

申請日期：89.3.3

案號：89101978

類別：H01S 3/18

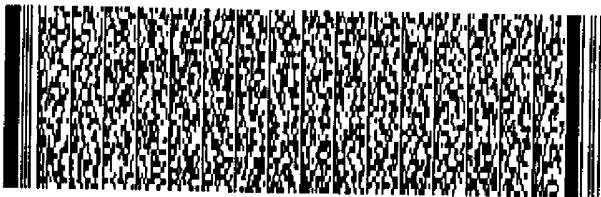
(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

447184

公告本

一、 發明名稱	中文	半導體雷射元件及其製造方法
	英文	SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 細田 昌宏 2. 竹岡 忠士 3. 角田 篤勇
	姓名 (英文)	1. MASAHIRO HOSODA 2. TADASHI TAKEOKA 3. ATSUO TSUNODA
	國籍	1. 日本 2. 日本 3. 日本
	住、居所	1. 日本國奈良縣大和高田市幸町4-8-514 2. 日本國奈良縣天理市柳本町109番地 3. 日本國奈良縣大和郡山市筒井町皇家大樓筒井610
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 日商夏普股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. SHARP KABUSHIKI KAISHA
	國籍	1. 日本
	住、居所 (事務所)	1. 日本國大阪府大阪市阿倍野區長池町22番22號
	代表人 姓名 (中文)	1. 町田 勝彥
	代表人 姓名 (英文)	1. KATSUHIKO MACHIDA



447184

本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

日本 JP

1999/02/08 特願平11-030155

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

[發明所屬之技術領域]

本發明係關於一種半導體雷射元件及其製造方法，更詳細係關於一種用於光學資訊記錄再生裝置之半導體雷射元件及其製造方法。

[習知技術]

為下一代光碟的DVD(數位式影音光碟)具有下述特徵：作為影像記錄可使135分的動畫片再生，而作為資訊記錄具有4.7十億位元組的容量等。

DVD再生裝置除了DVD(影像記錄)、DVD-ROM(資訊記錄)、DVD-R(一次寫入的資訊記錄)再生、資料讀出之外，還被要求以往所廣泛使用的CD、CD-ROM、CD-R再生、資料讀出可能。

然而，DVD和CD比較在以下兩點有很大的不同，所以謀求系統互換性上成為障礙。

第一點，光碟基板厚度在CD為1.2 mm，對此在DVD則為0.6 mm。這是為了為提高記錄密度而加大聚光透鏡的NA(開口數)時，確保對於光碟傾斜的容許度。

第二點，係在檢拾器(pick-up)所用的半導體雷射的振盪波長。光碟上的聚光光點直徑與波長成比例，所以在CD使用780 nm譜帶(紅外區)的半導體雷射，但在DVD為實現高密度記錄而使用650 nm譜帶(紅色區)的半導體雷射。

對讀取光碟上的記錄資訊的檢拾器而言，有基板厚度不同的兩種光碟從光學系統像差之點來看成為障礙。作為此解決方案，目前已知如下的方法。



五、發明說明 (2)

係切換CD用和DVD用的2個透鏡而使用的方法、使用2焦點透鏡的方法、使用液晶光閘的方法等(參照電子材料1996年6月號38頁)。使用這些方法，基板厚度不同的光碟的資訊讀出可能，在DVD再生裝置CD、CD-ROM的讀出可能。

然而，在上述方法，將對於780 nm 譜帶之光發生反應的色素用於記錄方法的CD-R的資訊不能以具有650 nm 譜帶的光源的DVD裝置再生。因此，提出如下的方法作為CD-R亦可再生的DVD用檢拾器。

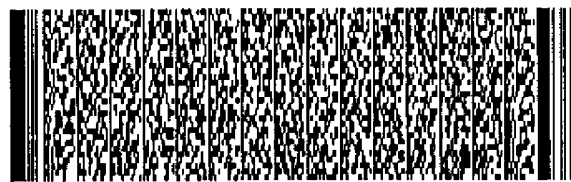
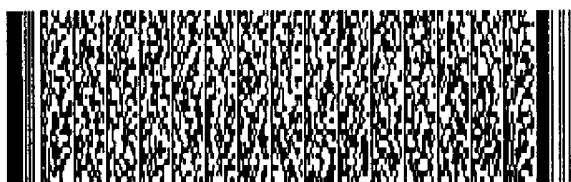
第一方法係在再生裝置內內建CD用檢拾器(使用780 nm 譜帶雷射)和DVD用檢拾器(使用650 nm 譜帶雷射)的兩個的方法。然而，這種情況導致裝置大型化和成本上升。

第二方法係在1個檢拾器內納入發出兩種波長之光的半導體雷射，思考如下的方式：

- ① 在半導體雷射封裝體內部安裝兩種振盪波長不同的雷射晶片(參照特開平11-97804號公報)。
- ② 對於1個雷射晶片鄰接的共振器改變塗膜厚度，以不同的波長使其振盪(參照特開平3-9589號公報)。
- ③ 對於1個雷射晶片鄰接的共振器改變活性層下部的溝寬，使活性層的含鋁量不同，改變振盪波長(參照特開昭61-19186號公報)。

[發明欲解決之課題]

如此，在1個檢拾器內納入發出兩種波長之光的半導體雷射時，在上述①方面，發光點間距離成為問題。即，在



五、發明說明 (3)

檢拾器的光學系統，要用同一透鏡處理2個不同波長之光，發光點間距離必須是至少 $100\ \mu\text{m}$ 以下。然而，通常要將2個獨立的雷射晶片配置於封裝體內，排列配置的關係上，使發光點間距離成為 $100\ \mu\text{m}$ 以下困難，並且配置時的誤差也產生幾十 μm 程度。

此外，在上述②及③方面，活性層為在1次結晶成長製程同時形成2個發光點而其構成材料相同。因此，即使使用任何手法，2個發光點的波長差也只能得到 $10\ \text{nm}$ 程度，不能實現在DVD和CD所需的 $650\ \text{nm}$ 和 $780\ \text{nm}$ 的2個振盪波長。

本發明係考慮這種情形所完成的，可提供一種使用單一半導體雷射元件可使紅外區和紅色區的雷射光在接近的發光點間距離產生之半導體雷射元件及其製造方法。

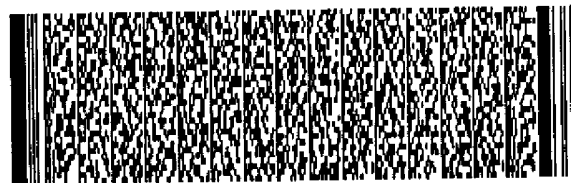
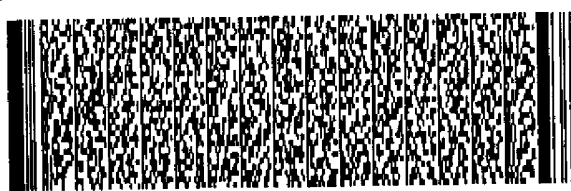
[解決課題之手段]

本發明係半導體雷射元件：在同一半導體基板上對於半導體基板主面並排配置具有使用互相不同的材料的發光層的多數半導體雷射共振器，在這些半導體雷射共振器之間設置高電阻區域而成。

根據本發明，由於對於半導體基板主面並排配置具有使用互相不同的材料的發光層的多數半導體雷射共振器，所以可使不同波長區的多數雷射光在接近的發光點間距離平行產生。

[發明之實施形態]

在本發明可用各種基板作為半導體基板。就此半導體基



五、發明說明(4)

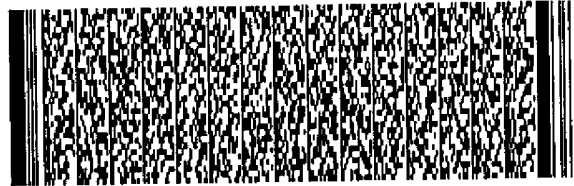
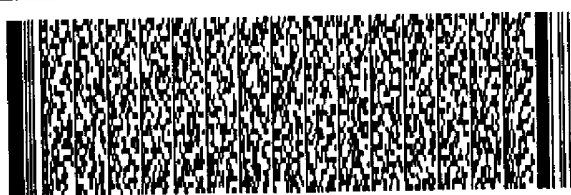
板而言，例如可舉n型或p型砷化鎵(GaAs)、磷化銦(InP)、氮化鎵(GaN)等基板。

半導體雷射共振器可藉由下述形成：在半導體基板上如將具有增益的活性層以覆蓋層夾在當中般地層疊半導體層，在端面設置鏡子。此構造一般稱為雙異質(double hetero)構造。由於從活性層發射雷射光，所以活性層也稱為發光層。半導體雷射共振器在半導體層最上部側和半導體基板側形成電極，該電極連接於電源，藉由在兩電極間使電流流動，從發光層發射雷射光。

在本發明，多數半導體雷射共振器的發光層含有互相不同的5族材料。通常，半導體雷射共振器的發光層以含有3族元素和5族元素的材料構成。在本發明，發光層含有不同的5族元素即可。這些發光層也可以含有相同或不同的3族元素。就3族元素而言，例如可舉鎵、鋁、銦、硼等。就5族元而言，例如可舉磷、砷、氮、銻等。

多數半導體雷射共振器也可以具有任何振盪波長，但最好由振盪波長為紅色區的共振器和振盪波長為紅外區的共振器的2個共振器構成。所謂振盪波長為紅外區，意味著使780 nm程度的波長之光產生，所謂振盪波長為紅色區，意味著使600 nm譜帶的波長之光產生。

為這種結構時，若半導體基板為GaAs基板，則關於振盪波長為紅色區的共振器，以GaInP系的材料形成發光層，關於振盪波長為紅外區的共振器，以GaAs系的材料形成發光層即可。此處所謂InGaP系的材料，可用Ga和Al等量調



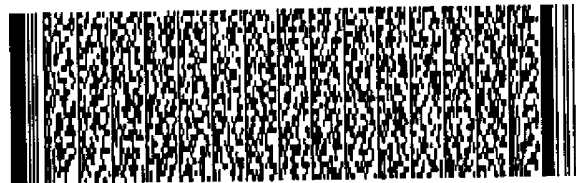
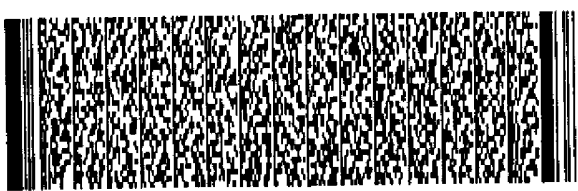
換，所以意味著 $\text{InGa}_x\text{Al}_{1-x}\text{P}$ ($0 \leq x \leq 1$) 的材料。此外，所謂GaAs系的材料，意味著 $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ ($0 \leq x \leq 1$) 的材料。

此外，例如若半導體基板為InP，則以InGaAsP形成1個共振器的發光層，以InGaNSb形成其他另外1個共振器的發光層亦可。或者例如若半導體基板為GaN，則以InGaN形成1個共振器的發光層，以InBP或InBAs形成其他另外1個共振器的發光層亦可。以InGaAsP形成發光層的共振器，出射波長為 $1.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$ ，所以可利用作為光纖通信用。此外，以InGaNSb形成發光層的共振器，出射波長為 $2 \mu\text{m}$ 以上，所以可利用作為長距離光纖通信用。

藉由如上述選定發光層材料，可形成下述結構：將具有使用互相不同的5族材料的發光層的多數半導體雷射共振器配置於半導體基板。

最好多數半導體雷射共振器為下述結構；各發光層對於半導體基板主面存在於大致相同高度的位置。所謂半導體基板主面，意味著為了形成多數半導體雷射共振器的成為基底的共同面。此外，最好多數半導體雷射共振器分別具有折射率導波構造。

高電阻區域若為對電氣分離鄰接的半導體雷射共振器有充分的電阻即可，可用使空氣介入而絕緣的空氣間隙(air gap)或比周邊半導體電阻高的高電阻半導體層等形成。高電阻半導體可藉由下述形成：在半導體雷射共振器的半導體層形成條狀溝，在該溝壁面注入質子(proton)或鎘離子(gallium ion)，提高壁面的電阻。



五、發明說明 (6)

本半導體雷射元件通常建入對於CD及DVD兩方可記錄、再生的記錄再生裝置內的光檢拾器(pick-up)而使用。

根據一個形態，本發明係一種半導體雷射元件，其特徵在於：在同一半導體基板上並排形成振盪波長為紅外區的半導體雷射共振器和振盪波長為紅色區的半導體雷射共振器者。

此形態的半導體雷射元件可在半導體基板一半的區域形成振盪波長為紅外區(或紅色區)的第一半導體雷射共振器，其次在同一半導體基板剩餘一半的區域對於半導體基板主面並排形成條狀溝，在該溝中形成振盪波長為紅色區(或紅外區)的第二半導體雷射共振器而構成。這種情況，第一共振器和第二共振器的電流路徑分離可藉由下述達成：在第一共振器和第二共振器之間設置為電氣分離2個共振器而有充分空氣間隙之類的高電阻區域。

高電阻區域也可以用為電氣分離2個共振器而有充分電阻的高電阻半導體層形成。高電阻半導體層最好形成下述結構；以條狀溝的壁面(側面及底面)為高電阻層，在該高電阻層一部分設置電流路徑。此電流路徑可藉由下述形成：使高電阻半導體層一部分以雜質擴散低電阻化合物除去高電阻半導體層一部分。

這種情況，使設於條狀溝內的第二共振器成為折射率導波型構造，可實現穩定的橫式振盪。

本發明之半導體雷射元件可使表面成為平坦，所以安裝於封裝體之際，在與第一共振器和第二共振器對應的部分



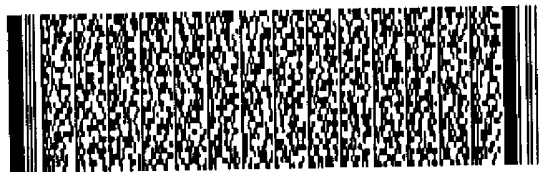
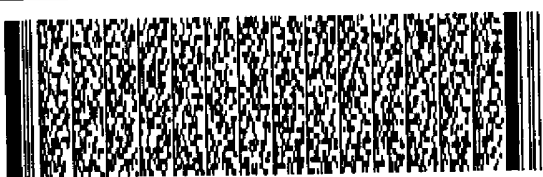
五、發明說明 (7)

分別分離封裝體的散熱片(heat sink)側，接合下降(junction-down)的安裝成為可能。

根據另外一個觀點，本發明係一種半導體雷射元件之製造方法，其特徵在於：具備在半導體基板上形成具有使用預定材料的發光層的第一半導體雷射共振器的製程；在第一共振器鄰近對於半導體基板主面並排形成開口部的製程；在該開口部內對於半導體基板主面並排形成具有使用和第一共振器不同的材料的發光層的第二半導體雷射共振器的製程；及，在第一共振器和第二共振器之間形成高電阻區域的製程者。

根據此製造方法，由於在半導體基板上形成第一半導體雷射共振器，在其鄰近形成的開口部，在該開口部內形成具有使用和第一共振器不同的材料的發光層的第二半導體雷射共振器，在第一共振器和第二共振器之間形成高電阻區域，以此高電阻區域電氣分離第一和第二半導體雷射共振器，所以可接近配置具有使用互相不同的材料的發光層的波長不同的兩個共振器，藉此可精度良好地實現振盪波長不同的兩個共振器接近的發光點間隔。

根據其他另外一個觀點，本發明係一種半導體雷射元件之製造方法，其特徵在於：具備在半導體基板上形成具有使用預定材料的發光層的第一半導體雷射共振器的製程；在第一共振器鄰近對於半導體基板主面並排形成條狀溝的製程；在該條狀溝內的壁面及底面形成高電阻半導體層的製程；在該高電阻半導體層一部分形成電流路徑的製程；



五、發明說明 (8)

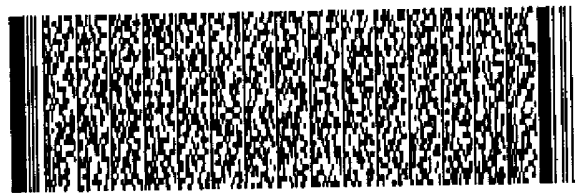
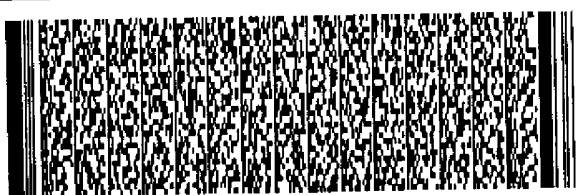
及，在前述條狀溝內對於半導體基板主面並排形成具有使
用和第一共振器不同的材料的方法，形成半導體雷射共振器之
際，除去雙異質構造一部分而形成山脊(ridge)型導波路
條，可實現穩定的橫式振盪。

根據此製造方法，由於在半導體基板上形成第一半導體
雷射共振器，在其鄰近形成條狀溝，在該溝內的壁面及底面
形成高電阻半導體層，在高電阻半導體層一部分形成的電材
料的路徑，在條狀溝內形成具有使用第一共振器不同材料層
的發光層的第二半導體雷射共振器，以高電阻半導體層置
電氣分離第一和第二半導體雷射共振器，所以可接近兩個
具有使用互相不同的材料發光層的雷射共振器，以實現長不
同的兩個共振器接近的發光點間隔。

在本發明，由於在各別的磊晶成長製程形成多數半導體
雷射共振器之發光層，所以可獨立選擇結晶材料，可容易
如780 nm和650 nm般地各別設定振盪波長。

此外，在本發明，由於橫方向排列配置多數半導體雷射
共振器且容易使表面成為平坦，所以對所電氣分離的散熱作
片的接合下降式安裝成為可能，對於雷射元件的高溫動作和
亦有利。此外，由於半導體雷射元件以無剛性的空氣或分
離，所以不受動作時因發熱而熱膨脹的影響。

使用如以上的半導體雷射元件的光碟檢拾器可用1個半



五、發明說明 (9)

導體雷射晶片出射780 nm 譜帶和650 nm 譜帶之光，所以不僅DVD用光碟，而且CD、CD-ROM、CD-R用光碟的讀出可能。

以下，根據圖面所示之實施形態詳述本發明。又，並不因此實施形態而限定本發明。

實施例1

圖1為顯示本發明半導體雷射元件實施例1截面的說明圖。此半導體雷射元件形成在具有散熱作用的散熱片(底裝)102上熔接半導體雷射晶片的結構。此半導體雷射晶片包含在780 nm 振盪的共振器和在650 nm 振盪的共振器的2個。

在圖中，101為p-GaAs基板，111為n-GaAs電流狹窄層，111a為V溝條，112為p-AlGaAs覆蓋層，113為AlGaAs活性層，114為n-AlGaAs覆蓋層，115為n-GaAs帽蓋層，160為U型條狀溝，141為高電阻層，142為低電阻層，121為p-AlGaInP覆蓋層，122為GaInP活性層，123為n-AlGaInP覆蓋層，124為n-GaAs帽蓋層，103為共用p型電極，131、151為n型電極，132為連接於電極131的引線，152為連接於電極151的引線。

半導體雷射晶片上面的電極分割成為紅外區域的780 nm 發光用電極131和為紅色區域的650 nm 發光用電極151的2個，藉由在和下側的共用電極103之間使電流流動，可以各自的波長使其發光。

圖2及圖3為顯示實施例1的半導體雷射元件製造方法的



五、發明說明 (10)

說明圖，根據這些圖按製程順序說明實施例1的半導體雷射元件製造方法，又，圖面只顯示在一片晶圓中與一組半導體雷射對應的部分。

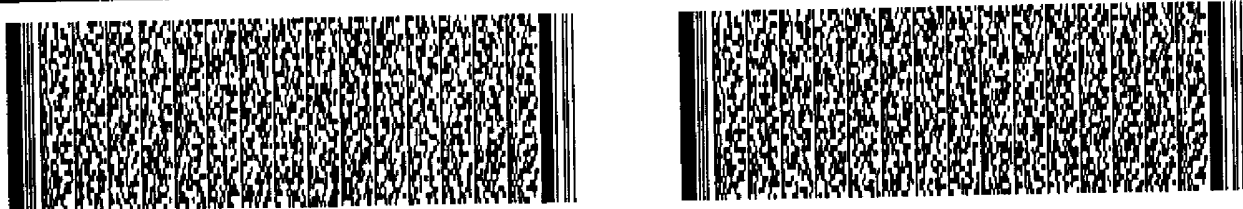
首先，在p-GaAs基板101上以MOCVD法(metal organic chemical vapor deposition:有機金屬氣相成長法)形成n-GaAs電流狹窄層111後，以微影和化學蝕刻法形成V溝條111a。接著，以LPE(液相成長)法層疊p-AlGaAs覆蓋層112、AlGaAs活性層113、n-AlGaAs覆蓋層114、n-GaAs帽蓋層115(參照圖2(a))，形成具有雙異質(double hetero)構造的第一半導體雷射共振器。此構造的雷射共振器在780 nm發光。

其次，在第一共振器上以EB(電子束)蒸鍍形成 Al_2O_3 膜170，利用微影和化學蝕刻法形成接近V溝條111a、具有達到p-GaAs基板101的深度的U型條狀溝160(參照圖2(b))。

然後，進行質子(proton)照射，使此溝160的側壁及底面成為高電阻層141(參照圖((2c)))。高電阻層141取代質子照射，注入鎘離子亦可形成。

接著，以p(電漿)-CVD法形成 SiN_x 膜171，使用微影及化學蝕刻技術除去溝160底面部的 SiN_x 膜171，進行雜質擴散而只使溝160底面部低電阻化，形成低電阻層142(參照圖3(d))。

其後，除去 SiN_x 膜171，以 Al_2O_3 膜170為罩幕，利用MOCVD法在溝160內形成由p-AlGaInP覆蓋層121、GaInP活性層122、n-AlGaInP覆蓋層123、n-GaAs帽蓋層124構成的



五、發明說明 (11)

雙異質構造的第三半導體雷射共振器(參照圖3(e))。此構造的雷射共振器在650 nm發光。

然後，除去 Al_2O_3 膜170，在p-GaAs基板101側形成共用p型電極103，在n-GaAs帽蓋層115、124側形成以剝離(lift-off)手法分離的n型電極131、151，在各電極分別連接引線132、152(參照圖3(f))。

分割如此所製成的晶圓，藉由施以端面塗佈、封裝體安裝，得到半導體雷射元件。

在本實施例所示的半導體雷射元件，780 nm發光部以臨界電流40 mA振盪，650 nm發光部以臨界電流70 mA振盪，在任何波長都在70°C、5 mW條件下得到動作時間2,500小時。

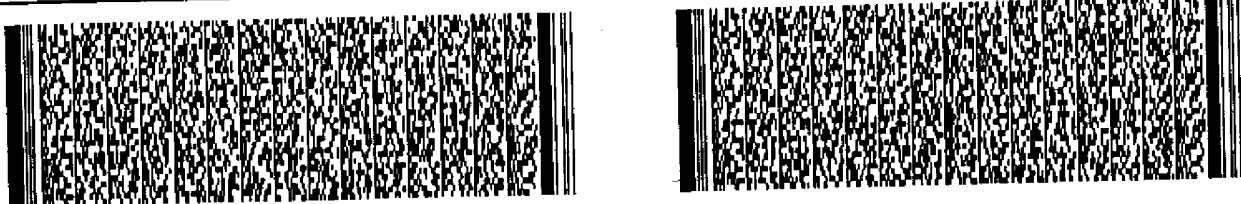
實施例2

其次，就本發明半導體雷射元件實施例2加以說明。圖4為顯示實施例2的半導體雷射元件截面的說明圖。

此半導體雷射元件形成在散熱片202上以接合下降(junction down)熔接半導體雷射晶片的結構。所謂接合下降，係以覆蓋層夾住的活性層(接合)部分接近散熱片202般地將半導體雷射晶片的帽蓋層側連接於散熱片202。

散熱片202以絕緣性碳化矽構成，形成凹部205，所以表面成為具有電氣分離的2個區劃的結構。

在圖中，201為n-GaAs基板，212為n-AlGaInP覆蓋層，213為AlGaInP/GaInP的MQW活性層，214為p-AlGaInP覆蓋層，215為p-GaAs帽蓋層，216為n-GaAs電流阻擋層，250



五、發明說明 (12)

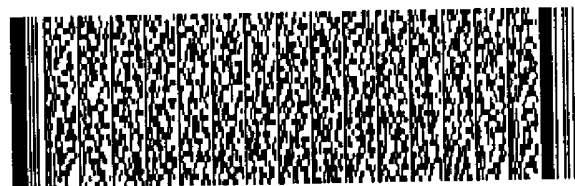
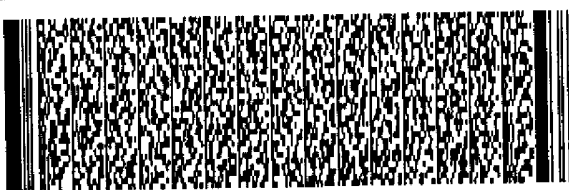
為條狀溝，241為高電阻層，242為電流路徑，221為n-AlGaAs覆蓋層，222為AlGaAs/GaAs的MQW活性層，223為p-AlGaAs覆蓋層，224為p-GaAs帽蓋層，225為n-GaAs電流阻擋層，203、231、251為電極，204為連接於電極203的引線，232為連接於電極231的引線，252為連接於電極251的引線。

雷射共振器有在780 nm振盪的AlGaAs/GaAs的MQW活性層222和在650 nm振盪的AlGaInP/GaInP的MQW活性層213的2個，分別具有獨立的電極251、231，所以在和共用電極203之間使電流流動，可獨立控制780 nm發光和650 nm發光。

圖5及圖6為顯示實施例2的半導體雷射元件製造方法的說明圖，根據這些圖按製程順序說明實施例2的半導體雷射元件製造方法。

首先，在n-GaAs基板201上以MBE(分子束磊晶)法層疊n-AlGaInP覆蓋層212、AlGaInP/GaInP的MQW活性層213、p-AlGaInP覆蓋層214、p-GaAs帽蓋層215後，將成為山脊型導波路條的部分以外的部分到p-AlGaInP覆蓋層214中途以蝕刻除去。接著，在以蝕刻除去的部分以MBE法形成n-GaAs電流阻擋層216(參照圖5(a))。藉此，形成雙異質構造且有山脊型導波路條的折射率導波型構造的第一半導體雷射共振器。此構造的雷射共振器在650 nm發光。

接著，和實施例1同樣，形成達型n-GaAs基板201的深度的條狀溝250(參照圖5(b))，使該溝250的側壁及底面高電



五、發明說明 (13)

阻層241化(參照圖5(c))。

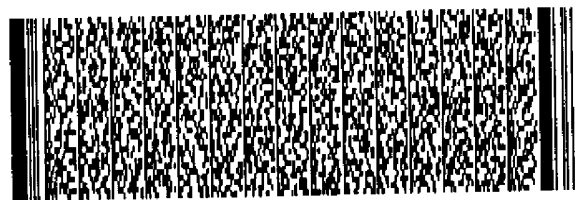
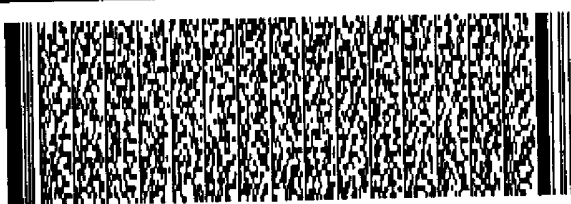
接著，以光阻劑271保護溝250底面以外的部分，利用化學蝕刻法除去溝250底面的高電阻層241，形成電流路徑242(參照圖5(d))。此電流路徑242也可以和實施例1同樣，進行雜質擴散而使溝250底面部低電阻化而形成。

其後，在溝250內部以MOCVD法層疊n-AlGaAs覆蓋層221、AlGaAs/GaAs的MQW活性層222、p-AlGaAs覆蓋層223、p-GaAs帽蓋層224(參照圖6(e))。

然後，以SiNx膜272為罩幕，將層疊於溝250內的AlGaAs系雙異質構造一部分到p-AlGaAs覆蓋層223中途以乾式蝕刻法除去。即，以蝕刻除去成為溝250內的山脊型導波路條的部分以外的部分(參照圖6(f))，在該除去的部分形成n-GaAs電流阻擋層225(參照圖6(g))。藉此，形成雙異質構造且有山脊型導波路條的折射率導波型構造的第二半導體雷射共振器。此構造的雷射共振器在780 nm發光。

然後，和實施例1同樣，形成電極203、231、251，在各電極分別連接引線204、232、252(參照圖6(h))，分割晶圓，藉由施以端面塗佈、封裝體安裝，得到半導體雷射元件。

此實施例的半導體雷射元件因形成於條狀溝250內的第二半導體雷射共振器也有折射率導波型構造而可實現穩定的光波型(mode)。在本實施例，650 nm發光部以臨界電流45 mA振盪，780 nm發光部以臨界電流41 mA振盪。此外，由於以接合下降熔接於散熱片202上，所以產生熱的活性



五、發明說明 (14)

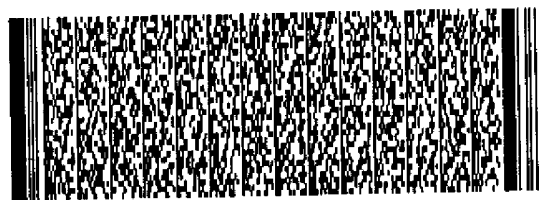
層部分接近散熱片202而高溫動作性能提高，在70°C、5 mW的條件下可實現8,000小時的動作。

又，在本實施例雖然在條狀溝250內形成有山脊型導波路條的折射率導波型構造的第二半導體雷射共振器，但在實施例1也可以在條狀溝160內形成有山脊型導波路條的折射率導波型構造的第二半導體雷射共振器。

此外，在本實施例雖然將半導體雷射元件以接合下降熔接於散熱片202上，但在實施例1的半導體雷射元件也可以以接合下降熔接於散熱片202上。這種情況，以絕緣性碳化碳構成散熱片102，在散熱片102表面設置凹部而形成電氣分離的2個電極，使雷射極131、151與這些電極分別對應而熔接，在散熱片102側的電極分別連接引線132、152即可。

如此一來，對於有層疊於半導體基板上的第一雙異質構造的二半導體雷射共振器平行形成條狀溝，使該條狀溝內的壁面及底面高電阻化，在該高電阻化部分的一部分形成電流路徑，在條狀溝內形成第二雙異質構造的二半導體雷射共振器，在同一半導體基板上並排形成振盪波長為紅外區的二半導體雷射共振器和振盪波長為紅色區的二半導體雷射共振器。

若為這種結構的二半導體雷射光件，則接近形成有不同的雙異質構造的二半導體雷射共振器。所以可使振盪波長大幅不同，可實現780 nm譜帶和650 nm譜帶的波長，可使其發光點間隔成為100 μ m以下。



五、發明說明 (15)

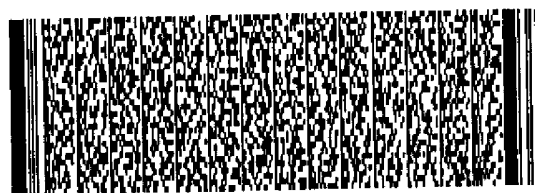
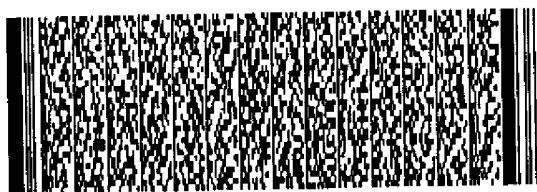
實施例3

其次，就本發明半導體雷射元件實施例3加以說明。圖7為顯示實施例3的半導體雷射元件截面的說明圖。

此半導體雷射元件形成在散熱片302上以接合下降熔接半導體雷射晶片的結構。散熱片302以絕緣性碳化矽構成，形成凹部307，所以表面成為具有電氣分離的2個區劃的結構。

在圖中，301為n-GaAs基板，312為n-AlGaAs覆蓋層，313為AlGaAs/GaAs的MQW活性層，314為p-AlGaAs覆蓋層，315為p-GaAs帽蓋層，316為n-AlGaAs電流阻擋層，350為絕緣的分離溝，321為n-AlGaInP覆蓋層，322為AlGaInP/GaInP的MQW活性層，323為p-AlGaInP覆蓋層，324為p-GaAs帽蓋層，325為n-GaAs電流阻擋層，303、331、351為電極，305、306為形成於散熱片302上的鉬/金電極，304為連接於電極303的引線，332為連接於電極331的引線，352為連接於電極351的引線。

和實施例2同樣，雷射共振器有為第一半導體雷射共振器的在780 nm振盪的AlGaAs/GaAs的MQW活性層313和為第二半導體雷射共振器的在650 nm振盪的AlGaInP/GaInP的MQW活性層322的2個，這些2個雷射活性層為存在於這些活性層之間的分離溝350所分離。即，2個雷射活性層為高電阻的空氣所絕緣，分別具有獨立的電極331、351，所以在和共用電極303之間使電流流動，可獨立控制780 nm發光和650 nm發光。



五、發明說明 (16)

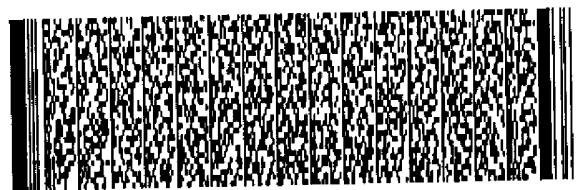
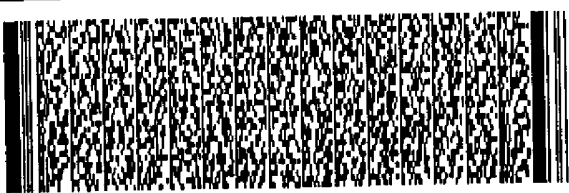
圖8及圖9為顯示實施例3的半導體雷射元件製造方法的說明圖，根據這些圖按製程順序說明實施例3的半導體雷射元件製造方法。

首先，在n-GaAs基板301上以MOCVD法層疊n-AlGaAs覆蓋層312、AlGaAs/GaAs的MQW活性層313、p-AlGaAs覆蓋層314、p-GaAs帽蓋層315後，將成為山脊型導波路條的部分以外的部分到p-AlGaAs覆蓋層314中途以蝕刻除去。接著，在以蝕刻除去的部分以MOCVD法形成n-AlGaAs電流阻擋層316(參照圖8(a))。此處，由於沒有在n-AlGaAs電流阻擋層316的振盪波長的吸收，所以雷射振盪光不受到電流阻擋層的吸收。

藉此，雙異質構造且有山脊型導波路條構造的實折射率導波型的第一半導體雷射共振器部分完成。此構造的雷射共振器在780 nm發光。

其次，進行為了形成第二半導體雷射共振器的準備。首先，在山脊型導波路條319旁邊形成達到基板301的深度的共振器形成用的開口部349(參照圖8(b))。其方法如下進行。

首先，在包含第一共振器上的晶圓全面以EB蒸鍍形成 Al_2O_3 膜370。其次，在 Al_2O_3 膜370上形成光阻劑，利用微影除去相當於開口部349部分的光阻劑。其次，利用濕式蝕刻法除去相當於開口部349部分的 Al_2O_3 膜370、n-AlGaAs電流阻擋層316、p-AlGaAs覆蓋層314、AlGaAs/GaAs的MQW活性層313、n-AlGaAs覆蓋層312。為了不溶解表面的 Al_2O_3 膜



五、發明說明 (17)

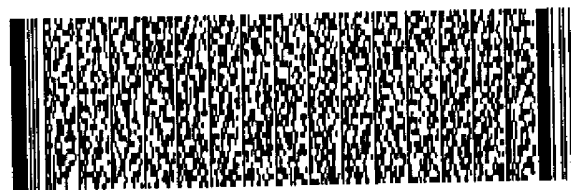
370 而在 n-AlGaAs 覆蓋層 312 和 n-GaAs 基板 301 的界面使蝕刻停止，使用鹽酸系的腐蝕劑作為腐蝕劑。藉此，形成開口部 349。

此處，為了改善之後使其成長的 n-AlGaInP 覆蓋層 321 的形態(morphology)，利用硫酸(40 °C 15s)進行 n-GaAs 基板 301 的表面沖洗。

其次，在開口部 349 及 Al₂O₃ 膜 370 上以 MBE 法形成 n-AlGaInP 覆蓋層 321、AlGaInP/GaInP 的 MQW 活性層 322，p-AlGaInP 覆蓋層 323、p-GaAs 帽蓋層 324(參圖 8(c))。此時，在 Al₂O₃ 膜 370 上為多結晶層的不要層 327 成長，但此不要層 327 以蝕刻除去。此蝕刻除去係在不要層 327 以外的部分形成光阻劑，使用硫酸系腐蝕劑、飽和溴水系腐蝕劑及氦系腐蝕劑，以蝕刻除去不要層 327 到 Al₂O₃ 膜 370 露出，其後除去 Al₂O₃ 膜 370。

其次，形成第二半導體雷射共振器的部分。首先，在晶圓表面以濺鍍(sputtering)法形成 SiN_x 膜 371(參照圖 8(d))。接著，利用微影以 SiN_x 膜 371 為罩幕，將 AlGaInP 系異質構造一部分到 p-AlGaInP 覆蓋層 323 中途以乾式蝕劑法除去，形成電阻層形成用的開口部 374、376(參照圖 9(e))。

其次，以 MBE 法在 p-AlGaInP 覆蓋層 323 上使 n-GaAs 電阻層 325 成長(參照圖 9(f))。此時，在 SiN_x 膜 371 上不要層(多結晶的 GaAs) 328 成長，但此不要層 328 以蝕刻除去。此蝕刻除去係在不要層 328 以外的部分形成光阻劑，使用氦



五、發明說明 (18)

系腐蝕劑除去不要層328。藉此，第二半導體雷射共振器的部分完成。此構造的第二共振器部分在650 nm發光，因電流阻擋層325為GaAs而成為複合折射率型的光導波構造。

其次，以MBE法形成接觸層339，在其上以EB蒸鍍法形成 Al_2O_3 膜372(參照圖9(g))。

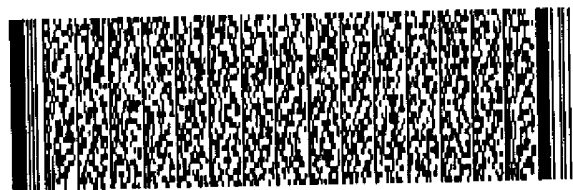
然後，以微影和乾式蝕刻法第一共振器部分和第二共振器部分之間形成為了絕緣的分離溝350(參照圖9(h))。此分離溝350達到GaAs基板301，所以第一共振器和第二共振器之間之高電阻的空氣所電氣絕緣。

最後，形成電極303、331、351，在各電極分別連接引線304、332、352。分割如此所製作的晶圓，進行端面塗佈，藉由以接合下降裝在散熱片302，上得到半導體雷射元件。如此以接合下降裝在散熱片302上時，因散熱佳而在高輸出時有利。又，半導體雷射元件以接合上升(junction-up)裝在散熱片302上亦可。

圖10為顯示以接合上升安裝半導體雷射元件時之例的說明圖。

如此，將半導體雷射元件以接合上升裝在散熱片302上時，在散熱片302不要配線圖案，所以引線304、332、352的焊接容易，因此元件的裝配容易。此外，在第一和第二共振器從半導體基板301到上部電極331、351的高度即使不同，對散熱片302的安裝也容易。

在如此所得到的半導體雷射元件，第一共振器因AlGaAs



五、發明說明 (19)

的埋入而成為實折射率型的共振器，由此共振器可得到導波損失小、臨界值低的雷射振盪。此外，第二共振器因GaAs的埋入而成為複合折射率型的共振器，此共振器進行折射率的光封閉，所以由此共振器可得到在活性層的水平方向光穩定性高的雷射振盪。

在本實施例所示的半導體雷射元件，650 nm發光部以臨界電流45 mA振盪，780 nm發光部以臨界電流38 mA振盪。可靠性試驗在70°C、5 mW的條件下，可實現9,000小時的動作。

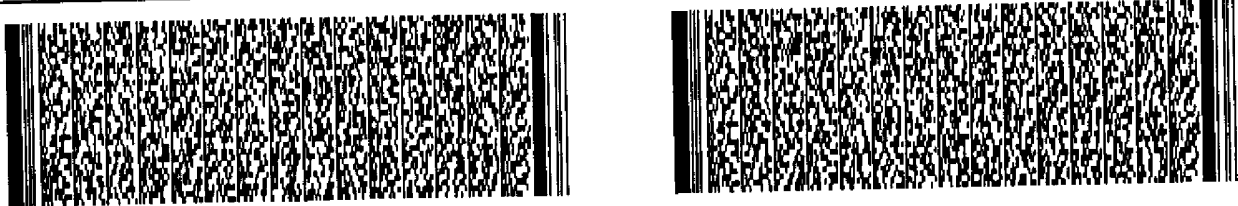
在本實施例以分離溝進行第一共振器部分和第二共振器部分的絕緣，此分離溝不需要質子照射等大規模的裝置，可使用有實績的微影和乾式蝕刻形成，所以製作容易。此外，由於在第一和第二共振器可用不同的材料形成電流阻擋層，所以可用各共振器選擇最適當的導波構造。

又，在本實施例形成山脊型導波路條的山脊部分時未使用蝕刻中止層，但為了控制到更正確的厚度，也可以導入蝕刻中止層。

此外，為了降低動作電壓，也可以在n-AlGaInP覆蓋層321和p-GaAs帽蓋層324之間設置中間帶隙(band gap)層。

在本實施例顯示用不同的材料構成第一和第二共振器的電流阻擋層之例，但也可以用相同的AlGaAs構成雙方的電流阻擋層。這種情況，第一共振器和第二共振器雙方成為實折射率導波型，所以可得到更低的振盪臨界值。

此外，雖然先形成在活性層使用AlGaAs系材料的共振



五、發明說明 (20)

器，其後鄰接於該共振器形成在活性層使用AlGaInP系材料的共振器，但此順序相反亦可，也可以先形成在活性層使用AlGaInP系材料的共振器，其後鄰接於該共振器形成在活性層使用AlGaAs系材料的共振器。

如此一來，形成振盪波長為紅外區的第一半導體雷射共振器後，鄰接於該共振器形成開口部，在該開口部內形成振盪波長為紅色區的第二半導體雷射共振器，藉由在雙方共振器之間形成分離溝，在同一半導體基板上並排形成振盪波長為紅外區的半導體雷射共振器和振盪波長為紅色區的半導體雷射共振器。

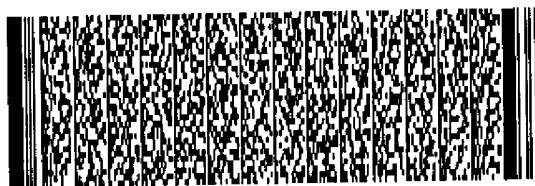
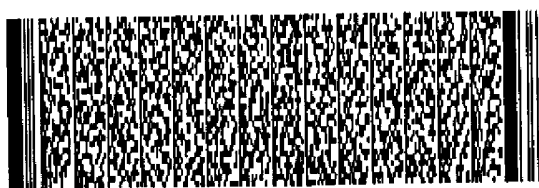
若為這種結構的半導體雷射元件，則可用不同的材料形成雙方的活性層，所以可使振盪波長大幅不同，可實現780 nm 譜帶和650 nm 譜帶的波長，可使其發光點間成為100 μm 以下。因此，使用根據本發明的半導體雷射元件的光檢拾器以單一檢拾器可讀出及寫入DVD光碟和CD/CD-ROM/CD-R光碟雙方的資訊。此外，本發明的半導體雷射元件表面平坦，所以接合下降的安裝成為可能，可在高溫條件下的雷射元件可靠性提高。

[發明之效果]

根據本發明，使用單一半導體雷射元件可使紅外區和紅色區的雷射光在接近的發光點間距離產生。

[圖式之簡單說明]

圖1為顯示本發明半導體雷射元件實施例1的截面的說明圖。



五、發明說明 (21)

圖2(a), (b), (c) 為顯示實施例1的半導體雷射元件製造方法的說明圖。

圖3(d), (e), (f) 為顯示實施例1的半導體雷射元件製造方法的說明圖。

圖4為顯示本發明半導體雷射元件實施例2的截面的說明圖。

圖5(a), (b), (c), (d) 為顯示實施例2的半導體雷射元件製造方法的說明圖。

圖6(e), (f), (g), (h) 為顯示實施例2的半導體雷射元件製造方法的說明圖。

圖7為顯示本發明半導體雷射元件實施例3的截面的說明圖。

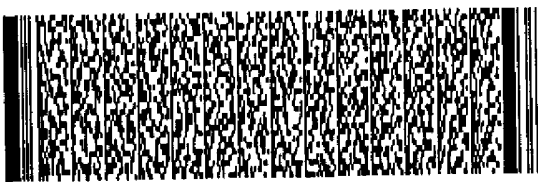
圖8(a), (b), (c), (d) 為顯示實施例3的半導體雷射元件製造方法的說明圖。

圖9(e), (f), (g), (h) 為顯示實施例3的半導體雷射元件製造方法的說明圖。

圖10為顯示以接合上升安裝實施例3的半導體雷射元件時之例的說明圖。

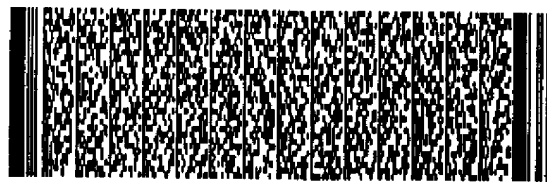
[元件編號之說明]

- 101 p-GaAs 基板
- 102、202、302 散熱片
- 103 共用p型電極
- 111 n-GaAs 電流狹窄層
- 111a V溝條



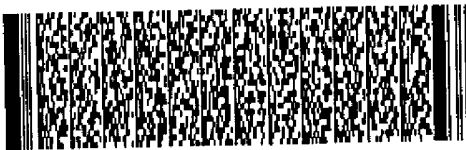
五、發明說明 (92)

- 112 p-AlGaAs 覆蓋層
 113 AlGaAs 活性層
 114 n-AlGaAs 覆蓋層
 115 n-GaAs 帽蓋層
 121 p-AlGaInP 覆蓋層
 122 GaInP 活性層
 123 p-AlGaInP 覆蓋層
 124 n-GaAs 帽蓋層
 131、151 n型電極
 132、152 引線
 141 高電阻層
 142 低電阻層
 160 條狀溝
 201、301 n-GaAs 基板
 203、231、251、303、331、351 電極
 204、232、252、304、332、352 引線
 205、307 凹部
 212、321 n-AlGaInP 覆蓋層
 213、322 AlGaInP/GaInP 的MQW 活性層
 214、323 p-AlGaInP 覆蓋層
 215、224、315、324 p-GaAs 帽蓋層
 216、225、325 n-GaAs 電流阻擋層
 221、312 n-AlGaAs 覆蓋層
 222、313 AlGaAs/GaAs 的MQW 活性層



五、發明說明 (23)

- 223、314 p-AlGaAs 覆蓋層
- 241 高電阻層
- 242 電流路徑
- 250 條狀溝
- 305、306 鉬/金電極
- 316 n-AlGaAs 電流阻擋層
- 349 共振器形成用開口部
- 350 分離溝
- 374、376 電流阻擋層形成用開口部



447184

四、中文發明摘要 (發明之名稱：半導體雷射元件及其製造方法)

本發明使用單一半導體雷射元件使紅外區和紅色區的雷射光在接近的發光點間距離產生。

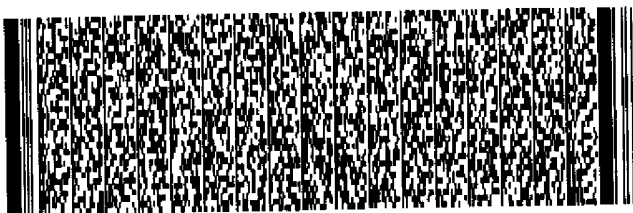
本發明係一種在同一半導體基板上並排形成振盪波長為紅外區的半導體雷射共振器和振盪波長為紅色區的半導體雷射共振器的構造。

英文發明摘要 (發明之名稱：SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME)



六、申請專利範圍

1. 一種半導體雷射元件，其特徵在於：在同一半導體基板上對於半導體基板主面並排配置具有使用互相不同的材料的發光層的多數半導體雷射共振器，在這些半導體雷射共振器之間設置高電阻區域而成者。
2. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射元件，其中前述半導體基板由GaAs基板構成，前述多數半導體雷射共振器在各發光層含有互相不同的5族材料。
3. 如申請專利範圍第2項之半導體雷射元件，其中前述5族材料為磷、砷或氮。
4. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射元件，其中前述多數半導體雷射共振器由振盪波長為紅色區的共振器和振盪波長為紅外區的共振器的2個共振器構成。
5. 如申請專利範圍第4項之半導體雷射元件，其中前述半導體基板由GaAs基板構成，前述振盪波長為紅色區的共振器以InGaP系材料形成發光層，前述振盪波長為紅外區的共振器以GaAs系材料形成發光層。
6. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射元件，其中前述多數半導體雷射共振器之各發光層對於半導體基板主面存在於大致相同高度之位置。
7. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射元件，其中前述多數半導體雷射共振器分別具有折射率導波構造。
8. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射元件，其中為了電氣分離鄰接的半導體雷射共振器而以充分的空氣間隙形成前述高電阻區域。



六、申請專利範圍

9. 如申請專利範圍第1項之半導體雷射元件，其中為了電氣分離鄰接的半導體雷射共振器而以具有充分電阻的高電阻半導體層形成前述高電阻區域。

10. 如申請專利範圍第9項之半導體雷射元件，其中藉由注入質子或鎵離子，形成前述高電阻半導體層。

11. 如申請專利範圍第1至10項中任一項之半導體雷射元件，其中建入對於CD及DVD兩方可記錄、再生的記錄再生裝置。

12. 一種半導體雷射元件之製造方法，其特徵在於：具備在半導體基板上形成具有使用預定材料的發光層的第一半導體雷射共振器的製程；在第一共振器鄰近對於半導體基板主面並排形成開口部的製程；在該開口部內對於半導體基板主面並排形成具有使用和第一共振器不同的材料的發光層的第二半導體雷射共振器的製程；及，在第一共振器和第二共振器之間形成高電阻區域的製程者。

13. 一種半導體雷射元件之製造方法，其特徵在於：具備在半導體基板上形成具有使用預定材料的發光層的第一半導體雷射共振器的製程；在第一共振器鄰近對於半導體基板主面並排形成條狀溝的製程；在該條狀溝內的壁面及底面形成高電阻半導體層的製程；在該高電阻半導體層一部分形成電流路徑的製程；及，在前述條狀溝內對於半導體基板主面並排形成具有使用和第一共振器不同的材料的發光層的第二半導體雷射共振器的製程者。

14. 如申請專利範圍第12或13項之半導體雷射元件之製



六、申請專利範圍

造方法，其中形成半導體雷射共振器之際，除去雙異質構造一部分而形成山脊型導波路條。



447184

圖式

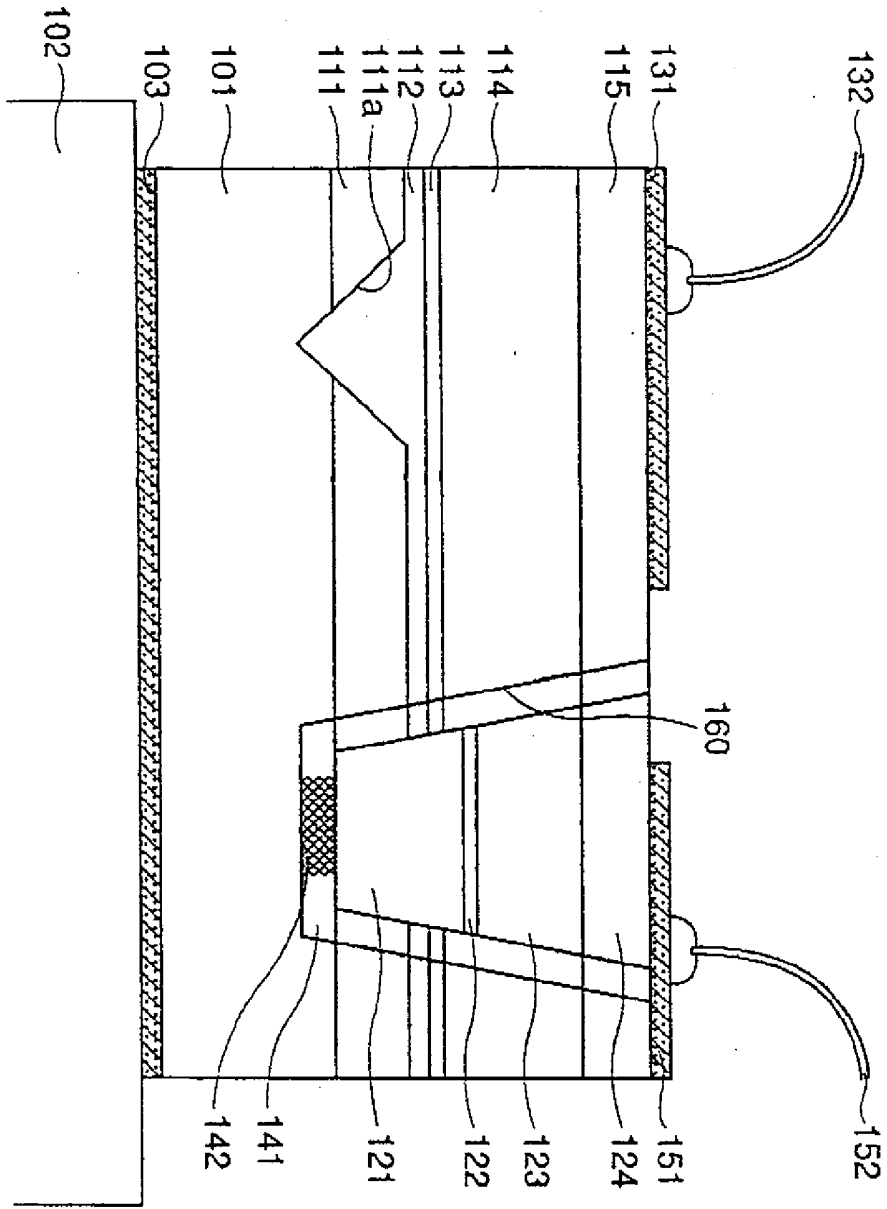


圖 1

圖式

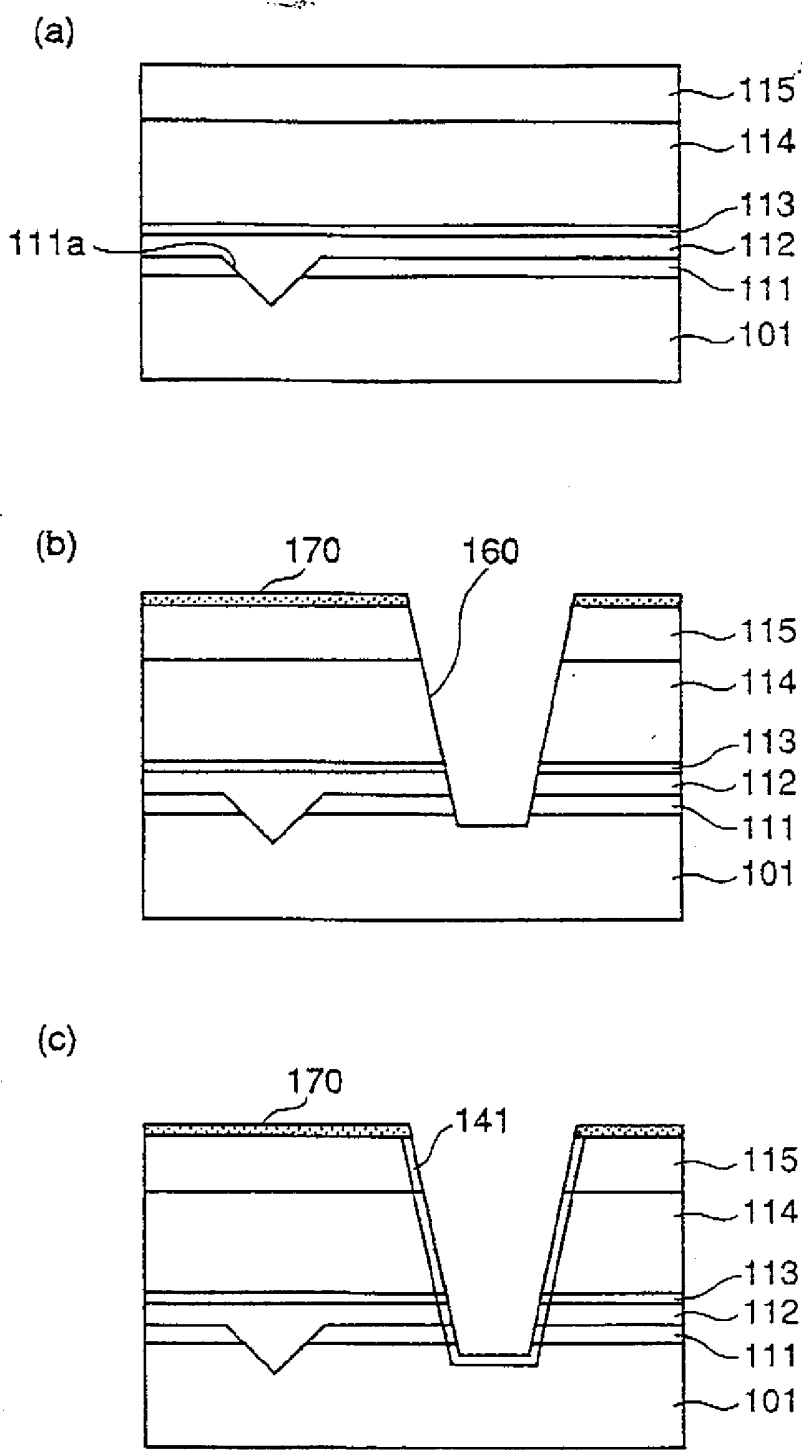


圖 2

圖式

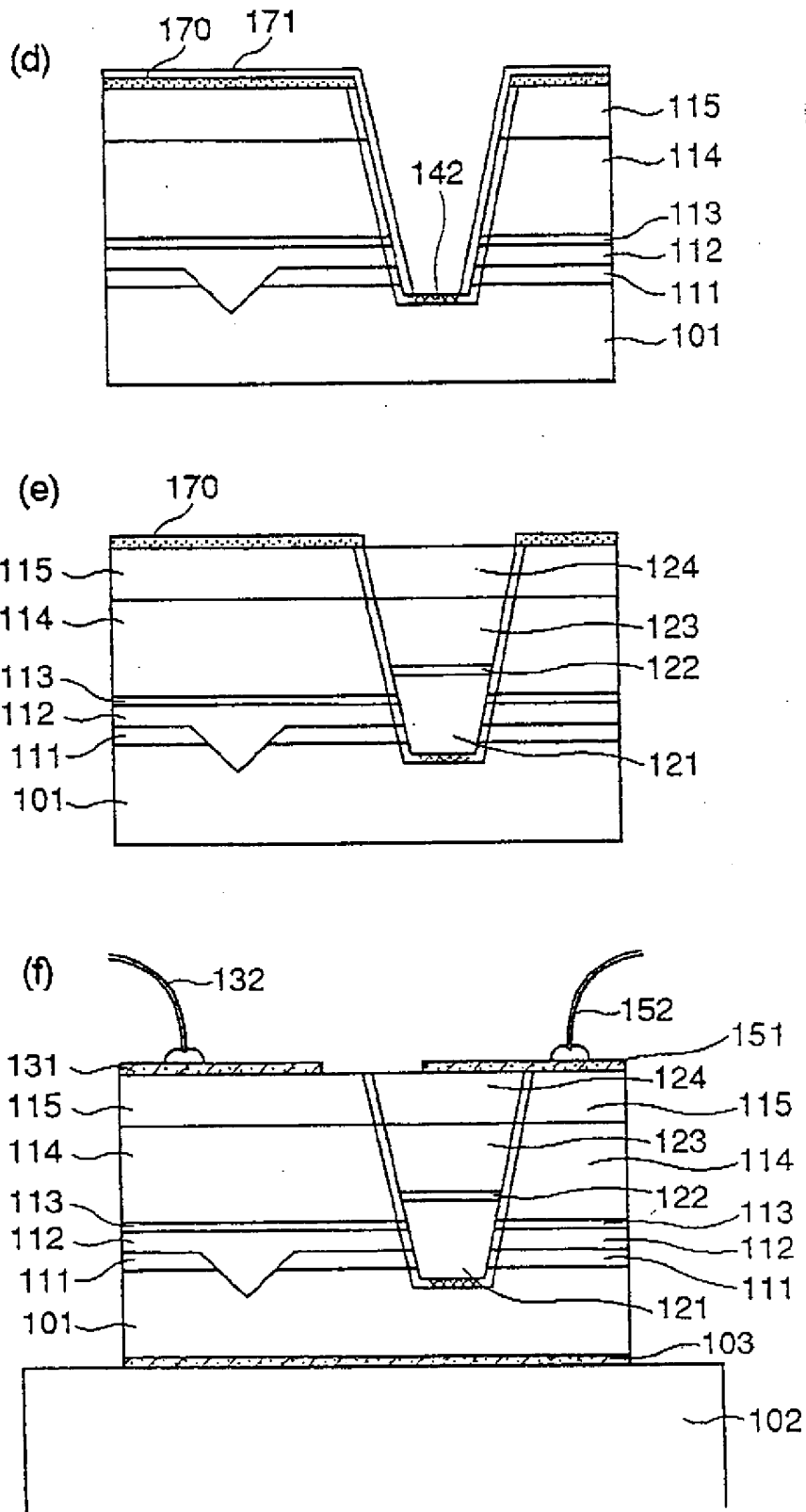


圖 3

圖式

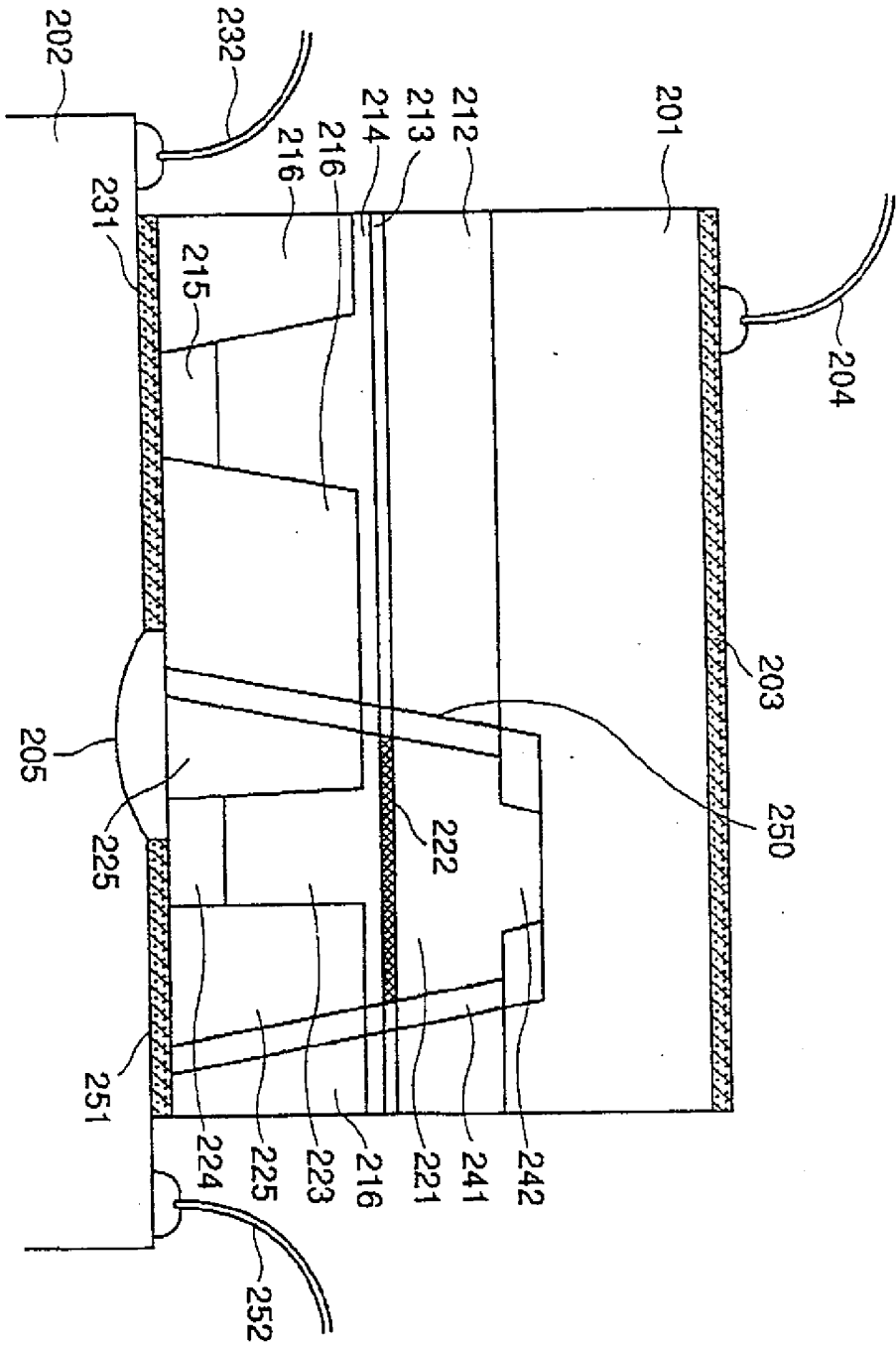


圖 4

圖式

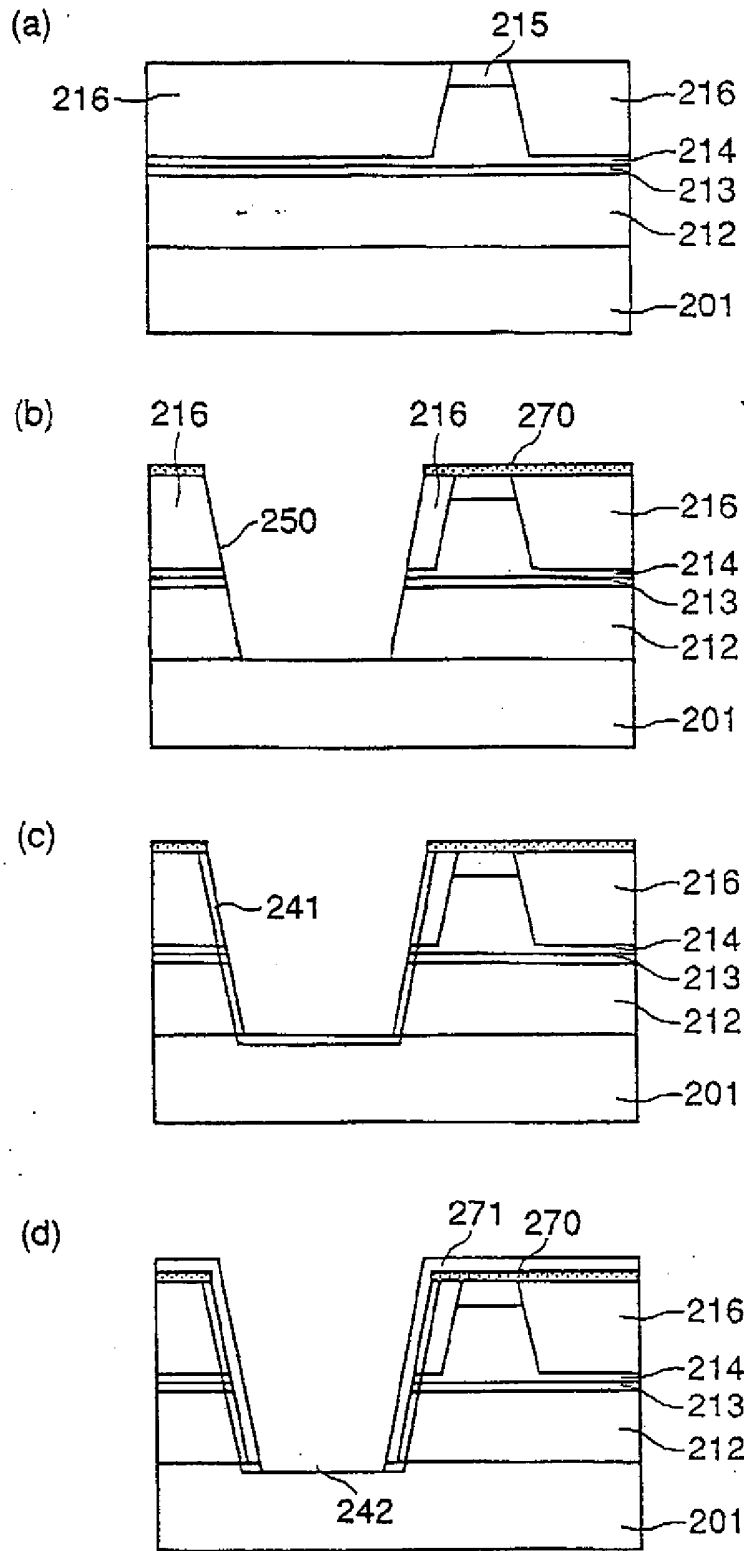


圖 5

圖式

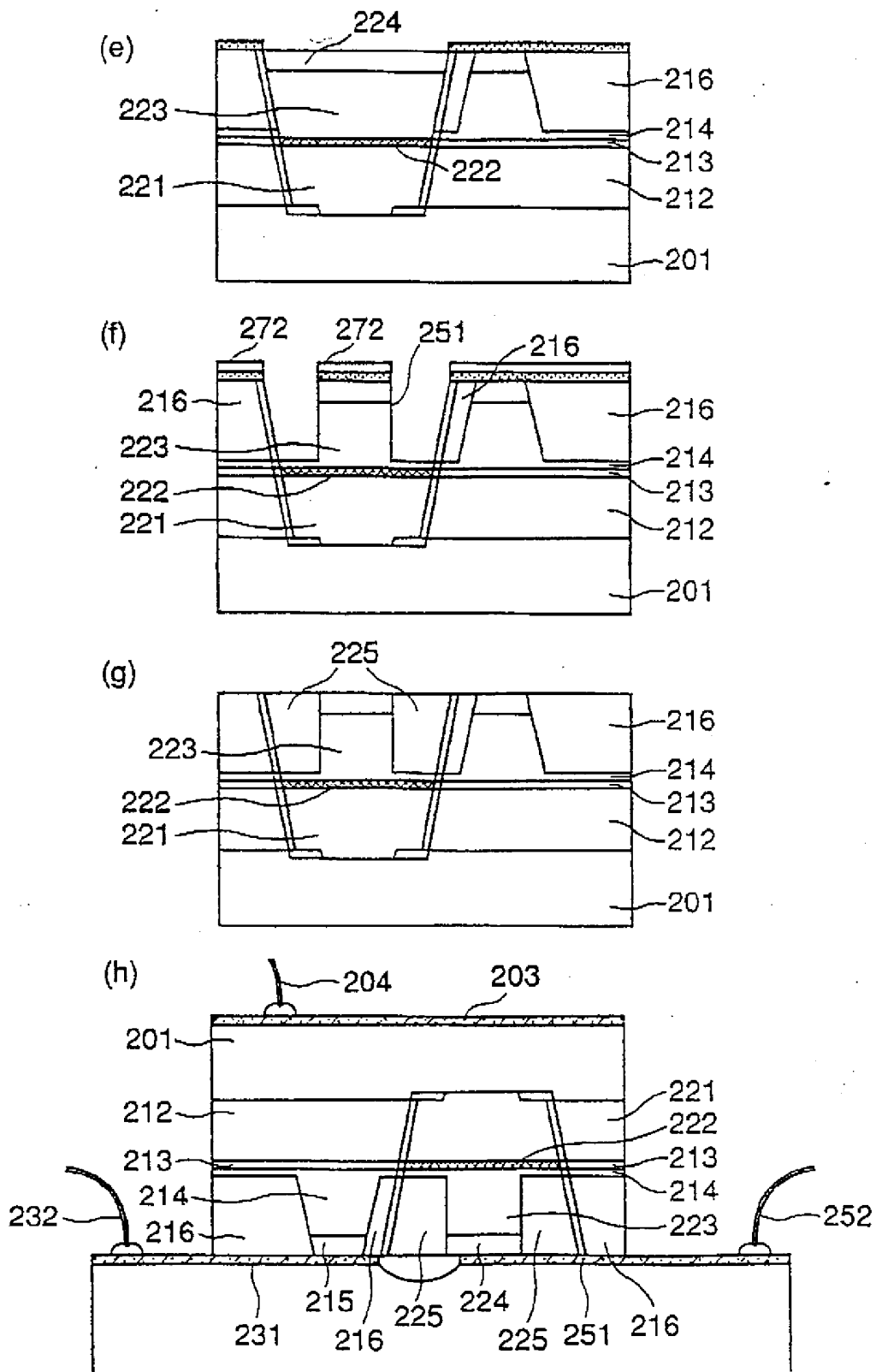


圖 6

圖式

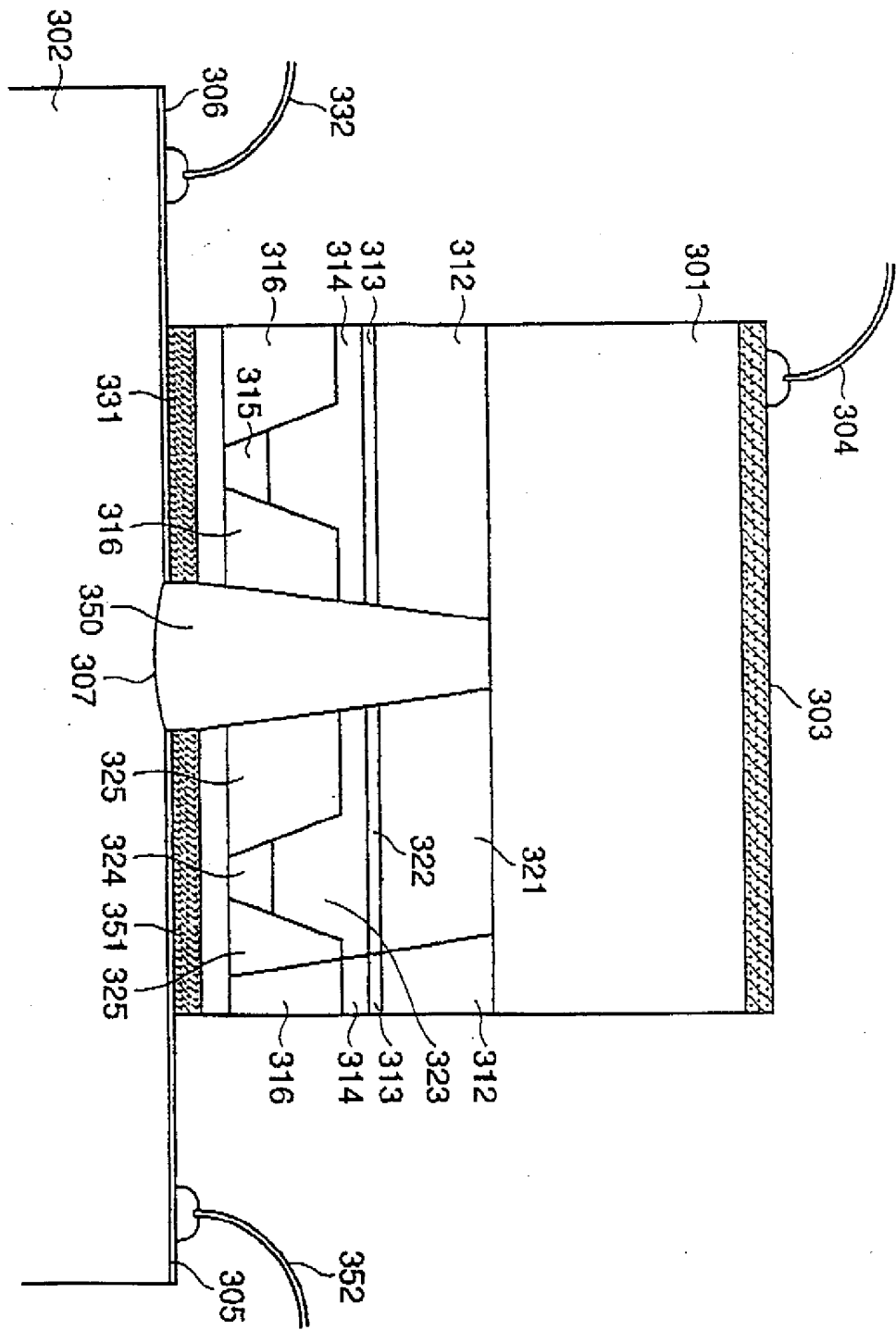


圖 7

圖式

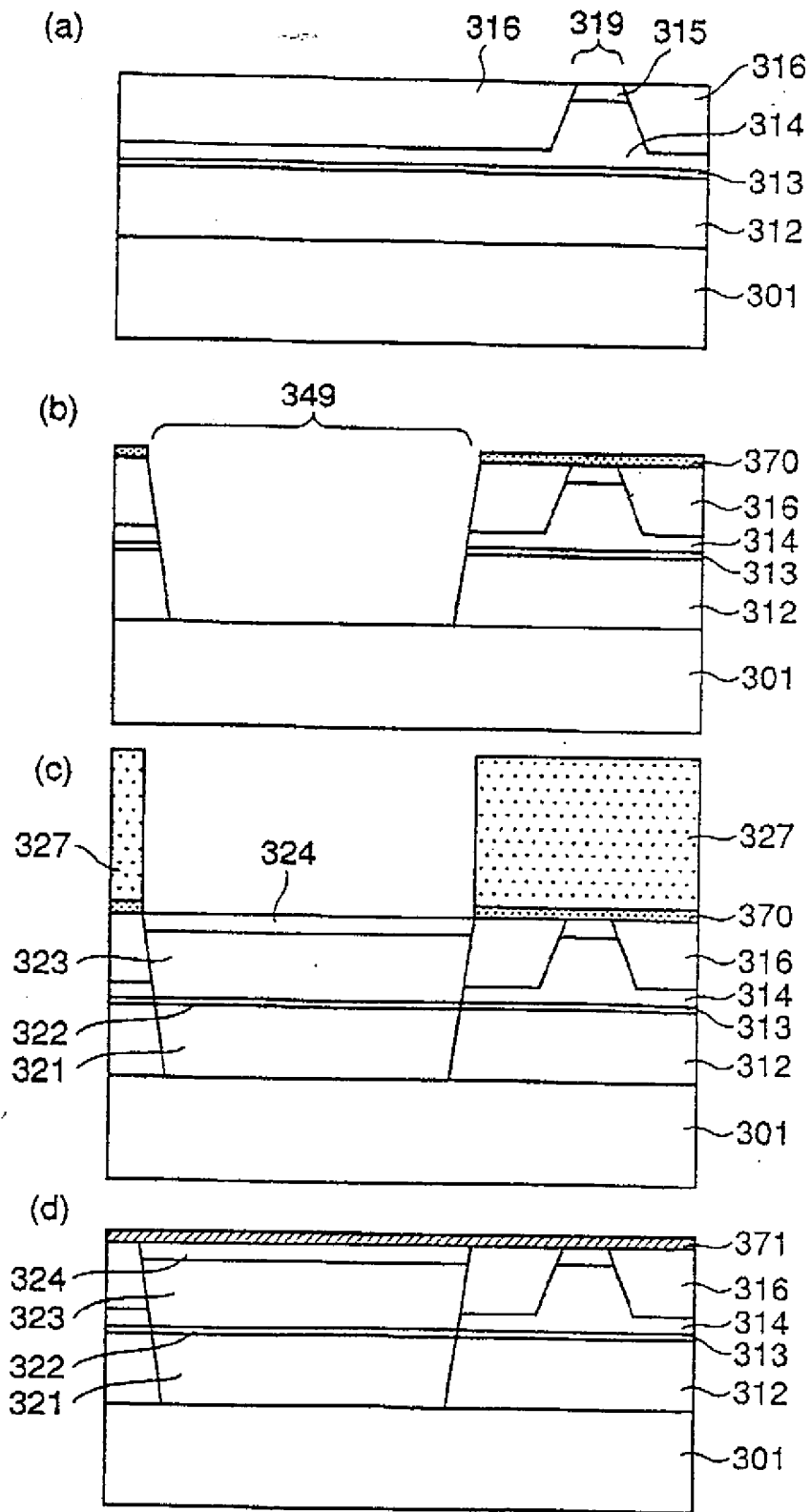


圖 8

圖式

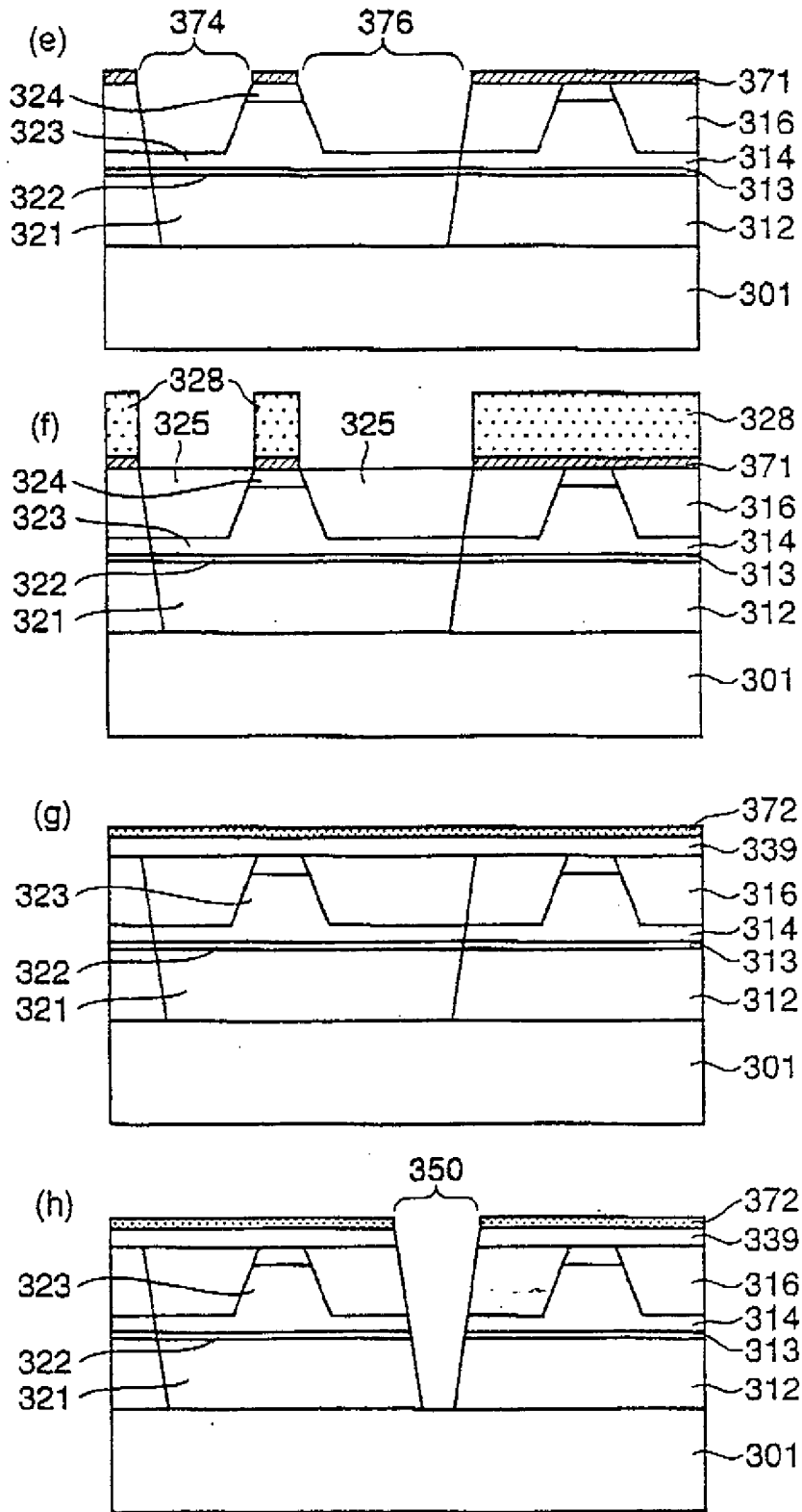


圖 9

圖式

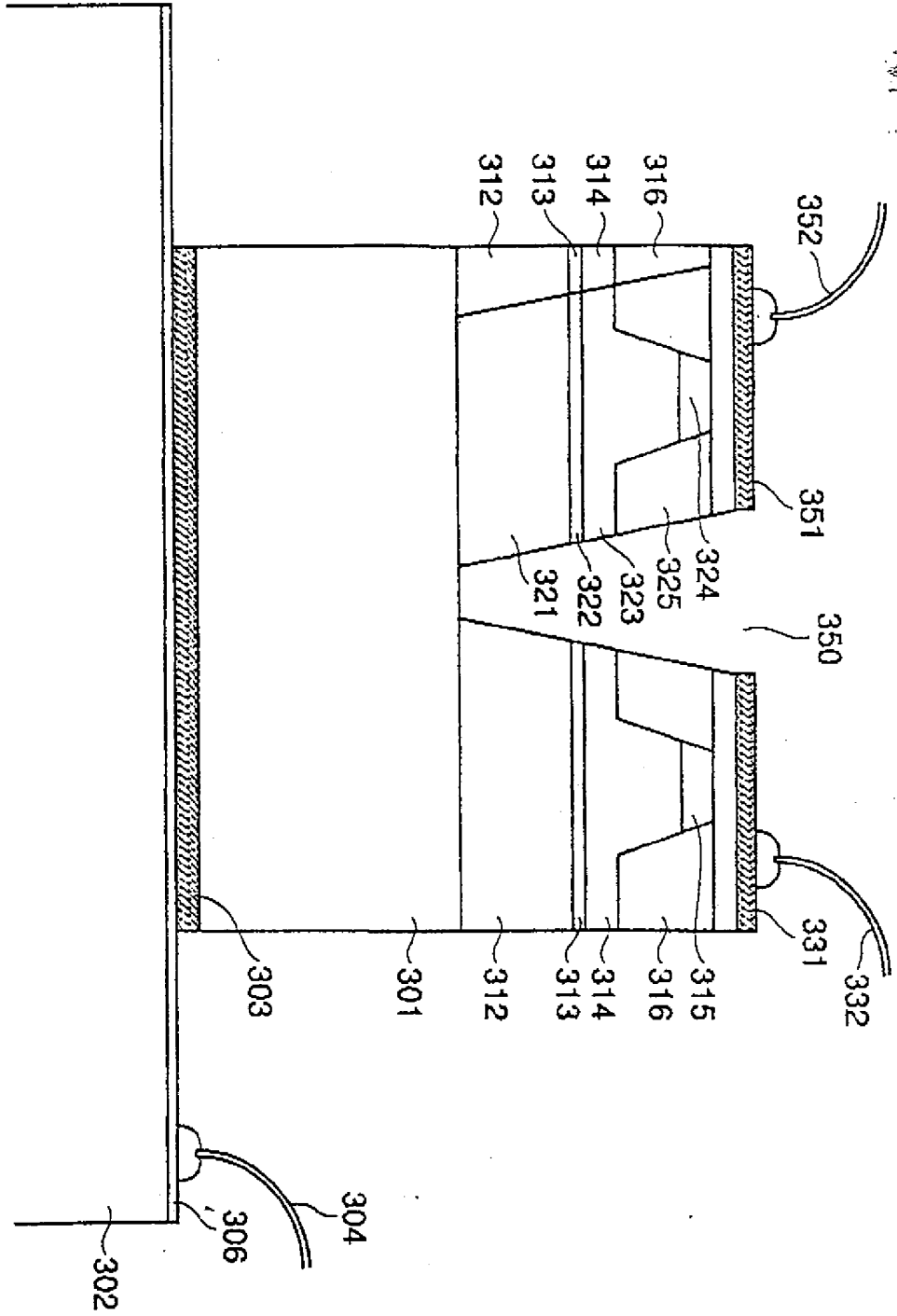


圖 10