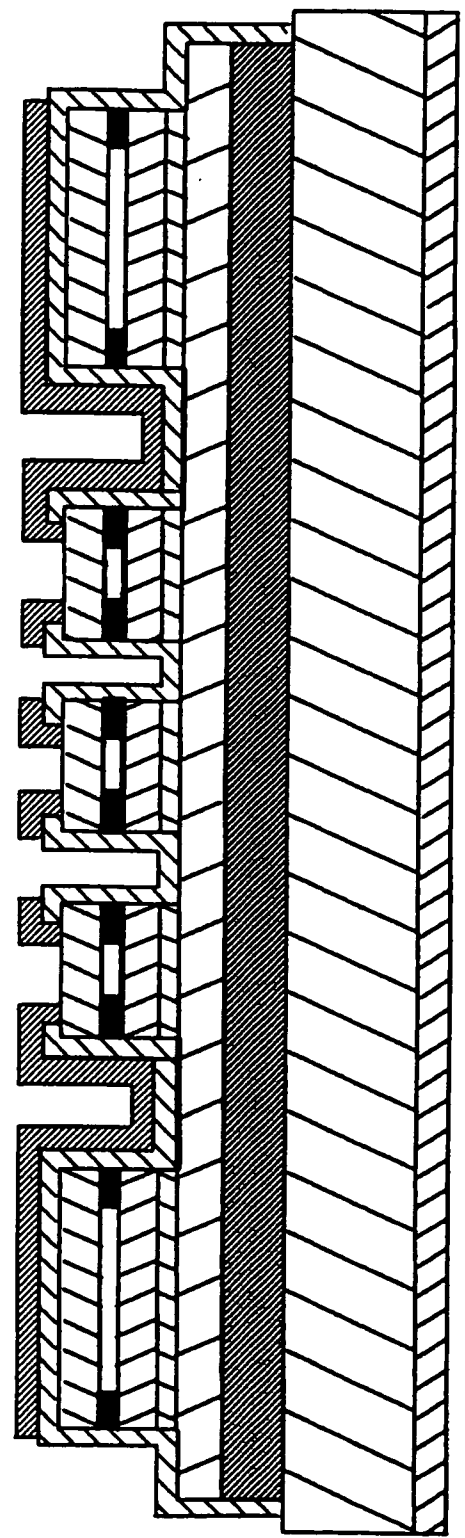


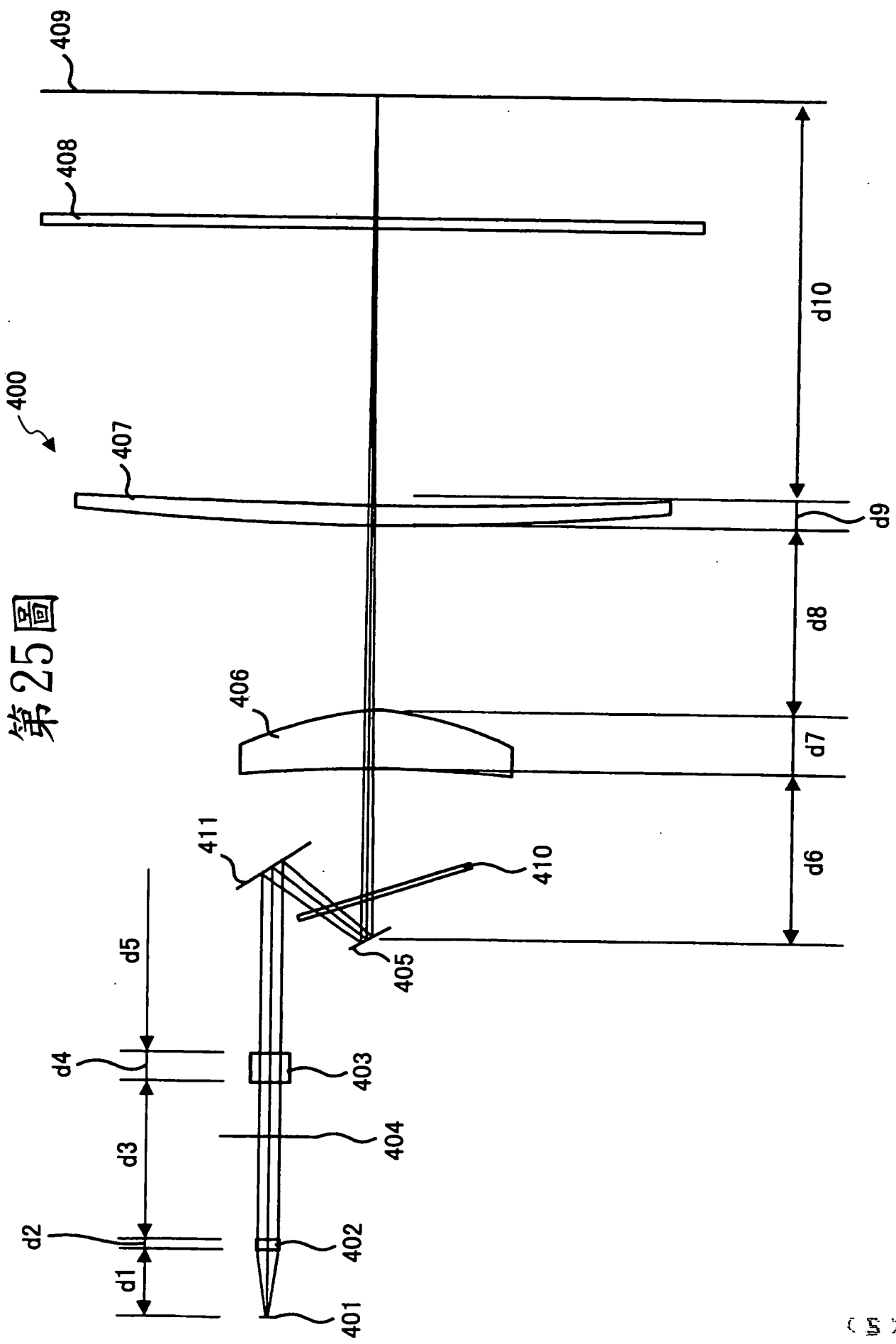
第23圖



400

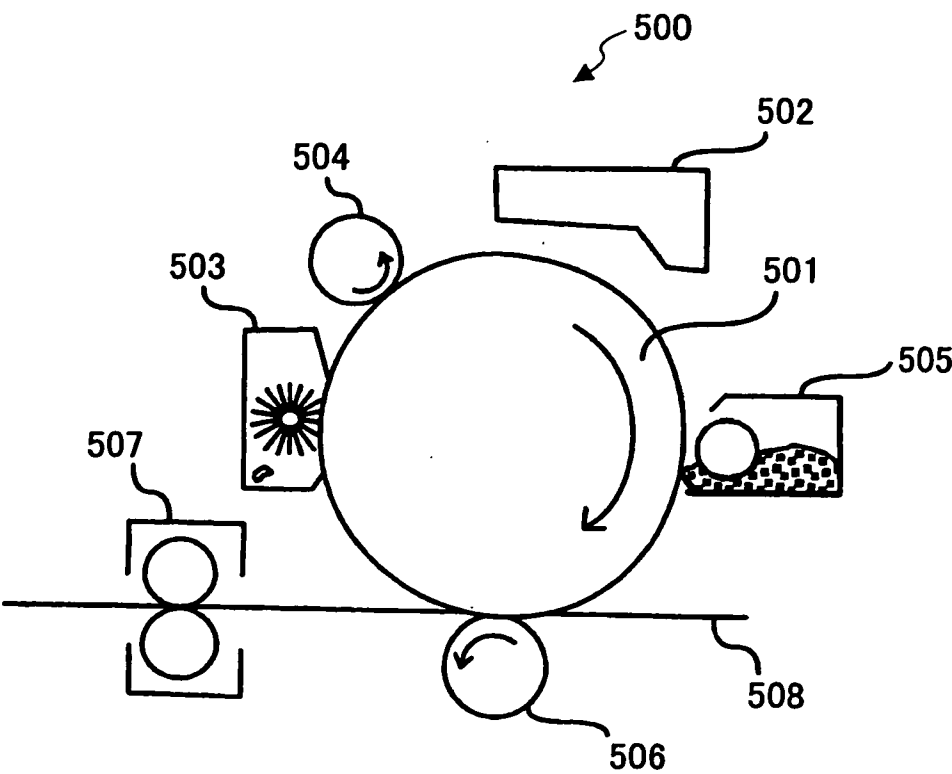
第24圖



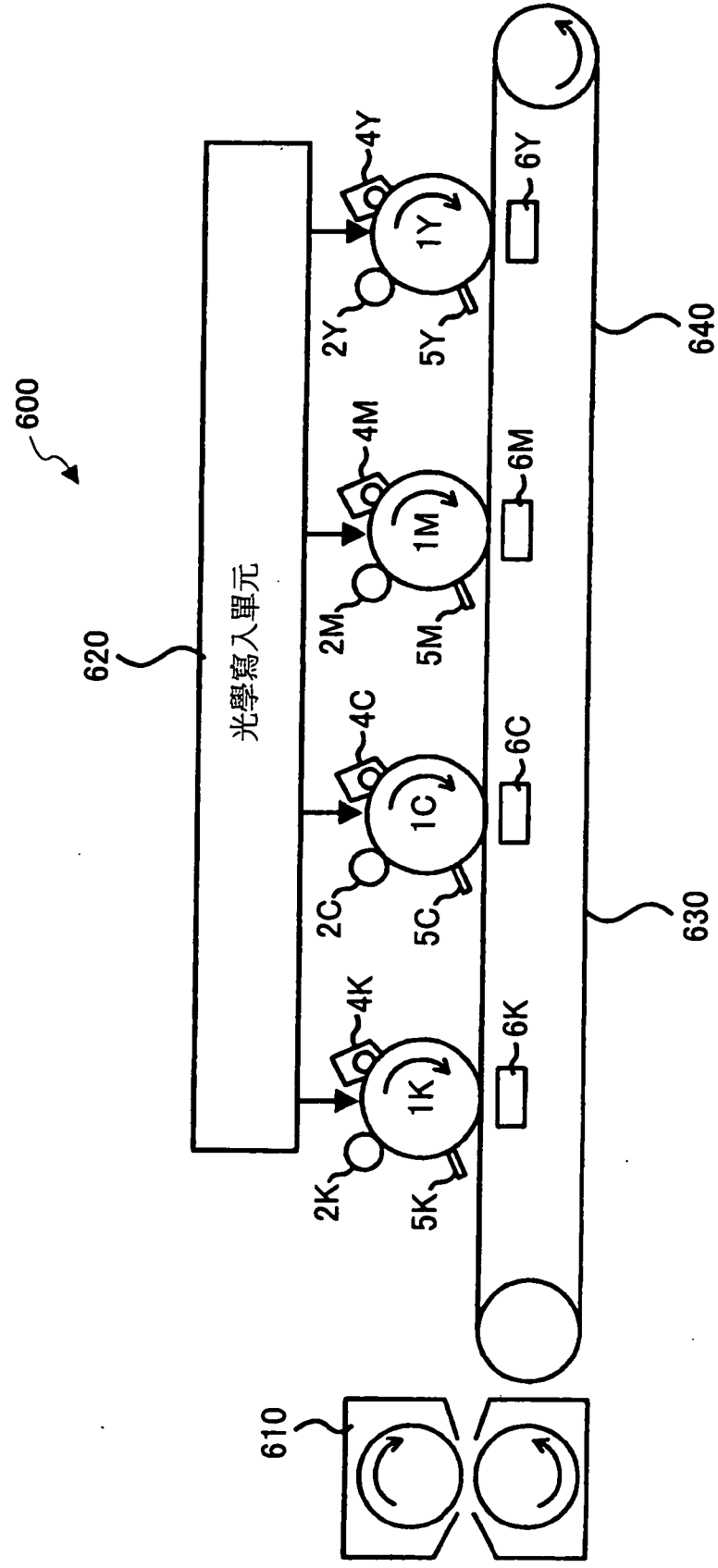


第25圖

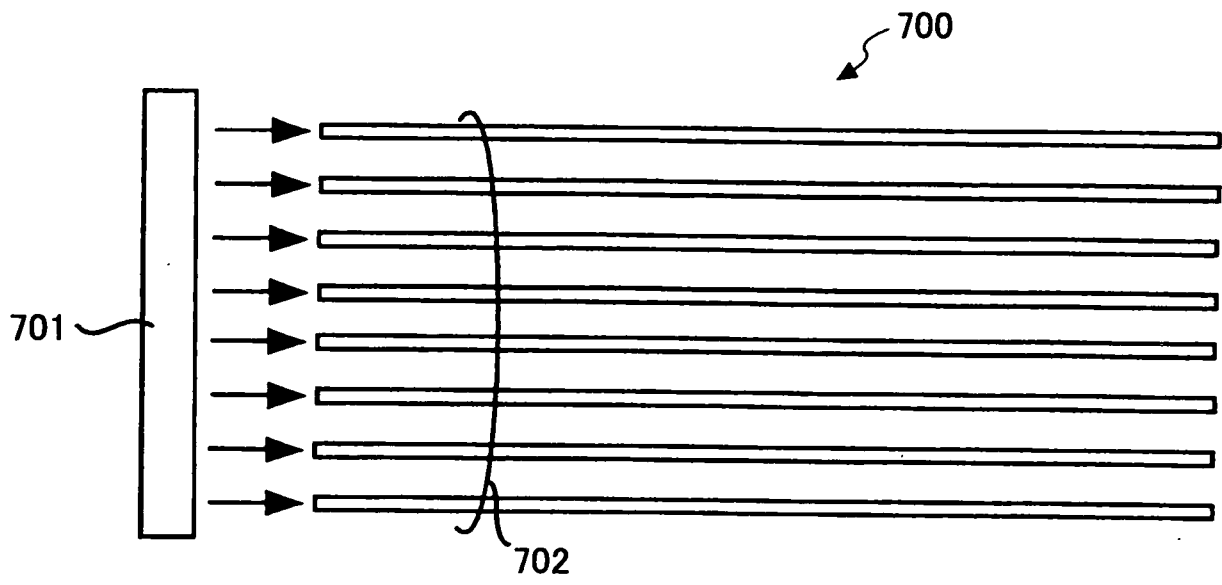
第26圖



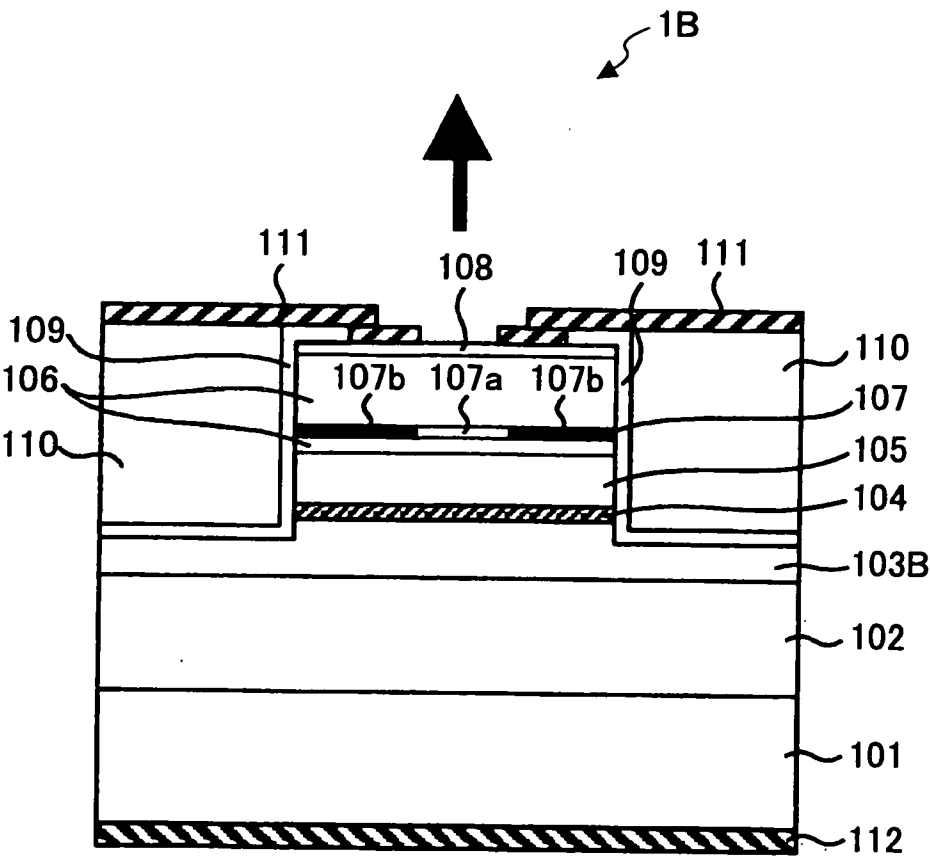
第27圖



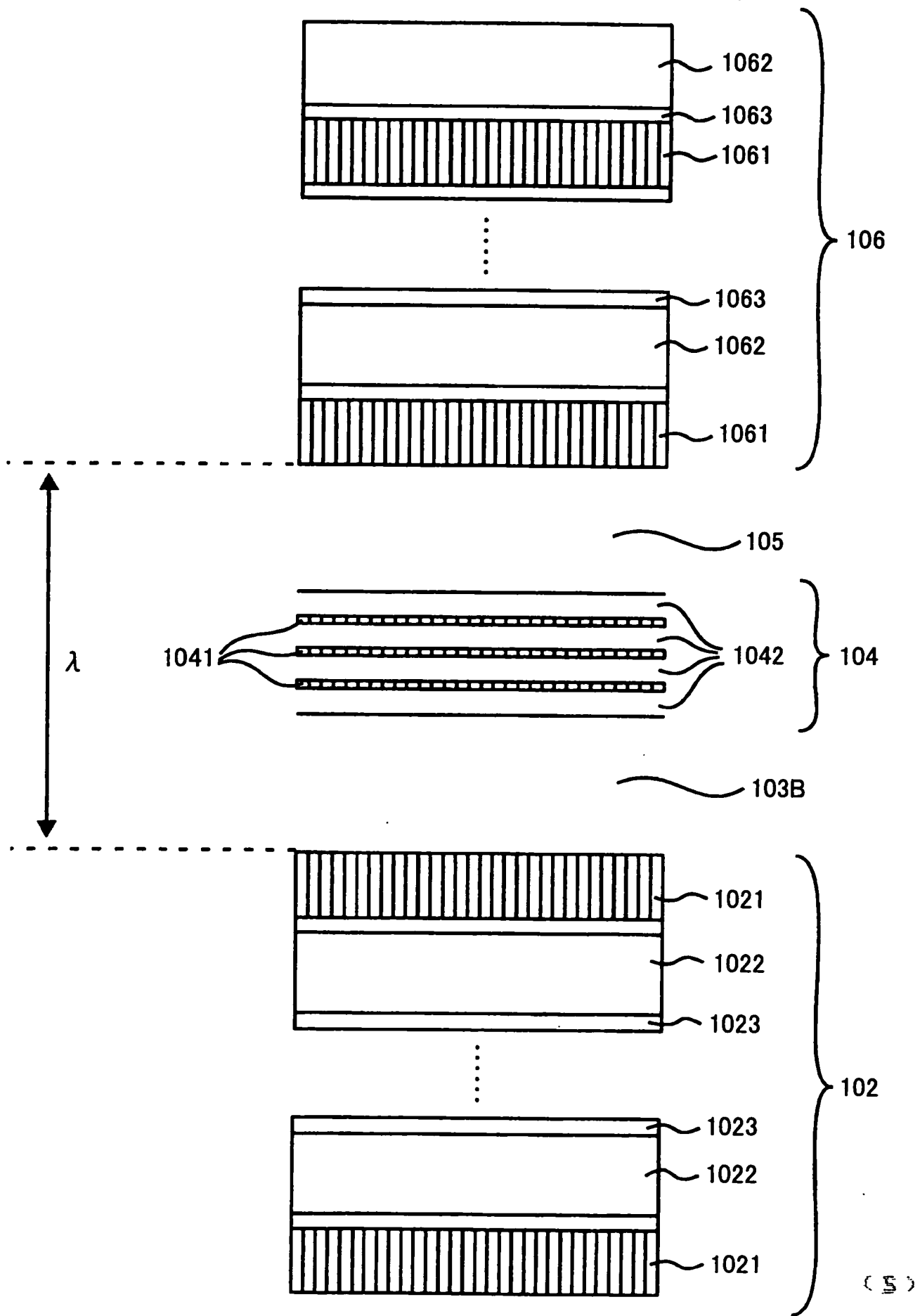
第28圖



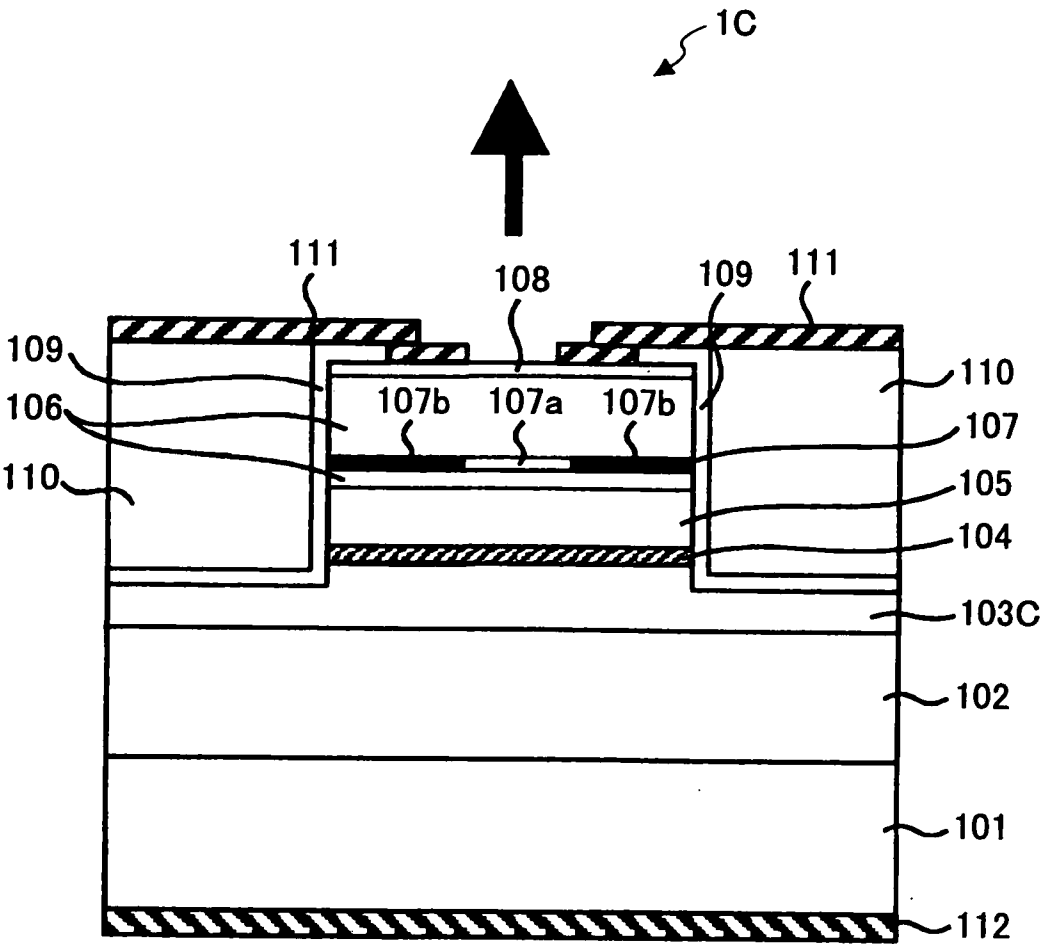
第29圖



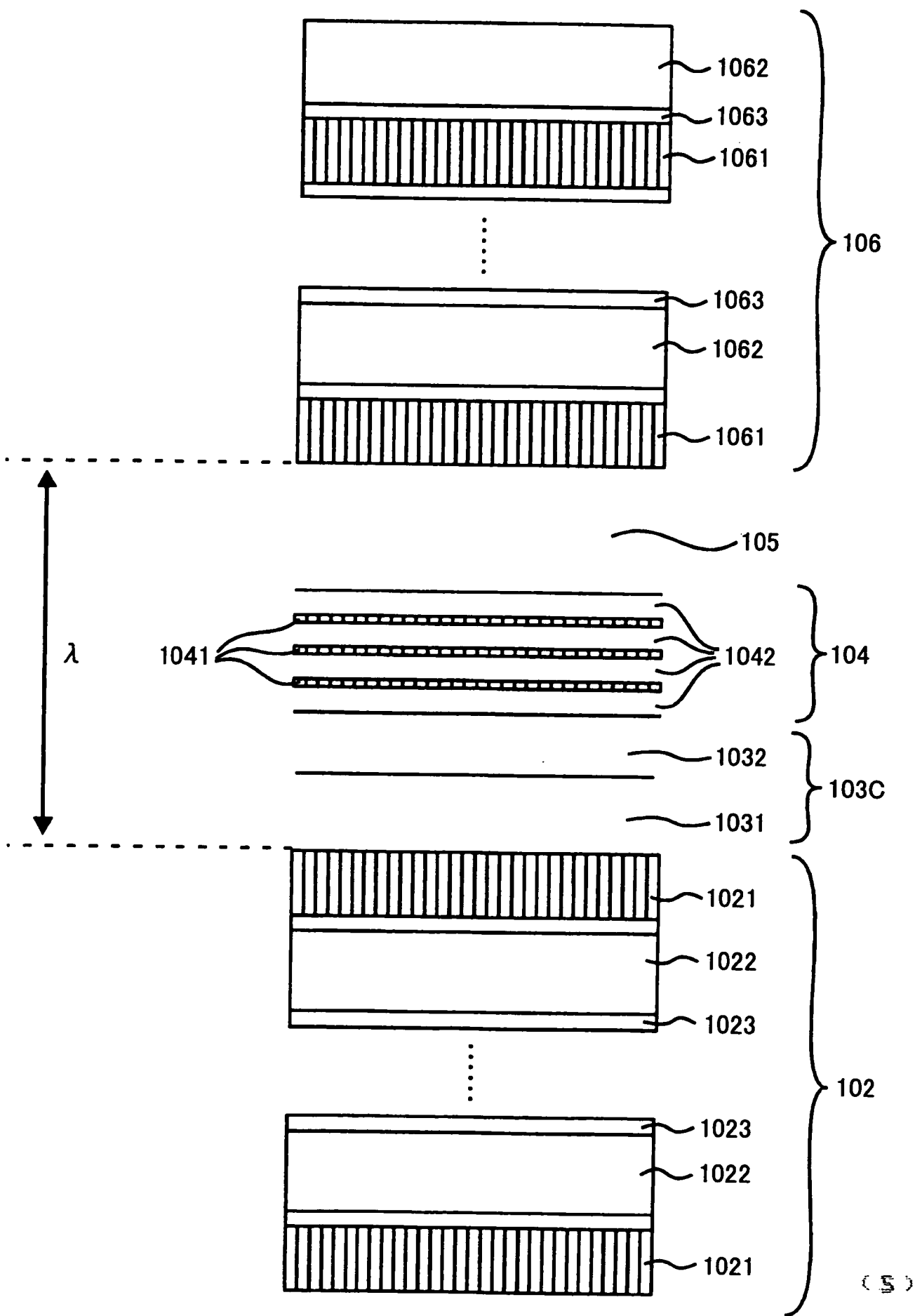
第30圖



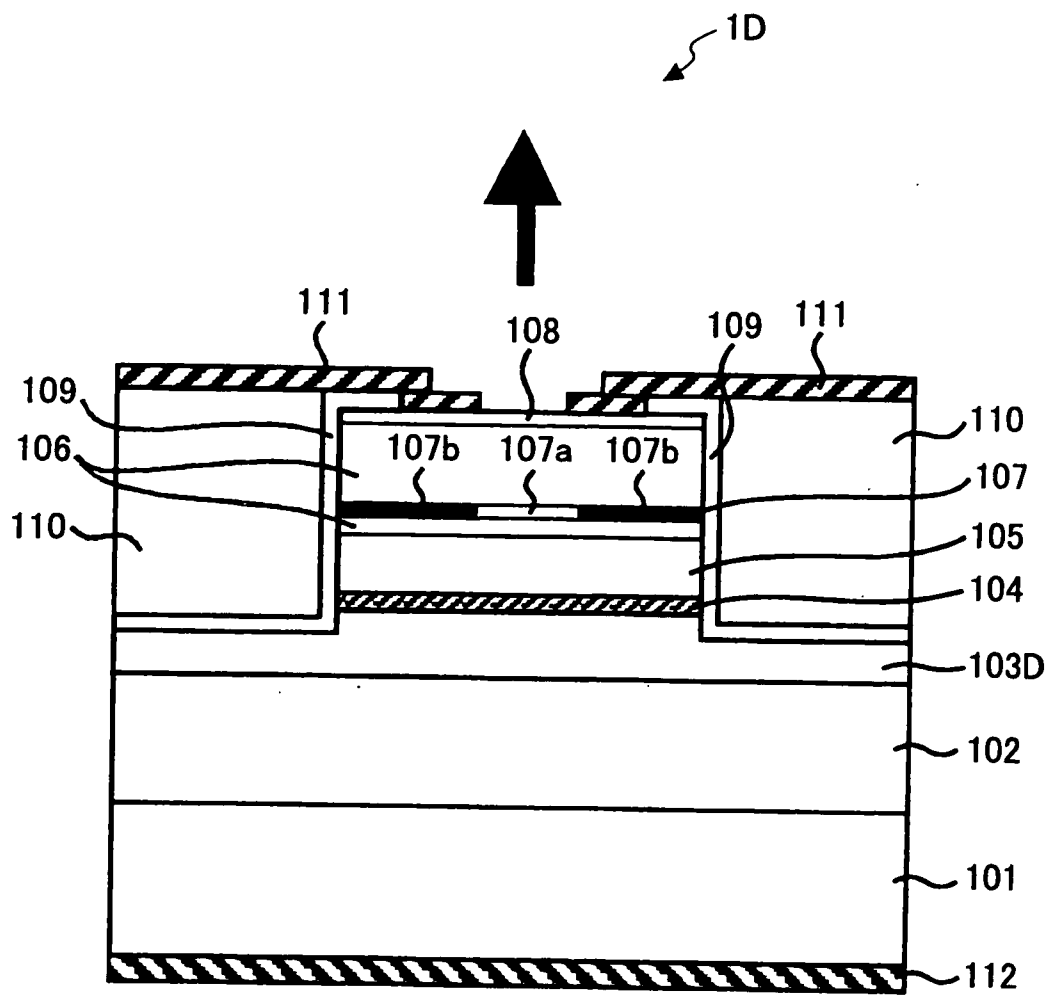
第31圖



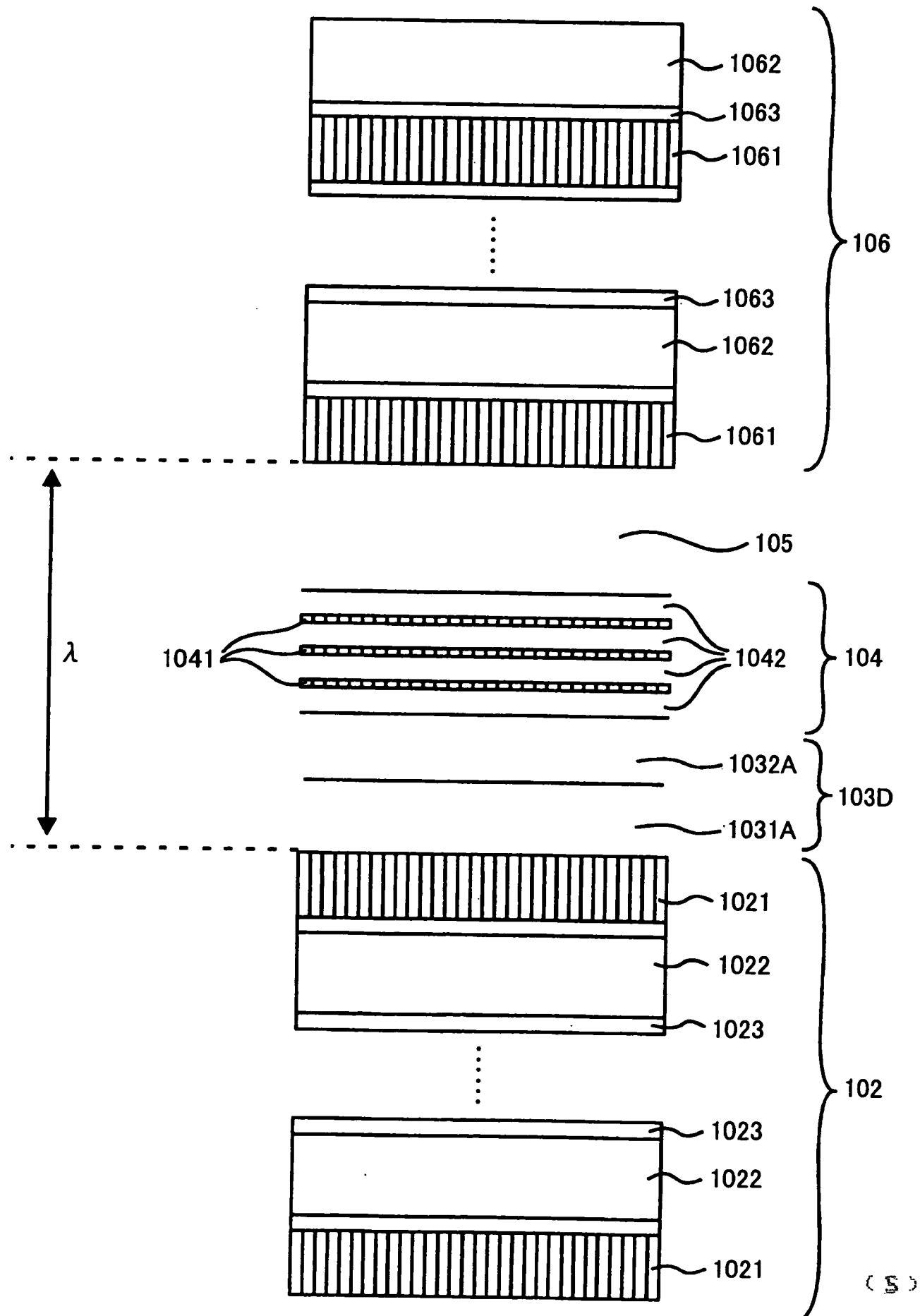
第32圖



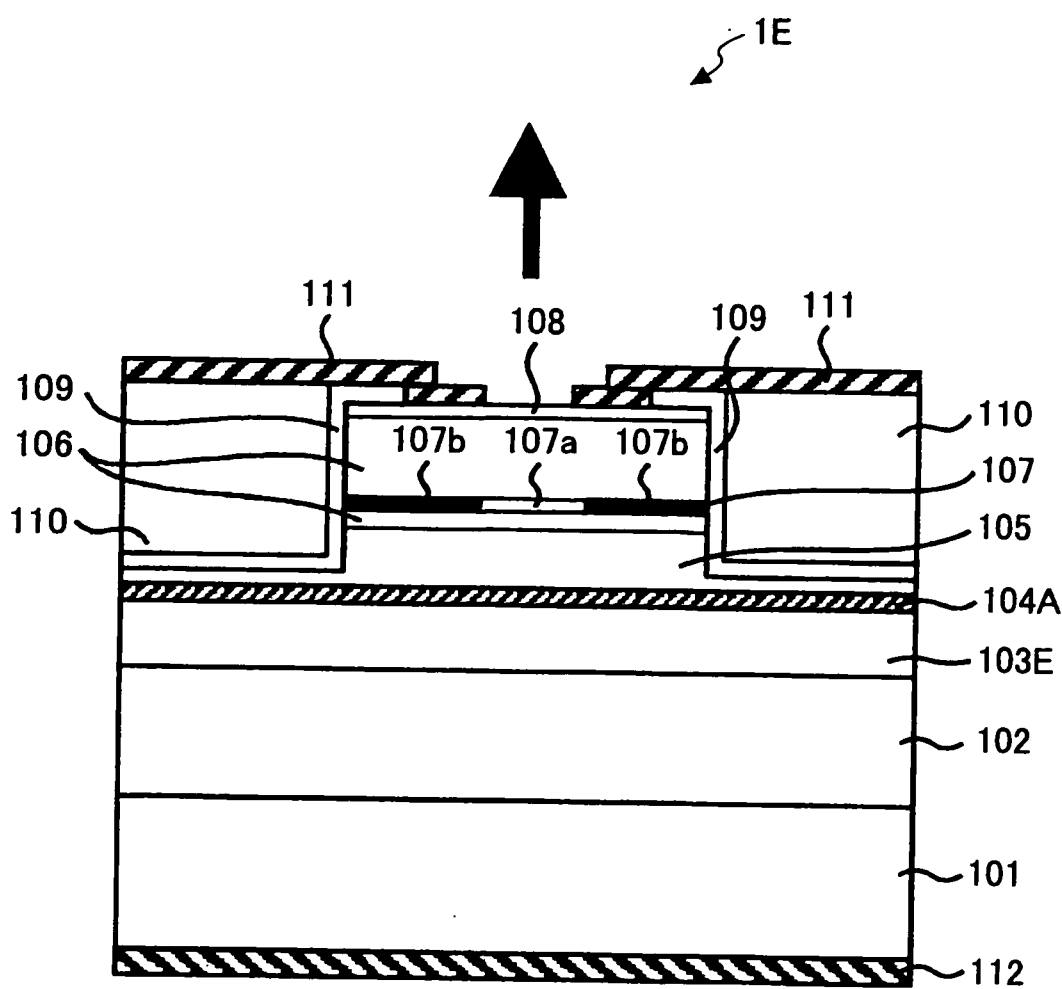
第33圖



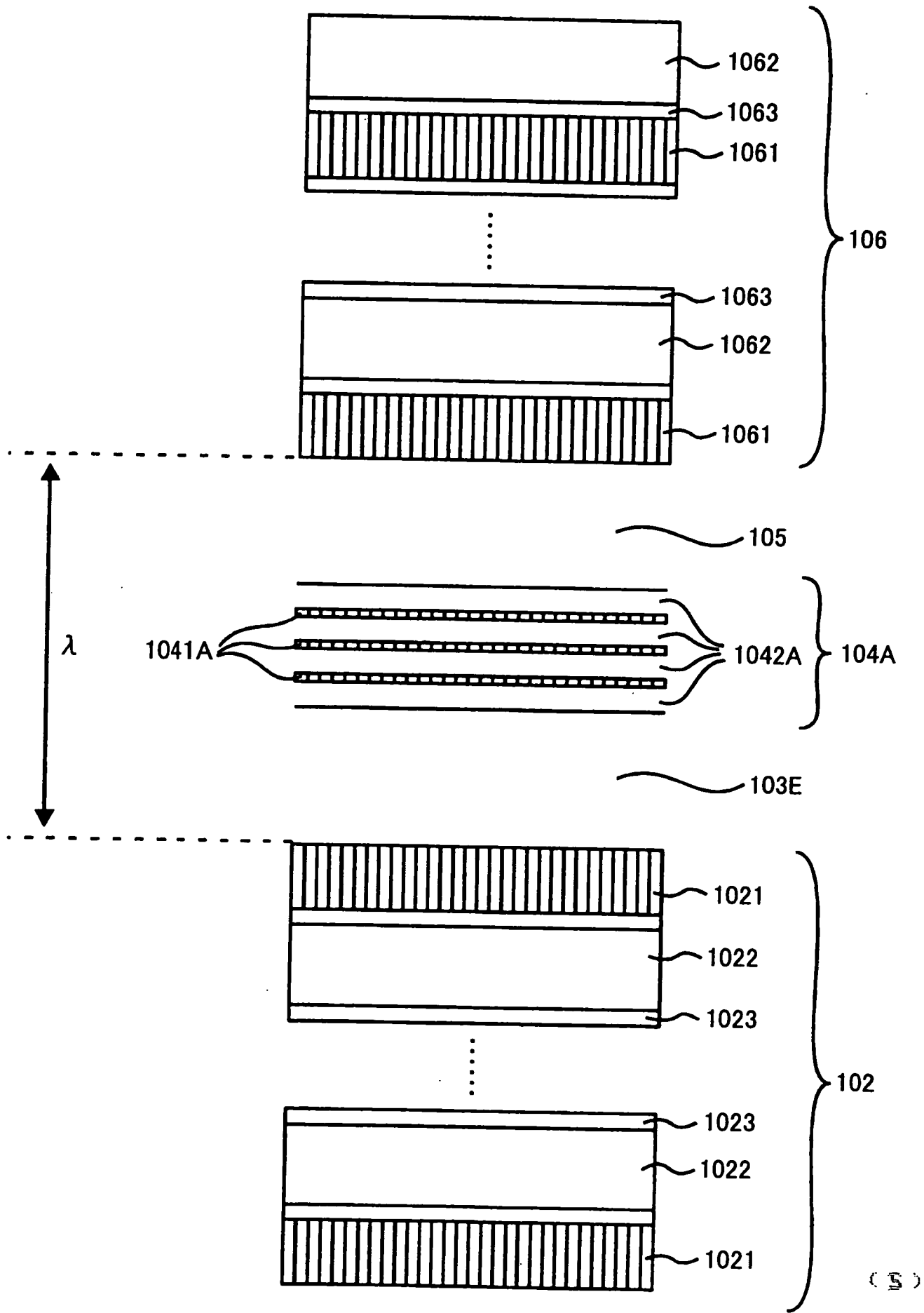
第34圖



第35圖



第36圖



第37圖

