



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I491944 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：101122048

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 20 日

(51)Int. Cl. : G02B6/42 (2006.01)

(30)優先權：2011/06/22 日本

2011-137962

2011/09/07 日本

2011-194766

(71)申請人：松下電器產業股份有限公司 (日本) PANASONIC CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：松本卓也 MATSUMOTO, TAKUYA (JP)；朝日信行 ASAHI, NOBUYUKI (JP)；衣笠豐 KINUGASA, YUTAKA (JP)；山路忠寬 YAMAJI, TADAHIRO (JP)；西村真 NISHIMURA, MAKOTO (JP)

(74)代理人：惲軼群；陳文郎

(56)參考文獻：

JP H09-54228A

JP 2003-294964A

JP 2007-003622A

JP 2008-091516A

US 4897711A

US 2002/0181853A1

審查人員：蔡志明

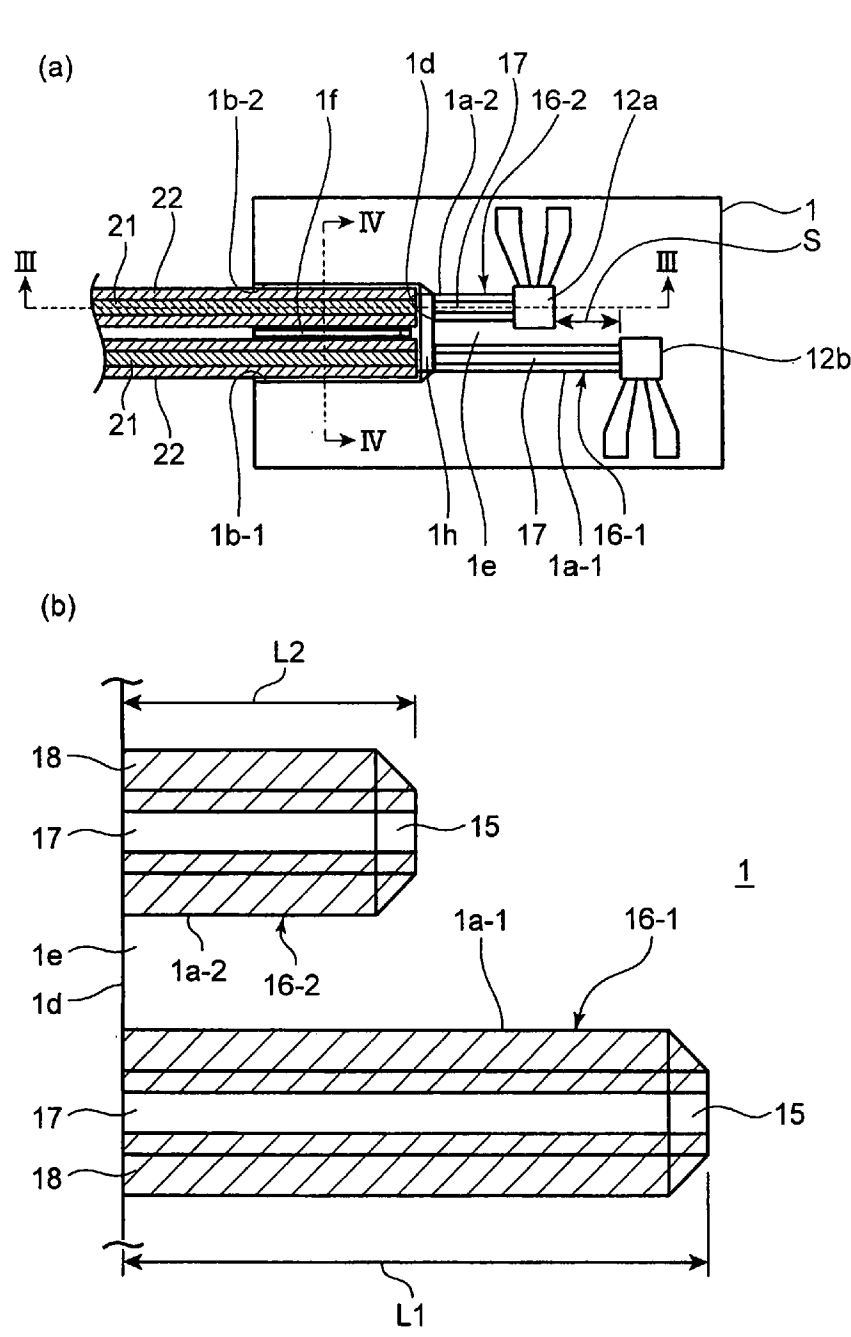
申請專利範圍項數：16 項 圖式數：28 共 77 頁

(54)名稱

光模組

(57)摘要

提供一種來自相同基板上之複數個光元件之漏光等難以影響相鄰之光元件等，可大幅減少串擾之光模組。光模組具備基板之第 1 溝內之內部導波路、鏡部、及光元件。基板之第 1 溝係複數支在獨立狀態下大略平行地形成，並且相鄰之第 1 溝之間距離基板之端面的長度不同。且光元件安裝於基板之表面，而與分別形成於該長度不同之第 1 溝之前端部之鏡部對向。



- 1 . . . 第 1 基板
- 1a-1,1a-2 . . . 第 1 溝
- 1b-1,1b-2 . . . 第 2 溝
- 1d . . . 後端部
- 1e,1f . . . 分隔壁部分
- 1h . . . 傾斜部分
- 12a . . . 發光元件
- 12b . . . 受光元件
- 15 . . . 鏡部
- 16-1,16-2 . . . 內部導波路
- 17 . . . 核心部
- 18 . . . 包覆部
- 21 . . . 光纖核心部
- 22 . . . 光纖包覆部
- L1,L2 . . . 長度
- S . . . 距離

圖 6

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101122048

※申請日：101.6.20

※IPC 分類：G-2B⁶/42 2006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

光模組

二、中文發明摘要：

提供一種來自相同基板上之複數個光元件之漏光等難以影響相鄰之光元件等，可大幅減少串擾之光模組。光模組具備基板之第1溝內之內部導波路、鏡部、及光元件。基板之第1溝係複數支在獨立狀態下大略平行地形成，並且相鄰之第1溝之間距離基板之端面的長度不同。且光元件安裝於基板之表面，而與分別形成於該長度不同之第1溝之前端部之鏡部對向。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 6 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1...第1基板	21...光纖核心部
1a-1, 1a-2...第1溝	22...光纖包覆部
1b-1, 1b-2...第2溝	L1, L2...長度
1d...後端部	S...距離
1e, 1f...分隔壁部分	
1h...傾斜部分	
12a...發光元件	
12b...受光元件	
15...鏡部	
16-1, 16-2...內部導波路	
17...核心部	
18...包覆部	

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

[0001]本發明係有關於一種具有光元件之光模組。

【先前技術】

發明背景

[0002]以往，已知的光模組是具有內部導波路、光路變換用之鏡部、光元件、及外部導波路。內部導波路係設置於形成於基板表面之溝內。光路變換用之鏡部形成於該溝之前端部。又，光元件係與該鏡部對向地安裝於基板之表面。光元件透過鏡部而於內部導波路之核心部發出光信號，或者透過鏡部而接受來自內部導波路之核心部之光信號。外部導波路具有與內部導波路之核心部光學結合之核心部。

[0003]在如此之光模組，為了進一步達到雙向之傳送或增加傳送容量，必須使用複數個光模組。因此，具有複數個光模組之裝置大型化。因此，期望可實現小型且低高度，且可雙向或者複數通道傳送之光模組。

[0004]為了實現如此的光模組，考慮使複數個光元件接近且安裝於基板表面。此時，必須配合該等複數個光元件之間隔，而以較狹小之間距形成內部導波路與鏡部。

[0005]因此，以往，係如專利文獻1所記載之光模組，提案一種於基板上形成使基板自端面之長度不同之複數光傳送路，並且光元件分別接近且配置於各光傳送路之終

端，各光元件為發光元件或受光元件之任1種元件之光模組。該光模組中，完全未處理串擾。

[0006]使複數個光元件互相接近且分別縮小內部導波路之間距及鏡部之間距，如此以形成內部導波路及鏡部時，來自光元件之漏光或來自鏡部或內部導波路之散射光會進入相鄰之光元件之鏡部或內部導波路，並因此而產生串擾。此種串擾會成為傳送錯誤的原因。因此，期望盡可能減少串擾。

先行技術文獻

專利文獻

[0007]【專利文獻1】日本特開2003-294964號公報

【發明內容】

發明概要

發明欲解決之課題

[0008]本發明之目的在於提供一種小型・低背構造，且來自同一基板上之複數個光元件之漏光等不易影響相鄰之光元件等，而可大幅地減少串擾之光模組。

用以欲解決課題之手段

[0009]本發明之光模組之特徵在於包含有：基板，係於表面形成有複數第1溝；內部導波路，係分別設置於前述複數之第1溝內並且具有核心部；光路變換用之鏡部，係分別形成於前述複數之第1溝之前端部；光元件，係與前述鏡部對向地安裝於前述基板之前述表面，並且經由前述鏡部而朝前述內部導波路之核心部發出光信號，或者經由前述鏡

部而接受來自前述內部導波路之核心部之光信號；及外部導波，係具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，其中，前述基板之前述複數第1溝在獨立狀態下略平行地形成，且相鄰之前述第1溝之距離前述基板之端面的長度互異，前述光元件分別安裝於前述基板之前述表面，而與分別形成於該長度不同之前述第1溝之前端部之前述鏡部對向。

[0010]可構成為，前述複數個光元件包含有發光元件與受光元件，前述發光元件安裝於前述基板之前述表面，而與形成於前述內部導波路之前端部之鏡部對向，且前述鏡部之長度比光結合於前述受光元件之前述內部導波路還短。

[0011]可構成為，更具有外部導波路，該外部導波路具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，於前述基板之前述表面形成與前述內部導波路之前述第1溝相連之第2溝，藉由於前述第2溝嵌入固定前述外部導波路，設定成使前述內部導波路之光軸與前述外部導波路之光軸一致。

[0012]可構成為，於相鄰之前述第2溝之間形成有分隔壁部分，而不與前述相鄰之第1溝之間之分隔壁部分中斷。

[0013]可構成為，更具有外部導波路，該外部導波路具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，且前述外部導波路為複數通道之光纖。

[0014]可構成為，更具有外部導波路，該外部導波路具

有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，且前述外部導波路為複數通道之可撓性導波路膜。

[0015]可構成為，前述各光元件之間之基板之表面形成有與前述內部導波路之包覆部相同材料之凸形層。

[0016]可構成為，更具有外部導波路，該外部導波路具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，且於前述基板之前述表面，比前述複數第1溝深且截面略V字形之複數第2溝與該第1溝連續形成，前述外部導波路具備設置於前述第2溝內之光纖包覆部、及具有為該外部導波路之前述核心部之光纖核心部之光纖。

[0017]可構成為，更具有外部導波路，該外部導波路具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，且於前述基板之前述表面，比前述複數第1溝深之複數第2溝與該第1溝連續形成，前述外部導波路具備設置於前述第2溝內之光纖包覆部、及具有為該外部導波路之前述核心部之光纖核心部之光纖，前述第2溝具備以預定之幅度形成之底面、及分別連接於前述底面之幅度方向之兩端且支持前述光纖包覆部之外周之傾斜面。

[0018]可構成為，前述內部導波路之前述核心部具有斜面，該斜面是當前述光元件為發光元件時，由前述鏡部朝向與前述光纖之前述光纖核心部之連接端部，前述核心部之幅度漸漸地變細。

[0019]可構成為，前述內部導波路之前述核心部具有斜面，該斜面係當前述光元件為受光元件時，由與前述光纖

之前述光纖核心部之連接端部朝向前述鏡部，前述核心部之幅度漸漸地變細。

[0020]可構成爲，前述內部導波路之前述核心部之幅度比前述第1溝之上端之幅度狹小。

[0021]可構成爲，前述第1溝之截面形狀爲略梯形，且前述第1溝之底面之幅度比前述內部導波路之前述核心寬。

[0022]可構成爲，於前述基板之前述表面，形成連續於前述第2溝且比前述第2溝深之第3溝，並且前述第3溝與前述光纖之被覆部接著。

[0023]可構成爲，前述基板設置於尺寸比前述基板大之其他基板，並且於前述其他基板固定有前述光纖之被覆部。

[0024]可構成爲，前述基板設置於尺寸比前述基板大之其他基板，並且於前述光纖之被覆部之外周固定被覆體，且於前述其他基板固定有前述被覆體。

[0025]根據本發明，相鄰之第1溝之長度互異，且光元件分別安裝於基板之表面，而與形成於該等長度之第1溝之前端部的鏡部分別對向。因此，可於長度方向互異之位置之關係、例如彼此不同之相鄰光元件之間間隔較大的距離。

[0026]因此，由於來自光元件之漏光或、來自鏡部、內部導波路之反射散射光難以進入相鄰之光元件之鏡部或內部導波路，因此難以產生串擾。又，內部導波路設置於複數支在獨立狀態下略平行地形成之複數第1溝內，因此藉由相鄰之第1溝之分隔壁部分，內部導波路之間不會干擾。

[0027]如此，複數個光元件在接近幅度方向之狀態下安

裝於基板，且配合光元件之間隔而以內部導波路與鏡部較狹小之間距形成。藉此，小型且為較低之高度，並且可雙向或者複數通道之傳送。除此之外，藉由在相鄰之光元件之間隔有較大之距離、及防止相鄰之內部導波路之間的干擾，可大幅減少串擾。

圖式簡單說明

[0028]圖1為單通道之光模組之概略側面圖。

圖2(a)為圖1之發光側之光模組之第1基板之側面截面圖，圖2(b)為圖2(a)之I-I線截面圖，圖2(c)為圖2(a)之II-II線截面圖。

圖3(a)為圖2之第1基板之立體圖，圖3(b)為形成有內部導波路之圖2之第1基板之立體圖。

圖4(a)為安裝有發光元件之第1基板之立體圖、圖4(b)為插入有光纖之第1基板之立體圖。

圖5(a)為固定有保持塊之第1基板之立體圖，圖5(b)為光纖之立體圖。

圖6(a)為本發明之第1實施形態之多通道之光模組之平面圖，圖6(b)為第1溝與內部導波路之放大平面圖。

圖7(a)為圖6(a)之III-III線放大截面圖、圖7(b)為圖6(a)之IV-IV線放大截面圖。

圖8為本發明之第1實施形態之變形例，且為第2溝之間之分隔壁部分形成為不與第1溝之間之分隔壁部分中斷之基板的平面圖。

圖9為本發明之第1實施形態之其他變形例，圖9(a)

為基板之平面圖，圖9(b)為圖9(a)之V-V線放大截面圖。

圖10為本發明之第2實施形態之光模組之概略側面圖。

圖11係顯示圖10之發光側之光模組之第1基板，圖11(a)為側面截面圖，圖11(b)為圖11(a)之I-I線截面圖，圖11(c)為圖11(a)之II-II線截面圖。

圖12(a)為圖10之第1基板之立體圖，圖12(b)為形成有內部導波路之圖10之第1基板的立體圖。

圖13(a)為安裝有發光元件之圖10之第1基板之立體圖、圖13(b)為插入有光纖之圖10之第1基板之立體圖。

圖14(a)為固定有保持塊之圖10之第1基板之立體圖、圖14(b)為圖10之光纖之立體圖。

圖15係顯示圖10之第1溝之底面與內部導波路之核心部之關係的正面截面圖。

圖16係顯示本發明之第2實施形態之第1變形例之第1基板，圖16(a)為第1基板之立體圖，圖16(b)為第1基板之正面截面圖。

圖17係本發明之第2實施形態之第2變形例之第1基板之正面截面圖。

圖18係顯示本發明之第2實施形態之第3變形例之第1基板，圖18(a)為第1基板之立體圖，圖18(b)為第1基板之側面截面圖。

圖19係顯示本發明之第2實施形態之發光元件側之內部導波路之核心部之變形例，圖19(a)為核心部之平面圖，圖19(b)為圖19(a)之核心部之正面截面圖，圖19(c)

係顯示核心部之其他變形例之平面圖，圖19(d)為核心部之進一步其他之變形例之平面圖。

圖20係顯示本發明之第2實施形態之受光元件側之內部導波路之核心部之變形例，圖20(a)為核心部之平面圖、圖20(b)為圖20(a)之核心部之正面截面圖、圖20(c)係顯示核心部之其他變形例之平面圖、圖20(d)係顯示核心部之進一步其他之變形例之平面圖。

圖21係本發明之第2實施形態之於第2基板接著固定有光纖之被覆部之第1例之側面截面圖。

圖22係本發明之第2實施形態之於第2基板接著固定有光纖之被覆部之第2例之側面截面圖。

圖23係顯示本發明之第2實施形態之多通道之光模組之第1基板，圖23(a)為第1基板之立體圖、圖23(b)為第1基板之正面截面圖。

圖24係顯示本發明之第2實施形態之變形例第1基板，且於基板表面全體形成有氧化膜層之第1基板之截面圖。

圖25係顯示本發明之第2實施形態之其他變形例第1基板，且藉由僅於遮蔽部之表面部分的除去形成於基板表面之氧化膜層，而形成除去部分之第1基板之截面圖。

圖26係顯示本發明之第2實施形態之進一步其他變形例第1基板，且為於遮蔽部配置有光吸收體之第1基板之截面圖。

圖27(a)係本發明之第2實施形態之第2溝之其他變形例之截面圖，圖27(b)係本發明之第2實施形態之第2溝之

進一步其他之變形例之截面圖。

圖28係有關於本發明之第2實施形態之光模組之其他變形例，圖28(a)係於第2基板之上面配設有連接器之光模組之截面圖，圖28(b)係於第2基板之上面配設有電性端子之光模組之截面圖。

【實施方式】

用以實施發明之形態

[0029]以下，就用以實施本發明之形態，參照圖式並詳細說明。

[0030] (第1實施形態)

圖1～圖5係顯示1支內部導波路16形成於第1基板1,3之1支第1溝1a內之單通道之光模組。藉由該圖1～圖5，首先說明單通道之光模組之概要，然後就包含該單通道之光模組之構造之本發明之第1實施形態之多通道之光模組，以圖6～圖9詳細說明。

[0031]在此，圖1為單通道之光模組之概略側面圖。圖2(a)～(c)係顯示圖1之發光側之光模組之第1基板1，圖2(a)係第1基板1之側面截面圖，圖2(b)係圖2(a)之I-I線截面圖，圖2(c)為圖2(a)之II-II線截面圖。圖3之(a)～(b)係顯示第1基板1，圖3(a)係第1基板1之立體圖、圖3(b)係形成有內部導波路16之第1基板1的立體圖。圖4(a)～(b)係顯示第1基板1，圖4(a)係安裝有發光元件12a之第1基板1之立體圖，圖4(b)係插入有光纖2之第1基板1之立體圖。圖5(a)係固定有保持塊24之第1基板1之

立體圖，圖5（b）係光纖2之立體圖。

[0032]圖1中，光模組具有發光側之第1基板（安裝基板）1、受光側之第1（安裝）基板3、及光學結合該第1基板1，3之光纖2。再者，以下之說明中，圖1之上下方向（箭頭Y之方向）稱為上下方向（高度方向）、與紙面直交之方向稱為左右方向（幅度方向）、圖1之左側稱為前方、右側稱為後方。

[0033]第1基板1,3需要散熱性及剛性，以避免安裝時之熱影響或使用環境造成之應力的影響。又，光傳送的情況是，由於由發光元件12a到受光元件12b之預定比例以上之光結合效率是必要的，因此必須極力抑制高精度地安裝發光元件12a與受光元件12b或使用中之位置變動。因此，第1基板1,3在該單通道之光模組中係採用矽（Si）基板。

[0034]特別是若第1基板1,3為矽基板，可利用矽之結晶方位而於表面高精度之蝕刻溝加工。例如，可利用該溝而形成後述之高精度的鏡部15或內部導波路16。又，矽基板之蝕刻面具有優異的平滑性。

[0035]第1基板1,3分別設置於尺寸比該第1基板1,3大之第2基板（插入基板）6之表面（上面）。各第2基板6之裏面（下面）分別裝設有用以電性連接於其他電路裝置之連接器7。

[0036]於第1基板1之表面（上面），將電信號變換為光信號之發光元件12a係以發光面向下而以焊料12c（參照圖2）進行覆晶式安裝。又，第2基板6之表面安裝有用以將電

信號發送到該發光元件12a之IC基板（信號處理部）4a。

[0037]發光元件12a在該單通道之光模組中係採用為半導體雷射之面發光雷射〔VCSEL（Vertical Cavity Surface Emitting Laser）〕。該發光元件12a亦可為LED等。

[0038]IC基板4a係使前述VCSEL驅動之驅動IC，並配設於發光元件12a之附近。而且，發光元件12a及IC基板4a連接於形成於第1基板1之表面之金屬電路（鍍銅或鍍金之圖案化電路）及金線。

[0039]第1基板1之表面係如圖3（a）所示，略梯形之第1溝（導波路形成用溝）1a與比第1溝1a深之略V字形之第2溝1b在前後方向連續形成。

[0040]在第1溝1a之前端部，於發光元件12a之正下方之位置，形成有用以使光路彎曲90度之光路變換用之鏡部15。

[0041]第1基板1之第1溝1a內係如圖3（b）所示，設有與第1基板1之發光元件12a光學結合之內部導波路16。該內部導波路16係由鏡部15朝第2溝1b之方向延伸，且內部導波路16之端面與第1溝1a之後端部1d為同一面或者稍微後退於鏡部15側。

[0042]內部導波路16係由光傳播之折射率高之截面略正方形之核心部17、及折射率較其低之包覆部18所構成。如圖2（c）所示，核心部17之左右兩面由包覆部18所覆蓋。又，雖然未加以圖示，但核心部17之上面也被包覆部18薄地覆蓋。

[0043]如圖4（a）所示，在設有內部導波路16之第1基

板1之表面之預定位置安裝有發光元件12a。該發光元件12a與核心部17之間的空間係如圖2(a)所示，填充有接著性之光學透明樹脂（底膠填充材）13。

[0044]在此，就該發光側之光模組之製造方法加以說明。再者，可分別製造發光側之光模組與受光側之光模組，且由於該等之製造方法相同，因此代表說明發光側之光模組之製造方法。

[0045]使用矽晶圓（矽基板），同時形成複數個安裝基板1，並且最後切斷矽晶圓而一個一個分離圖3所示之安裝基板1。為了進行下一製程之蝕刻，準備已選定結晶方位者作為矽晶圓。

[0046]其次，於矽晶圓形成第1溝（導波路形成用溝）1a及鏡部15形成用之 45° 傾斜面。該等係藉由利用了矽結晶之蝕刻速度之不同的異向性蝕刻。為了形成 45° 傾斜面，調整蝕刻遮罩形狀與蝕刻液濃度、組成而形成。除了異向性蝕刻以外，第1溝1a之形成方法也有反應性離子蝕刻等之乾蝕刻之形成方法。

[0047]將第1溝1a與 45° 傾斜面同時形成時，第1溝1a之截面形狀呈略梯形且第1溝1a之溝幅變大。第1溝1a若不是用於下一製程形成之發光元件12a用之焊接墊則沒有問題，因此可如此進行。

[0048]又，第2溝1b可藉由上述異向性蝕刻形成，但第2溝1b亦可在形成第1溝1a時同時形成，或者與第1溝1a分別進行。

[0049]矽晶圓上形成用以安裝發光元件12a之配線圖案(未圖示)。配線係將金蒸鍍於矽晶圓上，藉由使該金圖案化而進行。此時，於 45° 傾斜面也同時蒸鍍金，並且形成鏡部15。再者，亦可依據使用之波長，但亦可不於 45° 傾斜面蒸鍍金，而直接將 45° 傾斜面作為鏡部15，例如使用近紅外線之光源時，若於 45° 傾斜面蒸鍍金，反射率會提高，提升光結合效率。再者，除了金以外，由後製程之焊料安裝之簡便性或連接信賴性之觀點來看，也有於安裝基板上形成鈦、鎳、金、鋁或者鉻、鎳、金等之多層構造，做成配線材料。形成多層構造時之厚度為例如分別 $0.5\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m}$ 、 $0.2\mu\text{m}$ 。

[0050]其次，如圖3(a)、(b)所示，於第1溝1a內形成內部導波路16。首先，將核心材塗布於第1基板1上，使用平坦的模具，使核心材在第1基板1上成平坦。然後，使用遮罩，僅於核心部分照射紫外線，使核心部硬化，然後將核心部以外之不要的部分顯像後除去。接著於形成有核心部之第1溝1a塗布折射率比核心材低之包覆材，且與核心材同樣地使包覆材在第1基板1上平坦化。在平坦化之狀態下，使用遮罩，遮蔽成紫外線照射於第1溝1a部分，使包覆材硬化。遮罩調整成僅覆蓋核心部外周部之領域硬化，且設計成於光元件12a之安裝部分之電路不會覆蓋包覆材。

[0051]接著，於矽晶圓如圖4(a)、(b)所示，安裝發光元件12a。使用焊料凸塊於發光元件12a形成凸塊，並且將矽晶圓、發光元件12a加熱到 200°C 進行超音波接合。

[0052]再者，雖然省略圖示，但發光元件12a安裝後，於發光元件12a與第1基板1之間填充底膠填充材，進行發光元件12a與第1基板1之接合強度之補強。又，於底膠填充材，沒有光元件與內部導波路間之空氣層，也具有提高光結合效率之效果。又，為了提高耐環境性，亦可全體以具有彈性之填封材填封。

[0053]接著，如圖1所示，於第2基板6之表面（上面）安裝有發光元件12a之第1基板，並且安裝IC基板4a，進而於第2基板6之下面安裝連接器7。

[0054]如上所述，在該第1實施形態中，於安裝於第2基板6之上面之第1基板1之上面，安裝發光元件12a，並且於第2基板6之上面安裝IC基板4a，於其下面安裝連接器7。

[0055]藉此，在於第2基板6之上面安裝第1基板1之前，個別檢查第1基板6之IC基板4a與第1基板1之發光元件12a變容易。

[0056]又，即使發光元件12a與IC基板4a之任一者不良，由於僅第2基板6或第1基板1之其中一者不良，因此基板全體無耗損。

[0057]進而，並非是在安裝了IC基板4a之第2基板6，而是在第1基板1安裝發光元件12a，且形成有鏡部15及內部導波路16。藉此，來自IC基板4a之熱影響變得難以及於發光元件12a，且發光特性安定。

[0058]回到圖1，就受光側之第1基板3加以說明。該受光側之第1基板3之基本的構成係與發光側之第1基板1同樣

構成。但是，於受光側之第1基板3之表面（上面）將光信號變換為電信號之受光元件12b之受光面向下而以凸塊進行倒裝晶片安裝之點，受光側之第1基板3與發光側之第1基板1不同。又，就於受光側之第2基板6之表面安裝有由該受光元件12b接收電信號之IC基板（信號處理部）4b之點也與發光側之第2基板6不同。該受光元件12b係採用PD（Photo Diode），IC基板4b係進行電流・電壓之變換之TIA（Trans-impedance Amplifier）等之元件。

[0059]發光側之第1基板1與受光側之第1基板3及IC基板4a、4b係以安裝於第2基板6之表面之屏蔽盒8分別屏蔽。光纖2係貫通屏蔽盒8之貫通孔8a。

[0060]其次，說明光纖（外部導波路）2之構成。光纖2係如圖1及圖5所示，於內部具有可光學結合發光側之第1基板1之內部導波路16之核心部17與受光側之第1基板3之內部導波路16之核心部17之光纖核心部21。而且，係由包圍該光纖核心部21之外周之光纖包覆部22與被覆該光纖包覆部22之外周之被覆部23所構成之插入式。該光纖核心部21與光纖包覆部22與被覆部23係成同心狀配置，該等所構成之光纖2具有圓形截面。

[0061]藉由上述構造，光纖2發揮作為在第1基板1之外部傳送光之外部導波路的功能。

[0062]光纖2如圖1所示，貫通屏蔽盒8之貫通孔8a。接著，在第1基板1之第2溝1b之面前側附近剝除被覆部23，露出光纖包覆部22。

[0063]如圖2(a)(c)及圖4(b)所示，第1基板1之第2溝1b設置有光纖2之光纖包覆部22。藉由與第1溝1a之邊界部分之立起傾斜部10d(參照圖2(a))，決定光纖包覆部22的位置。此時，在第1基板1之內部導波路16之核心部17之光軸與光纖2之光纖核心部21之光軸一致之定位狀態下進行光學結合。

[0064]第1基板1之內部導波路16之核心部17之端面與光纖2之光纖核心部21之端面之間的間隙為0~200 μm 之範圍。較佳範圍係依據兩核心部17、21之大小，但一般而言間隙宜為0~60 μm 。

[0065]第1基板1之表面之位置中，係如圖2(a)及圖5所示，於光纖2之光纖包覆部22之上部配置有保持塊24。於該保持塊24與第2溝1b之間的空間填充有接著劑14。

[0066]如此，光纖2之光纖包覆部22之前端側之部位係呈被保持塊24壓附於第2溝1b之狀態。該前端側之部位係與保持塊24一起藉由接著劑14接著且固定於第1基板1。

[0067]如前述所構成之光模組中，第1基板1之第1溝1a中，設有由核心部17與包覆部18構成之內部導波路16。又，設置於第1基板1之第2溝1b內之光纖2之光纖核心部21與內部導波路16之核心部17光連接。接著，光元件為發光元件12a之發光側之第1基板1中，透過鏡部15將光信號出射到內部導波路16之核心部17，在光元件為受光元件12b之受光側之第1基板3中，透過鏡部15接收來自內部導波路16之核心部17之光信號。

[0068]如此，由於內部導波路16介於光纖2之光纖核心部21之前端與鏡部15之間，因此由發光元件12a出射之光束不會擴散，又，由光纖2之光纖核心部21出射之光束也不會擴散。因此，由於幾乎沒有光纖2之光纖核心部21之前端與鏡部15之間之光信號之傳送損失，因此提高光結合效率。

[0069]又，與後述之第2實施形態之光模組同樣地，若第1溝1a之底面為比內部導波路16之核心部17更寬之幅度，則如圖15所示，核心部17之成形時，將內部導波路16之核心部17圖案化（光硬化）時，沒有在底面之不要的反射。因此，此種情況下，可得到高精度之核心形狀。

[0070]接著，參照圖6及圖7，分別說明本發明之第1實施形態之多通道之光模組。

[0071]圖6（a）係第1基板1之平面圖，圖6（b）係第1基板1之第1溝1a-1、1a-2與內部導波路16-1、16-2之放大平面圖。再者，圖6（b）中，為了容易理解包覆部18之範圍，於包覆部18施行影線。圖7（a）為圖6（a）之III-III線放大截面圖，圖7（b）為圖6（a）之IV-IV線放大截面圖。

[0072]圖6～7所示之本發明之第1實施形態之多通道之光模組包含二個上述之圖1～5所示之單通道之光模組。具體而言係如以下所述。

[0073]於第1基板1之表面，複數支（圖6～7所示之例中為2支）之略梯形之第1溝1a-1、1a-2以分別獨立之狀態（即、互相分離或隔離之狀態）形成，也就是說複數之相鄰之第1溝1a-1、1a-2之間係在被分隔壁部分1e所分隔之狀態下略平

行地形成。

[0074]接著，相鄰之第1溝1a-1、1a-2之間距離第1基板1之端面（圖6～7所示之例中為第1溝1a之後端部1d）之長度L1、L2不同。各第1溝1a-1、1a-2內與前述同樣分別設有內部導波路16-1、16-2。

[0075]光元件（發光元件12a與受光元件12b）分別安裝於第1基板1之表面，而與分別形成於該長度不同之第1溝1a-1、1a-2之前端部的鏡部15對向。第1實施形態中，配置於具有長度L1之長狀內部導波路16-1之端部的鏡部15與受光元件12b對向，配置於具有比長度L1短之長度L2之短狀之內部導波路16-2之端部的鏡部15與發光元件12a對向。再者，亦可僅發光元件12a對向配置於各內部導波路16-1、16-2之前端部所形成之鏡部15，或者僅受光元件12b對向配置。又，並不限定於僅形成2支第1溝1a-1、1a-2，亦可形成3支以上。此種情況下，只要3支相鄰之第1溝之間的長度不同，亦可第1支與第3支之第1溝的長度相同。具有4支以上之第1溝之情況也相同，亦可未相鄰之第1溝之間的長度相同。

[0076]於第1基板1之表面形成有2支之第2溝1b-1、1b-2。在此，只要第2溝不接觸光纖之底面，可為略梯形，亦可為V形。該相鄰之第2溝1b-1、1b-2之間可被分隔壁部分1f所分隔。分隔壁部分1f在第2溝1b-1、1b-2之底部與第1溝1a-1、1a-2之底部之傾斜部分1h中，與第1溝1a-1、1a-2之間之分隔壁部分1e中斷。

[0077]光纖（外部導波路）2如圖6（a）所示，具有可

與各內部導波路16-1、16-2之核心部17光結合之2支平行光纖核心部21（複數通道），各光纖核心部21之外周分別被光纖包覆部22包圍。再者，亦可使用複數通道之膜狀可撓性導波路、即可撓性導波路膜（外部導波路），來取代光纖2。

[0078]接著，藉由將各光纖包覆部22,22分別嵌入固定於第2溝1b-1、1b-2，設定成內部導波路16-1、16-2之各核心部17之光軸與光纖2之各光纖核心部21之光軸一致。

[0079]在前述光模組的構成中，第1基板1之相鄰之第1溝1a-1、1a-2長度L1、L2不同。接著，光元件（發光元件12a與受光元件12b）安裝於第1基板1之表面，使不同之長度L1,L2之第1溝1a-1、1a-2之前端部之鏡部15分別對向。藉此，在長度方向互異之位置關係之相鄰光元件（發光元件12a與受光元件12b）之間可隔有較大的距離（空間）S〔參照圖6（a）〕。

[0080]因此，光元件、特別是來自發光元件12a之漏光、或來自鏡部15或內部導波路16-2之反射散射光難以進入相鄰之光元件、特別是受光元件12b之鏡部15或內部導波路16-1。藉此，即使以較狹小之間距形成光路也難以產生串擾。

[0081]又，內部導波路16-1、16-2設置於在獨立狀態下互為略平行地形成之複數支（本例為2支）之第1溝1a-1、1a-2內，因此藉由相鄰之第1溝1a-1、1a-2之分隔壁部分1e，內部導波路16-1、16-2之間也變得不會干擾。

[0082]如此，使複數個之光元件（發光元件12a與受光

元件12b) 接近該第1基板1之幅度方向且安裝於第1基板1，又，配合光元件(發光元件12a與受光元件12b)之間隔而內部導波路16-1、16-2以狹小的間距形成，進而，該等內部導波路16-1、16-2之端部之鏡部15以較狹小之間距形成。藉此，可以小型且較低高度進行雙向或者複數通道之傳送。

[0083]進而，相鄰之光元件(發光元件12a與受光元件12b)之間隔有較大距離S，且藉由分隔壁部分1e防止相鄰之內部導波路16-1、16-2之間，藉此可大幅減少串擾。

[0084]又，如圖6(a)所示，發光元件12a與受光元件12b之雙方作為光元件而含有之情況中，發光元件12a安裝於第1基板1之表面，使之與內部導波路16-2之鏡部15對向，且內部導波路16-2具有比與受光元件12b光結合且具有長度L1之長狀內部導波路16-1短之長度L2。

[0085]如此，發光元件12a配置於比受光元件12b更接近第1基板1之端面(本例中為第1溝1a之後端部1d)側。藉此，以發光元件12a側與鏡部15之方向的關係，發光元件12a側之鏡部15之反射散射光難以影響受光元件12b側。因此，即使發光元件12a與受光元件12b之雙方安裝於第1基板1，也可大幅地減少串擾。

[0086]進而，於第1基板1之表面形成有與內部導波路16-1、16-2之第1溝1a-1、1a-2相連之第2溝1b-1、1b-2。接著，藉由光纖2之各光纖包覆部22分別嵌入固定於該第2溝1b-1、1b-2，內部導波路16-1、16-2之各核心部17之光軸與光纖2之各光纖核心部21之光軸會一致。因此，藉由於第1

基板1形成第1溝1a-1、1a-2與使光纖2之各光纖包覆部22嵌合之第2溝1b-1、1b-2，內部導波路16-1、16-2與光纖2之光結合會變容易。其結果是，可以低成本製作高精度之光模組。

[0087]進而，外部導波路為複數通道之光纖2時，藉由使內部導波路16-1、16-2之間距配合既成品之光纖2之間距而更容易光組裝，可以低成本製作光模組。

[0088]又，外部導波路為複數通道之可撓性導波路膜時，藉由使內部導波路16-1、16-2之間距配合既成品之可撓性導波路膜之間距配合，而可容易光組裝，可以低成本製作光模組。

[0089]再者，本發明之第1實施形態之變形例係如圖8所示，相鄰之第2溝1b-1、1b-2之間之分隔壁部分1g形成不與相鄰之第1溝1a-1、1a-2之間之分隔壁部分1e中斷。藉由第2溝1b-1與第2溝1b-2互為獨立之狀態下形成，分隔壁部分1g形成於相鄰之第2溝1b-1、1b-2之間。藉此，在內部導波路16-1、16-2與光纖2之光結合部分，漏光不會干擾相鄰之導波路，因此可更減少串擾。

[0090]又，圖9(a)及圖9(b)顯示本發明之第1實施形態之其他變形例。圖9(a)為該變形例之基板1之平面圖，圖9(b)為圖9(a)之V-V線放大截面圖。發光元件12a與受光元件12b之間之第1基板1之表面形成有包含與內部導波路16之包覆部18之材料相同之材料的凸形層26。

[0091]該構成中，將包含與包覆部18之材料相同之材料

之凸形層26形成於發光元件12a與受光元件12b之間之第1基板1之表面。藉此可收集發光元件12a與受光元件12b間之漏光。因此，可更減少串擾。又，凸形層26亦可利用作為填充於發光元件12a與受光元件12b與第1基板1之表面之間之光學透明樹脂13之底膠填充材之止流。該凸形層26之材料不限於與包覆部18同材料，但若為同材料，可在包覆部18之形成製程同時形成。

[0092]又，凸形層26之材料若使用吸收光之吸收體，取代包覆部18之材料，則可吸收發光元件12a與受光元件12b間之漏光，可更為減少串擾。在此，吸收體有著色樹脂、例如不透明之丙烯酸或環氧樹脂。

[0093]如以上所述，第1實施形態之光模組具有：基板，於表面形成複數之第1溝；內部導波路，分別設置於前述複數之第1溝內並具有核心部；光路變換用之鏡部，分別形成於前述複數之第1溝之前端部；及光元件，與前述鏡部對向地安裝於前述基板之前述表面，透過前述鏡部而於前述內部導波路之核心部發出光信號，或者透過前述鏡部而接收來自前述內部導波路之核心部之光信號，前述基板之前述複數之第1溝係在獨立狀態下略平行地形成，並且相鄰之前述第1溝距離前述基板之端面的長度是不同的。前述光元件係與分別形成於該長度不同之前述第1溝之前端部之前述鏡部對向地分別安裝於前述基板之前述表面。

[0094]藉此，使相鄰之第1溝之長度不同，並與不同長度之第1溝之前端部之鏡部分別對向，而將光元件分別安裝

於基板之表面，藉此可於長度方向互異之位置之關係、例如彼此不同之相鄰之光元件之間隔有較大距離。

[0095]因此，由於來自光元件之漏光、或來自鏡部或內部導波路之反射散射光難以進入相鄰之光元件之鏡部或內部導波路，因此即使以較狹小之間距形成光路，也難以產生串擾。又，內部導波路係複數支以獨立狀態設置於略平行形成之第1溝內，因此在相鄰之第1溝之分隔壁部分內部導波路之間也不會干擾。

[0096]如此，複數個光元件接近基板之幅度方向而安裝於基板，並配合光元件之間隔，縮小內部導波路之間距及鏡部之間距，形成內部導波路及鏡部，藉此可以小型且低高度，且雙向或者複數通道傳送。而且，藉由於相鄰之光元件之間相隔較大距離及防止相鄰之內部導波路之間的干擾，可大幅地減少串擾。

[0097]前述複數個光元件包含有發光元件與受光元件雙方，且前述發光元件可為安裝於前述基板之前述表面之構成，與形成於長度比光結合於前述受光元件之內部導波路短之內部導波路之前端部的鏡部對向。

[0098]藉此，發光元件配置成比受光元件更接近基板之端面側，藉此在發光元件側之鏡部之方向的關係中，發光元件側之鏡部之反射散射光難以受到受光元件側影響。因此，即使於基板安裝發光元件與受光元件雙方，也可大幅減少串擾。

[0099]光模組具備具有與前述內部導波路之前述核心

部光結合之核心部之外部導波路，且作成於前述基板之前述表面形成與前述內部導波路之第1溝相連之第2溝，前述外部導波路嵌入固定於該第2溝，藉此設定成內部導波路之光軸與外部導波路之光軸一致的構成。

[0100]藉此，藉於基板形成第1溝與使外部導波路嵌合之第2溝，內部導波路與外部導波路之光結合變容易，可以低成本製作高精度之光模組。

[0101]可為於相鄰之第2溝之間形成有分隔壁部分之構成，不與前述相鄰之第1溝之間之分隔壁部分中斷。

[0102]藉此，在內部導波路與外部導波路之光結合部分，漏光不會干擾相鄰之導波路，因此可更為減少串擾。

[0103]可構成為光模組具備具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部的外部導波路，前述外部導波路為複數通道之光纖。

[0104]藉此，藉使內部導波路之間距配合既成品之光纖之間距，可容易光組裝，可以低成本製作光模組。

[0105]光模組具有外部導波路，該外部導波路係具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，前述外部導波路可作成複數通道之可撓性導波路膜。

[0106]藉此，使內部導波路之間距配合既成品之可撓性導波路膜之間距，藉此可容易光組裝，並可以低成本製作光模組。

[0107]可構成為於前述各光元件間之基板之表面，形成有包含與前述內部導波路之包覆部之材料相同之材料之凸

形層。

[0108]藉此，藉將包含與折射率高之包覆部之材料相同材料之凸形層形成於光元件之間之基板表面，藉此可收集光元件間之漏光，故可更為減少串擾。又，凸形層亦可利用作為填充於光元件與基板表面之間之底膠填充材的止流。

[0109]前述凸形層可為吸收光之吸收體的構成。

[0110]藉此，藉由吸收體形成於各光元件之間之基板表面，可吸收光元件間之漏光，故可更為減少串擾。

[0111]可構成為，前述基板之前述表面中，比前述複數之第1溝深之截面略V字形之複數第2溝與該第1溝連續形成，前述外部導波路可為具有設置於前述第2溝內之光纖包覆部、及具有為該外部導波路之前述核心部之光纖核心部之光纖。

[0112]藉此，基板之表面中，比複數之第1溝深之截面略V字形之複數第2溝與該第1溝連續形成，將設置於基板之第2溝內之光纖之光纖核心部與內部導波路之核心部光連接。接著，在光元件為發光元件時，透過鏡部而朝內部導波路之核心部發出光信號，在光元件為受光元件時，透過鏡部而接受來自內部導波路之核心部之光信號。如此，由於內部導波路介於光纖之光纖核心部之前端與鏡部之間，因此由發光元件發出之光束、及由光纖之光纖核心部發出之光束任一者都不會擴散。因此，幾乎沒有光纖之光纖核心部之前端與鏡部之間之光信號之傳送損失，故可提高光

結合效率。

[0113] (第2實施形態)

上述第1實施形態中，係例示於基板表面形成有作為外部導波路機能之光纖2嵌入之V字截面形之第2溝，本發明並不限於此，亦可如以下之第2實施形態，採用梯形截面形狀之第2溝，即、具有預定之幅度之底面及具有該底面兩端之2個傾斜面之形狀之第2溝的構造。

[0114]在此，為了詳細說明本發明之第2實施形態之多通道之光模組（參照圖23(a)及圖23(b)）所含之各通道之光模組之構造，首先，以簡略化之構造，舉例說明圖10～22之單通道之光模組。

[0115]

再者，作為第2實施形態以圖10～14所示之單通道之光模組之構成在具有梯形截面形狀之第2溝1b之點，與作為第1實施形態以圖1～5所示之具有V字截面形之第2溝1b之光模組的構成不同，其它點是共通的，因此共通之構成的部分則省略說明。

[0116]如圖10～14所示，第2實施形態之光模組中，第1基板1之表面（上面）係如圖12(a)所示，有截面形狀為略梯形之第1溝（導波路形成用溝）1a與比第1溝1a深之略梯形之第2溝1b在前後方向上連續形成。

[0117]如圖11(b)及圖12(a)、(b)所示，第2溝1b具有以預定之幅度形成之底面10f及與後述之光纖2之光纖包覆部22之外周抵接而支持該光纖2之2個傾斜面10e。該等

傾斜面10e係分別連接於底面10f之幅度方向之兩端，並且由該等之兩端分別隨著朝上方而彼此之距離漸漸變大，朝向斜上方延伸到第1基板1之表面（即、上面）。藉由於該等傾斜面10e抵接光纖2之光纖包覆部22之外周，可進行光纖包覆部22之定心。

[0118]又，底面10f抵接於傾斜面10e與光纖2之光纖包覆部22之外周時，形成為與該光纖包覆部22之外周非接觸。

[0119]第2實施形態之光模組中也與第1實施形態之光模組同樣地，在第1基板1之第1溝1a中，設有由核心部17與包覆部18構成之內部導波路16。又，設置於第1基板1之第2溝1b內之光纖2之光纖核心部21與內部導波路16之核心部17光連接。接著，光元件為發光元件12a之發光側之第1基板1中，透過鏡部15而朝內部導波路16之核心部17發出光信號，在光元件為受光元件12b之受光側之第1基板3中，透過鏡部15而接收來自內部導波路16之核心部17之光信號。

[0120]如此，由於內部導波路16介於光纖2之光纖核心部21之前端與鏡部15之間，因此由發光元件12a發出之光束不會擴散，又，由光纖2之光纖核心部21發出之光束也不會擴散。因此，由於幾乎沒有光纖2之光纖核心部21之前端與鏡部15之間之光信號之傳送損失，故提高光結合效率。

[0121]又，如圖15所示，若使第1溝1a之底面比內部導波路16之核心部17更寬幅度，則核心部17之成形時，使內部導波路16之核心部17圖案化（光硬化）時，則沒有在底面之不必要的反射。因此，此種情況下可得到高精度之核

心形狀。

[0122]如圖10～圖15所示之第2實施形態之內部導波路16中，令第1基板1之導波路形成用溝之第1溝1a為截面略梯形，令核心部17為截面略正方形，核心部17之左右兩面被包覆部18覆蓋。

[0123]然而，內部導波路16不限於此種類型。例如，如圖16(a)及圖16(b)所示之內部導波路16，第1基板1之第1溝1a形成為比第2溝1b淺之截面形狀為略V字形，核心部17形成為適合第1溝1a之截面略五角形，核心部17之左右兩面亦可被包覆部18覆蓋。例如，核心部17可形成為具有上面、一對平行之側面及V字形之下面的截面略五角形。

[0124]又，如圖17所示之內部導波路16，在第1基板1之表面與第1溝1a內之表面皆形成有用以絕緣之矽氧化膜40時，該矽氧化膜40係發揮折射率比核心部17低之包覆部18的功能。因此，藉由於形成有作為包覆部18機能之矽氧化膜40之第1溝1a內之全體填充核心用樹脂，藉此形成截面略逆三角形之核心部17。

[0125]如圖17所示之內部導波路16中，核心部17佔第1溝1a內之全體，因此來自發光元件12a之光束在核心部17朝幅度方向擴散，恐有光束之一部分無法到達光纖2之光纖核心部21之虞。

[0126]因此，如圖16(b)所示，藉使核心部17之幅度W1與光纖核心部21之幅度W2實質上相同，可使光束之幾乎全部到達光纖2之光纖核心部21，其結果是提高光結合效

率。再者，核心部17之幅度W1未必需要與光纖核心部21之幅度W2大略相同，亦可比第1溝1a之上端之幅度W3還狹窄。該等係如圖11(c)所示，同樣核心部17也為截面略正方形狀者。

[0127]光元件為發光元件12a之發光側之第1基板1中，內部導波路16之核心部17係如圖19(a)及圖19(b)所示，形成斜面狀，由鏡部15朝向與光纖2之光纖核心部21之連接端部而該核心部17之幅度W(兩側面17a間之距離)呈直線地漸漸變細。又，兩側面17a亦可形成為如圖19(c)所示般傾斜角度階段性地不同之複數平面所構成之斜面狀、或者如圖19(d)所示之由曲面構成之斜面狀。

[0128]另一方面，光元件為受光元件12b之受光側之第1基板3中，係如圖20(a)及圖20(b)所示，內部導波路16之核心部17可形成斜面狀，由與光纖2之光纖核心部21之連接端部朝鏡部15，該核心部17之幅度W(兩側面17a間之距離)成直線地漸漸變細。又，兩側面17a亦可形成為如圖20(c)所示般傾斜角度階段性地不同之複數平面所構成之斜面狀、或者如圖20(d)所示般由曲面所構成之斜面狀。

[0129]若為如此，光元件為發光元件12a時，藉由使內部導波路16之核心部17為前尖頭(即、隨著往前方而變細之形狀)，由發光元件12a發出之光束收斂。又，光元件為受光元件12b時，藉由令內部導波路16之核心部17後尖頭(即、隨著往後方前進而變細之形狀)，由光纖2之光纖核心部21發出之光束收斂。因此，任一種情況皆可更為提高

光結合效率。

[0130]如圖18(a)及圖18(b)所示，第1基板1之表面(上面)形成有連續於第2溝1b且截面形狀比第2溝1b深之略梯形之第3溝1c。於該第3溝1c可設置光纖2之被覆部23。

[0131]詳而言之，該第2實施形態之第3溝1c具有以預定之幅度形成之底面10h及與光纖2之被覆部23之外周抵接而支持該光纖2之2個傾斜面10g。該等第3溝之傾斜面10g係分別與第3溝1c之底面10h之幅度方向之兩端分別連接並且由該等之兩端分別以彼此之距離隨著朝向上方而漸漸變大地朝斜上方側延伸到第1基板1之表面。又，第3溝1c之底面10h及傾斜面10g形成為與光纖2之被覆部23之外周為非接觸。

[0132]若為如此，不僅可將光纖2之包覆部22設置於第1基板1之第2溝1b，亦可將光纖2之被覆部23設置於第1基板1之第3溝1c。因此，可防止來自光纖2之應力集中於光纖包覆部22與被覆部23之界線部分。

[0133]若與光纖包覆部22同樣地，將被覆部23以接著劑接著固定於第3溝1c，則可提高光纖2之固定強度。又，即使彎力或拉伸力來自模組外部而作用於光纖2，也不會降低光結合效率，故不會影響與內部導波路16之光結合部。

[0134]又，當被覆部23未接著固定於第3溝1c時，如圖21所示，藉由覆焊於第2基板6之表面(即、使往上方突出賦與)之接著劑20，光纖2之被覆部23可固定於第2基板6。

[0135]若作為如此之構成，由於可將光纖2之被覆部23設置於第2基板6且固定，因此可提高光纖2之固定強度。

又，即使彎力或拉伸力由模組作用於外部，光結合效率也不會變低，以不影響與內部導波路16之光結合部。進而，若併用將光纖2之被覆部23設置於第1基板1之第3溝1c而固定之構造，可更為提高固定強度。

[0136]如圖22所示、若將管狀之被覆體25嵌入光纖2之被覆部23時，可以接著劑20將光纖2之被覆部23與被覆體25固定於第2基板6。再者，若被覆體25係用以覆蓋被覆部23之外周者，則不限定為嵌入被覆部23。

[0137]又，亦可將被覆體25接著在第1基板1之第3溝1c部分（未圖示）。

[0138]被覆部23係例如UV硬化性樹脂所形成之厚度5～100 μ m左右之層，被覆體25係由例如PVC或尼龍、或熱可塑性聚酯彈性體（例如、Hytrell（登錄商標））所形成。被覆體25之外徑為例如單芯之光纖時則為900微米左右。

[0139]若如此構成，被覆體25可設置於第2基板6，且可與光纖2之被覆部23固定於第2基板6。藉此，提高光纖2之固定強度。又，即使彎曲力或拉伸力由模組外部作用於光纖2，光結合效率也不會變低，故不影響與內部導波路16之光結合部。進而，若併用將光纖2之被覆部23設置且固定於第1基板1之第3溝1c之構造，可更為提高固定強度。除此之外，可藉由被覆體25之厚度抑制光纖2之自重造成之撓曲，且外力難以施加於光纖2與基板1之接著部分。藉此，由於應力難以產生於光纖2與內部導波路16之光結合部，故光結合效率會變得難以降低。再者，即使僅有被覆體25以接著

劑20固定於第2基板6，也可達到同樣的作用效果。

[0140]上述之第2實施形態之光模組中，鏡部15之傾斜角度為45度時，光結合效率變良好。

[0141]又，若第1基板1為矽(Si)製，則第1溝1a與第2溝1b可以矽之異向性蝕刻形成。藉此，可進行利用了矽之結晶方位性之溝加工，且在第1溝1a中可形成高精度之鏡形，在第2溝1b中可減少光纖2之設置位置偏離。

[0142]又，可使用感光性樹脂作為內部導波路16之材料。藉此，與反覆進行離子摻雜或堆積法而形成之無機內部導波路比較，可以便宜且容易形成。

[0143]進而，於包含第1溝1a之內部之第1基板1之表面形成矽氧化膜，可使內部導波路16之核心部17之折射率比矽氧化膜大。藉此，藉於第1溝1a填充為內部導波路16之核心部17之材料，可容易地形成內部導波路16。

[0144]在圖23(a)及圖23(b)所示之本發明之第2實施形態之多通道光模組中，第1溝1a及第2溝1b係分別複數支形成，並且複數支之第1溝1a互為平行地配置，又，複數支之第2溝1b也互為平行地配置。

[0145]具體而言，圖23(a)及圖23(b)所示之光模組中，於第1基板1之表面，係如圖23(a)所示，截面形狀為略梯形之複數第1溝(導波路形成用溝)1a在互被第1基板1之材料分離之狀態下平行地配置。該等複數之第1溝1a之長度與第1實施形態同樣地設定為相鄰之第1溝1a之間的長度不同。

[0146]進而，於第1基板1之表面，比第1溝1a深且截面形狀為略梯形之複數第2溝1b由各第1溝1a之端部朝前後方向連續地形成。

[0147]各個第1溝1a之前端部係如圖23(a)所示，形成有光路變換用之鏡部15。且於各個第1溝1a之內部，如圖23(b)所示，設有與對應於各個第1溝1a之發光元件12a光結合之內部導波路16。

[0148]內部導波路16係由傳播光之折射率高之截面略正方形之核心部17與折射率比其低之包覆部18所構成。如圖23(b)所示，核心部17之左右兩面(兩側面)被包覆部18覆蓋。又，包覆部18薄薄地覆蓋於核心部17之上面。

[0149]又，圖23(a)及圖23(b)所示之各個第2溝1b具有以預定之幅度形成之底面10f及與光纖2之光纖包覆部22之外周抵接而支持之2個傾斜面10e。該等傾斜面10e係分別連接於底面10f之幅度方向之兩端並且分別由該等之兩端隨著朝向上方而彼此之距離漸漸變大地朝向斜上方延伸到第1基板1之表面(即、上面)。藉由光纖2之光纖包覆部22之外周抵接於該等之傾斜面10e，可進行光纖包覆部22之定心。

[0150]又，底面10f係形成為，傾斜面10e與光纖2之光纖包覆部22之外周抵接時，與該光纖包覆部22之外周非接觸。

[0151]圖23(a)及圖23(b)所示之構成中，由於複數之第1溝1a係以互被第1基板1之材料分離之狀態下配置，因

此可抑制通過第1溝1a之各個光信號往鄰接之第1溝1a洩漏(串擾)。

[0152]又，如圖23(b)所示，鄰接之內部導波路16之核心部17之間隔P在本發明中沒有特別限定，可任意地設定。例如，考慮以往公知之光纖束之光纖多為以 $250\mu\text{m}$ 間隔配置之情況，核心部17之間隔P亦可設定為 $250\mu\text{m}$ 左右。

[0153]關於第2溝1b之大小在本發明中也沒有特別限定。考慮最廣泛使用之細徑光纖的外徑為 $125\mu\text{m}$ ，第2溝1b之大小亦可設定為對應於包覆部22之外徑為 $125\mu\text{m}$ 左右之光纖的大小。再者為了抑制串擾，宜如圖23所示，第2溝1b也與鄰接之第2溝1b分離。

[0154]進而，就本發明之第2實施形態之進一步其他之變形例，在圖24所示之光模組中，配置有複數支第1溝1a之構造中，於基板1之表面全體(即、第1溝1a之表面及分隔壁部分1f之表面之全體)形成有氧化膜層34。發揮遮蔽部功能之分隔壁部分1f為基板1之第1溝1a之間向上突出之部分。分隔壁部分1f係遮蔽成第1溝1a之間之鏡部15之反射光的散射成分a不洩漏。

[0155]氧化膜層34可使光信號反射成不往第1溝1a外洩漏，也可抑制鏡部15之反射光之散射成分a的洩漏。若根據該構成，由於氧化膜層34成為反射光信號之反射層，因此可更為抑制光信號之洩漏(串擾)。由紅外線等構成之光信號嚴格來說具有減弱由矽等構成之基板1而透過之性質，但如上述，光信號可在氧化膜層34反射，故可提高串擾抑制效

果。

[0156]再者，圖24中，為了容易視認光路徑，具有發光部12a之光元件11與基板1之間隙係誇張加大圖示，但實際上，該間隙係微小者，不會產生大的串擾。以下關於圖25～26也相同。

[0157]進而，就本發明之第2實施形態之進一步之其他變形例，如圖25所示之光模組係如圖24所示般，氧化膜層34形成於基板1之表面之構造中，藉由除去部份之向上突出之分隔壁部分1f之表面之氧化膜層34，形成除去部分32。根據該構成，當在具有發光部12a之光元件11與包覆部18之間多重反射之洩漏光d產生時，可使該洩漏光d由氧化膜層34之除去部分32被第1基板1吸收。

[0158]進而，就本發明之第2實施形態之進一步其他之變形例，圖26所示之光模組中，於第1基板1之向上突出之分隔壁部分1f之表面，配置有沿著該分隔壁部分1f之光吸收體35。光吸收體35使用例如不透光性之聚酯或者環氧樹脂。根據該構成，在具有發光部12a之光元件11與包覆部18之間多重反射之洩漏光d產生時，可藉由光吸收體35吸收該洩漏光d，隔絕光的洩漏。

[0159]又，圖24～26所示之光元件11係發光元件12a分別分離者，但亦可為併載發光元件12a與受光元件12b者。

[0160]又，上述第2實施形態中，第1基板之第2溝之底面係形成為平面狀，不限定於該形態，可適宜變更。例如圖27(a)所示，第1基板100之第2溝100b之底面100f係成

彎曲狀者，接著，亦可為傾斜面100e由該彎曲狀之底面100f之幅度方向之兩端分別向斜上方側而形成者。

[0161]又，上述第2實施形態中，第1基板之第2溝之底面與傾斜面之間係互相直接連接者，但不限定於該形態，可適當變更。例如圖27(b)所示，傾斜面200e與底面200f之間亦可隔著連接部200i而間接的連接之形態。

[0162]詳而言之，第1基板200之第2溝200b具有由其底面200f之幅度方向之兩端分別朝鉛直方向延伸之連接部200i，接著，傾斜面200e分別由該等連接部200i之各個而朝斜上方側形成。再者，第3溝也與上述第2溝同樣地，底面為彎曲狀者，又，亦可將底面與傾斜面隔著連接部而間接的連接，可適當變更。

[0163]進而，上述第2實施形態中，連接器7係安裝於第2基板6之內面（下面），但不受限於該形態，例如圖28(a)所示，亦可將連接器107配設於第2基板6之表面（上面），可適當變更。

[0164]又。亦可於第2基板6之表面配設電性端子207，取代連接器7。接著，例如於可自由在第2基板6之端部卡脫地嵌合之其他連接器207a設置與該電性端子207連接之電性端子207b，上述其他連接器207a嵌合於第2基板6。藉由該等構成，亦可將電性端子207連接於其他連接器207a之電性端子207b。

[0165]如以上所述，本發明之第2實施形態之光模組具有：基板，係於表面有複數第1溝與比前述第1溝深之複數

第2溝連續形成；內部導波路，設置於該基板之第1溝內；光路變換用之鏡部，設置於第1溝之前端部；光元件，係與該鏡部對向地安裝於基板之表面，並經由鏡部朝內部導波路之核心部發出光信號，或者經由鏡部而接收來自內部導波路之核心部之光信號；及光纖，係作為外部導波路，且具有光連接於設置於前述第2溝內之包覆部及內部導波路之核心部之光纖核心部，前述第2溝具有以預定之幅度形成之底面、及分別連接於前述底面之幅度方向之兩端並且支持前述光纖包覆部之外周之傾斜面。

[0166]藉此，於基板之第1溝設置具有核心部之內部導波路，並且設置於基板之第2溝內之光纖之光纖核心部與內部導波路之核心部光連接。接著，光元件為發光元件時，經由鏡部朝內部導波路之核心部發出光信號，且在光元件為受光元件時，經由鏡部接收來自內部導波路之核心部之光信號。

[0167]如此，由於使內部導波路介於光纖之光纖核心部之前端與鏡部之間，因此由發光元件發出之光束、及由光纖之光纖核心部發出之光束之任一者皆不會擴散。因此，由於在任何方向皆無在光纖之光纖核心部之前端與鏡部之間之光信號的傳送損失，故可提高光結合效率。

[0168]例如在光元件之發光面位於基板側之倒裝晶片安裝中，宜使光纖接近光元件之正下方。可是，有時難以根據光纖外徑之尺寸而將光纖靠近配置於光元件之下。又，當加深基板之溝時，光纖與光元件之距離會變長。在

此種情況下，由於亦可如上述使內部導波路介於其中，因此幾乎沒有光纖之光纖核心部之前端與鏡部之間之光信號之傳送損失，故可提高光結合效率。

[0169]又，由於第2溝係做成具有底面之構成，故如截面V形，加深溝，不須加長傾斜面。因此，例如第2溝藉由蝕刻而形成時，相較於上述截面V字形者，容易在短時間內形成。

[0170]又，前述內部導波路之核心部在光元件為發光元件時，可為具有由鏡部朝向與光纖之光纖核心部之連接端部，前述核心部之幅度漸漸變細之斜面的構成。

[0171]藉此，光元件為發光元件時，藉使內部導波路之核心部為前頭尖細，由發光元件發出之光束會收斂。因此，更為提高光結合效率。

[0172]又，前述內部導波路之核心部在光元件為受光元件時，可作成具有由與光纖之光纖核心部之連接端部朝向鏡部，前述核心部之幅度漸漸變細之斜面的構成。

[0173]藉此，光元件為受光元件時，係將內部導波路之核心部做成後端尖細，藉此由光纖之光纖核心部發出之光束會收斂。因此，更為提高光結合效率。

[0174]又，可構成為，前述內部導波路之核心部之幅度比第1溝之上端之幅度狹小。

[0175]內部導波路之核心部之幅度與第1溝之上端之幅度相同時，來自光元件之光束在核心部朝幅度方向擴散，光束之一部分恐怕會無法到達光纖之光纖核心部。因此，

藉由使核心部之幅比第1溝之上端之幅度狹小，宜為與光纖核心部之幅度大略相同，藉此光束之之幾乎全部可到達光纖之光纖核心部，故可提高光結合效率。

[0176]又，可構成為，前述第1溝之截面形狀為略梯形，且第1溝之底面可做成幅度比內部導波路之核心部還寬。

[0177]藉此，核心部成形時，將內部導波路之核心部圖案化（光硬化）時，在底面不必要之反射會消失，因此可得到高精度之核心形狀。

[0178]又，可構成為，於前述基板之前述表面，連續於第2溝，形成比第2溝深之第3溝，且前述第3溝作成與前述光纖之被覆部固著。

[0179]

藉此，由於光纖之被覆部亦可設置於第1基板之第3溝，因此可防止來自光纖之應力集中於與光纖包覆部之被覆部的界線部分。

[0180]又，由於第3溝係作成具備底面者，因此可如截面V字形般加深溝而不加長傾斜面即可，例如藉由蝕刻形成第3溝時，相較於上述截面V字形者，可容易在短時間形成。

[0181]又，可構成為，前述基板係設置於比該基板尺寸還大之其他基板，且於該其他基板固定有前述光纖之被覆部。

[0182]藉此，由於可將光纖之被覆部設置於其他基板而固定，因此可提高光纖之固定強度。又，即使彎曲力或拉伸力由模組外部作用於光纖，光結合效率不會降低，而不

影響與內部導波路之光結合部。

[0183]又，可構成爲，前述基板係設置於比該基板尺寸還大之其他基板，且被覆體固定於前述光纖之被覆部之外周，前述被覆體固定於前述其他基板。

[0184]

藉此，由於被覆體係設置且固定於其他基板，故可提高光纖之固定強度。又，即使彎曲力或拉伸力由模組外部作用於光纖，光結合效率不會降低，故不影響與內部導波路之光結合部。除此之外，可以被覆體之厚度抑制光纖之自重造成之撓曲，且可抑制外力施加於光纖之接著部。藉此，由於應力難以產生於與內部導波路之光結合部，故光結合效率難以降低。

[0185]

又，可構成爲複數之前述第1溝之各個彼此分離而配置於前述基板。

[0186]藉此，由於複數之第1溝1a在彼此分離之狀態配置，故可抑制通過第1溝1a之各個光信號會洩漏而對通過鄰接之第1溝1a之光信號造成影響之現象、也就是所謂之串擾之產生。又，藉此，可提高各個第1溝1a中之光結合效率。產業上之可利用性

[0187]本發明有用於具有光元件之光模組。

【圖式簡單說明】

圖1為單通道之光模組之概略側面圖。

圖2(a)為圖1之發光側之光模組之第1基板之側面截

面圖，圖2(b)為圖2(a)之I-I線截面圖，圖2(c)為圖2(a)之II-II線截面圖。

圖3(a)為圖2之第1基板之立體圖，圖3(b)為形成有內部導波路之圖2之第1基板之立體圖。

圖4(a)為安裝有發光元件之第1基板之立體圖、圖4(b)為插入有光纖之第1基板之立體圖。

圖5(a)為固定有保持塊之第1基板之立體圖、圖5(b)為光纖之立體圖。

圖6(a)為本發明之第1實施形態之多通道之光模組之平面圖，圖6(b)為第1溝與內部導波路之放大平面圖。

圖7(a)為圖6(a)之III-III線放大截面圖，圖7(b)為圖6(a)之IV-IV線放大截面圖。

圖8為本發明之第1實施形態之變形例，且為第2溝之間之分隔壁部分形成為不與第1溝之間之分隔壁部分中斷之基板的平面圖。

圖9為本發明之第1實施形態之其他變形例，圖9(a)為基板之平面圖，圖9(b)為圖9(a)之V-V線放大截面圖。

圖10為本發明之第2實施形態之光模組之概略側面圖。

圖11係顯示圖10之發光側之光模組之第1基板，圖11(a)為側面截面圖，圖11(b)為圖11(a)之I-I線截面圖，圖11(c)為圖11(a)之II-II線截面圖。

圖12(a)為圖10之第1基板之立體圖，圖12(b)為形成有內部導波路之圖10之第1基板的立體圖。

圖13(a)為安裝有發光元件之圖10之第1基板之立體

圖，圖13(b)為插入有光纖之圖10之第1基板之立體圖。

圖14(a)為固定有保持塊之圖10之第1基板之立體圖、圖14(b)為圖10之光纖之立體圖。

圖15係顯示圖10之第1溝之底面與內部導波路之核心部之關係的正面截面圖。

圖16係顯示本發明之第2實施形態之第1變形例之第1基板，圖16(a)為第1基板之立體圖，圖16(b)為第1基板之正面截面圖。

圖17係本發明之第2實施形態之第2變形例之第1基板之正面截面圖。

圖18係顯示本發明之第2實施形態之第3變形例之第1基板，圖18(a)為第1基板之立體圖，圖18(b)為第1基板之側面截面圖。

圖19係顯示本發明之第2實施形態之發光元件側之內部導波路之核心部之變形例，圖19(a)為核心部之平面圖，圖19(b)為圖19(a)之核心部之正面截面圖，圖19(c)係顯示核心部之其他變形例之平面圖，圖19(d)為核心部之進一步其他之變形例之平面圖。

圖20係顯示本發明之第2實施形態之受光元件側之內部導波路之核心部之變形例，圖20(a)為核心部之平面圖，圖20(b)為圖20(a)之核心部之正面截面圖，圖20(c)係顯示核心部之其他變形例之平面圖，圖20(d)係顯示核心部之進一步其他之變形例之平面圖。

圖21係本發明之第2實施形態之於第2基板接著固定有

光纖之被覆部之第1例之側面截面圖。

圖22係本發明之第2實施形態之於第2基板接著固定有光纖之被覆部之第2例之側面截面圖。

圖23係顯示本發明之第2實施形態之多通道之光模組之第1基板，圖23(a)為第1基板之立體圖，圖23(b)為第1基板之正面截面圖。

圖24係顯示本發明之第2實施形態之變形例第1基板，且於基板表面全體形成有氧化膜層之第1基板之截面圖。

圖25係顯示本發明之第2實施形態之其他變形例第1基板，且藉由僅於遮蔽部之表面部分的除去形成於基板表面之氧化膜層，而形成除去部分之第1基板之截面圖。

圖26係顯示本發明之第2實施形態之進一步其他變形例第1基板，且為於遮蔽部配置有光吸收體之第1基板之截面圖。

圖27(a)係本發明之第2實施形態之第2溝之其他變形例之截面圖，圖27(b)係本發明之第2實施形態之第2溝之進一步其他之變形例之截面圖。

圖28係有關於本發明之第2實施形態之光模組之其他變形例，圖28(a)係於第2基板之上面配設有連接器之光模組之截面圖，圖28(b)係於第2基板之上面配設有電性端子之光模組之截面圖。

【主要元件符號說明】

[0188]1...第1基板

1b、1b-1, 1b-2...第2溝

1a、1a-1, 1a-2...第1溝

1c...第3溝

1d...後端部	23...被覆部
1e, 1f, 1g...分隔壁部分	24...保持塊
1h...傾斜部分	25...被覆體
2...光纖（外部導波路）	W1～W3...幅度
3...第1基板	26...凸形層（吸收體）
4a, 4b...IC基板	32...除去部分
6...第2基板（其他基板）	34...氧化膜層
8...屏蔽盒	35...光吸收體
8a...貫通孔	100...第1基板
10d...立起傾斜部	100b...第2溝
10e、100e...第2溝之傾斜面	100f...底面
10f、100f...第2溝之底面	100e...傾斜面
12a...發光元件（光元件）	107...連接器
12b...受光元件（光元件）	200...第1基板
12c...焊料	200b...第2溝
13...光學透明樹脂	200e...傾斜面
14...接著劑	200f...底面
15...鏡部	200i...連接部
16-1, 16-2...內部導波路	207...電性端子
17...核心部	207a...其他連接器
18...包覆部	d...洩漏光
20...接著劑	L1, L2...長度
21...光纖核心部	S...距離
22...光纖包覆部	P...間隔

七、申請專利範圍：

1. 一種光模組，其特徵在於包含有：

基板，係於表面形成有複數第 1 溝；

內部導波路，係分別設置於前述複數之第 1 溝內並且具有核心部；

光路變換用之鏡部，係分別形成於前述複數之第 1 溝之前端部；及

光元件，經由前述鏡部而朝前述內部導波路之核心部發出光信號，或者經由前述鏡部而接受來自前述內部導波路之核心部之光信號，

其中，前述基板之前述複數第 1 溝在獨立狀態下略平行地形成，且相鄰之前述第 1 溝之距離前述基板之端面的長度互異，

前述光元件分別安裝於前述基板之前述表面，而與分別形成於該長度不同之前述第 1 溝之前端部之前述鏡部對向。

2. 如申請專利範圍第 1 項之光模組，其中前述複數個光元件包含有發光元件與受光元件，

前述發光元件安裝於前述基板之前述表面，而與形成於前述內部導波路之前端部之鏡部對向，且前述鏡部之長度比光結合於前述受光元件之前述內部導波路還短。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之光模組，其中更具有外部

導波路，該外部導波路具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，

於前述基板之前述表面形成與前述內部導波路之前述第 1 溝相連之第 2 溝，

藉由於前述第 2 溝嵌入固定前述外部導波路，設定成使前述內部導波路之光軸與前述外部導波路之光軸一致。

4. 如申請專利範圍第 3 項之光模組，其中於相鄰之前述第 2 溝之間形成有分隔壁部分，而不與前述相鄰之第 1 溝之間之分隔壁部分中斷。
5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之光模組，其中更具有外部導波路，該外部導波路具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，且前述外部導波路為複數通道之光纖。
6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之光模組，其中更具有外部導波路，該外部導波路具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，且前述外部導波路為複數通道之可撓性導波路膜。
7. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之光模組，其中前述各光元件之間之基板之表面形成有與前述內部導波路之包覆部相同材料之凸形層。
8. 如申請專利範圍第 1 項之光模組，其中更具有外部導波路，該外部導波路具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，且於前述基板之前述表面，比前述複

- 數第 1 溝深且截面略 V 字形之複數第 2 溝與該第 1 溝連續形成，前述外部導波路具備設置於前述第 2 溝內之光纖包覆部、及具有為該外部導波路之前述核心部之光纖核心部之光纖。
9. 如申請專利範圍第 1 項之光模組，其中更具有外部導波路，該外部導波路具有與前述內部導波路之前述核心部光結合之核心部，且於前述基板之前述表面，比前述複數第 1 溝深之複數第 2 溝與該第 1 溝連續形成，前述外部導波路具備設置於前述第 2 溝內之光纖包覆部、及具有為該外部導波路之前述核心部之光纖核心部之光纖，前述第 2 溝具備以預定之幅度形成之底面、及分別連接於前述底面之幅度方向之兩端且支持前述光纖包覆部之外周之傾斜面。
10. 如申請專利範圍第 9 項之光模組，其中前述內部導波路之前述核心部具有斜面，該斜面是當前述光元件為發光元件時，由前述鏡部朝向與前述光纖之前述光纖核心部之連接端部，前述核心部之幅度漸漸地變細。
11. 如申請專利範圍第 9 項之光模組，其中前述內部導波路之前述核心部具有斜面，該斜面係當前述光元件為受光元件時，由與前述光纖之前述光纖核心部之連接端部朝向前述鏡部，前述核心部之幅度漸漸地變細。
12. 如申請專利範圍第 9 項之光模組，其中前述內部導波路之前述核心部之幅度比前述第 1 溝之上端之幅度狹小。
13. 如申請專利範圍第 9 項之光模組，其中前述第 1 溝之截

面形狀為略梯形，且前述第 1 溝之底面之幅度比前述內部導波路之前述核心寬。

14. 如申請專利範圍第 9 項之光模組，其中於前述基板之前述表面，形成連續於前述第 2 溝且比前述第 2 溝深之第 3 溝，並且前述第 3 溝與前述光纖之被覆部接著。
15. 如申請專利範圍第 9 項之光模組，其中前述基板設置於尺寸比前述基板大之其他基板，並且於前述其他基板固定有前述光纖之被覆部。
16. 如申請專利範圍第 9 項之光模組，其中前述基板設置於尺寸比前述基板大之其他基板，並且於前述光纖之被覆部之外周固定被覆體，且於前述其他基板固定有前述被覆體。

八、圖式：

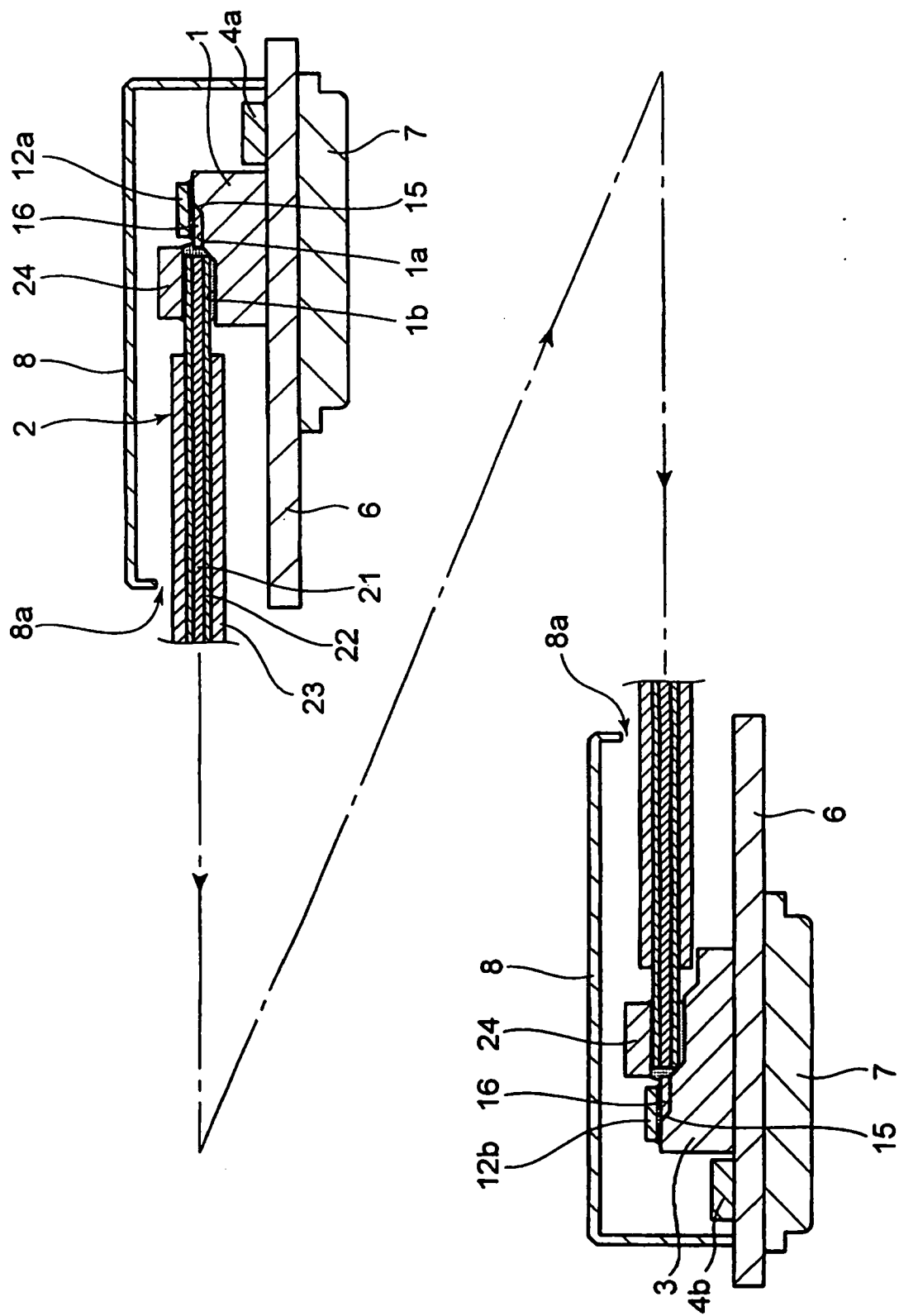


圖 1

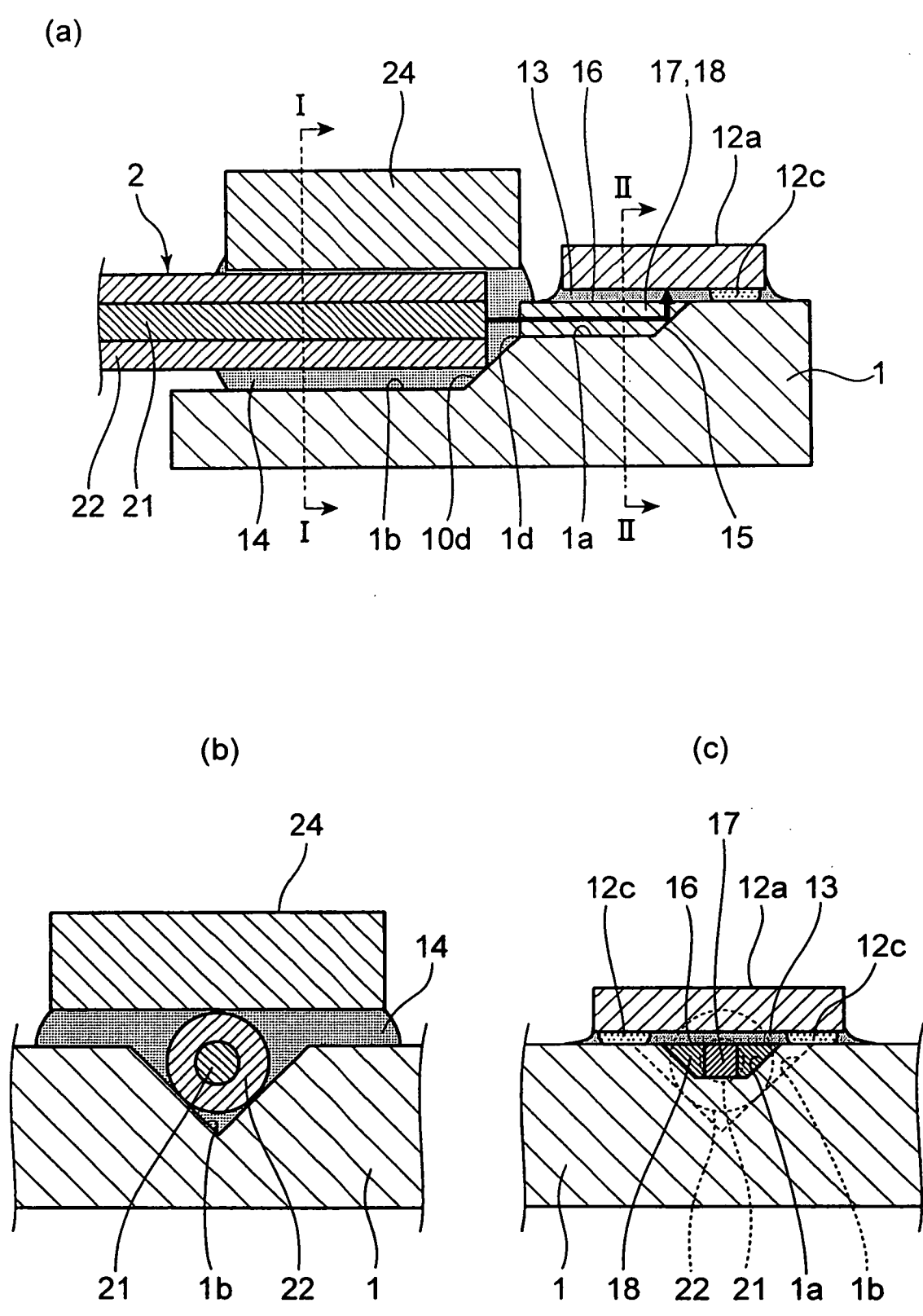


圖 2

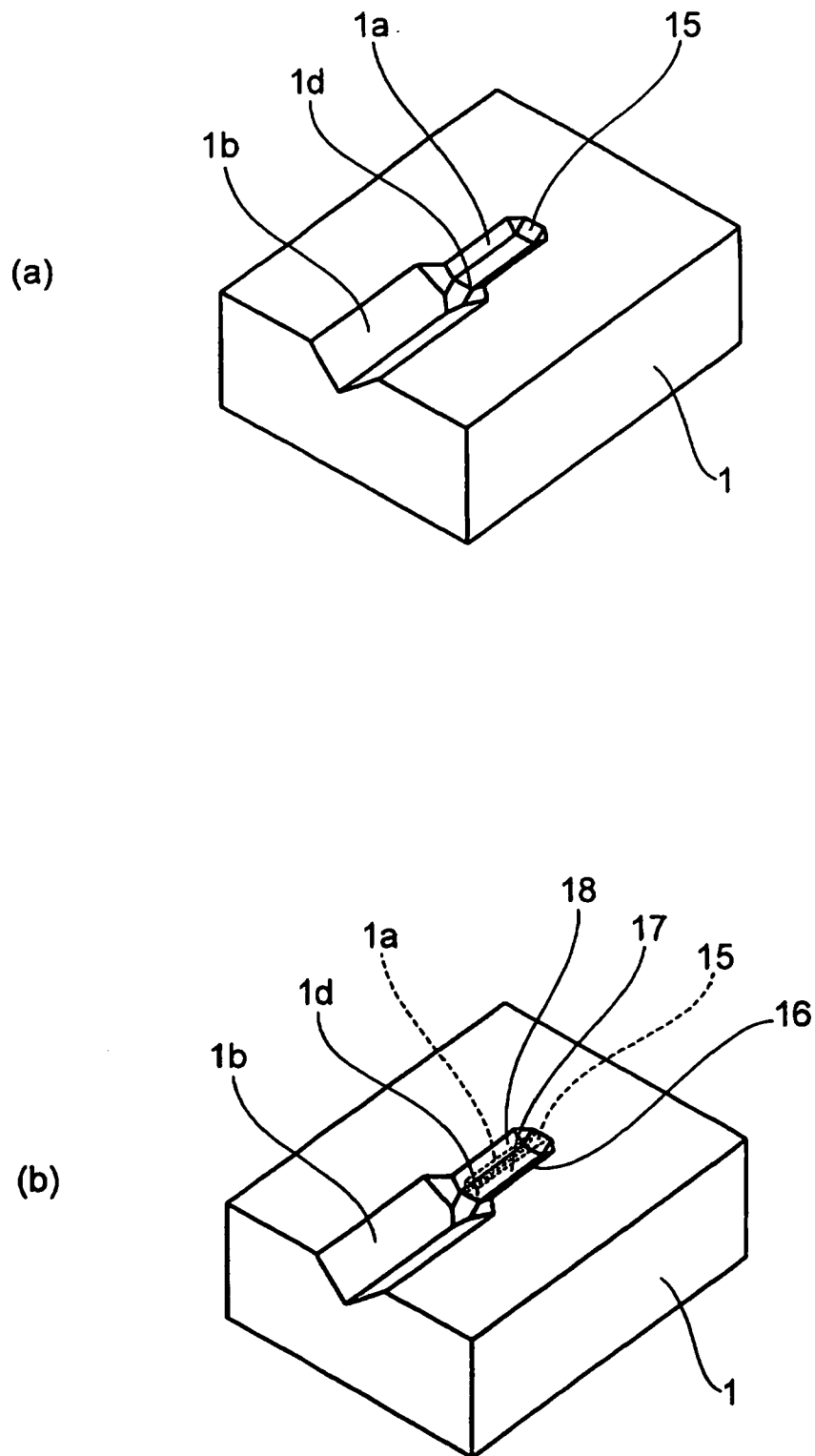


圖 3

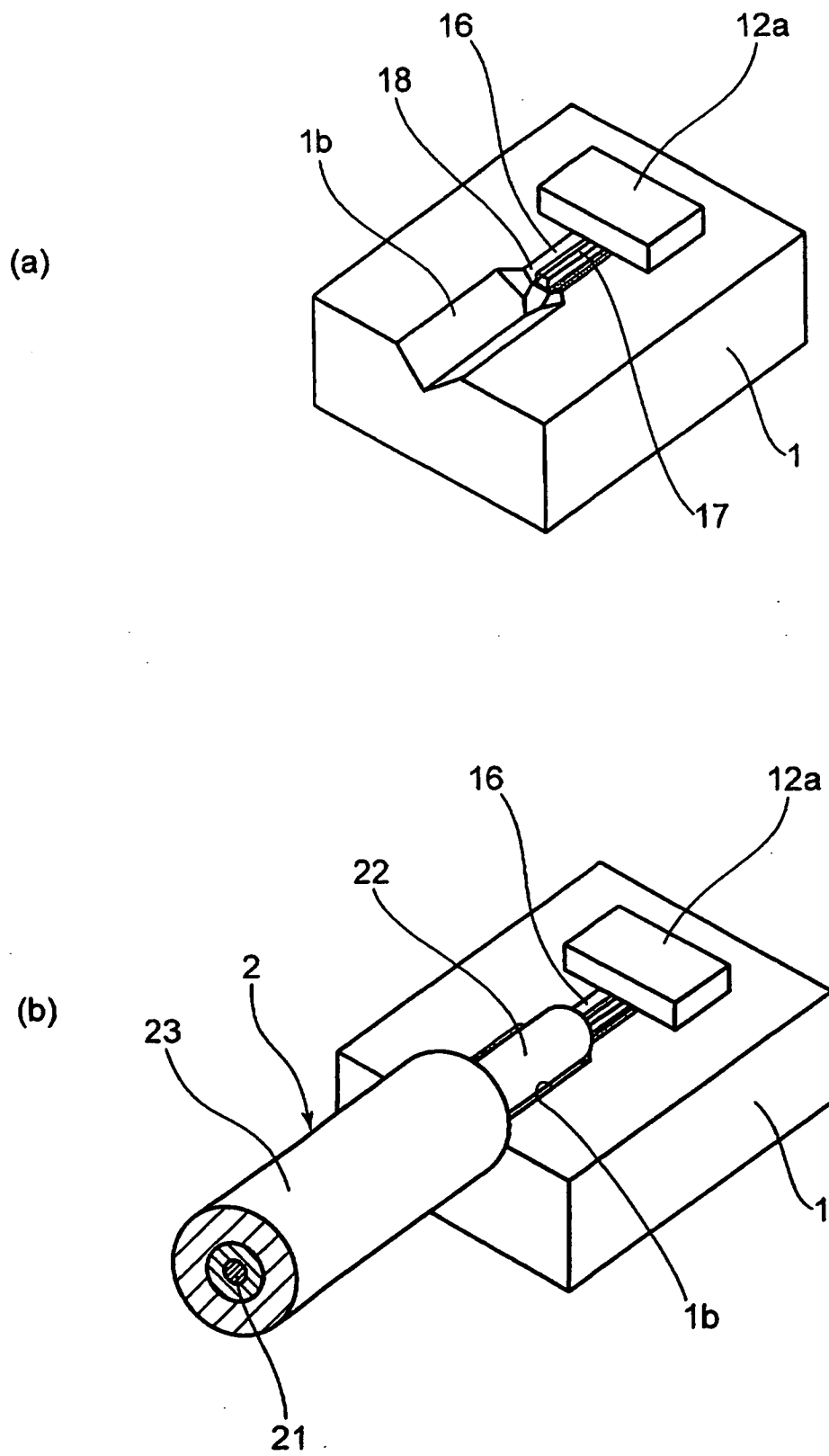


圖 4

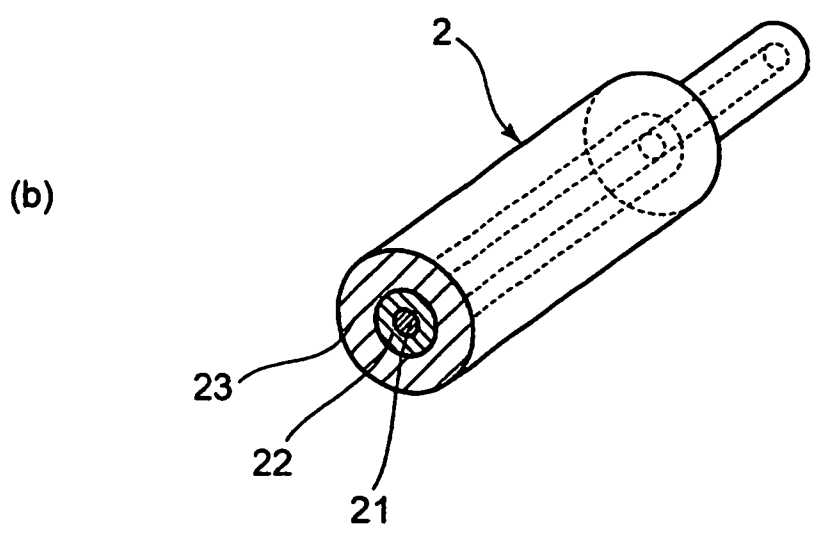
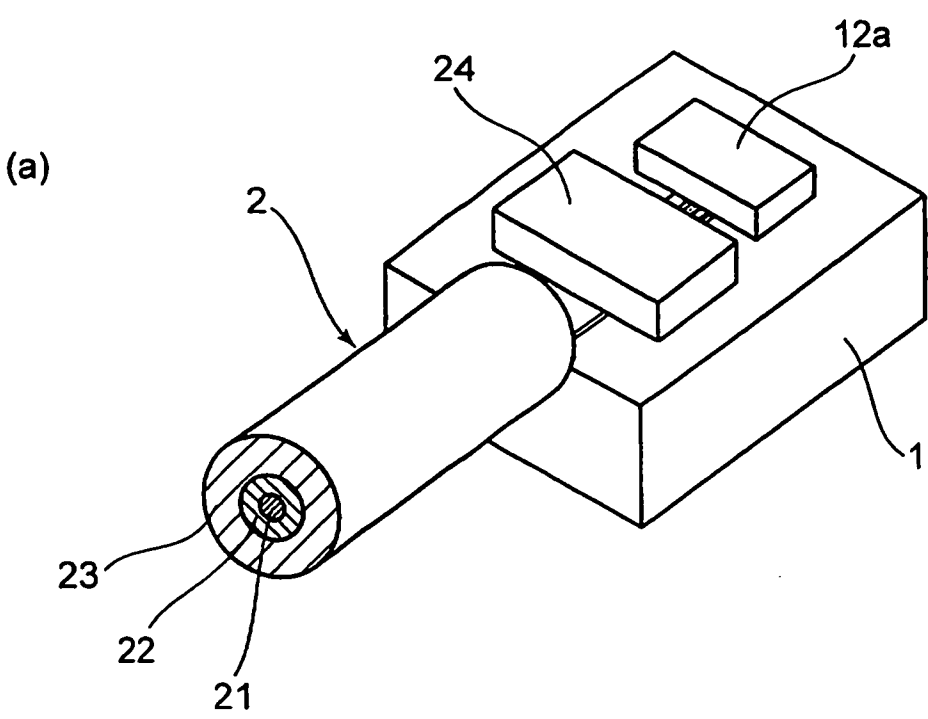


圖 5

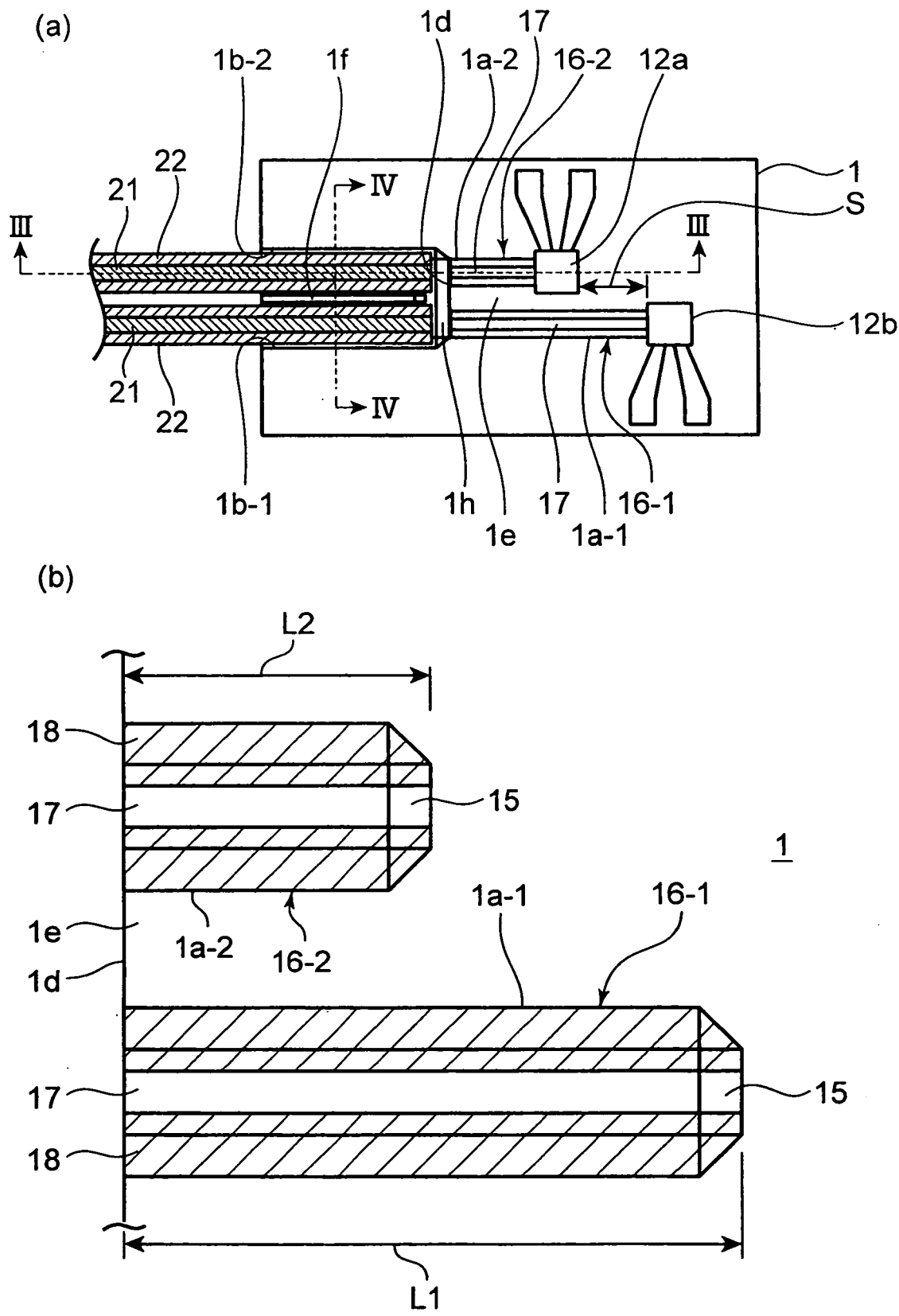


圖 6

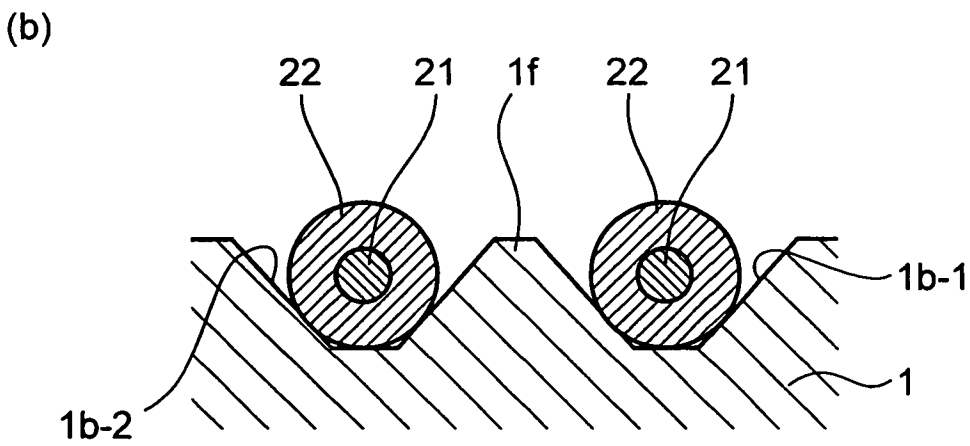
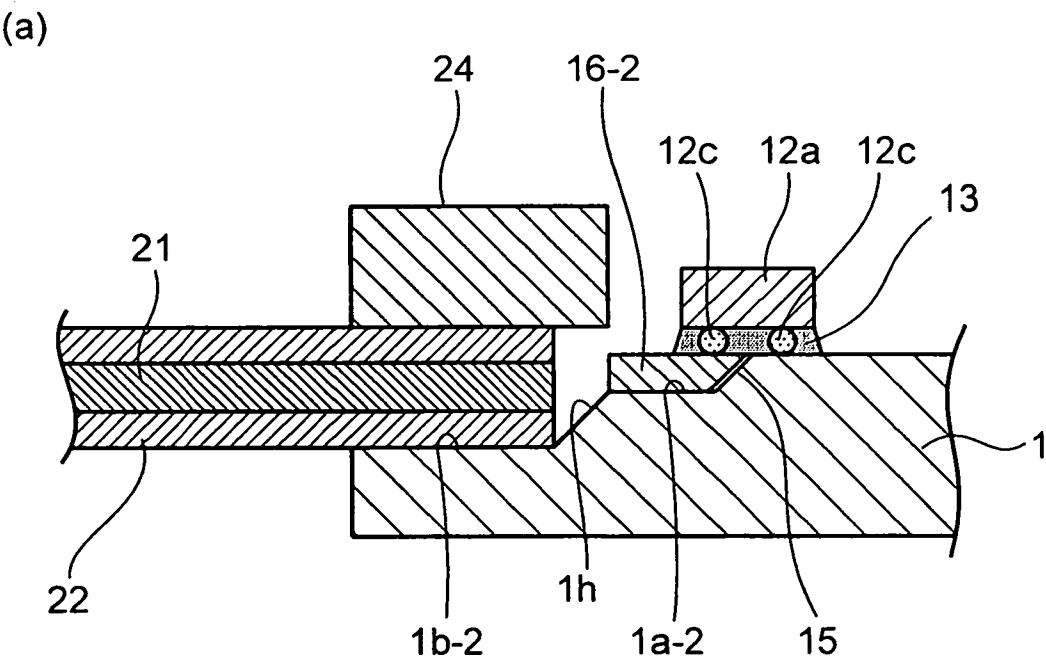


圖 7

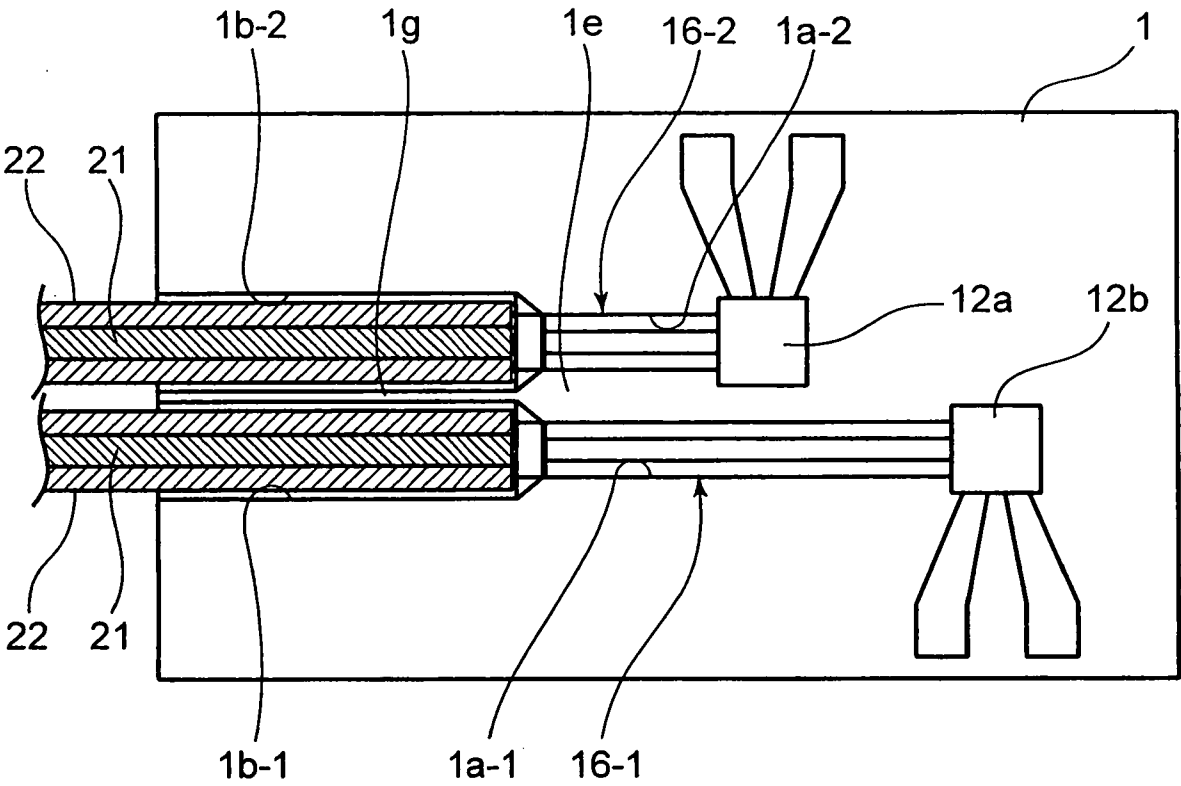


圖 8

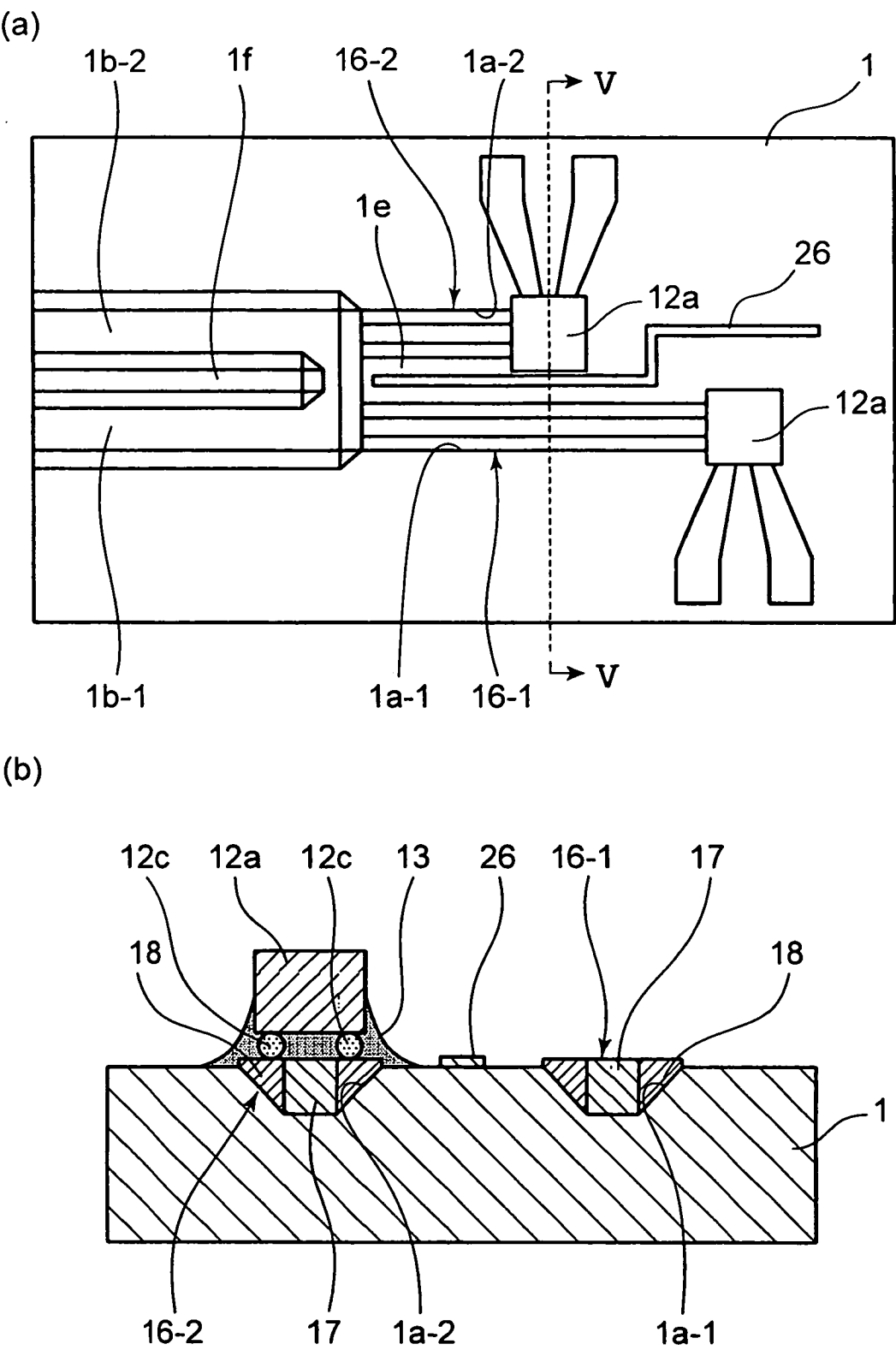


圖 9

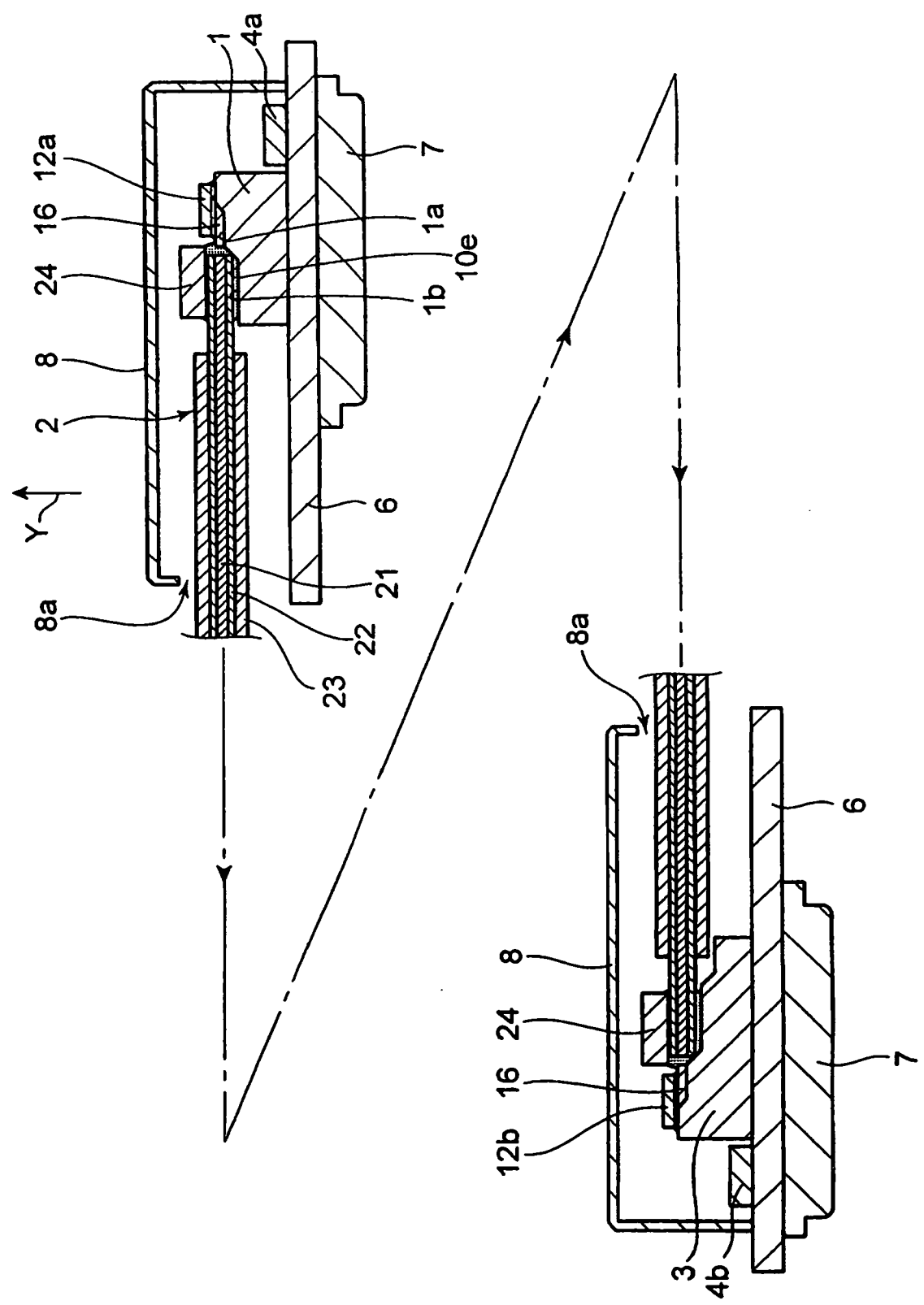


圖 10

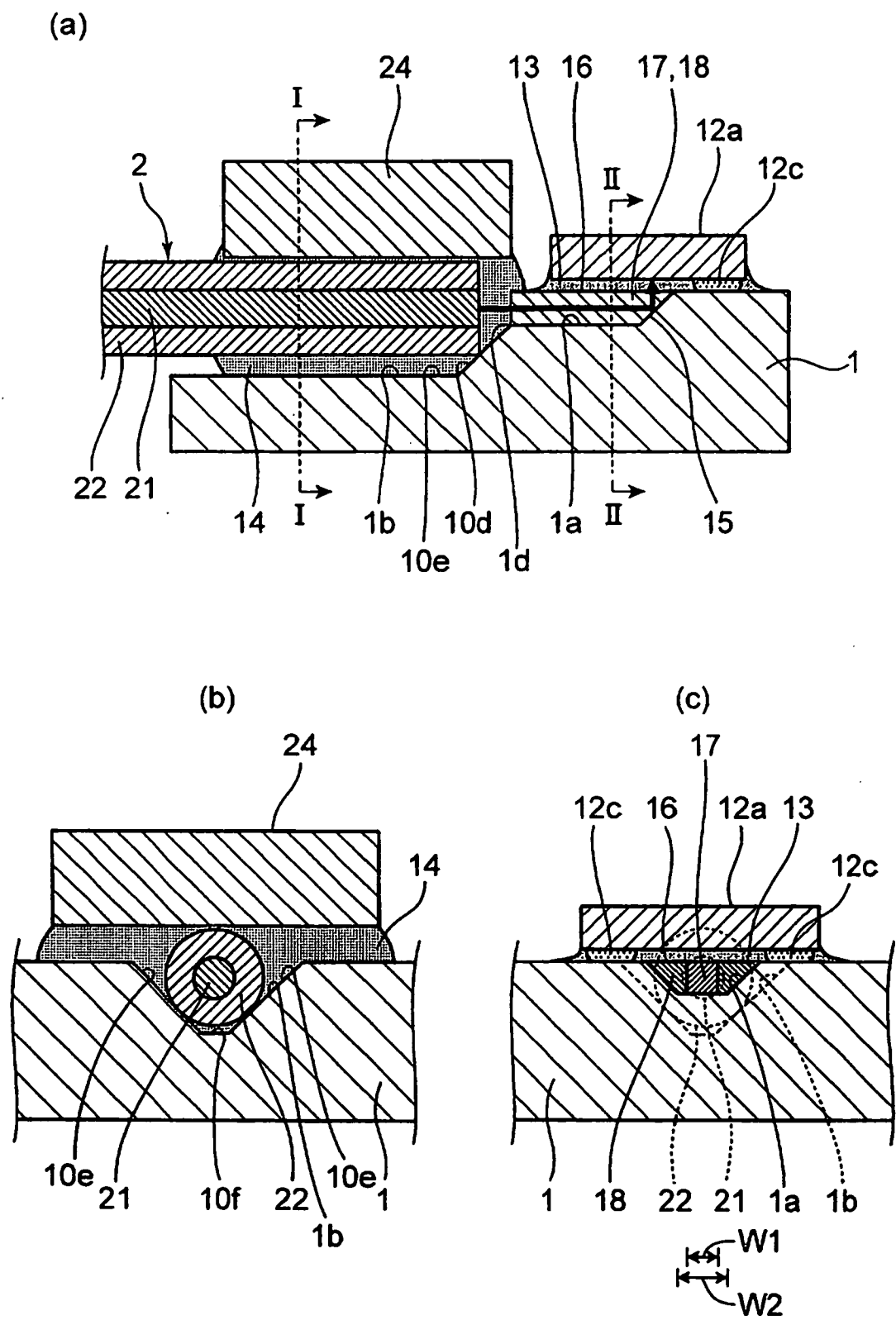


圖 11

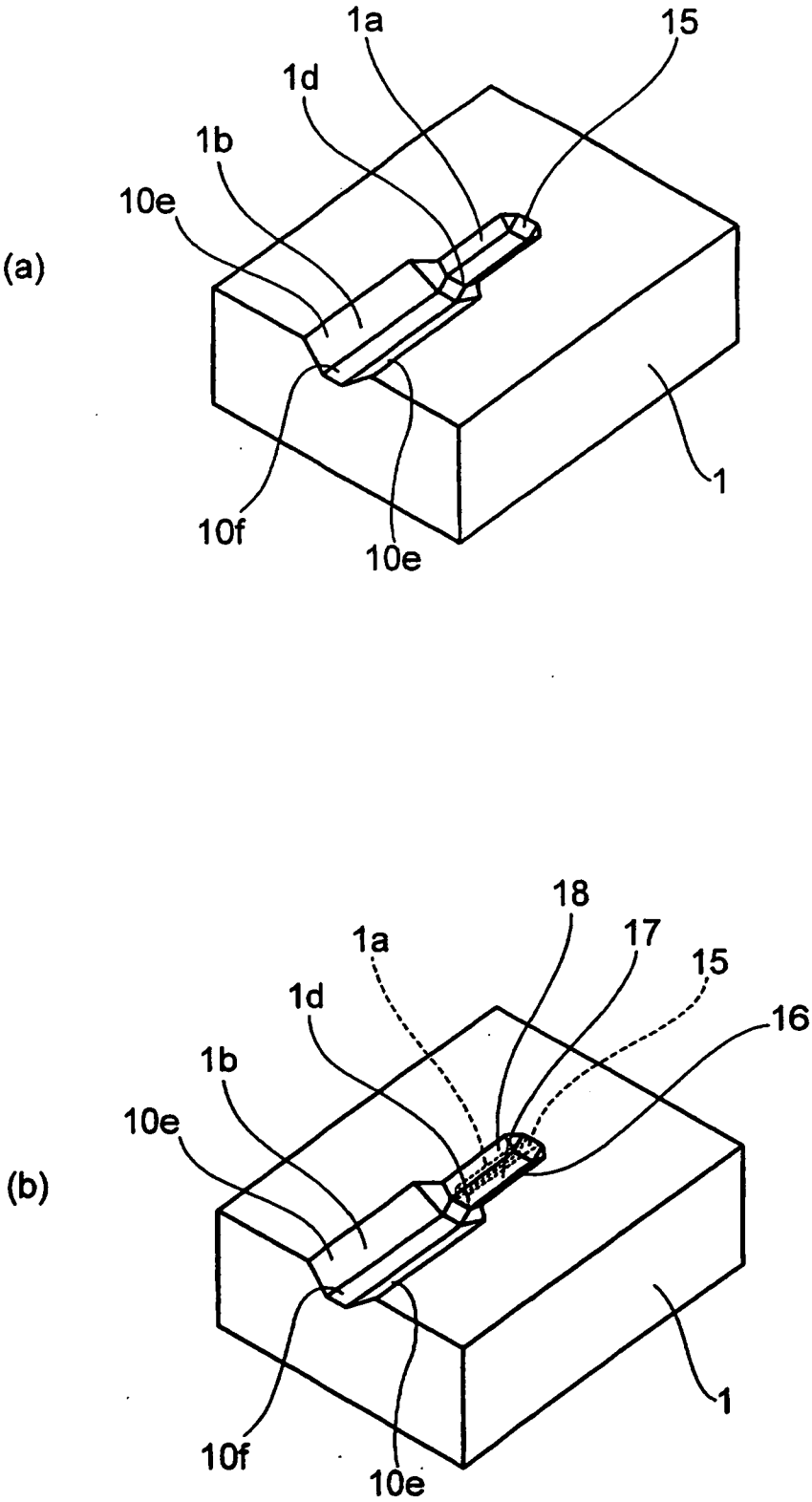


圖 12

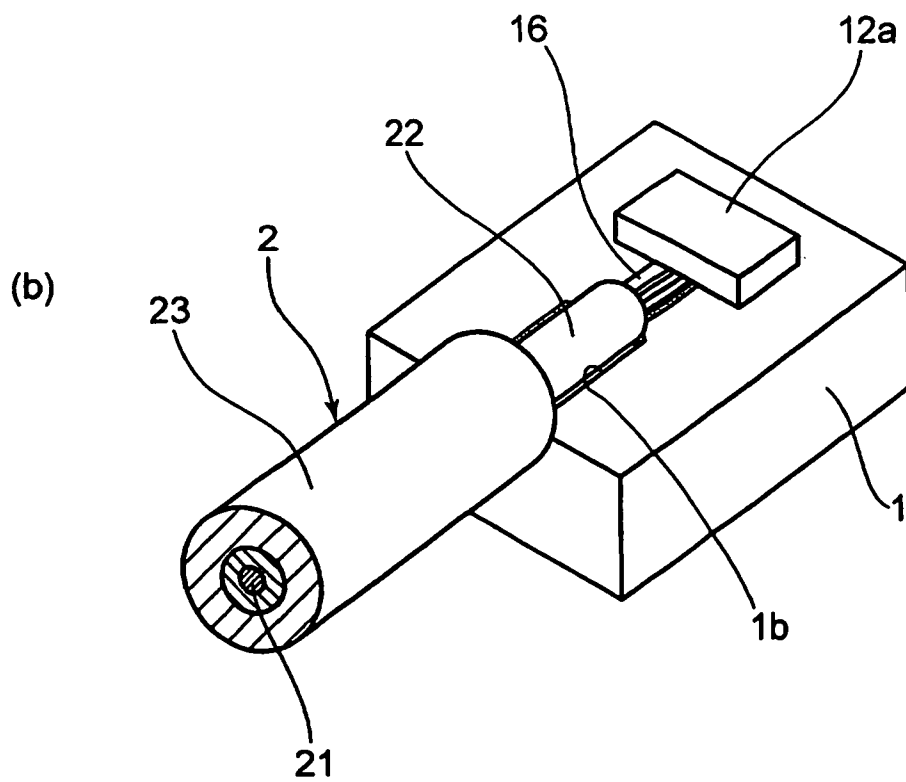
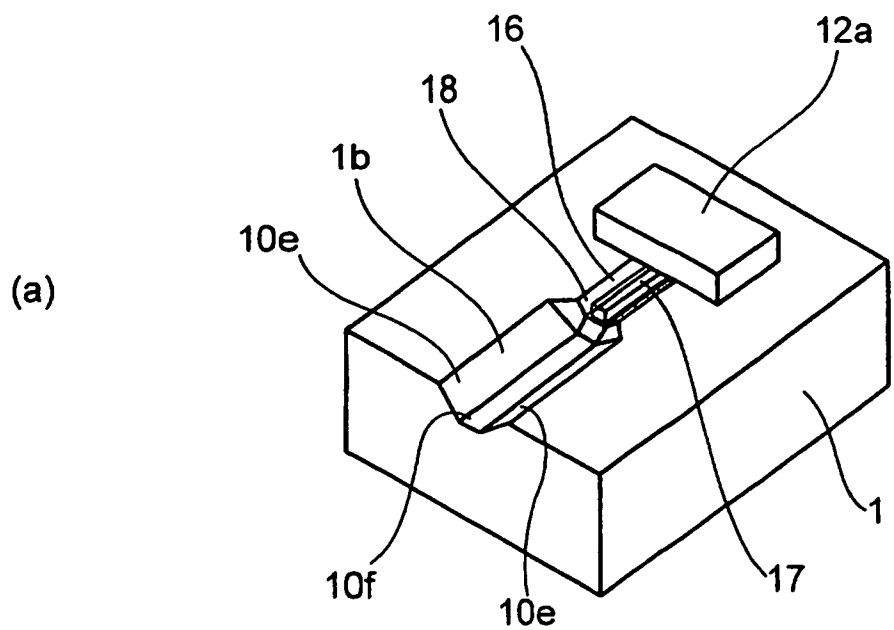


圖 13

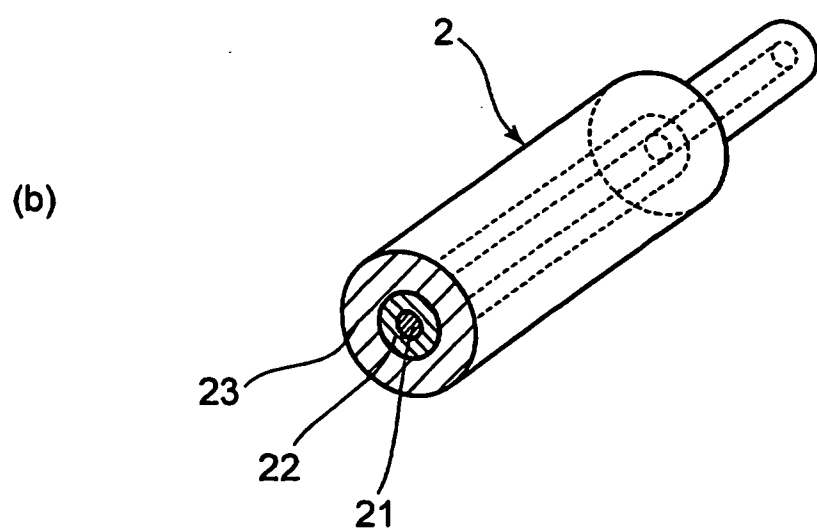
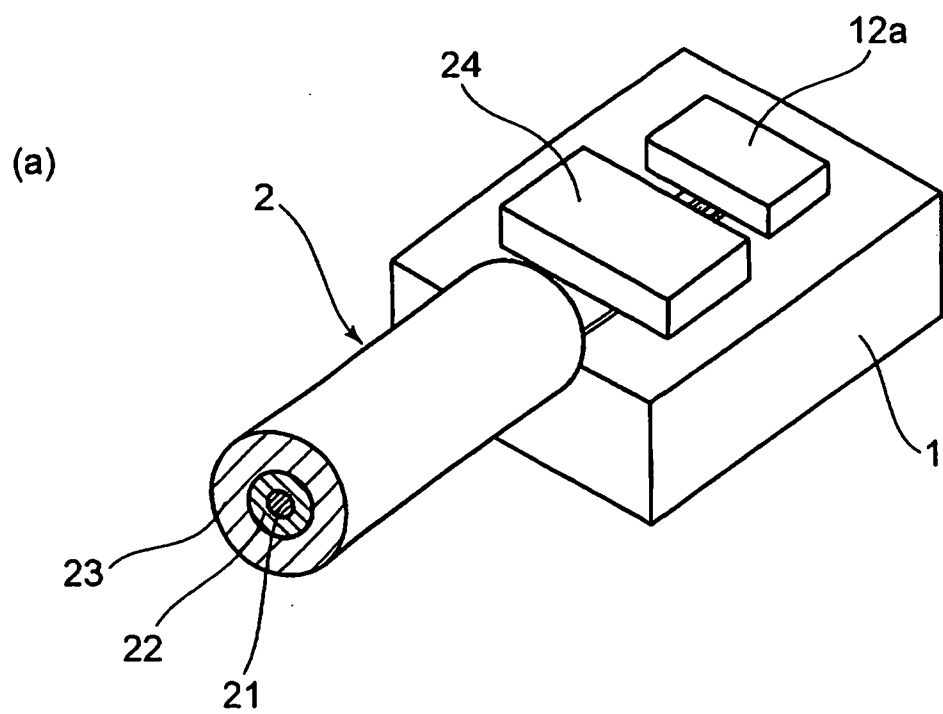


圖 14

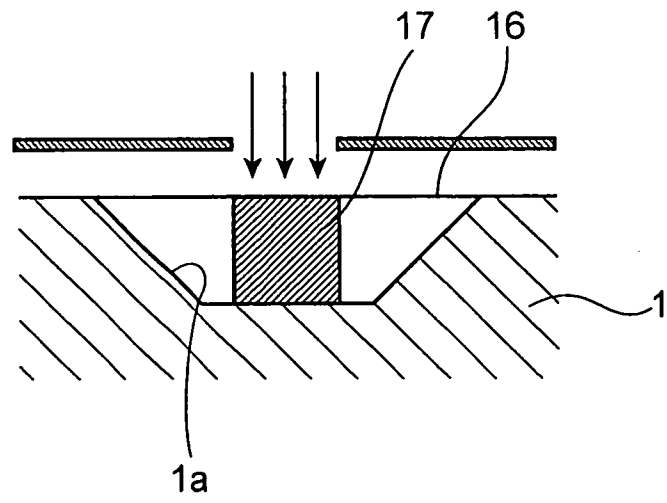


圖 15

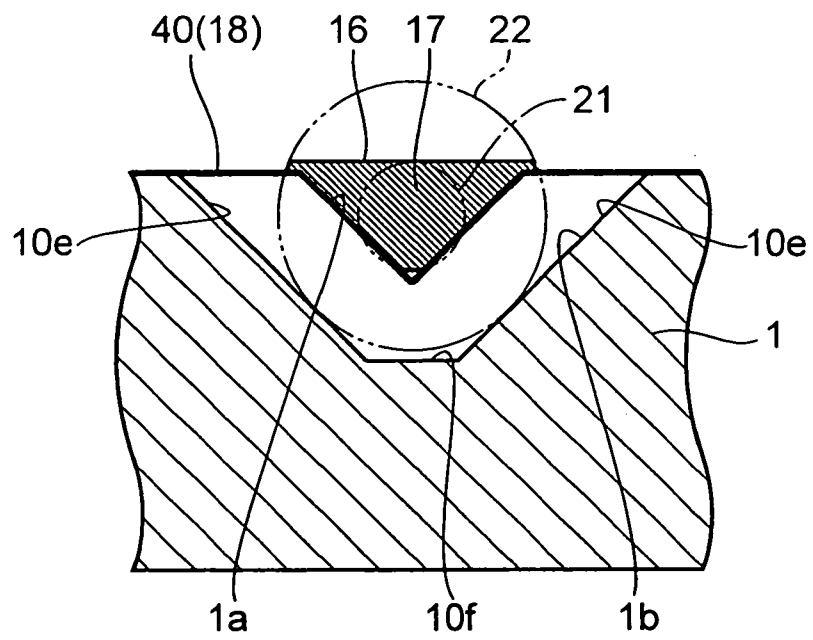


圖 17

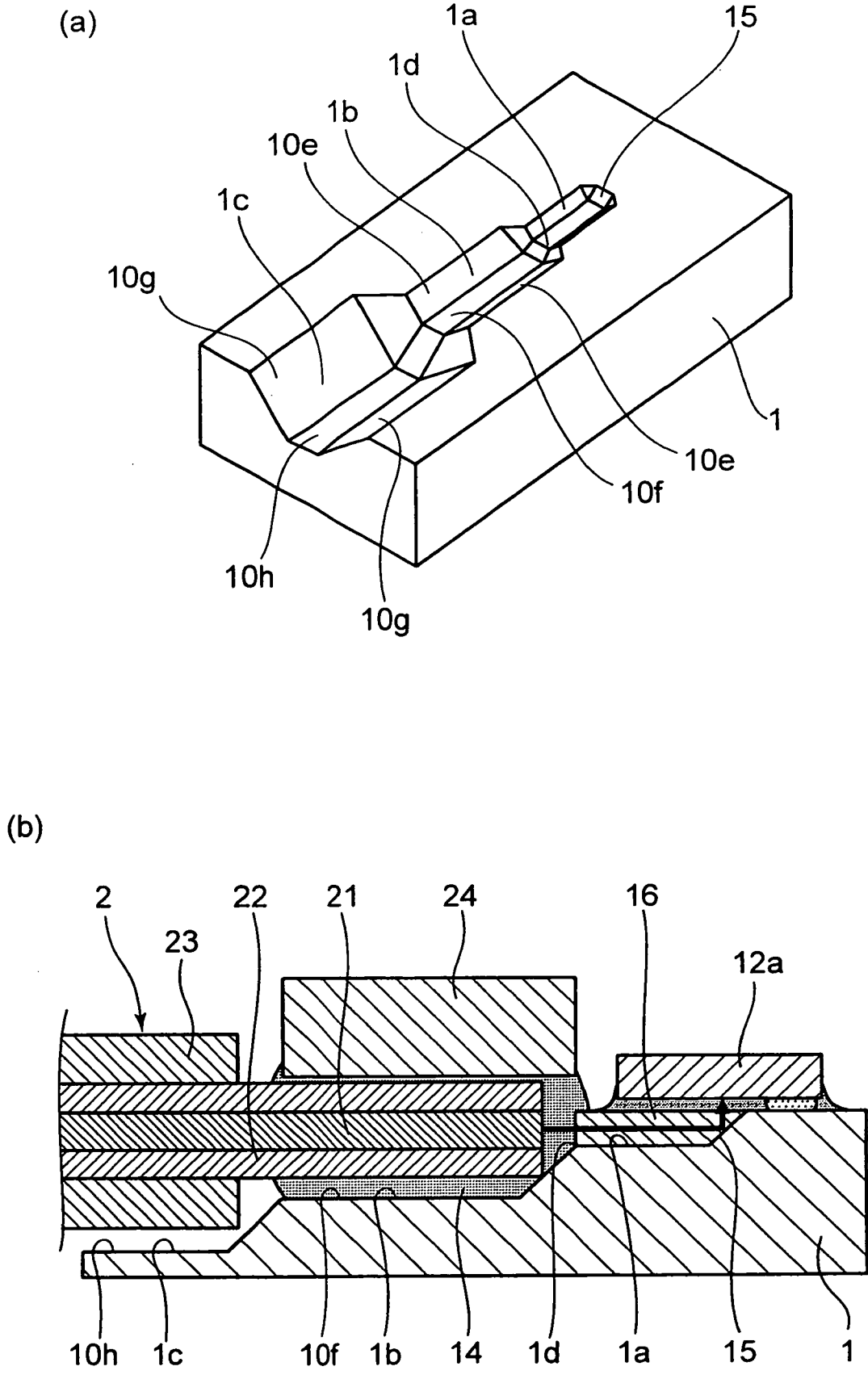
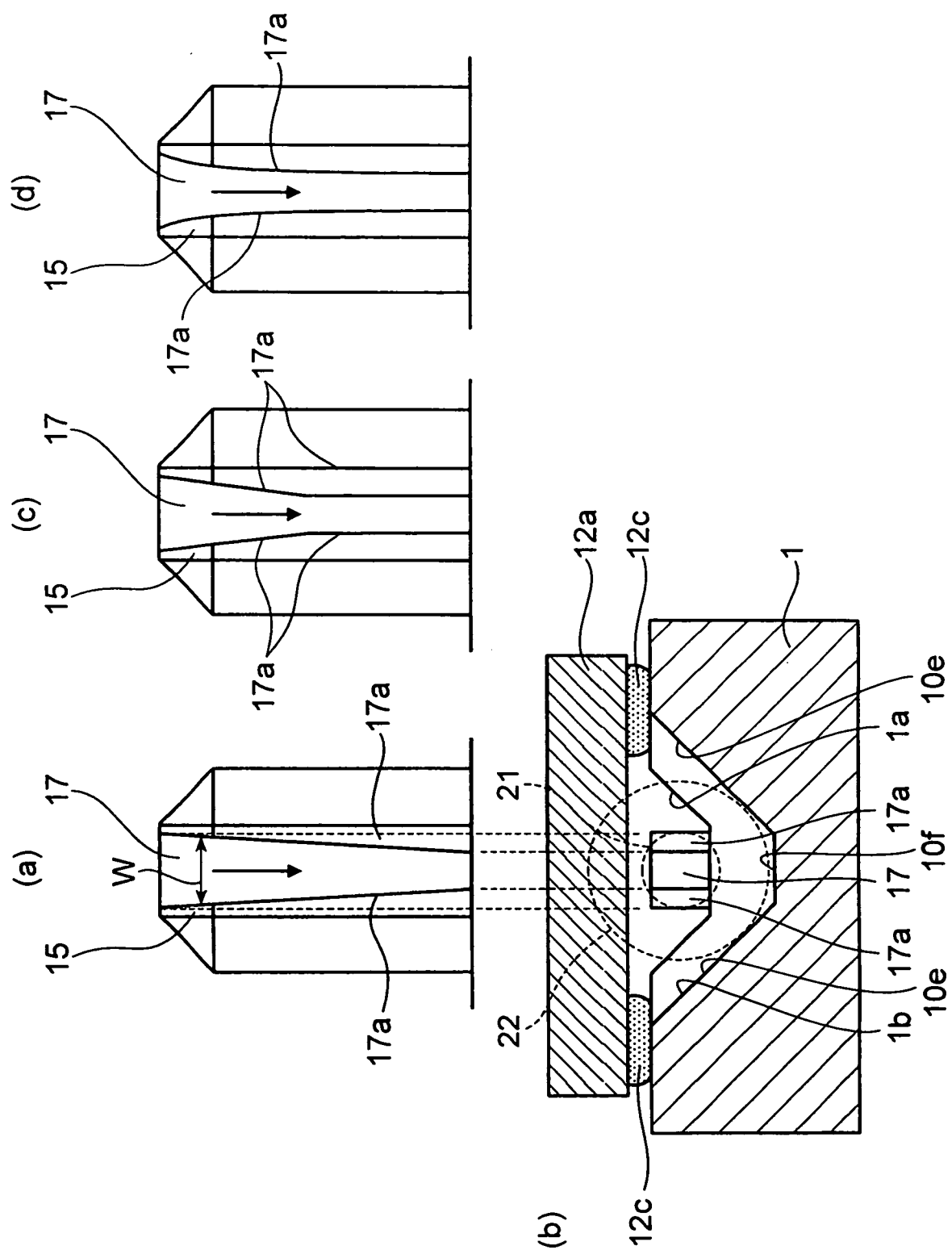
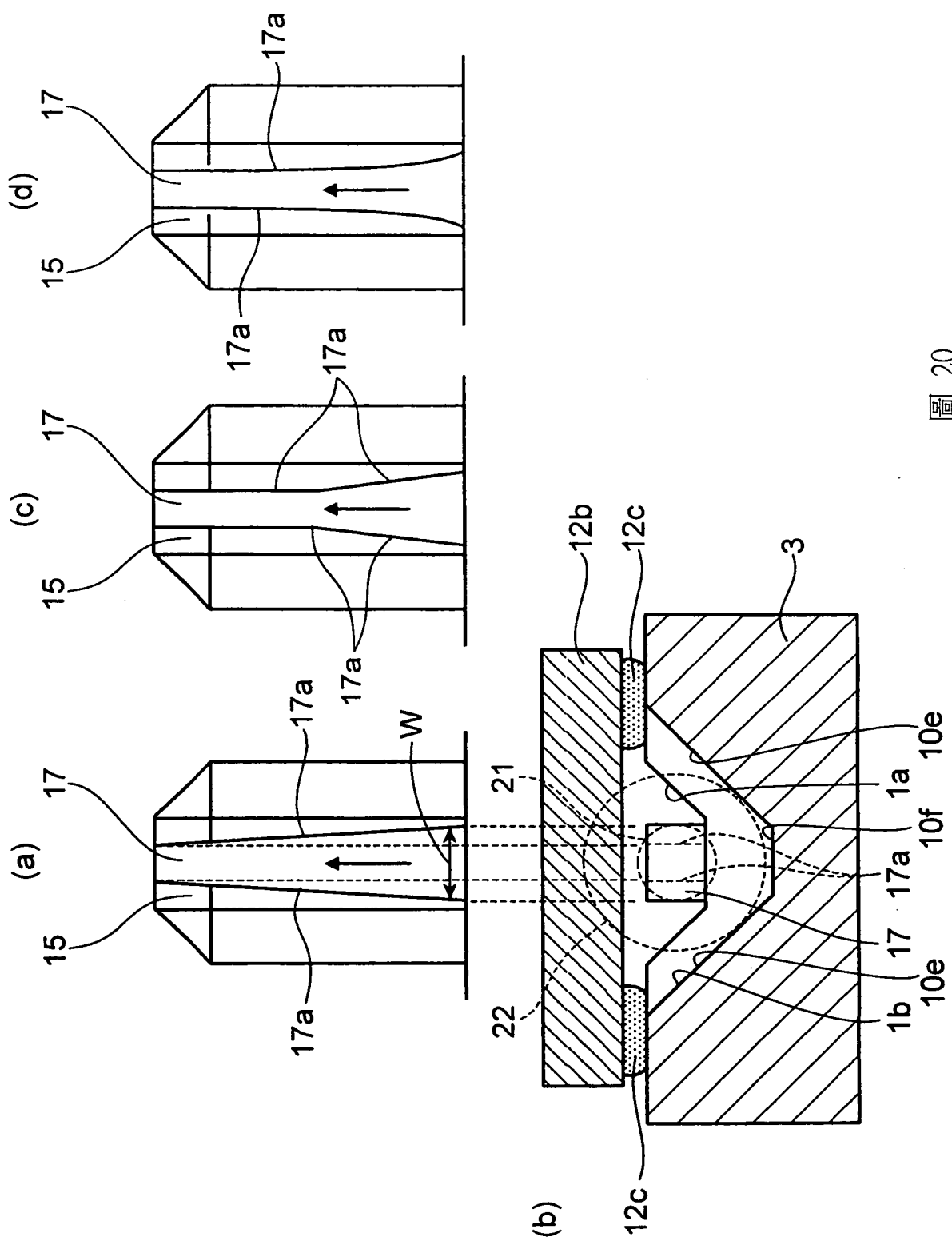


圖 18

19
回

20
回

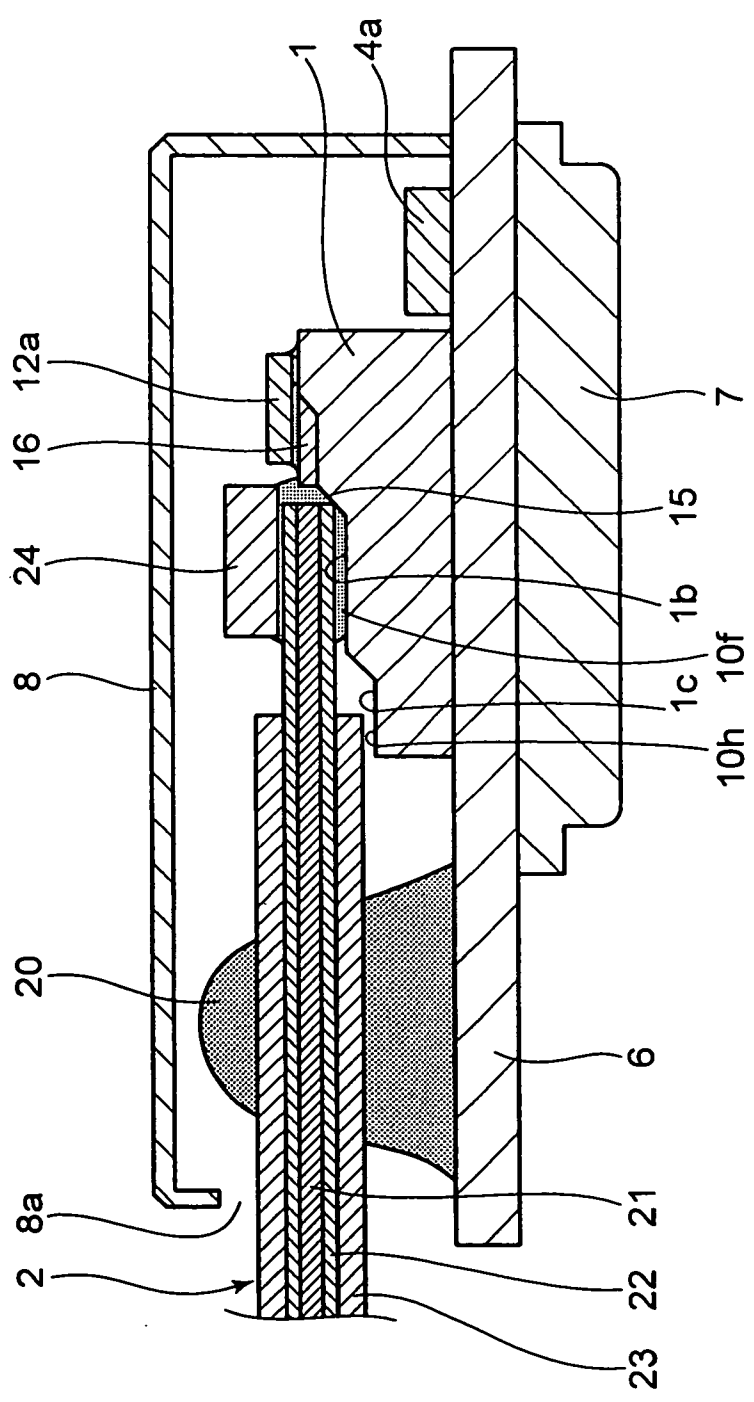


圖 21

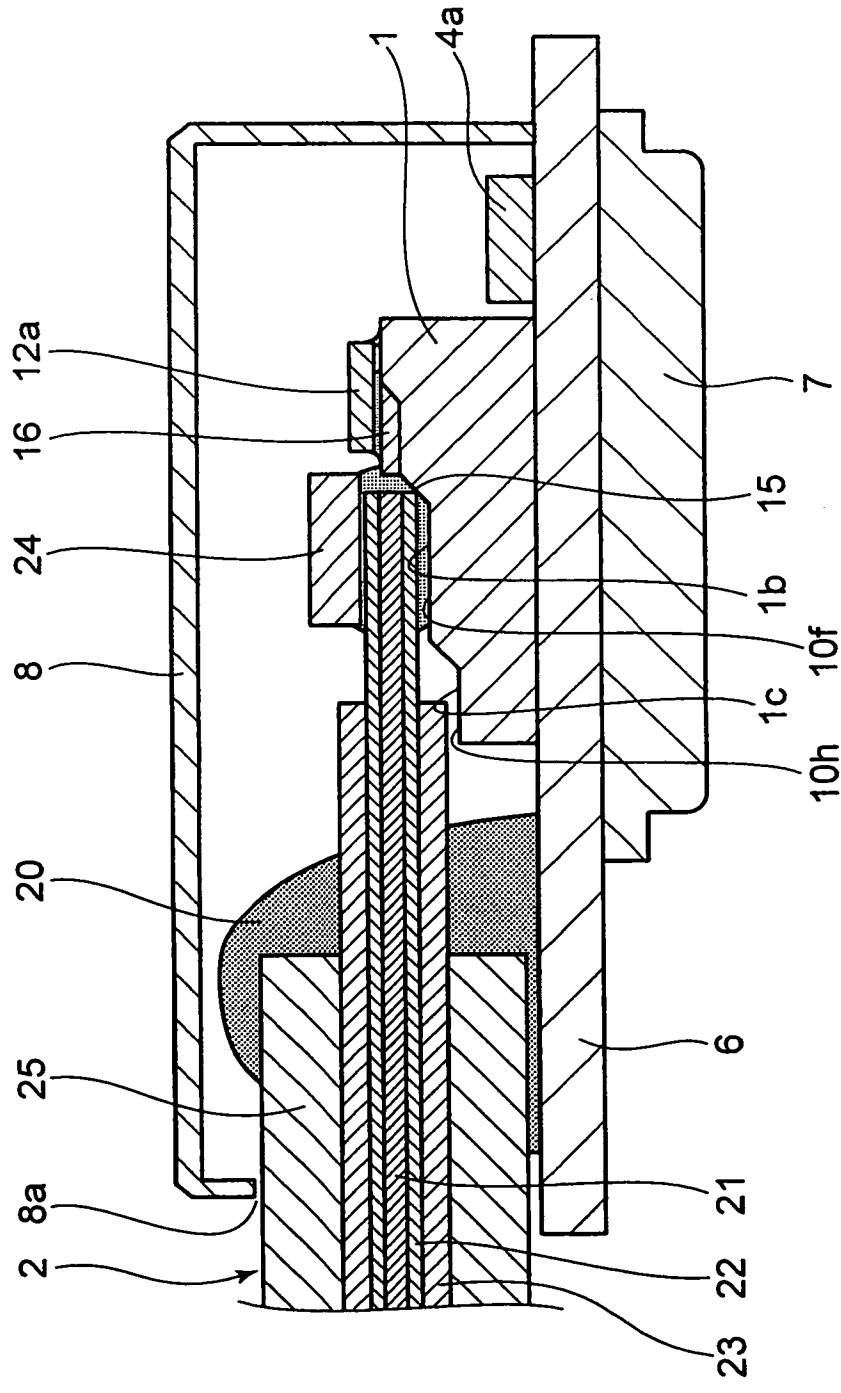
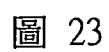


圖 22



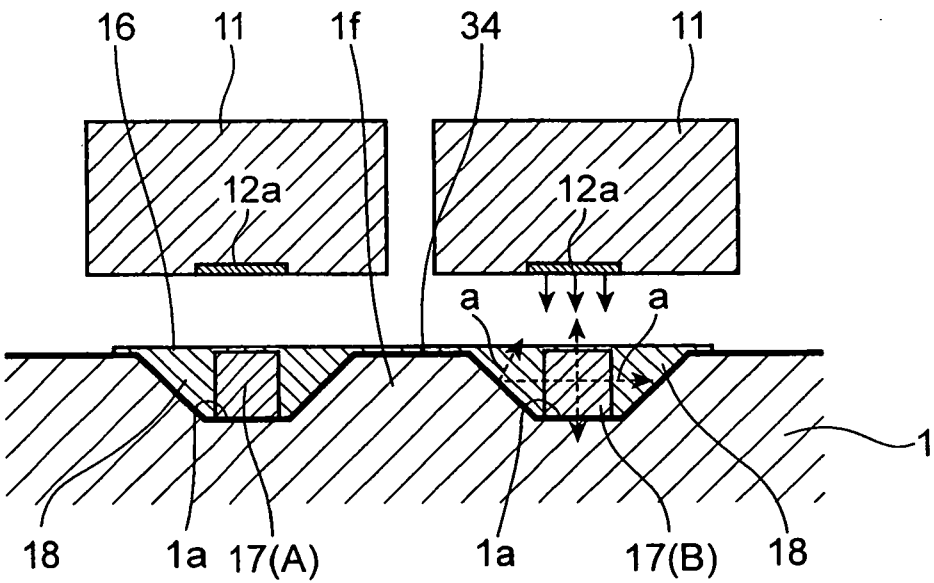


圖 24

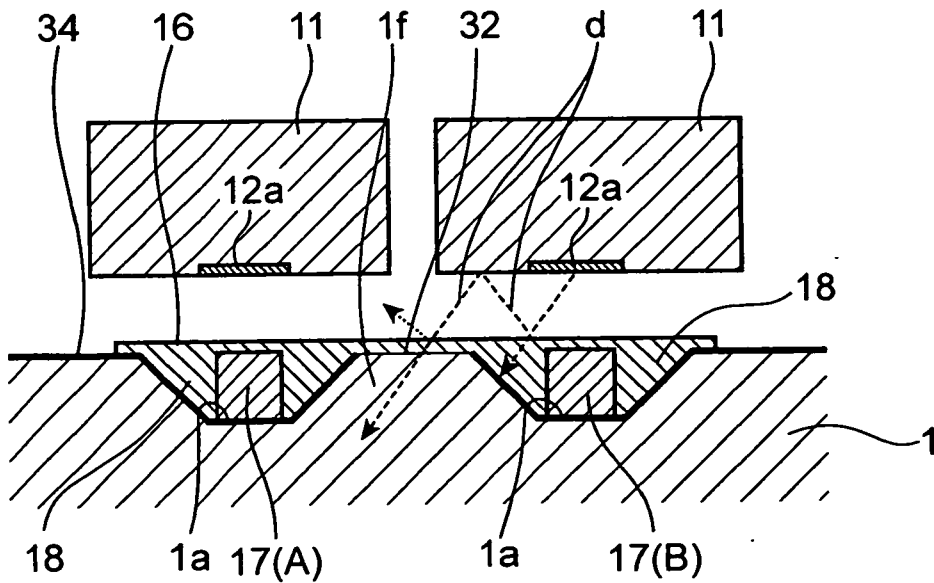


圖 25

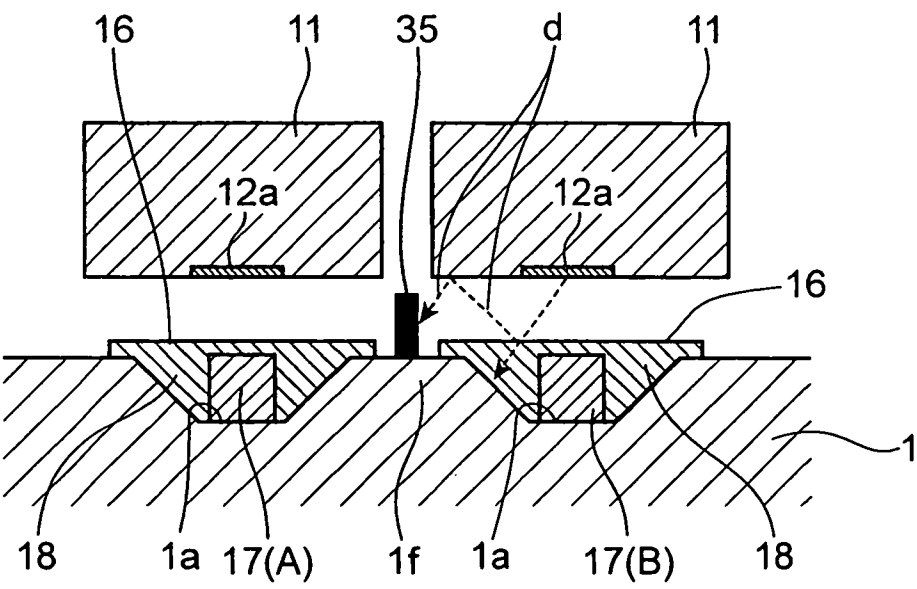


圖 26

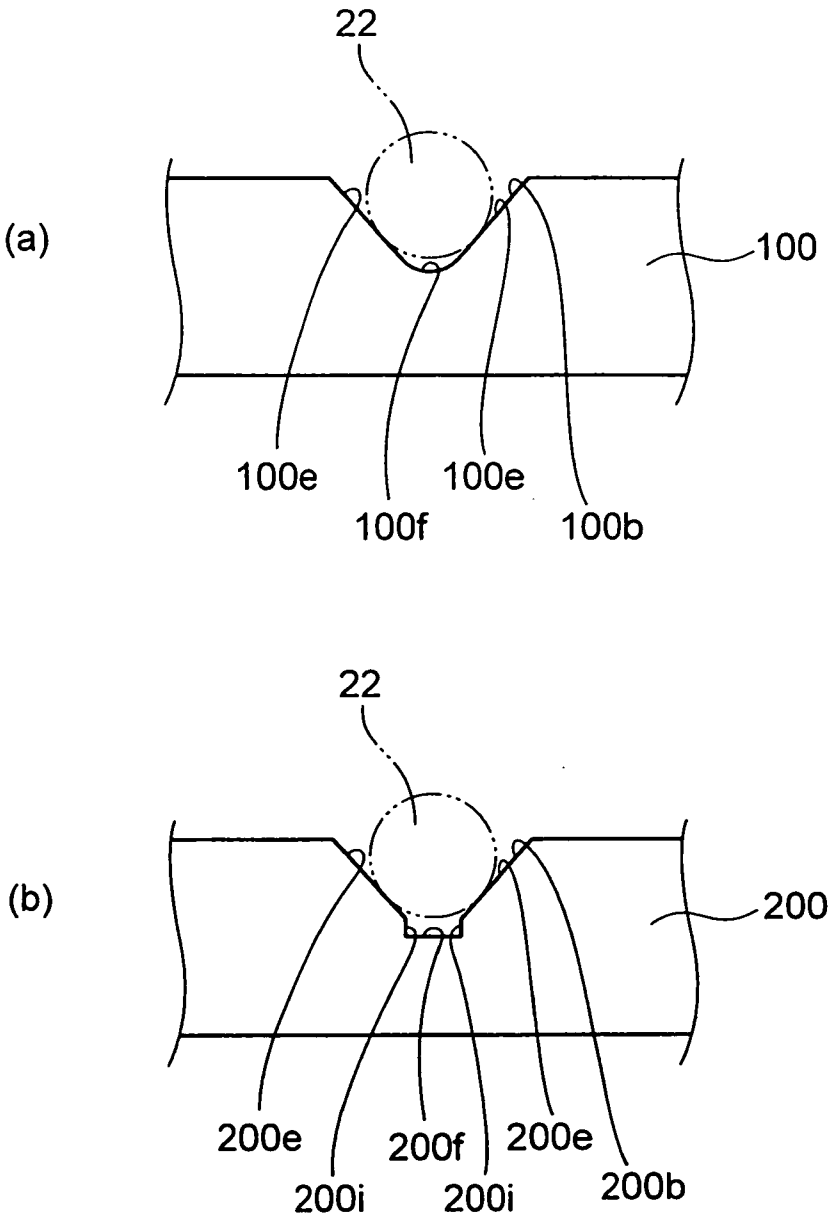


圖 27

