



(21) 申請案號：103131036

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 09 日

(51) Int. Cl. : H01S5/30 (2006.01)

H01S5/34 (2006.01)

H01S5/40 (2006.01)

(30) 優先權：2014/03/13 日本

2014-050377

(71) 申請人：東芝股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)

日本

(72) 發明人：藪原秀彥 YABUHARA, HIDEHIKO (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：7 共 28 頁

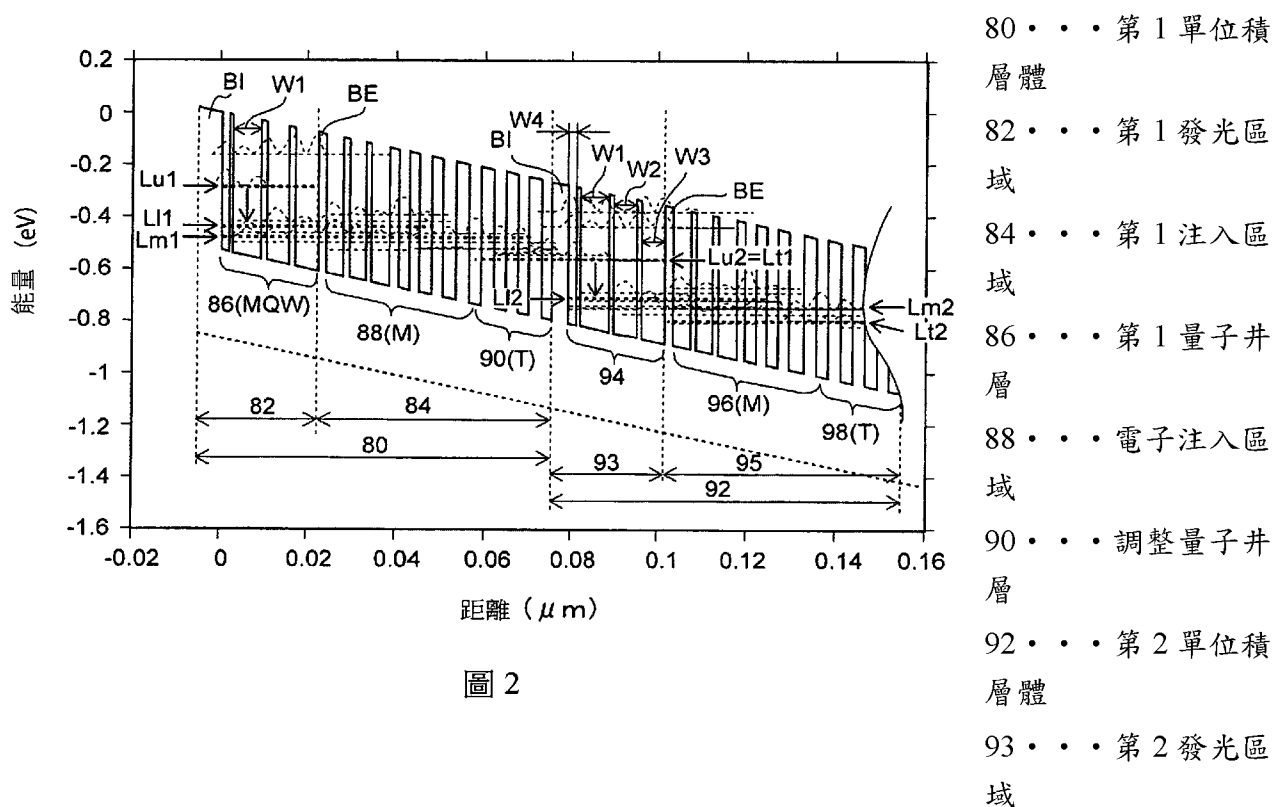
(54) 名稱

半導體雷射裝置

SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57) 摘要

實施形態之半導體雷射裝置具有複數個第 1 單位積層體、與複數個第 2 單位積層體。複數個第 1 單位積層體具有：發光區域，其包含第 1 量子井層，且藉由次頻帶間轉移可釋放第 1 紅外線雷射光；及電子注入區域，其可將於上述發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體。複數個第 2 單位積層體具有：發光區域，其包含第 2 量子井層，且藉由次頻帶間轉移可釋放第 2 紅外線雷射光；及電子注入區域，其可將於第 2 量子井層之發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體。第 2 量子井層具有至少 1 個與第 1 量子井層之井寬度不同之井寬度。第 1 單位積層體與第 2 單位積層體係具有空間週期性地積層。



94 . . . 第 2 量子井層
95 . . . 第 2 注入區域
96 . . . 電子注入區域
98 . . . 調整量子井層
BI . . . 注入障壁層
BE . . . 擷取障壁層
L1 . . . 低態位
L2 . . . 低態位
Lm1 . . . 迷你頻帶態位
Lm2 . . . 迷你頻帶態位
Lt1 . . . 轉移能量態位
Lt2 . . . 轉移能量態位
Lu1 . . . 高態位
Lu2 . . . 高態位
W1 . . . 寬度
W2 . . . 寬度
W3 . . . 寬度
W4 . . . 寬度

發明摘要

※ 申請案號：| 0 3 1 3 1 0 3 6

※ 申請日： 103.9.09

※IPC 分類： H01S 5/30 (2006.1)
H01S 5/34 (2006.1)
H01S 5/40 (2006.1)

【發明名稱】

半導體雷射裝置

SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

【中文】

實施形態之半導體雷射裝置具有複數個第1單位積層體、與複數個第2單位積層體。複數個第1單位積層體具有：發光區域，其包含第1量子井層，且藉由次頻帶間轉移可釋放第1紅外線雷射光；及電子注入區域，其可將於上述發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體。複數個第2單位積層體具有：發光區域，其包含第2量子井層，且藉由次頻帶間轉移可釋放第2紅外線雷射光；及電子注入區域，其可將於第2量子井層之發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體。第2量子井層具有至少1個與第1量子井層之井寬度不同之井寬度。第1單位積層體與第2單位積層體係具有空間週期性地積層。

【英文】

無

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

80	第1單位積層體
82	第1發光區域
84	第1注入區域
86	第1量子井層
88	電子注入區域
90	調整量子井層
92	第2單位積層體
93	第2發光區域
94	第2量子井層
95	第2注入區域
96	電子注入區域
98	調整量子井層
BI	注入障壁層
BE	擷取障壁層
L11	低態位
L12	低態位
Lm1	迷你頻帶態位
Lm2	迷你頻帶態位
Lt1	轉移能量態位
Lt2	轉移能量態位
Lu1	高態位
Lu2	高態位
W1	寬度

W2 寬度

W3 寬度

W4 寬度

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

半導體雷射裝置

SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

【技術領域】

本發明之實施形態係關於一種半導體雷射裝置。

【先前技術】

釋放紅外光之雷射裝置係應用於環境測定等廣大領域。其中，包含半導體之量子級聯雷射係小型且便利性高，可實現高精度之測定。

量子級聯雷射係例如將GaInAs與AlInAs交替積層，具有包含量子井層之活性層。且，活性層之兩側面具有例如由InP覆蓋層夾著之構造。該情形時，級聯連接之量子井層藉由載體之次頻帶間轉移可釋放波長4~20 μm 之紅外線雷射光。

空氣中所包含之各種氣體係藉由紅外線照射具有氣體固有之吸收頻譜。因此，藉由測定紅外線吸收量，可知曉氣體種類及其濃度。該情形時，要求自量子級聯雷射釋放之雷射光之波長範圍較寬。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本特開2010-278326號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

本發明係提供一種於較寬波長頻帶內可實現紅外發光之半導體雷射裝置。

[解決問題之技術手段]

實施形態之半導體雷射裝置具有複數個第1單位積層體、與複數個第2單位積層體。上述複數個第1單位積層體具有：發光區域，其包含第1量子井層且藉由次頻帶間轉移可釋放第1紅外光；及電子注入區域，其可將於上述發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體。上述複數個第2單位積層體具有：發光區域，其包含第2量子井層且藉由次頻帶間轉移可釋放第2紅外光；及電子注入區域，其可將於上述第2量子井層之上述發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體。上述第2量子井層具有至少1個與上述第1量子井層之井寬度不同之井寬度。第1單位積層體與第2單位積層體係具有空間週期性地積層。

【圖式簡單說明】

圖1(a)係將本發明之第1實施形態之半導體雷射裝置部分切斷後之示意立體圖，圖1(b)係沿著A-A線之示意剖面圖。

圖2係說明第1實施形態之半導體雷射裝置之作用之能帶圖。

圖3係改變第1井層之寬度時之相對於發光波長之增益之圖表。

圖4(a)係第2實施形態之例I之能帶圖，圖4(b)係其虛線區域之放大圖，圖4(c)係例II之能帶圖，圖4(d)係其虛線區域之放大圖，圖4(e)係例3之能帶圖，圖4(f)係其虛線區域之放大圖。

圖5係第2實施形態之半導體雷射裝置之相對於發光波長之增益之圖表。

圖6(a)係比較例(W1=6.4 μm)之能帶圖，圖6(b)係其虛線區域之放大圖，圖6(c)係比較例(W1=6.5 μm)之能帶圖，圖6(d)係其虛線區域之放大圖，圖6(e)係比較例(W1=6.6 μm)之能帶圖，圖6(f)係其虛線區域之放大圖。

圖7(a)係使用本實施形態之半導體雷射裝置之呼氣診斷裝置之構

成圖，圖7(b)係複數個氣體之吸收頻譜之示意圖，圖7(c)係說明波長控制部之第1調整機構及第2調整機構之圖。

【實施方式】

以下，一邊參照圖式，一邊說明本發明之實施形態。

圖1(a)係將本發明之第1實施形態之半導體雷射裝置部分切斷後之示意立體圖，圖1(b)係沿著A-A線之示意剖面圖。

半導體雷射裝置至少具有基板10、設置於基板10上之積層體20、及介電質層40。於圖1(a)中，進而具有第1電極50、第2電極52、及絕緣膜42。

積層體20具有第1覆蓋層22、第1導引層23、活性層24、第2導引層25、及第2覆蓋層28。將第1覆蓋層22之折射率與第2覆蓋層28之折射率設為較第1導引層23、活性層24及第2導引層25之折射率之任一者分別要低，而使紅外線雷射光60適當地封閉於活性層24之積層方向上。

又，積層體20具有條紋形狀，可稱為隆脊導波RG。若將隆脊導波RG之2個端面設為鏡面，則被誘導釋放之光係作為紅外線雷射光60自光出射面釋放。該場合時，光軸62定義為連結將鏡面作為共振面之光共振器之剖面之中心之線。即，光軸62與隆脊導波RG之延伸方向一致。

於相對光軸62垂直之剖面，若與活性層24之第1面24a、第2面24b平行之方向之寬度WA過寬，則難以於水平橫方向產生高次模式，且設為高輸出。若將活性層24之寬度WA設為例如5~20 μm 等，則使水平橫方向模式之控制較為容易。若將介電質層40之折射率設為較構成活性層24之任一層之折射率要低，則藉由以夾著積層體20之側面20a、20b之方式設置之介電質層40，可沿著光軸62構成隆脊導波RG。

圖2係說明第1實施形態之半導體雷射裝置之作用之能帶圖。

活性層24具有將發光區域與注入區域交替積層之級聯構造。可將該種半導體雷射稱為量子級聯雷射。第1單位積層體80具有第1發光區域82及第1注入區域84。第1注入區域84具有電子注入區域88及擷取障壁層BE。又，第1注入區域84可於下游側進而具有調整量子井層90。第1發光區域82藉由第1量子井層86之次頻帶間轉移，可釋放第1紅外線雷射光。自第1注入區域84向第2發光區域93注入載體(本圖中為電子)，次頻帶間轉移後，自第2發光區域93向第2注入區域96擷取電子。載體自上游側移動至下游側。即，第1單位積層體80位於上游側。另一方面，第2單位積層體92位於下游側。例如，可以說第1注入區域84將載體(電子)輸送(注入)於位於下游側之第2單位積層體92之第2發光區域93。

第2單位積層體92具有第2發光區域93及第2注入區域95。第2注入區域95具有電子注入區域96及擷取障壁層BE。又，第2注入區域95可於下游側進而具有調整量子井層98。第2發光區域93藉由第2量子井層94之次頻帶間轉移，可釋放包含紅外線雷射光等之第2紅外光。又，第2注入區域95可使自第2發光區域93注入之載體(本圖中為電子)之能量緩和至迷你頻帶態位 $Lm2$ 。

於第1量子井層86及第2量子井層94中，若將井寬度 $W1$ 以成為例如10 nm以下之方式變狹窄，則能量態位離散，產生次頻帶(高態位 Lu)、次頻帶(低態位 Ll)等。自注入障壁層BI注入之電子等載體可有效封閉於量子井層。因此，載體自高態位 Lu 向低態位 Ll 轉移之情形時，釋放與能量差 $(Lu1-Ll1)$ 、 $(Lu2-Ll2)$ 等對應之光 $(h\nu)$ (電子等載體之轉移)。

次頻帶間轉移產生於傳導帶及價電子帶之任一者。即，無須藉由pn接合進行之電洞與電子之再耦合，僅藉由任一載體之轉移來進行

發光。本圖之情形時，半導體積層體藉由施加於第1電極50、第2電極52之間之電壓，經由注入障壁層BI將電子70注入於量子井層，來產生次頻帶間轉移。

單位積層體具有複數個迷你頻帶(亦稱為次頻帶)。較佳的是，迷你頻帶之能量差較小且接近連續能帶。第1發光區域82之低態位L11之電子緩和至迷你頻帶態位Lm1，通過擷取障壁層BE，注入於第1注入區域84，且輸送(注入)於下游側之單位積層體。又，第2發光區域93之低態位L12之電子緩和至迷你頻帶態位Lm2，通過擷取障壁層BE，注入第2注入區域95，且輸送(注入)至下游側之單位積層體。

將發光區域之量子井層之中決定次頻帶間轉移之井層，稱為第1井層且用W1表示其寬度。於第1實施形態中，第2量子井層94中產生伴隨著發光之電子轉移之井層寬度W1，與第1量子井層86中產生伴隨著發光之電子轉移之井層寬度W1不同。

圖3係改變第1井層之寬度時之相對於發光波長之增益之圖表。

縱軸為增益(1/cm)，橫軸為發光波長(μm)。

隨著第1井層之寬度W1以6.3 nm(A)、6.4 nm(B)、6.5 nm(C)、6.6 nm(D)地擴大，發光波長之峰值以6.1 μm 、6.15 μm 、6.2 μm 、6.25 μm 地變長。又，藉由改變單位積層體之第1井層之寬度W1，可改變發光波長之峰值。

於第1實施形態中，第1單位積層體80與第2單位積層體92係具有空間週期性地積層。因此，可獲得具備複數個第1井層之寬度W1不同之單位積層體，且具有較寬之發光波長頻帶之量子級聯雷射。

又，可將第1單位積層體80與第2單位積層體92交替積層。或，亦可以A-B-C-A-B-C……之方式週期性地積層3種以上之單位積層體。再者，亦可設為A-A-B-A-A-B……等。積層數例如可設為20~50等。

於第1實施形態中，基板10可設為InP等。第1覆蓋層22及第2覆蓋層28可設為InP等。第1導引層23及第2導引層25可設為InGaAs等。活性層24可設為InGaAs(In_{0.53}Ga_{0.47}As等)/In_{0.52}Al_{0.48}As等。

第1覆蓋層22及第2覆蓋層28可藉由Si摻雜，具有例如 $6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 之n形雜質濃度，設為例如1 μm 之厚度。又，第1導引層23及第2導引層25可藉由Si摻雜，具有例如 $4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 之n形雜質濃度，設為3.5 μm 之厚度。另，亦可於構成注入區域之量子井層之一部分進行Si摻雜。

(表1)係構成第2實施形態之量子級聯雷射之單位積層體構造之例。

[表1]

		膜厚：單位nm				
		比較例(構造A)	I(構造B+調整層1)	II(構造C+調整層2)	III(構造C+調整層3)	
發光區域 (MQW)	BI	In _{0.52} Al _{0.48} As	3.8	3.8	3.8	3.8
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	2.1(W4)	2.1(W4)	2.1(W4)	2.1(W4)
		In _{0.52} Al _{0.48} As	0.7	0.7	0.7	0.7
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	6.3(W1)	6.4(W1)	6.5(W1)	6.6(W1)
		In _{0.52} Al _{0.48} As	1.2	1.2	1.2	1.2
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	5.1(W2)	5.1(W2)	5.1(W2)	5.1(W2)
		In _{0.52} Al _{0.48} As	1.4	1.4	1.4	1.4
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	5.1(W3)	5.1(W3)	5.1(W3)	5.1(W3)
電子注入區域 (M)	BE	In _{0.52} Al _{0.48} As	1.9	1.9	1.9	1.9
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	3.9	3.9	3.9	3.9
		In _{0.52} Al _{0.48} As	1.3	1.3	1.3	1.3
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	3.8	3.8	3.8	3.8
		In _{0.52} Al _{0.48} As	1.2	1.2	1.2	1.2
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	4.2	4.2	4.2	4.2
		In _{0.52} Al _{0.48} As	1.9	1.9	1.9	1.9
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	2.4	2.4	2.4	2.4
		In _{0.52} Al _{0.48} As	2.3	2.3	2.3	2.3
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	2.8	2.8	2.8	2.8
		In _{0.52} Al _{0.48} As	2.3	2.3	2.3	2.3
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	3.2	3.2	3.2	3.2
		In _{0.52} Al _{0.48} As	3.0	3.0	3.0	3.0
		In _{0.53} Ga _{0.47} As	2.5	2.5	2.5	2.5
調整量子井層 (T)		In _{0.52} Al _{0.48} As		3.0	3.0	3.0
		In _{0.53} Ga _{0.47} As		2.5	2.5	2.5
		In _{0.52} Al _{0.48} As			3.0	3.0
		In _{0.53} Ga _{0.47} As			2.5	2.5
		In _{0.52} Al _{0.48} As				3.0
		In _{0.53} Ga _{0.47} As				2.5

於第1井層之寬度 W_1 不同之2個單位積層體之間，能量差(L_u-L_l)不同。因此，有電子注入效率下降，光輸出下降之狀況。於第2實施形態中，上游側之第1單位積層體80之調整量子井層90將較迷你頻帶態位 L_{m1} 要低之轉移能量態位 L_{t1} 連續產生至與下游側連接且發光波長不同之第2單位積層體92之第2量子井層94。

比較例(構造A)其第1井層之寬度 W_1 為6.3 nm，不具有調整量子井層。第2實施形態之例I(構造B+調整層1)具有包含1個井層/障壁層對之調整量子井層90。例II(構造C+2個井層/障壁層對)具有包含2個井層/障壁層對之調整量子井層。例III(構造D+3個井層/障壁層對)具有包含3個井層/障壁層對之調整量子井層。

圖4(a)係第2實施形態之例I之能帶圖，圖4(b)係其虛線區域之放大圖，圖4(c)係例II之能帶圖，圖4(d)係其虛線區域之放大圖，圖4(e)係例3之能帶圖，圖4(f)係其虛線區域之放大圖。

於例I、例II、例III中，第1單位積層體80之調整量子井層90將較迷你頻帶態位 L_{m1} 更低之轉移能量態位 L_{t1} 連續產生至第2發光區域93。因此，將不同構成之單位積層體設為級聯構造亦可保持較高之電子注入效率。

圖5係第2實施形態之半導體雷射裝置之相對於發光波長之增益之圖表。

(表1)所示之第2實施形態之例I、例II、例III之注入區域具有將井層(厚度為2.5 nm)與障壁層(厚度為3 nm)之對分別積層為1、2、3層之調整量子井層90。於第2實施形態中，可提高電子注入效率，可提高增益或光輸出。因此，容易擴大發光波長頻帶。另，調整量子井層90之構成不限定於此等。可根據級聯連接於載體之下游側之發光區域之第1井層之寬度 W_1 ，決定構成調整量子井層90之井層/障壁層之寬度或反復週期。另，活性層24之剖面可藉由TEM(Transmission Electron Microscopy)觀察。

Microscope：穿透式電子顯微鏡)分析。

例如，若將例I之單位積層體與例III之單位積層體交替積層，則可將兩者之增益相加，進而設為較寬之增益頻帶。又，因橫跨2個單位積層體，產生轉移能量態位Lt1、Lt2，故可提高電子注入效率。

圖6(a)係比較例(W1=6.4 μm)之能帶圖，圖6(b)係其虛線區域之放大圖，圖6(c)係比較例(W1=6.5 μm)之能帶圖，圖6(d)係其虛線區域之放大圖，圖6(e)係比較例(W1=6.6 μm)之能帶圖，圖6(f)係其虛線區域之放大圖。

比較例為不設置調整量子井層之單位積層體之能帶圖。於W1=6.4、6.5、6.6 μm 之任一者中，單位積層體180迷你頻帶態位Lm1直接過渡至下一個單位積層體(相同構成180)之量子井層186且成為高態位Lu2。即，不存在較如容易於界面附近注入電子之迷你頻帶態位Lm1更低之轉移能量態位。因此，於單位積層體之界面，電子注入效率較易下降，光輸出下降。

對此，於第1及第2實施形態中，具有不同之井層寬度之至少2個單位積層體係保持週期性而積層。因此，可提供於較寬之波長頻帶實現紅外發光之發光元件(包含量子級聯雷射)。

圖7(a)係使用本實施形態之半導體雷射裝置之呼氣診斷裝置之構成圖，圖7(b)係複數個氣體之吸收頻譜之示意圖，圖7(c)係說明波長控制部之第1調整機構及第2調整機構之圖。

呼氣診斷裝置具有量子級聯雷射170等、波長控制部、氣囊(對應於「框體」)280、檢測部287、及信號處理部288。量子級聯雷射170及波長控制部可稱為光源部191。

波長控制部具有：第1調整機構，其使紅外線雷射光等之波長於人等之呼氣所含之複數種氣體中之一種氣體之吸收頻譜內位移；及第2調整機構，其使紅外線雷射光等之波長於一種氣體之吸收頻譜內位

移。

於呼氣診斷裝置中，第1調整機構包含繞射光柵171等。繞射光柵171係以與量子級聯雷射170之光軸162交叉之方式設置，構成外部共振器。如圖7(c)所示，於包含複數個氣體之呼氣BR中，根據各個氣體之吸收頻譜使紅外線雷射光之入射角以 $\beta_1 \sim \beta_4$ 等發生變化，來使紅外線雷射光之波長發生變化(粗調)。

該繞射光柵171係藉由步進馬達199、及控制其之控制器198，以與光軸162交叉之軸為中心受旋轉控制。另，於量子級聯雷射170之繞射光柵171之側之端面上，較佳為設置無反射塗層膜AR。進而，若於與無反射塗層膜AR相反之側，設置部分反射(Partial Reflection)塗層膜PR，則可於與繞射光柵171之間構成外部共振器。

為了離散地提高測定精度，分子之吸收頻譜必須使波長高精度地對準吸收峰值。又，為了避開呼氣中之主要成分即二氧化碳或水之吸收，測定測定對象分子之吸收，必須使波長高精度地對準吸收峰值。但，分子之吸收峰值或光源之波長有時受到測定環境影響而位移。因此，較佳為藉由第2調整機構進行微調。

又，如圖7(c)所示，第2調整機構不使繞射光柵171旋轉而設為固定。波長調整可藉由使量子級聯雷射170之動作電流值 I_{LD} 或能率發生變化，或使用珀爾帖元件290等改變量子級聯雷射170之動作溫度，或藉由壓電元件等改變外部共振器長等實現。或，第2調整機構可藉由冷凍器、加熱器及冷卻劑中之任一者或並用，改變量子級聯雷射170之動作溫度。冷卻劑係例如可設為液氮、水、乙醇水、液體氮之任一者。

如圖7(b)所示，例如，設為測定丙酮(縱軸所示之吸收量之峰值為 $7.37 \mu\text{m}$ 附近)與甲烷(吸收量之峰值為 $7.7 \mu\text{m}$ 附近)之氣體濃度者。不同氣體之吸收頻譜係例如以約 $0.3 \mu\text{m}$ 等較大地分離。因此

為了以短時間(例如1分鐘等)測定複數個氣體，較佳為藉由第1調整機構，使紅外線雷射光之波長迅速且將位移寬度設為較大。

另一方面，於第2調整機構中，於一個氣體之吸收頻譜內進行波長調整之情形時，位移寬度亦可較第1調整機構之波長範圍要狹窄。但，要求提高調整精度。即，以同一波長控制機構實現主要為粗調之第1調整機構、與主要為微調整之第2調整機構並不容易。

氣囊280具有呼氣吸入口281、呼氣排出口282、紅外線雷射光之入射窗283、及紅外線雷射光之出射窗284。另，來自量子級聯雷射170之雷射光具有發散角。因此，於量子級聯雷射170與入射窗283之間，可設置準直之光學系統272。又，於出射窗284與檢測器287之間，可設置集光光學系統286。

人類之呼氣BR中，作為主要成分，包含氮、氧、二氧化碳、水等。又，同時包含極微量之1000種以上之不同分子，微量氣體之變化為疾病之指標。因此，測定呼氣中包含之微量氣體G1時，可早期發現或預防疾病。如此使用呼氣診斷裝置時，較進行血液檢查等，可於短時間內且容易進行診斷。

例如，可檢測出丙酮作為微量氣體G1時，可發現糖尿病等。該情形時，使用7~8 μm 之波長之紅外線且必需ppm程度之檢測感度。又，可檢測出氨作為微量氣體時，可發現肝炎。該情形時，使用10.3 μm 之波長之紅外線且必需ppb程度之檢測感度。又，可檢測出乙醇或乙醛作為微量氣體時，可測定飲酒量。

假設，量子級聯雷射170之發光波長頻帶較狹窄時，為產生較寬之波長範圍之紅外線雷射光，需要複數個量子級聯雷射170、及與各個量子級聯雷射對應之複數個外部共振器。因此，裝置大型化。對此，本實施形態之量子級聯雷射具有較寬之發光波長頻帶。因此，於一個量子級聯雷射中，可誘導釋放較寬範圍之波長之紅外線雷射光，

裝置之小型化較為容易。

雖已對本發明之若干個實施形態進行說明，但該等實施形態係作為例子而提示者，並非意圖限定發明之範圍。該等新穎之實施形態能以其他各種形態實施，在不脫離發明主旨之範圍內，可進行各種省略、置換、變更。該等實施形態及其變形包含於發明之範圍或主旨內，並且包含於申請專利範圍所記載之發明及其均等之範圍內。

【符號說明】

10	基板
20	積層體
20a	積層體側面
20b	積層體側面
22	第1覆蓋層
23	第1導引層
24	活性層
24a	活性層第1面
24b	活性層第2面
25	第2導引層
28	第2覆蓋層
40	介電質層
42	絕緣膜
50	第1電極
52	第2電極
60	紅外線雷射光
62	光軸
80	第1單位積層體
82	第1發光區域

84	第1注入區域
86	第1量子井層
88	電子注入區域
90	調整量子井層
92	第2單位積層體
93	第2發光區域
94	第2量子井層
95	第2注入區域
96	電子注入區域
98	調整量子井層
162	光軸
170	量子級聯雷射
171	繞射光柵
180	單位積層體
186	量子井層
191	光源部
198	控制器
199	步進馬達
272	光學系統
280	氣囊
281	呼氣吸入口
282	呼氣排出口
283	入射窗
284	出射窗
286	集光光學系統
287	檢測器

288	信號處理部
290	珀爾帖元件
A-A	線
AR	無反射塗層膜
BI	注入障壁層
BE	擷取障壁層
BR	呼氣
G1	微量氣體
L11	低態位
L12	低態位
Lm1	迷你頻帶態位
Lm2	迷你頻帶態位
Lt1	轉移能量態位
Lt2	轉移能量態位
Lu1	高態位
Lu2	高態位
PR	部分反射塗層膜
RG	隆脊導波
W1	寬度
W2	寬度
W3	寬度
W4	寬度
WA	活性層寬度
β	入射角
$\beta 1$	入射角
$\beta 2$	入射角

$\beta 3$

入射角

$\beta 4$

入射角

申請專利範圍

1. 一種半導體雷射裝置，其包含：

複數個第1單位積層體，該等第1單位積層體包含：發光區域，其包含第1量子井層，且藉由次頻帶間轉移可釋放第1紅外光；及電子注入區域，其可將於上述發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體；及

複數個第2單位積層體，該等第2單位積層體包含：發光區域，其包含第2量子井層，且藉由次頻帶間轉移可釋放第2紅外光；及電子注入區域，其可將於上述第2量子井層之上述發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體；且上述第2量子井層具有至少1個與上述第1量子井層之井寬度不同之井寬度；且

第1單位積層體與第2單位積層體係具有空間週期性地積層。

2. 如請求項1之半導體雷射裝置，其中上述第1量子井層之決定上述次頻帶間轉移之井層之井寬度，與上述第2量子井層之決定上述次頻帶間轉移之井層之井寬度不同。
3. 如請求項1之半導體雷射裝置，其中上述複數個第1單位積層體於上述電子注入區域之下游側包含調整量子井層；

上述複數個第2單位積層體於上述電子注入區域之下游側包含調整量子井層；且

於第1單位積層體與第2單位積層體積層之界面上，上游側之單位積層體之調整量子井層將較上游側之電子注入區域之迷你頻帶態位要低之轉移能量態位，連續產生至與下游側鄰接之單位積層體之發光區域。

4. 如請求項3之半導體雷射裝置，其中上述複數個第1單位積層體

及上述複數個第2單位積層體之至少任一者之上述調整量子井層，包含複數個相同構造之井層與障壁層對。

5. 如請求項4之半導體雷射裝置，其中與上述調整量子井層之上游側鄰接之電子注入區域包含複數個量子井層；

上述調整量子井層之上述井層之寬度及上述障壁層之寬度，係與構成上述複數個量子井層中之鄰接之量子井層之井層之寬度及障壁層之寬度分別相同。

6. 如請求項1之半導體雷射裝置，其中上述複數個第1單位積層體包含於上述第1量子井層注入電子之注入障壁層、及自上述第1量子井層擷取電子之擷取障壁層；且

上述複數個第2單位積層體包含於上述第2量子井層注入電子之注入障壁層、及自上述第2量子井層擷取電子之擷取障壁層。

7. 如請求項2之半導體雷射裝置，其中上述複數個第1單位積層體於上述電子注入區域之下游側包含調整量子井層；

上述複數個第2單位積層體於上述電子注入區域之下游側包含調整量子井層；且

於第1單位積層體與第2單位積層體積層之界面上，上游側之單位積層體之調整量子井層將較上游側之電子注入區域之迷你頻帶態位要低之轉移能量態位，連續產生至與下游側鄰接之單位積層體之發光區域。

8. 如請求項7之半導體雷射裝置，其中上述複數個第1單位積層體及上述複數個第2單位積層體之至少任一者之上述調整量子井層包含複數個相同構造之井層與障壁層對。

9. 如請求項8之半導體雷射裝置，其中與上述調整量子井層之上游側鄰接之電子注入區域包含複數個量子井層；

上述調整量子井層之上述井層之寬度及上述障壁層之寬度，

係與構成上述複數個量子井層中之鄰接之量子井層之井層之寬度及障壁層之寬度分別相同。

10. 一種半導體雷射裝置，其包含：

複數個第1單位積層體，該等第1單位積層體包含：發光區域，其包含第1量子井層，且藉由次頻帶間轉移可釋放第1紅外光；及電子注入區域，其可將於上述發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體；及

複數個第2單位積層體，該等第2單位積層體包含：發光區域，其包含第2量子井層，且藉由次頻帶間轉移可釋放第2紅外光；及電子注入區域，其可將於上述第2量子井層之上述發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體；且上述第2量子井層具有至少1個與上述第1量子井層之井寬度不同之井寬度；及

複數個第3單位積層體，該等第3單位積層體包含：發光區域，其包含第3量子井層，且藉由次頻帶間轉移可釋放第3紅外光；及電子注入區域，其可將於上述第3量子井層之上述發光區域緩和至迷你頻帶態位之電子，輸送至下游側之單位積層體；且上述第3量子井層具有至少1個與上述第1量子井層之上述井寬度及上述第2量子井層之上述井寬度不同之井寬度；且

第1單位積層體、第2單位積層體與上述第3單位積層體係具有空間週期性地積層。

11. 如請求項10之半導體雷射裝置，其中上述第1量子井層之決定上述次頻帶間轉移之井層之井寬度、上述第2量子井層之決定上述次頻帶間轉移之井層之井寬度、與上述第3量子井層之決定上述次頻帶間轉移之井層之井寬度皆不同。

12. 如請求項10之半導體雷射裝置，其中上述複數個第1單位積層體

於上述電子注入區域之下游側包含調整量子井層；

上述複數個第2單位積層體於上述電子注入區域之下游側包含調整量子井層；

上述複數個第3單位積層體於上述電子注入區域之下游側包含調整量子井層；且

於第1單位積層體、第2單位積層體及第3單位積層體中之2個所積層之界面上，上游側之單位積層體之調整量子井層將較上游側之電子注入區域之迷你頻帶態位要低之轉移能量態位，連續產生至與下游側鄰接之單位積層體之發光區域。

圖式

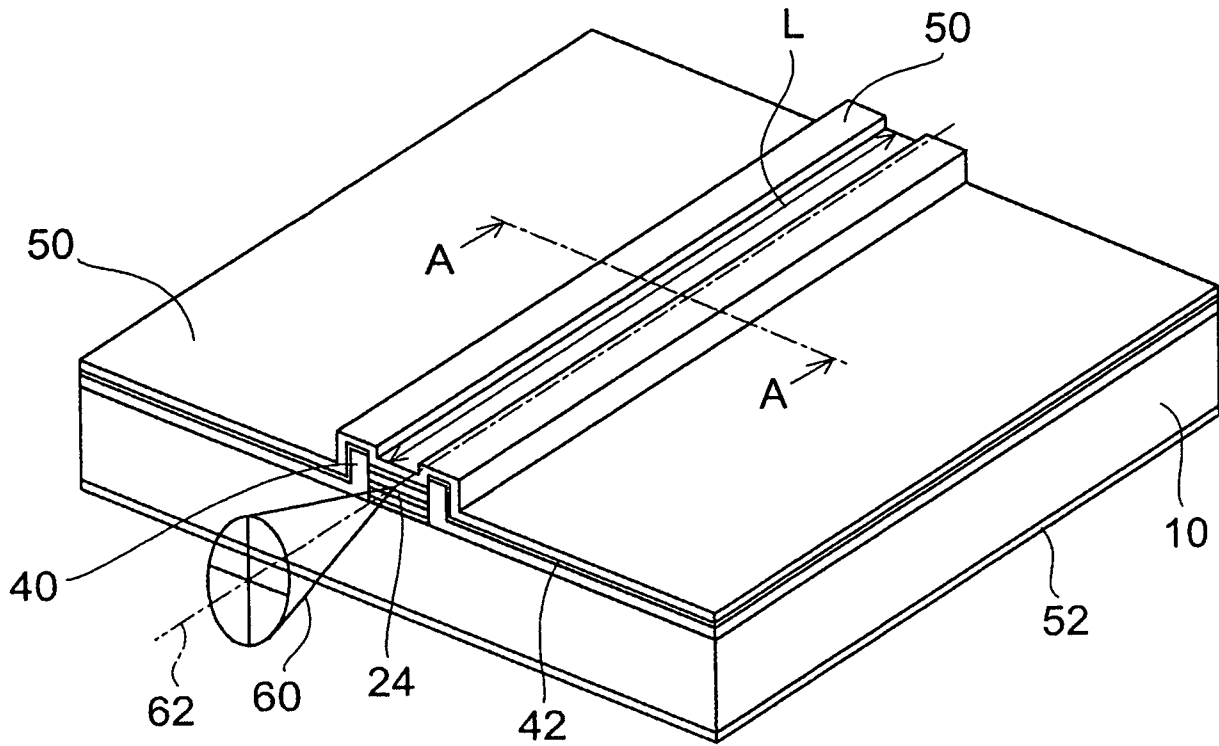


圖 1(a)

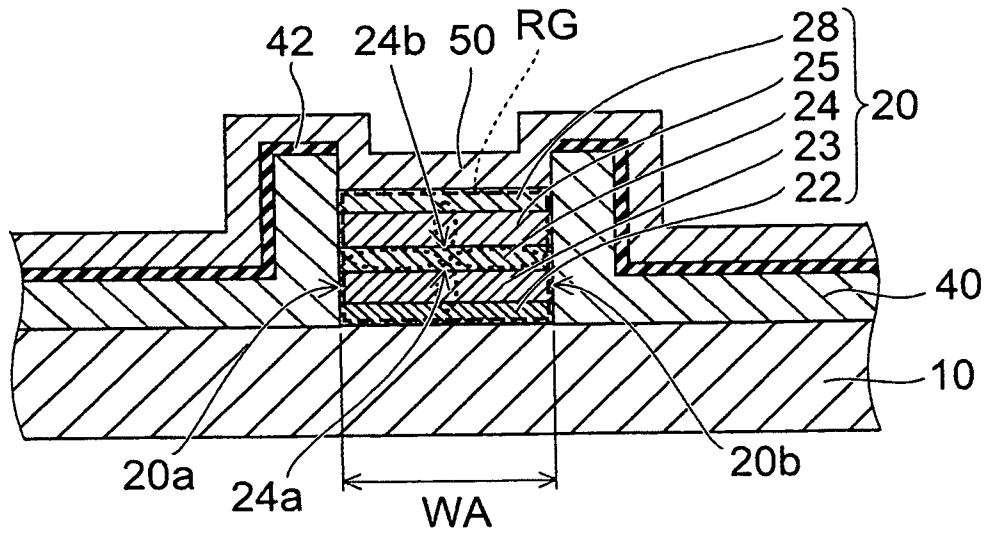


圖 1(b)

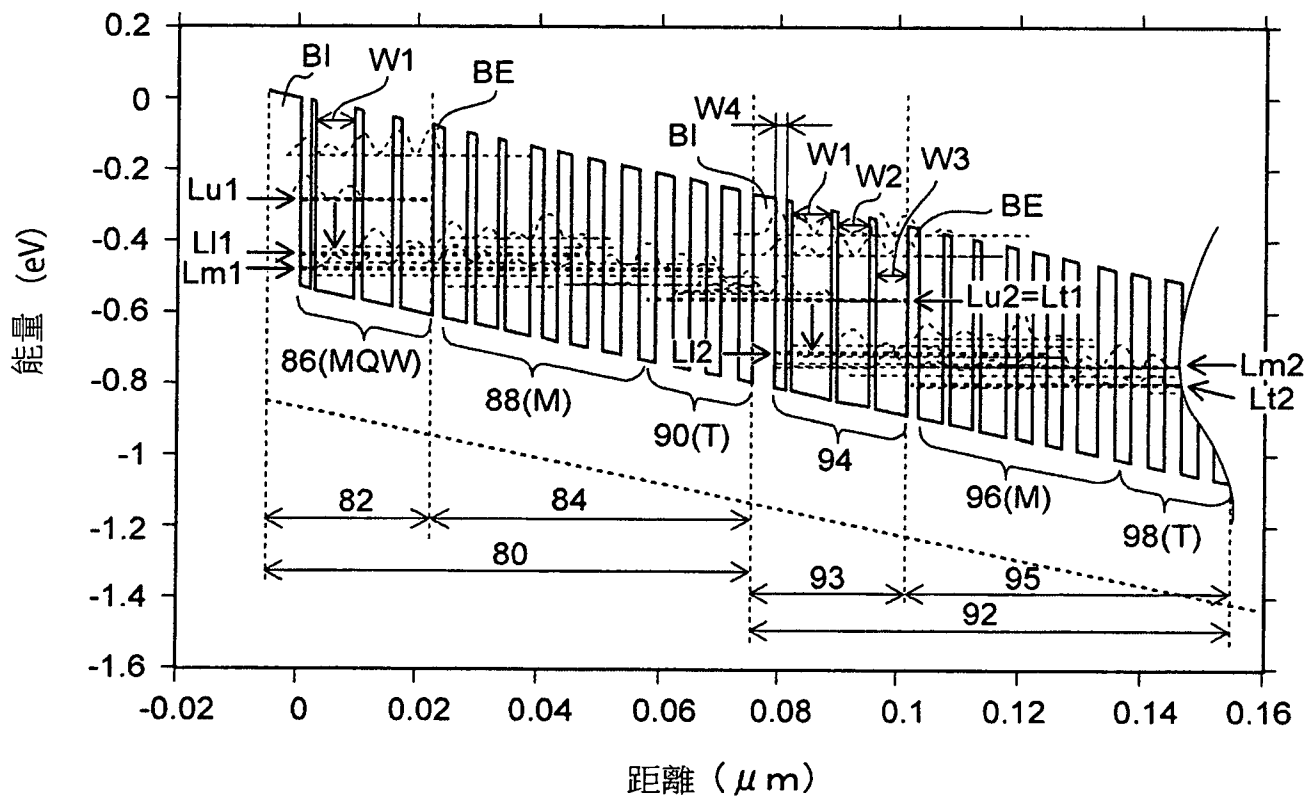


圖 2

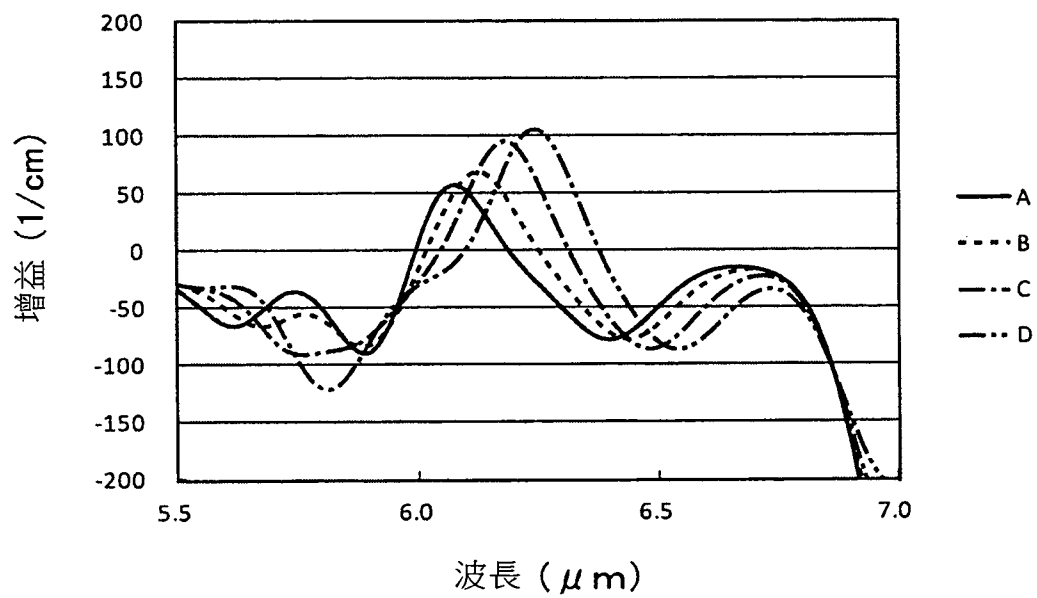


圖 3

圖 4(a)

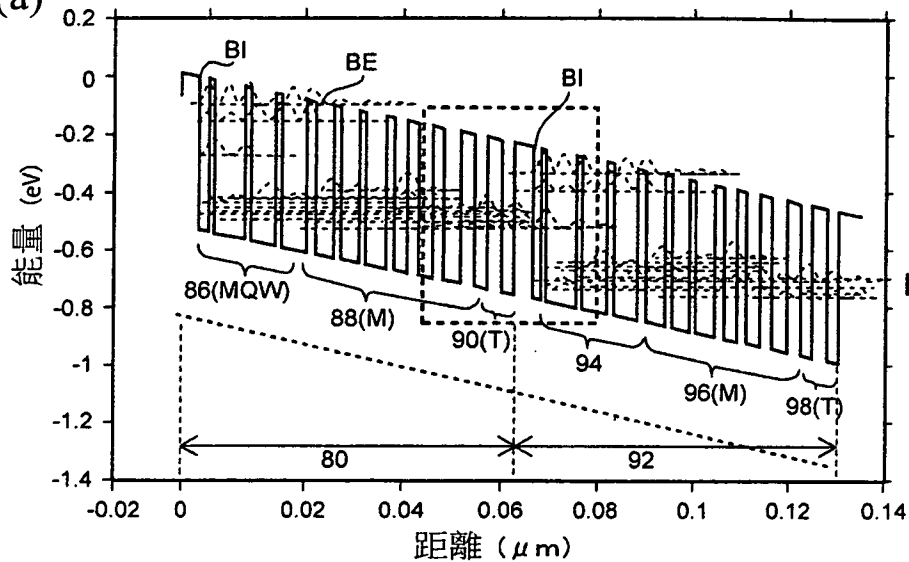


圖 4(b)

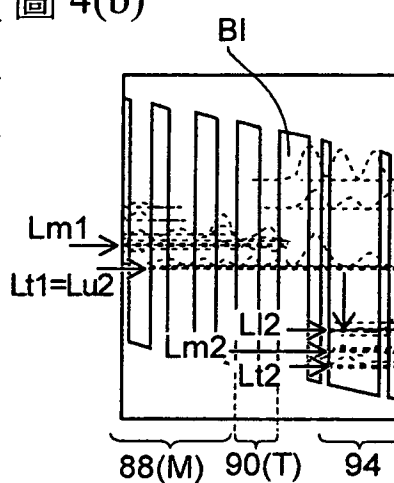


圖 4(c)

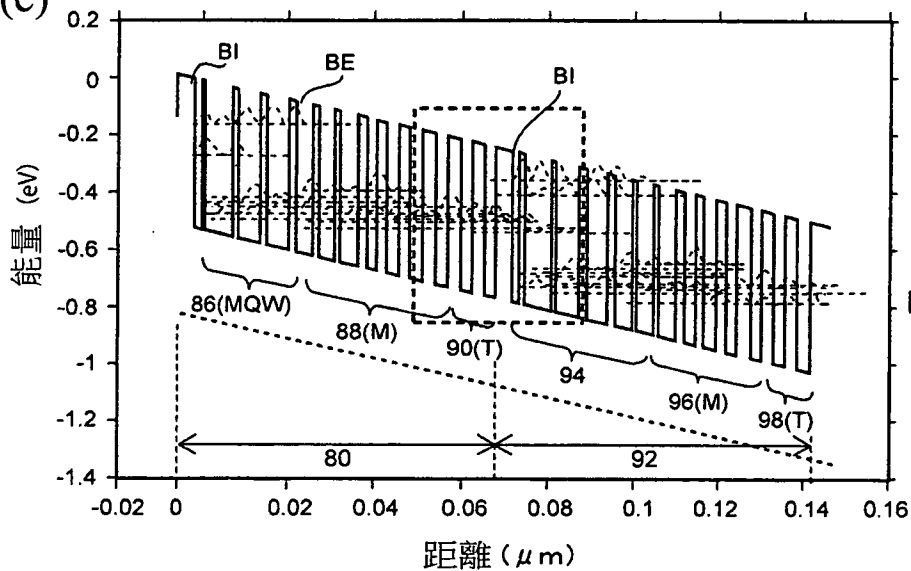


圖 4(d)

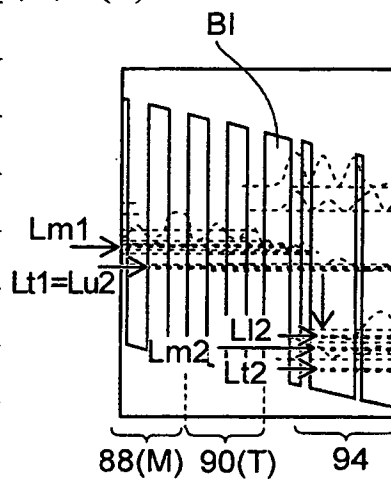


圖 4(e)

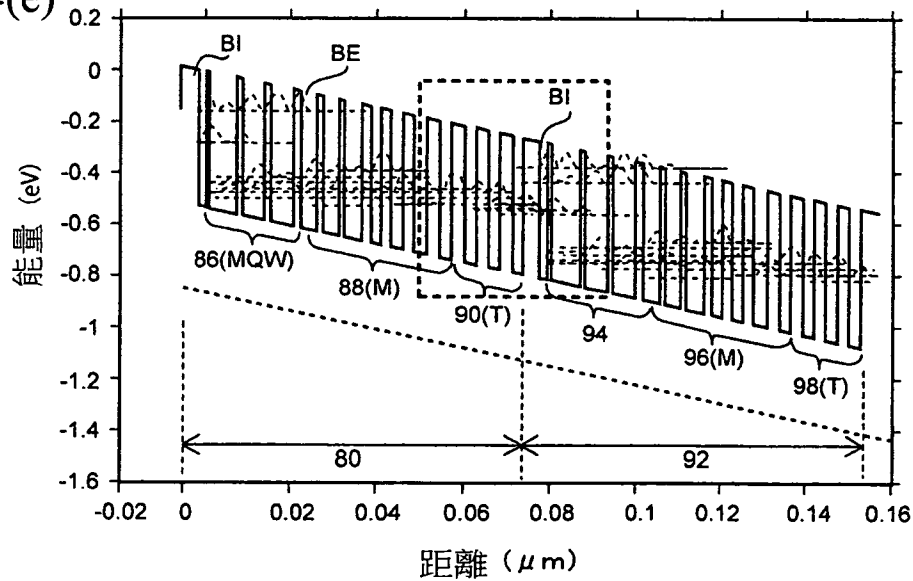
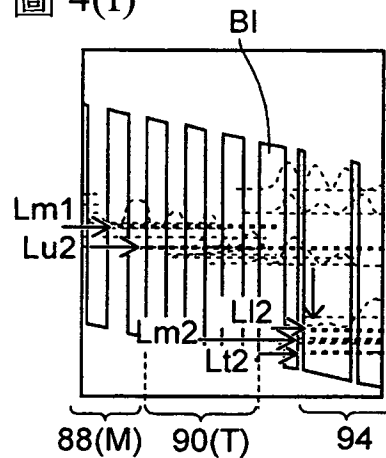


圖 4(f)



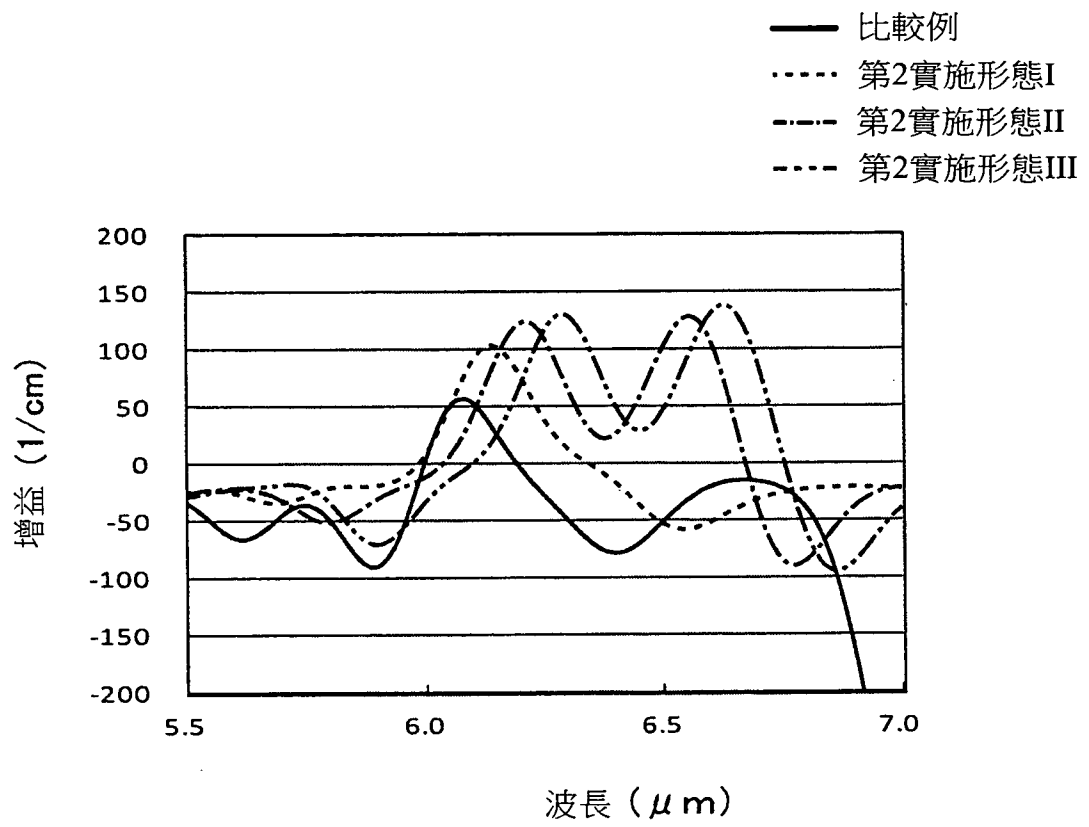


圖 5

圖 6(a)

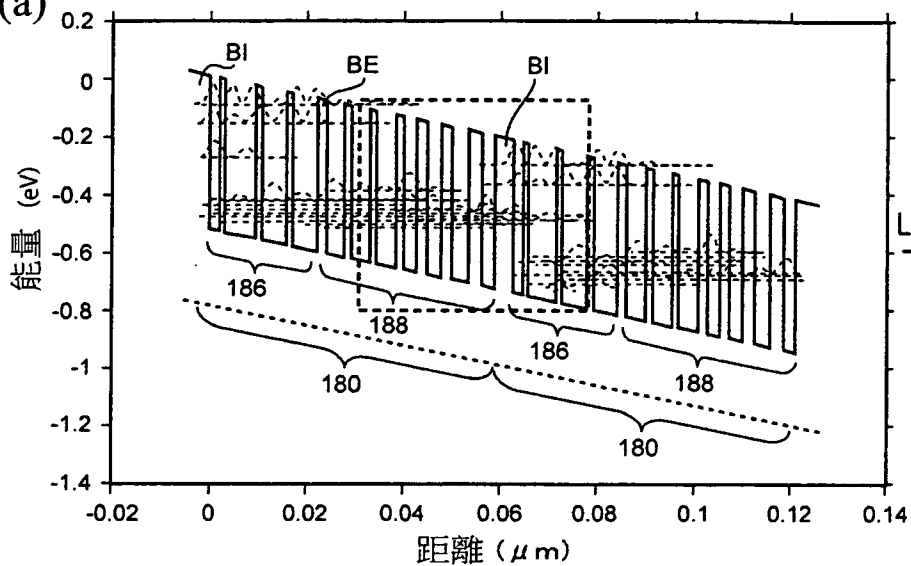


圖 6(b)

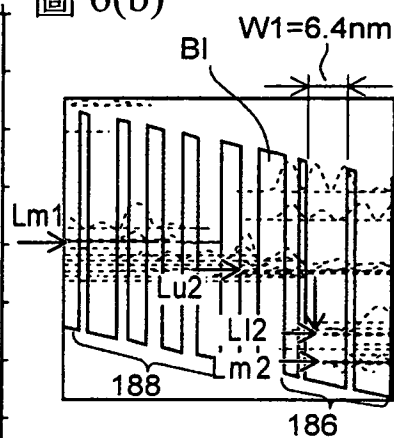


圖 6(c)

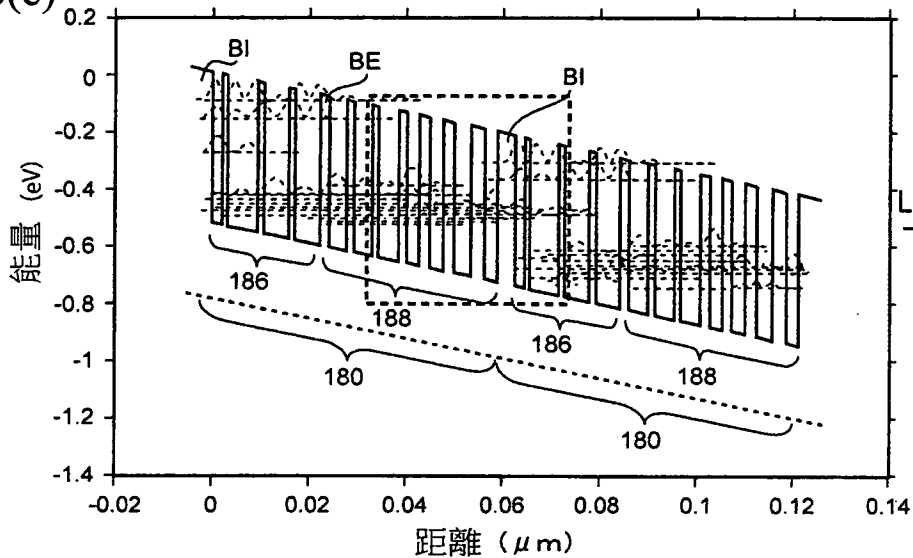


圖 6(d)

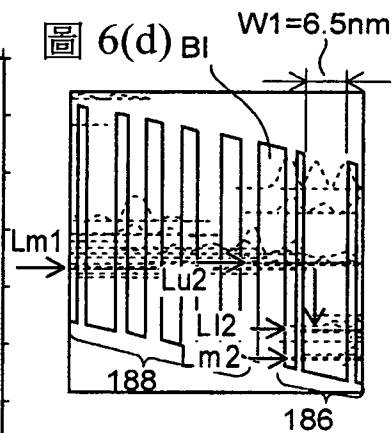


圖 6(e)

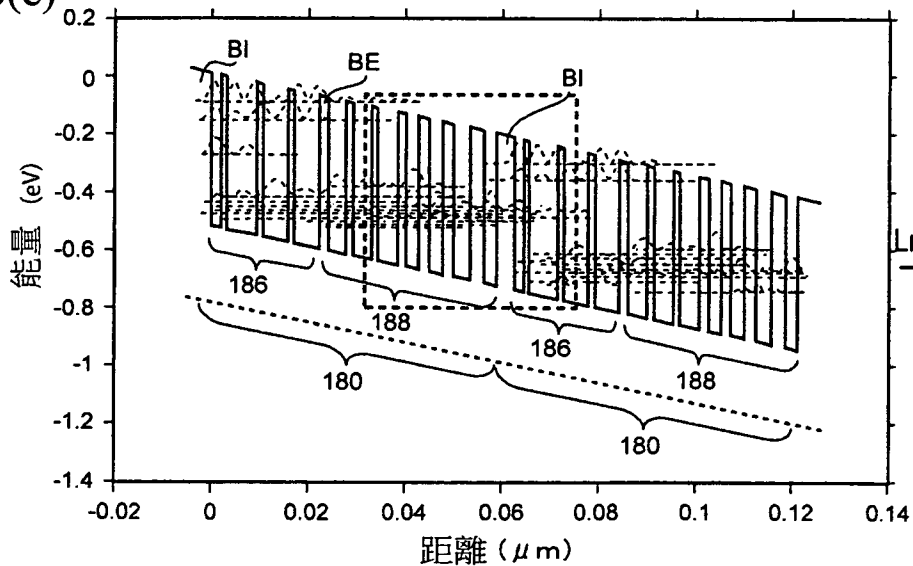
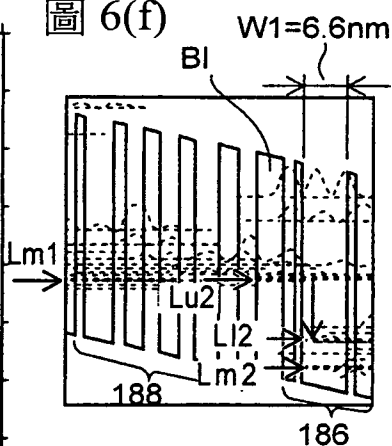


圖 6(f)



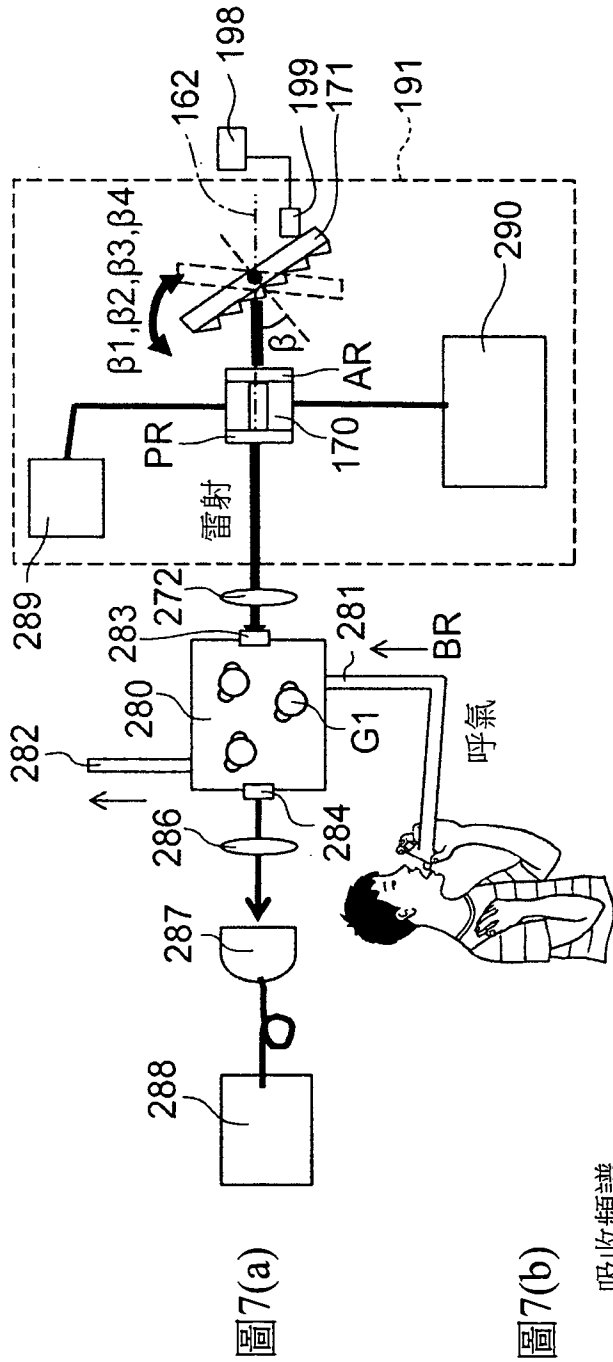


圖7(a)

圖7(b)

吸收頻譜

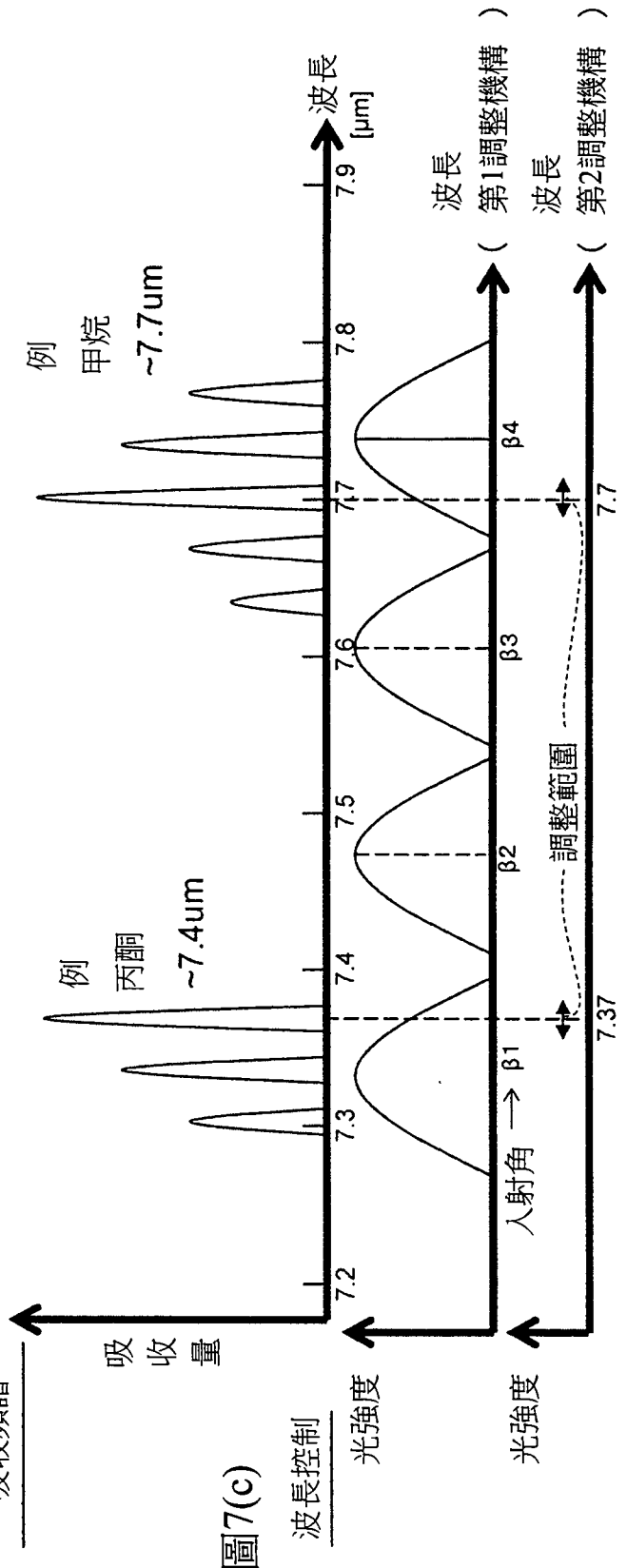


圖7(c)

波長控制

光強度

光強度