



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202212877 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：110131239

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 08 月 24 日

(51)Int. Cl. : G02B6/032 (2006.01)

G02B6/42 (2006.01)

(30)優先權：2020/08/25 日本

2020-141473

(71)申請人：日商友華股份有限公司 (日本) YOKOWO CO., LTD. (JP)

日本

學校法人千葉工業大學 (日本) CHIBA INSTITUTE OF TECHNOLOGY (JP)

日本

(72)發明人：上網秀樹 KAMITSUNA, HIDEKI (JP)；長瀬亮 NAGASE, RYO (JP)

(74)代理人：洪澄文；洪茂

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：10 共 33 頁

(54)名稱

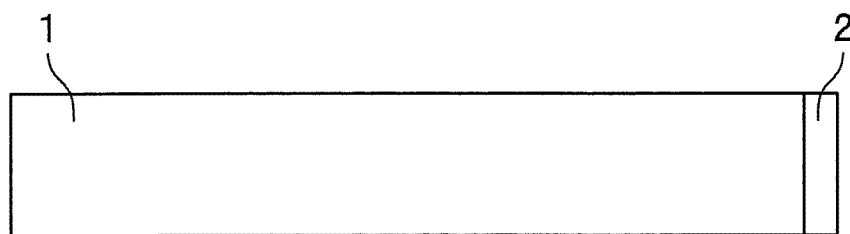
光纖終端構造、光連接元件以及空心光纖

(57)摘要

本發明的光纖終端構造，包括：具有光傳輸的中空部的空心光纖（1）、包覆中空部的平板玻璃（2）、防止透過平板玻璃（2）的光反射的反射防止機構。反射防止機構的例子是在平板玻璃（2）的兩面貼上反射防止膜。平板玻璃（2）的厚度在 100μm 以下為佳。平板玻璃（2）能夠藉由治具與空心光纖（1）的端面黏合。又，本發明的光連接零件是使 2 個光纖終端構造的平板玻璃（2）相向的零件。

指定代表圖：

符號簡單說明：



1: 空心光纖

2: 平板玻璃(光透過構件)

【圖1】



【發明摘要】

【中文發明名稱】 光纖終端構造、光連接元件以及空心光纖

【中文】

本發明的光纖終端構造，包括：具有光傳輸的中空部的空心光纖（1）、包覆中空部的平板玻璃（2）、防止透過平板玻璃（2）的光反射的反射防止機構。反射防止機構的例子是在平板玻璃（2）的兩面貼上反射防止膜。平板玻璃（2）的厚度在100μm以下為佳。平板玻璃（2）能夠藉由治具與空心光纖（1）的端面黏合。又，本發明的光連接零件是使2個光纖終端構造的平板玻璃（2）相向的零件。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:空心光纖

2:平板玻璃（光透過構件）

【發明說明書】

【中文發明名稱】 光纖終端構造、光連接元件以及空心光纖

【技術領域】

【0001】 本發明有關於光纖終端構造、光連接元件以及空心光纖。

【先前技術】

【0002】 連接光纖的光連接零件（光連接器），例如單心類的FC連接器、SC連接器、MU連接器、LC連接器或多心類的MT連接器、MPO連接器等，以將光纖的端面之間物理接觸的技術為基礎開發至今。它們的概要詳述於非專利文獻1。

【0003】 近年來，作為能夠打破習知的石英類光纖的極限的光纖，空心（中空）光纖受到注目（參照專利文獻1）。這個光纖的核心是空氣，這點與核心是實心的玻璃所構成的習知的光纖有很大的不同。空心光纖具有（1）傳輸速度（群速度）約1.45倍、（2）非線性係數為3位數左右的小、（3）分散特性小的優秀特徵。（1）的特徵起因於空氣的折射率比玻璃小，可期望線上交易或線上遊戲的延遲時間縮短。（2）及（3）的特徵則能夠大幅減低使用玻璃（固體）作為核心的習知的光纖的傳輸容量的限制。

【0004】 習知的光纖中，每個光纖的傳輸容量會因為多工化的設計（波長多工、多值調變）而增大至今。然而，不管用哪一種方法多工化，傳輸資料總量所需的總能量無法減少。這表示越增加容量，傳輸時的能量就越會多。

【0005】 習知的玻璃核心的光纖中，伴隨著能量的增大，玻璃的非線性光學效果造成訊號劣化、光能量集中使得玻璃核心熔解，產生了往光源側傳輸的光纖融斷上限（熱破壞上限）這樣的傳輸容量的限制。核心徑在10 μ m左右的單

模光纖中，1W左右是上限，因此傳輸容量也在100Tbps左右為上限。如此一來，就無法對應指數地增大的網路流量的增加。這個限速的原因預期能夠藉由將核心從實心（玻璃）改成中空（空氣）而大幅改善。空心光纖被期待是人類能夠做到的最極致的光纖。

【0006】 然而，空心光纖中，無法像習知的玻璃核心光纖一樣使用物理接觸為基礎的可裝卸光連接技術（非專利文獻1）。空心光纖如專利文獻1所記載，有光子帶隙光纖、Kagome光纖、反共振光纖等各種型態，任一種都是形成核心的中空領域的周邊配置了厚度薄（壁厚1 μ m以下）的複數的玻璃內管的構造（參照專利文獻1）。因此，其端部會比起實心光纖的端部要脆，將空心光纖彼此物理接觸的話，會有端部損傷，碎片混入中空核心部引起傳輸特性惡化的隱憂。又，除了這個因素以外，防止異物從外部混入中空部的手段，從不讓傳輸特性惡化的觀點來看是必要的。

【0007】 為了解決這個問題，保護中空核心部的手段受到討論。例如，專利文獻2、專利文獻3中提供一種手段，其熔解包覆部等來塞住光纖端部的中空核心部，一邊防止異物的混入，一邊實現能夠進行物理接觸的強度。然而，這種手段中，難以保持空心光纖的傳送模式，而且也難以抑制熔解的玻璃與空氣的交界產生的反射，引起了傳輸特性的惡化。

【0008】 作為熔解以外的手法，有一種終端構造，利用保持空腔的保護部覆蓋中空光纖的前端來防止異物混入中空部（專利文獻4）。然而，因為光纖端面存在空間（空腔），光纖端與保護部前端的貼上反射防止膜的窗口之間產生了mm~cm的間隔。因此，光纖的射出光擴大，透過兩個窗口進行光連接的情況下，有插入損失增加的問題。

[先行技術文獻]

[非專利文獻]

【0009】 非專利文獻1：NTT技術期刊，vol. 12, No. 12, 2007, pp. 74-78

[專利文獻]

【0010】 專利文獻1：日本特表2019-504350號公報

專利文獻2：日本特開2003-30765號公報

專利文獻3：日本特開2002-323625號公報

專利文獻4：美國專利第7373062號

【發明內容】

[發明所欲解決的問題]

【0011】 有鑑於上述問題，本發明的目的是提升空心光纖的傳輸特性。

[用以解決問題的手段]

【0012】 為了達成上述目的，本發明的特徵是包括；具有光傳輸的中空部的空心光纖、包覆該中空部的光透過構件、防止透過該光透過構件的光反射的反射防止機構。

[發明功效]

【0013】 根據本發明，能夠提升空心光纖的傳輸特性。

【圖式簡單說明】

【0014】

圖1為第1實施型態的光纖終端構造的概略圖。

圖2（a）為空心光纖的端面圖，（b）為塗布了黏著劑的圖。

圖3A為黏合步驟的例子的說明圖（1/2）。

圖3B為黏合步驟的例子的說明圖（2/2）。

圖4為第2實施型態的光纖終端構造的組裝步驟的說明圖。

圖5為第2實施型態的第1變形例的光纖終端構造的組裝步驟的說明圖。

圖6為第2實施型態的第2變形例的光纖終端構造的組裝步驟的說明圖。

圖7為光透過構件的其他例子。

圖8（a）為其他的變形例的光纖終端構造的概略圖，（b）為從右看（a）的光纖終端構造的視圖。

圖9為使用了其他的變形例的光纖終端構造的光連接零件的概略圖（之一）。

圖10為使用了其他的變形例的光纖終端構造的光連接零件的概略圖（之二）。

【實施方式】

[用以實施發明的型態]

【0015】 [第1實施型態]

圖1顯示有關本發明的第1實施型態的光纖終端構造。本實施型態的光纖終端構造中，空心光纖1（也有單純稱為「光纖」的情況）的端面上，黏合了在兩面貼上反射防止膜（未圖示）的圓盤狀的平板玻璃2作為光透過構件。空心光纖1例如圖2（a）所示，是在被筒狀的玻璃3包覆的中空部H的徑方向內側緣部，配置厚度薄（壁厚 $1\mu\text{m}$ 以下）的6根玻璃的內管4，光傳播的核心位於中空部H的徑方向中心的領域（圖2（a）中以虛線的圓表示的領域）的構造。內管4的中空領域構成中空部H，但包含這個中空領域在內，內管4發揮覆蓋的作用。另外，玻璃3的外側也可以因應需要而使用套筒（未圖示）。平板玻璃2的外徑（直徑）比後述的套箍6的貫通孔61小，大致與空心光纖1的外徑相同。

【0016】 平板玻璃2黏合於空心光纖1的端面。黏合時，藉由將黏著劑5如圖2（b）所示只塗布於空心光纖1的端部的玻璃3的部位，使包含內管4的中空部H不沾到黏著劑5。平板玻璃2能夠覆蓋中空部H。

【0017】 圖3A、圖3B顯示黏合步驟的一例。具備收容空心光纖1的貫通孔

61的套箍6，在插通空心光纖1後（圖3A（a）），劈開空心光纖1的前端，暫時使其後退到套箍6的內部（圖3A（b））。套箍6的材料以二氧化鋯為佳，但並不限定於此。

【0018】 另一方面，黏著劑5被塗布於平板玻璃2。在這個塗布時，會使用黏著劑轉移治具8及吸附治具7來進行。黏著劑轉移治具8具有比空心光纖1的玻璃領域稍小的圓環的凸部81。吸附治具7吸附保持平板玻璃2。黏著劑5例如使用熱硬化性樹脂或紫外線硬化性樹脂，但不限定於此。吸附治具7例如以套箍6a及空心光纖1a構成（圖3A（c））。在此，空心光纖1a的前端如圖3A（c）所示以從套箍6a的端面露出間隔A露出的狀態固定。藉由在空心光纖1a的一端配置吸附泵（未圖示），能夠吸附保持平板玻璃2。

【0019】 黏著劑5對平板玻璃2的轉移（塗布）會使用黏著劑轉移治具8來進行（圖3A（d））。黏著劑轉移治具8具有比空心光纖1的玻璃領域稍小的圓環的凸部81。使黏著劑轉移治具8靠近塗布在平板5a的黏著劑5，將黏著劑5壓到這個凸部81後，使黏著劑轉移治具8離開，藉此將黏著劑5轉移到凸部81（圖3A（d））。

【0020】 接著將這個轉移的黏著劑5轉移到被吸附保持於吸附治具7的平板玻璃2（圖3A（e））。轉移了黏著劑5的平板玻璃2如圖3B（f）所示，插入收容了空心光纖1的套箍6。使套箍6及吸附治具7的套箍6a的端面互相接觸，且將空心光纖1推向圖的箭頭方向使其與平板玻璃2接觸的狀態（圖3B（g））下使黏著劑5硬化。另外，吸附治具7及黏著劑轉移治具8也能夠塗布或轉移黏合劑5於空心光纖1上，而非平板玻璃2上（參照圖2（b））。

【0021】 透過這個步驟，藉由在套箍6內將空心光纖1的端面的玻璃3與平板玻璃2黏合，能夠密封空心光纖1的端面，能夠使從平板玻璃2的兩面當中與空心光纖1的端面相向的面到中空部H的密封面（與空心光纖1的端面實質相同）為止的距離幾乎接近0。因此，比起存在著空間（空腔）的習知例，能夠極力減少

空心光纖1的發射光的散開，因此能夠抑制使用這個的光連接零件的插入損失增大，提升傳輸特性。

【0022】 在此，本實施型態的光連接零件指的是使2個光纖終端構造（第1光纖終端構造、第2光纖終端構造），各光纖終端構造的平板玻璃2、2相向的零件。平板玻璃2、2的相向能夠藉由將2個光纖終端構造的套箍6、6彼此靠合來實現。另外，本實施型態的光連接零件能夠配備於連接器，配備於連接器的光連接零件能夠實現套箍6、6彼此的靠合狀態，能夠實現本發明的光的傳輸特性。

【0023】 又，較佳的是，在這個狀態下從套箍6的後端部注入黏著劑51，進行空心光纖1對套箍6的黏合（圖3B（h））。具體來說，首先將空心光纖1稍微從套箍6的後端部插入貫通孔61。空心光纖1的插入，能夠將套箍6的後端部當中形成於貫通孔61周圍的倒角部62作為導引部而輕易實現。接著，在倒角部62塗布黏著劑51。接著，再將空心光纖1插入到規定位置。規定位置在本實施型態中，是接近平板玻璃2直到能夠與平板玻璃2黏合為止的位置。結果，如（圖3B（h））所示，貫通孔61中，空心光纖1的側壁的一部分領域塗布黏著劑51，並硬化。此時，平板玻璃2在從套箍前端往內側後退間隔A的部位被固定。

【0024】 平板玻璃2的厚度較佳在100 μm 以下。這個理由將在以下說明。將光纖以市售的刀劈開的情況下，切斷角偏離90度而不均一，這個不均一分布在1度左右的範圍內。在切斷角偏離90度的狀態下將平板玻璃2黏合於光纖端面的話，切斷角的偏移直接影響光軸偏移（平板玻璃2的兩端因為形成了空氣，光軸平行偏移）。這個光軸偏移與平板玻璃2的厚度成比例。空心光纖1的核心徑長如專利文獻1所示是20 μm ～50 μm 左右，因此為了構成低損失的光連接零件，必需使這個光軸偏移在大約1 μm 以下。將折射率1.45的平板玻璃2搭載於劈開角的偏移是最差的情況的1度的空心光纖1的端面的情況下，當厚度為100 μm 時，光軸偏離僅止於0.5 μm 左右。因此，如果使用100 μm 以下的厚度的平板玻璃2的話，

在使本實施型態的光纖終端構造的套箍端面彼此靠合來構成光連接零件的情況下，即使考慮機構零件的製造公差，也能夠達成低損失的傳輸。

【0025】 間隔A較佳在 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下。這個間隔A能夠以吸附治具7容易地限定。這個情況下，使這個套箍6、6彼此的端面靠合來構成光連接零件的情況下，能夠使平板玻璃2、2的間隔（一個平板玻璃2的一面、面向該面的另一平板玻璃2的一面之間距離）在 $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下。因為平板玻璃2、2之間沒有接觸，沒有造成平板玻璃2的損傷的疑慮，就能夠反覆地進行穩定的光連接（裝脫）。

【0026】 應該使平板玻璃2、2之間的間隔在 $100\mu\text{m}$ 以下的理由將在以下說明。將MFD（模態場直徑）為 $10\mu\text{m}$ 而NA為0.11的單模光纖之間透過間隙連接的情況下，間隔為 $100\mu\text{m}$ 時，插入損失為0.5dB左右。中空光纖1比起單模光纖，就該構造的特徵來看MFD變大而NA變小。因此，將空心光纖1、1透過間隙彼此連接的情況下，比起單模光纖，損失變少。這表示將間隔設定在 $100\mu\text{m}$ 以下的話，能夠在插入損失0.5dB以下進行光傳輸。

【0027】 本實施型態中，平板玻璃2、2的2個厚度（ $\sim 200\mu\text{m}$ ）也會形成光纖端面間距離的分離。然而，在空氣部-玻璃部-空氣部的路徑的情況下，玻璃部的折射造成的光散開會被抑制。因此，將成為玻璃部的平板玻璃2之間的間隔設定在 $100\mu\text{m}$ 以下來構成光連接零件的情況下，能夠實現低插入損失的傳輸。另外，當平板玻璃2、2之間的間隔在波長數量級（數 μm 以下），間隙些微的變化雖有可能使透過率大幅變動，但設定在 $10\mu\text{m}$ 以上的話就能夠避開這個問題。

【0028】 黏著劑硬化時的吸附治具7能夠有吸引平板玻璃2的狀態以及加壓空氣（氣體）於平板玻璃2的狀態2種。在吸引狀態下使黏著劑5硬化的情況下，能夠使平板玻璃2的面垂直於套箍6的軸方向（空心光纖1的光軸方向），使得空心光纖1射出的光不偏離光軸從套箍6的端面射出。又，加壓的狀態下使黏著劑5

硬化的情況下，能夠配合劈開面使空心光纖1的端面與平板玻璃2緊密接合，確實地密封。

【0029】 間隔A能夠在考量套箍6及空心光纖1的熱膨脹係數後，設定成在使用溫度範圍內平板玻璃2不從套箍6的端面露出。將玻璃光纖只黏合到長度10mm的二氧化銨套箍的後端部的情況下，當溫度下降50度，光纖會因為熱膨脹係數的差而朝向露出8 μ m的方向移動。假想這種使用環境的情況下，將間隔A設定為20 μ m左右的話，即使環境溫度大幅變動，平板玻璃2也不會從套箍6的端面露出，不會形成波長數量級的間隙。藉此，能夠提供在各種溫度環境下都穩定的光連接零件。

【0030】 因為平板玻璃2兩面都貼上反射防止膜（未圖示），所以空心光纖1（空氣）及平板玻璃2之間、以及平板玻璃2及位於套箍6的前端部的間隔A的空間之間的介面不會發生反射，能夠構成傳輸特性良好的光連接零件。藉由以上的效果，能夠提供一種光連接零件，不會像習知的熔解造成實心化一樣有傳輸特性惡化的疑慮。

【0031】 另外，光纖終端構造並不限定於收容在圖3B(i)所例示的套箍6的型態，例如，也可以是除掉套箍6的型態（圖1）。

【0032】 [第2實施型態]

圖4顯示本發明的第2實施型態的光纖終端構造。本實施型態與第1實施型態主要的差異是在套箍6的前端部設置收容平板玻璃2的凹槽63，將套箍6的前端部（貫通孔61通到凹槽63的部位）做倒角。在此，平板玻璃2的外徑（直徑）設定成比倒角範圍L1大但在凹槽63的徑L2（參照圖4(d)）以下。凹槽63的平坦部63a相對於套箍6的軸方向（空心光纖1的光軸方向）略垂直。又，黏合時，為了使平板玻璃2處於從套箍6的前端面後退的位置關係，凹槽63的深度會比平板玻璃2的厚度更深。這個差(凹槽63的深度－平板玻璃2的厚度)較佳的是設定在5 μ m

以上50 μ m以下。

【0033】 以下說明這個實施型態的組裝步驟。將空心光纖1插入套箍6後，將前端劈開（圖4（a）），使空心光纖1後退前，將套箍6的貫通孔61做倒角，塗布黏著劑5於含有倒角部64的凹槽63（圖4（b））。接著，一邊將平板玻璃2抵接空心光纖1的端面，一邊抵接凹槽63的平坦部63a（圖4（c））。這個步驟例如能夠使用圖3A（c）例示的吸附治具7來進行。此時，也可以如圖3A（e）所示，將黏著劑5轉移到平板玻璃2，在與空心光纖1的端部的玻璃的部位之間進行黏合。又，也可以是在凹槽63的平坦部63a直接塗布黏著劑5的方法（既有技術）。

【0034】 平板玻璃2的外徑設定成比倒角範圍L1大並且在凹槽63的徑以下，平板玻璃2在被收容於套箍6時，會在凹槽63的平坦部63a卡止。這一連串的過程中，空心光纖1在貫通孔61後退時，塗布於倒角部64的黏著劑5通過空心光纖1的側面流入貫通孔61（圖4（c））。利用這樣的步驟，能夠在空心光纖1的端面及平板玻璃2接觸的狀態下，同時進行平板玻璃2對套箍6的凹槽63的黏合，以及空心光纖1的前端部附近與套箍6的黏合，所以能夠使組裝步驟簡單化並且減低組裝成本。

【0035】 在此，平板玻璃2黏合於套箍6的凹槽63的平坦部63a，因此平板玻璃2的面相對於套箍6的軸方向（空心光纖1的光軸方向）成為垂直的位置關係。因此，即使空心光纖1的劈開角不是90度的情況下，光軸也不會偏離。這是因為劈開角不是90度的情況下，兩者之間的光路雖然產生些微的間隙，但這個間隙是空氣（適當設計黏著劑5的量等使得黏著劑5確實地流入貫通孔61），與空心光纖1的核心為相同的折射率，相對於平板玻璃2的面垂直的光軸不變。

【0036】 又，空心光纖1黏合於套箍6的前端部附近，即使在溫度變動下兩者的相對位置幾乎不會變動。因此，不會產生因為施加過大的壓力到空心光纖1的端面所接觸的平板玻璃2，或者是拉入光纖而造成的 μ m數量級的偏離的疑慮。

【0037】 然而，因為玻璃及二氧化鋯的熱膨脹係數的差而發生的竄動（pistoning）現象，造成軸方向產生數10nm數量級的位置變動。這個位置變動直接傳遞到與空心光纖1的端面接觸的平板玻璃2，最壞的情況下，恐怕會導致破損。

【0038】 這個疑慮能夠藉由設置於套箍6的倒角部64的存在來解決。這是因為本實施型態的光纖終端構造中，倒角部64存在有比二氧化鋯低硬度的黏著劑5或空間。即使是起因於竄動的壓力作用到平板玻璃2上，平板玻璃2的位置在光纖的軸方向（圖的上下方向）變動的情況下，因為這個黏著劑5或空間的存在，能夠緩和這個應力，因此能夠避免平板玻璃2的損傷。這個應力緩和在倒角部64的面積越大越有效。例如，如果空心光纖1的半徑是a的情況下，以Ca（從角的前端算起a的位置做斜倒角）或Ra（以半徑a做圓倒角）以上做倒角，或者是將倒角的頂角 θ 設計在90度以上（參照圖4（d）），就能夠充分地緩和壓力。

【0039】 又，在倒角部64中，空心光纖1從貫通孔61露出，但這個露出的長度從抑制光軸偏移的觀點來看短一點為佳。另一方面，從應力緩和的觀點來看，增大平板玻璃2與黏著劑5的黏著面積為佳。使倒角的頂點 θ 在90度以上的話，能夠同時確保平板玻璃2及黏著劑5的黏著面積，以及縮短空心光纖1從貫通孔61露出的長度。

【0040】 如以上所述，比起習知例，能夠使空心光纖1及平板玻璃2的間隔極小化，因此能夠極力減少從空心光纖1射出的光的散開，且能夠實現光軸不偏移的光纖終端構造。

【0041】 又，平板玻璃2配置在從套箍6的端面後退5 μ m以上50 μ m以下的位置，因此將套箍6、6的端面靠合構成光連接零件的情況下，能夠橫跨大的溫度範圍內避免平板玻璃2、2彼此接觸，且使該間隔在10 μ m以上100 μ m以下，能夠提供低損失的光連接零件。另外，平板玻璃2兩面都貼上反射防止膜，因此在

空心光纖1（空氣）及平板玻璃2之間、以及平板玻璃2及位於套箍6的前端部的空間之間的介面不會發生反射，能夠構成傳輸特性良好的光連接零件。藉由以上的效果，能夠提供一種光連接零件，不會像習知技術因為熔解造成實心化一樣有傳輸特性惡化的疑慮。

【0042】 另外，可以從套箍6的後端部注入黏著劑51，進行空心光纖1對套箍6的後端部的黏合（參照圖3B（h））。這樣一來，能夠使空心光纖1對套箍6的黏合強度更強。

【0043】 [第2實施型態的第1變形例]

圖5顯示本發明的第2實施型態的第1變形例的光纖終端構造。本實施型態與圖4所示的實施型態的主要差異是沒有套箍6的倒角部64。因為沒有倒角部64而產生了能夠使用廉價的套箍的優點。平板玻璃2的外徑被設定成比套箍6的貫通孔61大但在凹槽63的徑以下。又，接合時，為了使平板玻璃2處於從套箍6的前端面後退的位置關係，凹槽63的深度會比平板玻璃2的厚度深。這個差（凹槽63的深度－平板玻璃2的厚度）較佳的是設定在 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下。

【0044】 以下說明這個實施型態的組裝步驟。將劈開的空心光纖1後退到套箍6的貫通孔61內（圖5（a））。在這個狀態下，將平板玻璃2抵接套箍6的凹槽63的平坦部63a（圖5（b））。在這個黏合時，能夠如圖3A所示，能夠採用將黏著劑轉移到平板玻璃2中與凹槽63的平坦部63a抵接的部位的方法，或是在凹槽63的平坦部63a直接塗布黏著劑5的方法（既有技術）的方法來實行。

【0045】 黏合後，使套箍6內的空心光纖1上升到既定的位置（圖5（c））。這個既定的位置是指不接觸平板玻璃2，保持既定的間隔的位置。例如，在圖的上方（平板玻璃2中與套箍6相反的一側）設置相機（未圖示），越過平板玻璃2監看套箍6的貫通孔61，藉此能夠使空心光纖1的前端停留於既定的位置。在這個狀態下將黏著劑51從套箍6的後端部注入來進行黏合（圖5（d））（參照圖3B

(h))。

【0046】 這個既定間隔設定為 $10\mu\text{m}$ 左右為佳。這是考量了將玻璃光纖只黏合到長度 10mm 的二氧化鋯的後端部的情況下，當溫度下降 50°C 光纖會因為熱膨脹係數的差而往露出方向移動 $8\mu\text{m}$ 。因此，將間隔設定在 $10\mu\text{m}$ 左右的話，即使環境溫度大幅變動時空心光纖1的前端也不會接觸平板玻璃2。

【0047】 藉此，沒有損傷平板玻璃2的疑慮就能夠極小化空心光纖1與平板玻璃2的間隔，因此能夠實現抑制光的散開的光纖終端構造。又，平板玻璃2黏合於套箍6的凹槽63，因此平板玻璃2的面相對於套箍6的軸方向（空心光纖1的光軸方向）成為垂直的位置關係。因此，即使空心光纖1的劈開角不是 90° 的情況下，光軸也不會偏離。這是因為兩者之間的光路雖然產生 $10\mu\text{m}$ 的間隙，但這個間隙是空氣（適當設計黏著劑5的量等使得黏著劑5確實地流入貫通孔61），與空心光纖1的核心為相同的折射率，相對於平板玻璃2的面垂直的光軸不變。

【0048】 如以上所述，比起習知例，極小化空心光纖1及平板玻璃2的間隔，藉此能夠極力減少從空心光纖射出的光的散開，且能夠實現光軸不偏移的光纖終端構造。

【0049】 平板玻璃2的前端處於從套箍6的端面後退 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下的位置的關係，因此將兩套箍6的端面靠合構成光連接零件的情況下，能夠避開平板玻璃2之間的接觸，且能夠使其間隔在 $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下。因此，能夠不擔心平板玻璃2的損傷而抑制光的散開，能夠反覆地進行穩定的低損失的光連接（裝脫）。另外，平板玻璃2的兩面都貼上反射防止膜，因此在空心光纖1（空氣）及平板玻璃2之間、以及平板玻璃2及位於套箍6的前端部的空間之間的介面不會發生反射。因此，能夠提供一種光連接零件，不會像習知技術因為熔解造成實心化一樣有傳輸特性惡化的疑慮。

【0050】 [第2實施型態的第2變形例]

第 12 頁，共 19 頁(發明說明書)

圖6顯示本發明的第2實施型態的第2變形例的光纖終端構造。本實施型態與圖4所示的實施型態的主要差異是套箍6不具有凹槽63。因此，套箍6的端面形成有將套箍6的貫通孔61做倒角的倒角部64。因為沒有凹槽63所以有能夠使用廉價的套箍的優點。平板玻璃2的外徑設定成比倒角範圍L1（參照圖4（d））大且比套箍6的外徑小。

【0051】 以下說明這個實施型態的組裝步驟。將空心光纖1插入套箍6後，劈開前端（圖6（a）），在使空心光纖1後退之前塗布黏著劑5於倒角部64（圖6（b））。接著，使平板玻璃2一邊抵接空心光纖1的端面，一邊接觸套箍6的端面（圖6（c））。在此，黏著劑5對倒角部64的塗布，如圖3A所示，能夠採用將黏著劑5轉移到平板玻璃2中與套箍6抵接的部位的方法，或是在套箍6的端面的倒角部64直接塗布黏著劑的方法（既有技術）的方法來實行。

【0052】 這一連串的過程中，空心光纖1在貫通孔61退後時，塗布於倒角部64的黏著劑5通過空心光纖1的側面流入貫通孔61（圖6（c））。藉由這個步驟，在使空心光纖1的端面與平板玻璃2接觸的狀態下，能夠同時進行平板玻璃2對套箍6的端面的黏合，以及空心光纖1的前端部附近與套箍6的黏合，因此能夠使組裝步驟簡單化且減低組裝成本。

【0053】 在此，平板玻璃2黏合於套箍6的端面，因此平板玻璃2的面相對於套箍6的軸方向（空心光纖1的光軸方向）成為垂直的位置關係。因此，即使空心光纖1的劈開角不是90度的情況下，光軸也不會偏離。這是因為劈開角不是90度的情況下，兩者之間的光路雖然產生些微的間隙，但這個間隙是空氣（適當設計黏著劑5的量等使得黏著劑5確實地流入貫通孔61），與空心光纖1的核心為相同的折射率，相對於平板玻璃2的面垂直的光軸不變。

【0054】 又，空心光纖1黏合於套箍6的前端部附近，即使在溫度變動下兩者的相對位置幾乎不會變動。因此，不會產生因為施加過大的壓力到空心光纖1

的端面所接觸的平板玻璃2，或者是拉入光纖而造成的 μm 數量級的偏離的疑慮。

【0055】 然而，因為玻璃及二氧化鋯的熱膨脹係數的差而發生的竄動現象，造成軸方向產生數 10nm 數量級的位置變動。這個位置變動直接傳遞到與空心光纖1接觸的平板玻璃2，最壞的情況下，恐怕會導致破損。

【0056】 這個疑慮能夠藉由設置於套箍6的倒角部64的存在來解決。這是因為本實施型態的光纖終端構造中，倒角部64存在有比二氧化鋯低硬度的黏著劑5或空間。即使是起因於竄動的壓力作用到平板玻璃2上，平板玻璃2的位置在光纖的軸方向（圖的上下方向）變動的情況下，因為這個黏著劑5或空間的存在，能夠緩和這個應力，因此能夠避免平板玻璃2的損傷。這個應力緩和在倒角部64的面積越大越有效。

【0057】 例如，如果空心光纖1的半徑是 a 的情況下，以 Ca 或 Ra 以上做倒角，或者是將倒角的頂角 θ 設計在 90° 以上（參照圖4（d）），就能夠充分地緩和壓力。將倒角的頂角 θ 設計在 90° 以上的話，能夠同時確保平板玻璃2與黏著劑5的黏合面積，以及縮短空心光纖1從貫通孔61露出的長度。

【0058】 如以上所述，比起習知例，極小化空心光纖1及平板玻璃2的間隔，藉此能夠極力減少從空心光纖1射出的光的散開，且能夠實現光軸不偏移的光纖終端構造。

【0059】 將這個光纖終端構造彼此連接的光連接零件，如圖6（d）所示，具備間隙物9。這個間隙物9較佳的是環狀的形狀，其內徑設定成比平板玻璃2的外徑大，外徑設定成在套箍6的外徑以下。又，使間隙物的厚度比平板玻璃2的厚度大。較佳的是，間隙物9的厚度比平板玻璃2的厚度厚 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下。另外，具備這個間隙物9的構造也能夠作為光纖終端構造來使用。

【0060】 在此，本實施型態的光連接零件是指使具備間隙物9的2個光纖終端構造連接，各光纖終端構造的平板玻璃2、2相向的零件。另外，間隙物9能夠

包圍黏合於套箍6的端面的平板玻璃2。又，間隙物9能夠適當地黏合至套箍6的端面（圖6（d）中圖示省略）。

【0061】 在圖6所示的光纖終端構造的端面間具備這樣的間隙物9，透過間隙物9使兩套箍6、6的端面相向來構成光連接零件的情況下，能夠避開兩平板玻璃2、2的接觸，且能夠使其間隔在 $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下。因此，要連接兩個沒有光軸偏移的光纖終端構造時，不會有損傷平板玻璃2的疑慮，就能夠抑制光的散開，能夠反覆地進行穩定的低損失的光連接（裝脫）。

【0062】 因為平板玻璃2兩面都貼上反射防止膜，所以空心光纖1（空氣）及平板玻璃2之間、以及平板玻璃2及位於套箍6的前端部的空間之間的介面不會發生反射，能夠構成傳輸特性良好的光連接零件。因此，能夠提供一種光連接零件，不會像習知的熔解造成實心化一樣有傳輸特性惡化的疑慮。

【0063】 另外，不限定於圖6所例示的實施型態的光纖終端構造，套箍6也可以使用沒有倒角部64的形狀。在這個情況下，產生能夠使用更廉價的套箍的優點。這個情況下，如圖5所例示的實施型態，較佳的是不使空心光纖1及平板玻璃2接觸，以及設置即使溫度變動下兩者也不會接觸的既定的間隔，在這樣的狀態下進行黏合。又，不需要每個光纖終端構造都具備間隙物9，也可以只有一個間隙物9作為光連接零件。在這個情況下，間隙物9的厚度較佳的是比平板玻璃2的厚度的2倍（2片的平板玻璃2的厚度合計值）厚 $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下。本實施型態的光連接零件是指將2個光纖終端構造（具備間隙物9的第1光纖構造、不具備間隙物9的第2光纖終端構造）連接，各光纖終端構造的平板玻璃2、2彼此相向的零件。另外，間隙物9能夠包圍黏合於套箍6的端面的平板玻璃2。又，間隙物9能夠適當地接合至套箍6的端面。

【0064】 [其他的變形例]

（a）以上的實施型態中，使用平板玻璃2作為光透過構件，但只要是光透

過材料的話並不限定於此，也可以是Si或樹脂。光透過構件的形狀不一定要是圓盤，也可以是四角形等的其他的形狀。又，如圖7所示，也可以是具有平凸透鏡10或稜鏡11這樣的功能的形狀。使用平凸透鏡10或稜鏡11的情況下，能夠給連接距離或連接方向帶來自由度，因此能夠使光連接零件的組成多樣化。

【0065】 (b) 空心光纖並不限定於圖2(a)所例示，核心只要是中空的話，也可以是光子帶隙光纖、Kagome光纖、反共振光纖、NANF等各種型態。

【0066】 (c) 套箍6的材質並不限定於二氧化鈣，也可以是樹脂、玻璃、金屬等其他的材質。

【0067】 (d) 本實施型態例示了使用套箍6的光纖終端構造，但即使對V溝陣列這種其他的形狀（無套箍的光纖終端構造）也能夠使用。

【0068】 (e) 成為平板玻璃2的接合面的套箍6的端面或凹槽63，例示了垂直於套箍6的軸方向（空心光纖1的光軸方向）的型態（空心光纖1的光軸方向與套箍6的端面或凹槽63的平坦面的法線方向一致的型態），但也可以例如不垂直，而相對於套箍6的軸方向以任意的（既定的）角度（在8度以下為佳）傾斜。也就是，可以使套箍6的端面或凹槽63的平坦面的法線方向相對於套箍6的軸方向傾斜。圖8(a)例示形成於套箍6的端面的凹槽63的平坦部63a傾斜的光線終端構造。在這個情況下，因應於凹槽63的平坦部63a的傾斜角，從平板玻璃2的返回光的反射角變大，即使不在平板玻璃2貼上極低反射的反射防止膜也能夠重現性良好地實現既定的反射衰減量（例如40dB）。因為不需要附有極低反射的反射防止膜的玻璃，有能夠使用更廉價的零件的優點。又，平板玻璃2具備極低反射的反射防止膜的構造中，因為反射防止膜的材質選擇等，能夠實現極低反射的波長帶域受到限制。對此，使凹槽63的平坦部63a傾斜，且平板玻璃2不具備極低反射的反射防止膜的構造中，具有能夠在廣的波長帶域下獲得極低反射的良好特性。然而，藉由在非極低反射的平板玻璃2貼上反射防止膜再使其傾

斜，能夠減低菲涅耳反射造成的連接損失。本實施型態中說明的平板玻璃2的兩面貼上反射防止膜，以及凹槽63（的平坦部63a）的傾斜，是配合圖10所示的套箍6的端面的傾斜，來防止透過平板玻璃2的光的反射之反射防止機構的具體的例子。使圖8（a）、圖8（b）所示的光纖終端構造相向的光連接零件的較佳的例子，顯示於圖9並說明。光纖終端構造包括收容空心光纖1的套箍6、套箍6押入的凸緣20、收容凸緣20的殼體21。本光連接零件是使兩光纖終端構造透過適配器30相向連接的零件。將凸緣20收容於殼體21時，殼體21的鍵溝22會嵌入凸緣20的突起部23，因此凸緣20及殼體21的相對地旋轉角度會決定為單一值。在此，將套箍6押入凸緣20時，例如將傾斜的凹槽63的平坦部63a的最淺部配合殼體21的鍵溝22。也就是，決定套箍6及殼體21的相對的旋轉角度。又，使光纖終端構造相向來構成光連接零件時，將殼體21、21的鍵24、24嵌入適配器30的鍵溝31、31，藉此使凸緣20、20的突起部23彼此相向。結果，如圖9所示，能夠構成凹槽63的平坦部63a的最淺部各自相向，配置於平坦部63a的平板玻璃2的傾斜頂點部2a（平板玻璃2中，配置於凹槽63的平坦部63a的最淺部的部分）各自相向（也包含略相向的意思）的光連接零件。當凹槽63的平坦部63a的傾斜是8度，平坦玻璃2的厚度是100 μm 的情況下，平板玻璃2的光軸的偏離變大到4 μm 左右，但如圖9所示配置在彼此的平坦部63a、63a的平板玻璃2的傾斜頂點部2a彼此相向的情況下，不會產生作為光連接零件的光軸偏移。使套箍6的端面或凹槽63的平坦部63a的傾斜角相同的光纖終端構造彼此相向來構成光連接零件的情況下，即使傾斜角是任意角度（即使比8度大），也不會產生光軸偏移。因此，藉由使平板玻璃2帶有既定的傾斜，能夠重現性良好地實現既定的反射衰減量，且同時構成插入損失小的光連接零件。另外，上述說明也適用於圖10所示的套箍6、6的端面相對於套箍6、6的軸方向傾斜的構造。如圖10所示，套箍6、6的端面大部分的領域傾斜，但從套箍6、6的中心軸往徑方向外側離開既定量的部分領域65、

65不會傾斜，成為兩光纖終端構造彼此相向而構成光連接零件時的靠合面。平板玻璃2、2的板厚或直徑、以及套箍6、6端面的傾斜部的領域形成既定的傾斜角而構成光連接零件時，會決定成使套箍6、6的端面上的平板玻璃2、2彼此不接觸。又，上述說明也適用於將平板玻璃2黏合到圖1所示的空心光纖1的型態中，對空心光纖1斜向劈開的型態。

【0069】 (f) 又，也能夠實現將本實施型態說明的各種技術適當組合的技術。(g) 此外，關於本發明的構成要素的形狀、材質、功能等，在不脫離本發明的旨趣的範圍內能夠適當變更。

【符號說明】

【0070】

1,1a:空心光纖

2:平板玻璃（光透過構件）

3:玻璃

4:內管

5,51:黏著劑

5a:平板

6,6a:套箍

61:貫通孔

62:倒角部

63:凹槽

63a:平坦部

64:倒角部

65:（套箍的傾斜的端面的）部分領域

7:吸附治具（治具）

8:黏著劑轉移治具（治具）

81:凸部

9:間隙物

10:平凸透鏡

11:稜鏡

20:凸緣

21:殼體

22:鍵溝

23:突起部

24:鍵

30:適配器

31:鍵溝

H:中空部

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光纖終端構造，包括：

空心光纖，具有光傳輸的中空部；

光透過構件，包覆該中空部；以及

反射防止機構，防止透過該光透過構件的光的反射。

【請求項2】 如請求項1的光纖終端構造，其中該光透過構件的厚度在100 μm 以下。

【請求項3】 如請求項1的光纖終端構造，其中該光透過構件是平板玻璃。

【請求項4】 如請求項1的光纖終端構造，其中藉由塗布或轉移到該光透過構件或該空心光纖的黏著劑，該光透過構件黏合至該空心光纖的端面。

【請求項5】 如請求項4的光纖終端構造，其中該光透過構件的外徑比該空心光纖插通的套箍的貫通孔的徑小。

【請求項6】 如請求項1的光纖終端構造，其中在該空心光纖插通的套箍的端面，具備收容該光透過構件的凹槽，
該光透過構件黏合至該凹槽的平坦部。

【請求項7】 如請求項6的光纖終端構造，更包括：
倒角部，其將該套箍的貫通孔做倒角，
該光透過構件的外徑比該倒角部的倒角範圍大。

【請求項8】 如請求項1的光纖終端構造，其中該光透過構件黏合至該空心光纖插通的套箍的端面，
該光纖終端構造更包括：間隙物，包圍該光透過構件。

【請求項9】 如請求項8的光纖終端構造，更包括：

倒角部，其將該套箍的貫通孔做倒角，

其中該光透過構件的外徑比該倒角部的倒角範圍大。

【請求項10】如請求項8的光纖終端構造，其中該間隙物的厚度比該光透過構件的厚度大。

【請求項11】如請求項1的光纖終端構造，其中該空心光纖的端面的法線方向相對於該空心光纖的軸方向以既定角度傾斜。

【請求項12】如請求項6的光纖終端構造，其中該凹槽的平坦部的法線方向相對於該套箍的軸方向以既定的角度傾斜。

【請求項13】如請求項6的光纖終端構造，其中該光透過構件從套箍的端面後退配置。

【請求項14】如請求項8的光纖終端構造，其中該套箍的端面相對於該套箍的軸方向以既定的角度傾斜。

【請求項15】一種光連接零件，將如請求項1的光纖終端構造，亦即第1光纖終端構造及第2光纖終端構造連接，

其中使該第1光纖終端構造的該光透過構件及該第2光纖終端構造的該光透過構件相向。

【請求項16】一種光連接零件，將如請求項8的光纖終端構造，亦即第1光纖終端構造、以及不具備該間隙物的第2光纖終端構造連接，

其中該第1光纖終端構造的該間隙物具有比該光透過構件的厚度的2倍大的厚度，該第1光纖終端構造的該光透過構件與該第2光纖終端構造的該光透過構件相向。

【請求項17】一種光連接零件，將如請求項11的光纖終端構造，亦即第1光

纖終端構造及第2光纖終端構造連接，

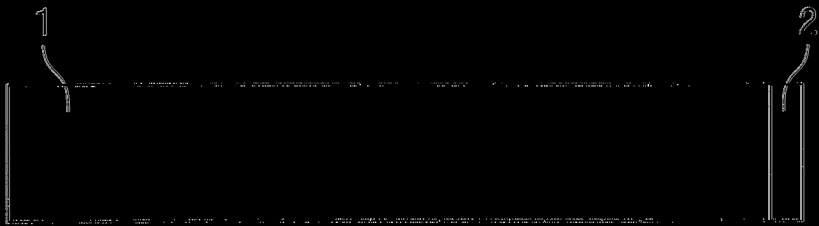
其中該第1光纖終端構造所具備的光透過構件的傾斜頂點部、以及該第2光纖終端構造所具備的光透過構件的傾斜頂點部相向。

【請求項18】一種空心光纖，具有光傳輸的中空部，包括：

光透過構件，包覆該中空部；以及

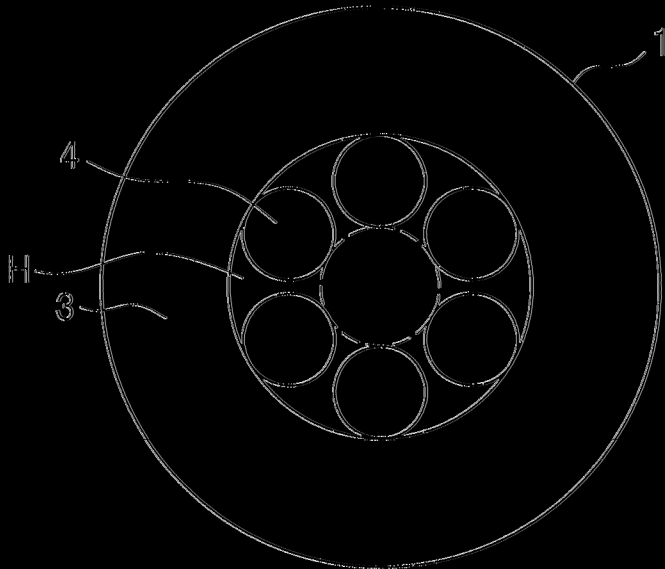
反射防止機構，防止透過該光透過構件的光的反射。

|(發明圖式)|

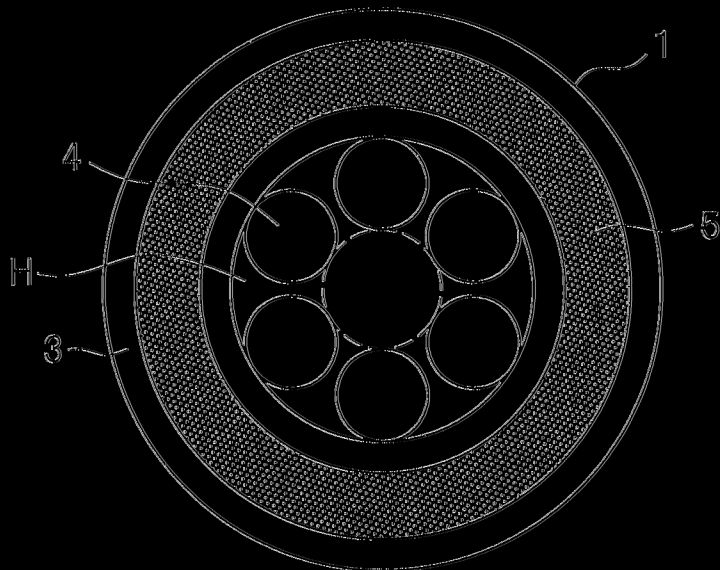


|(|圖1)|

(a)



(b)



|(|圖2)|

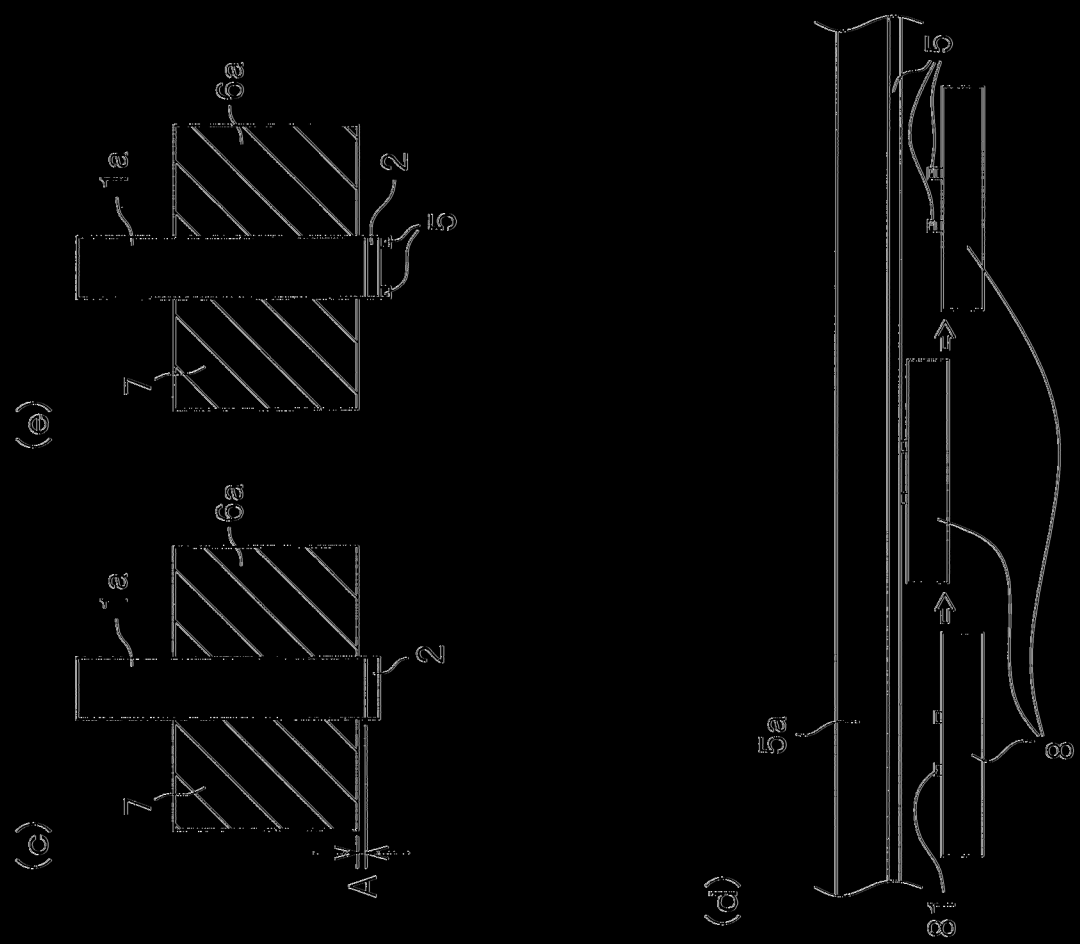


Fig. 3A

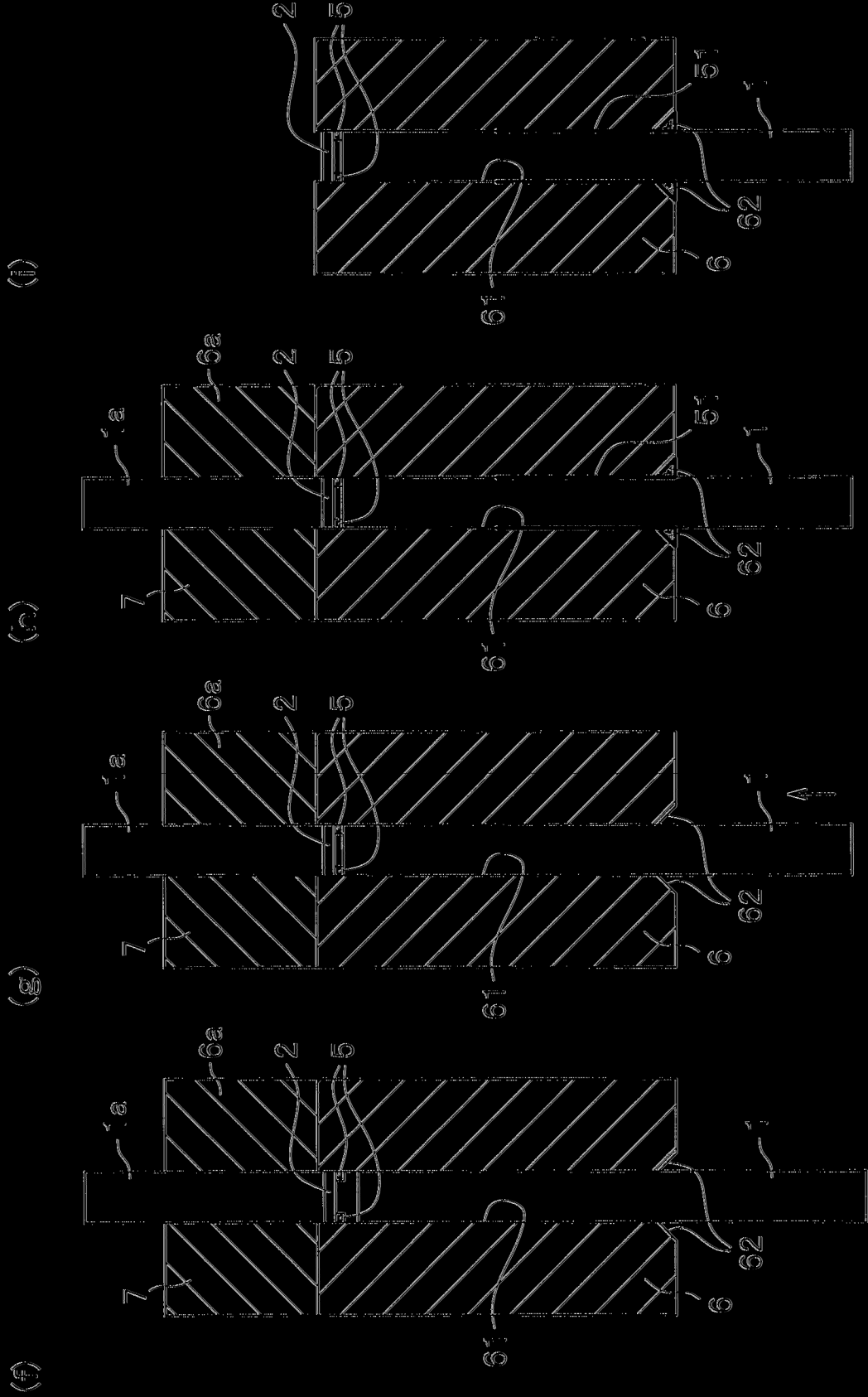
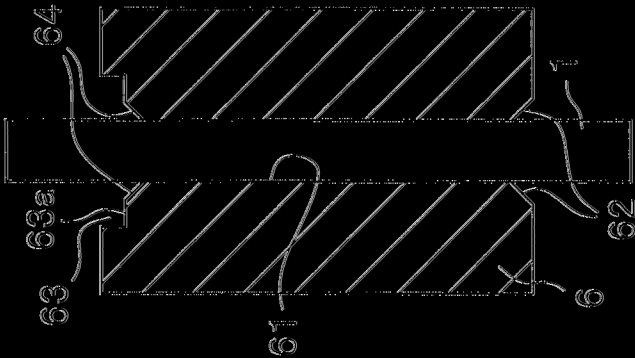


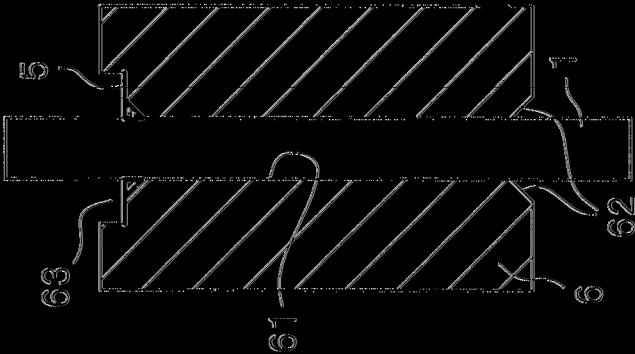
FIG. 3B

$$\left| \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \right|$$

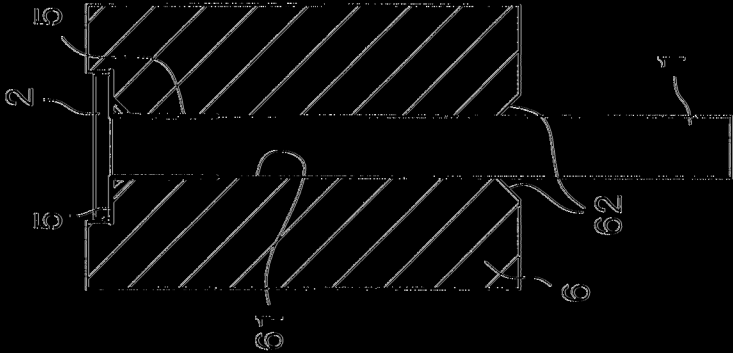
(a)



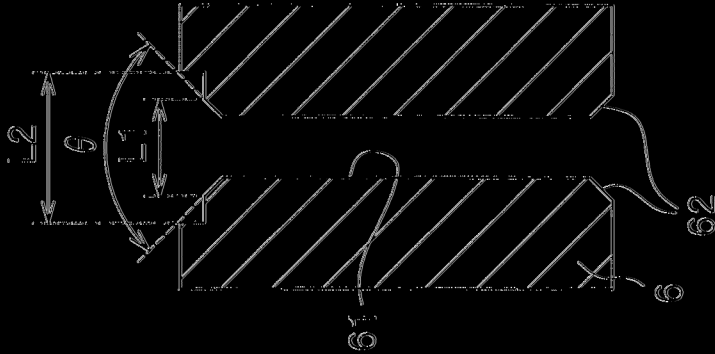
(b)

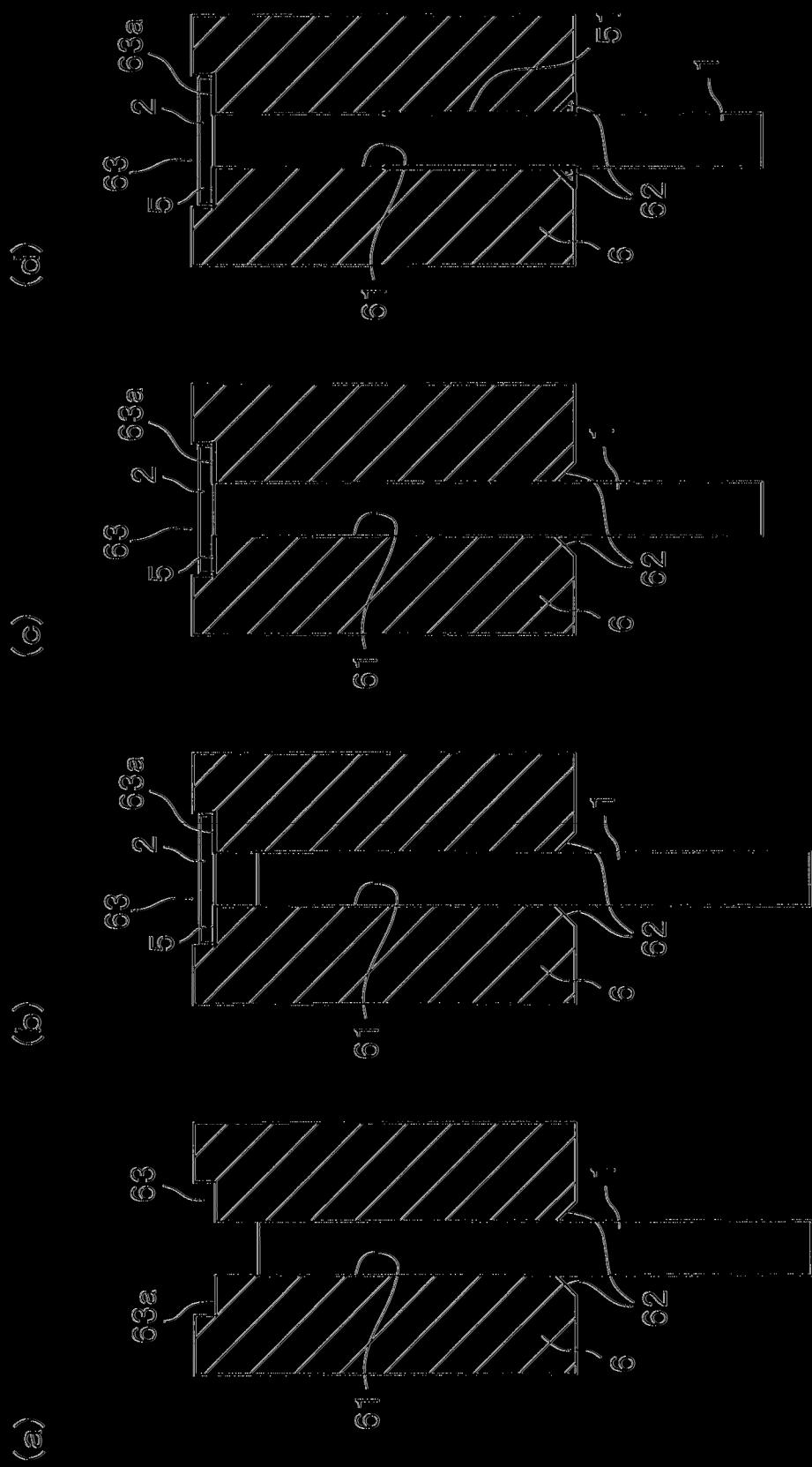


(c)



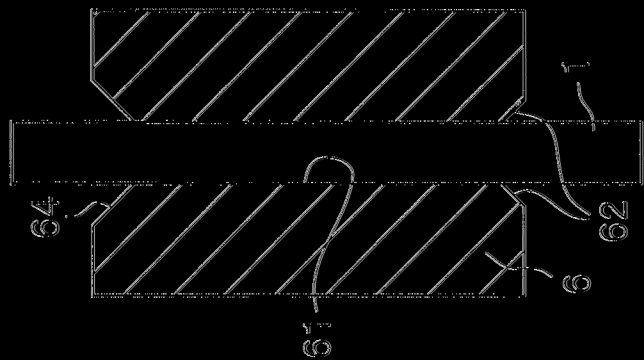
(d)



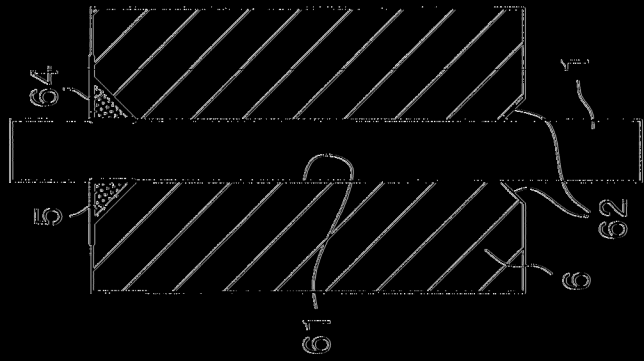


(1000)

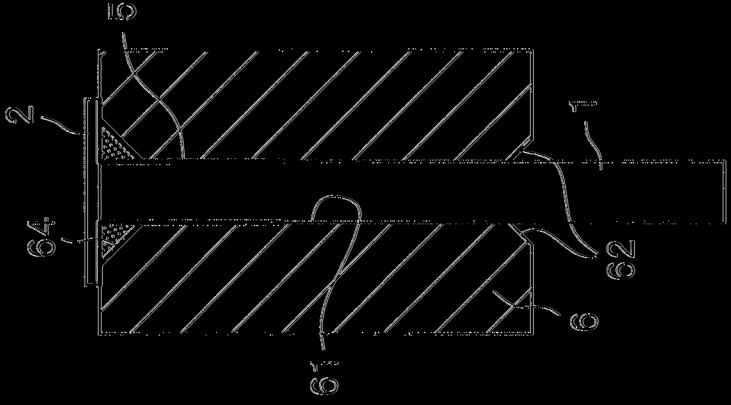
(a)



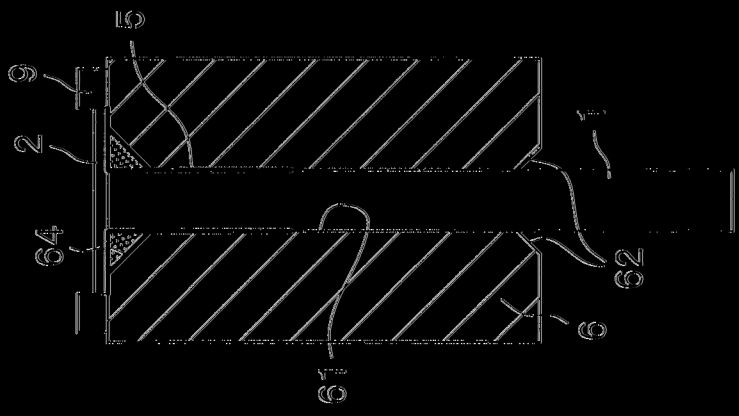
(b)



(c)

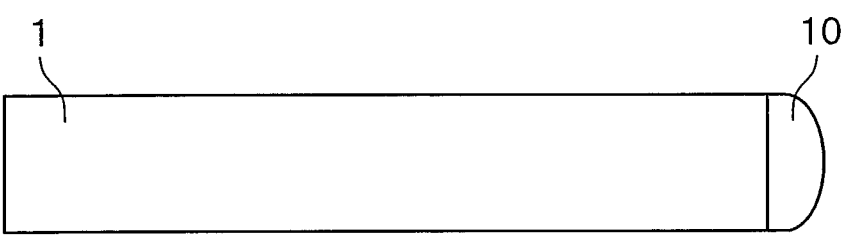


(d)

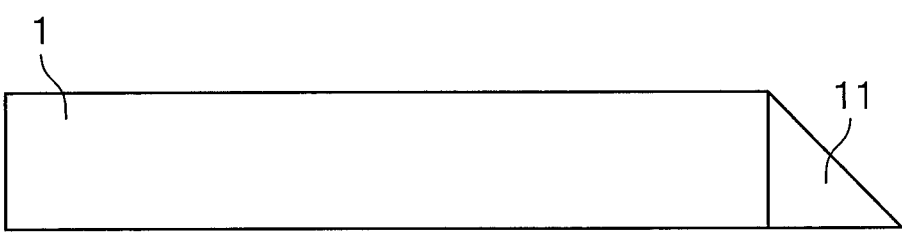


(FIG. 6)

(a)

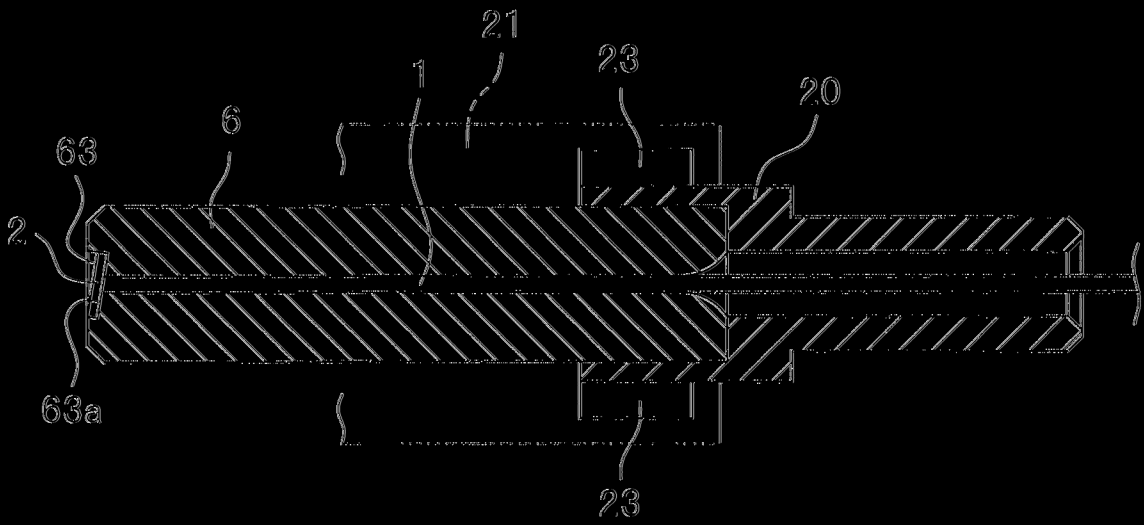


(b)

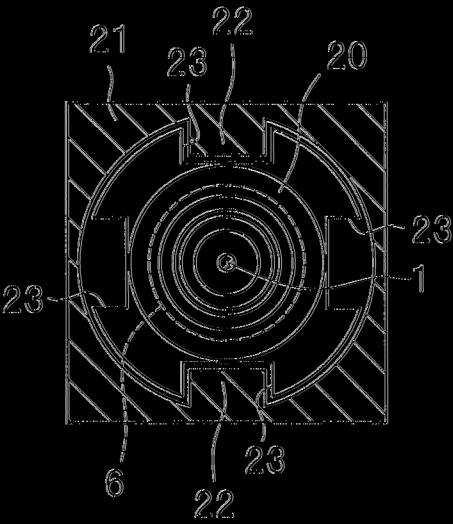


【圖7】

(a)



(b)



$$\left| \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 6 \end{bmatrix} \right) \right| 8 \right|$$

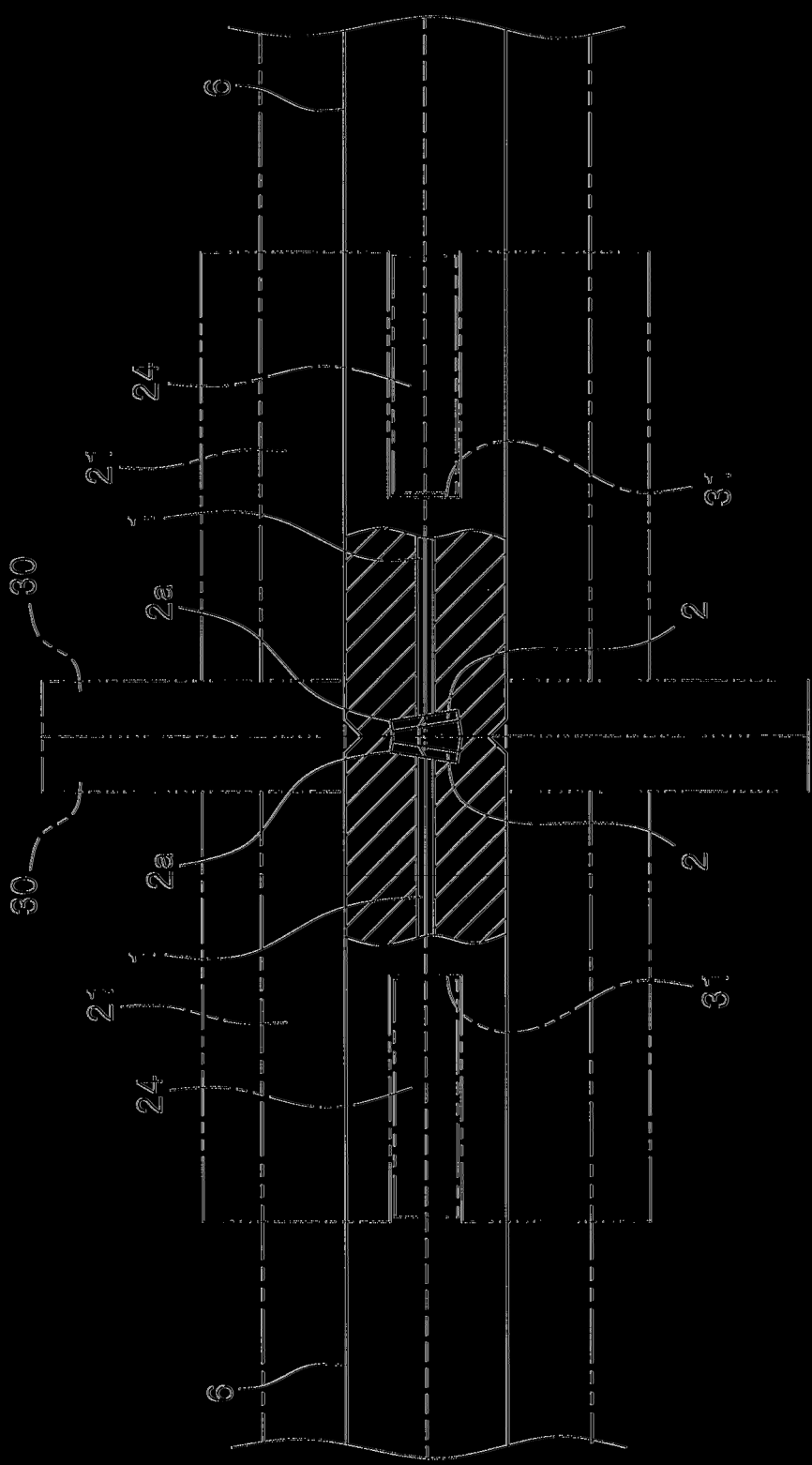
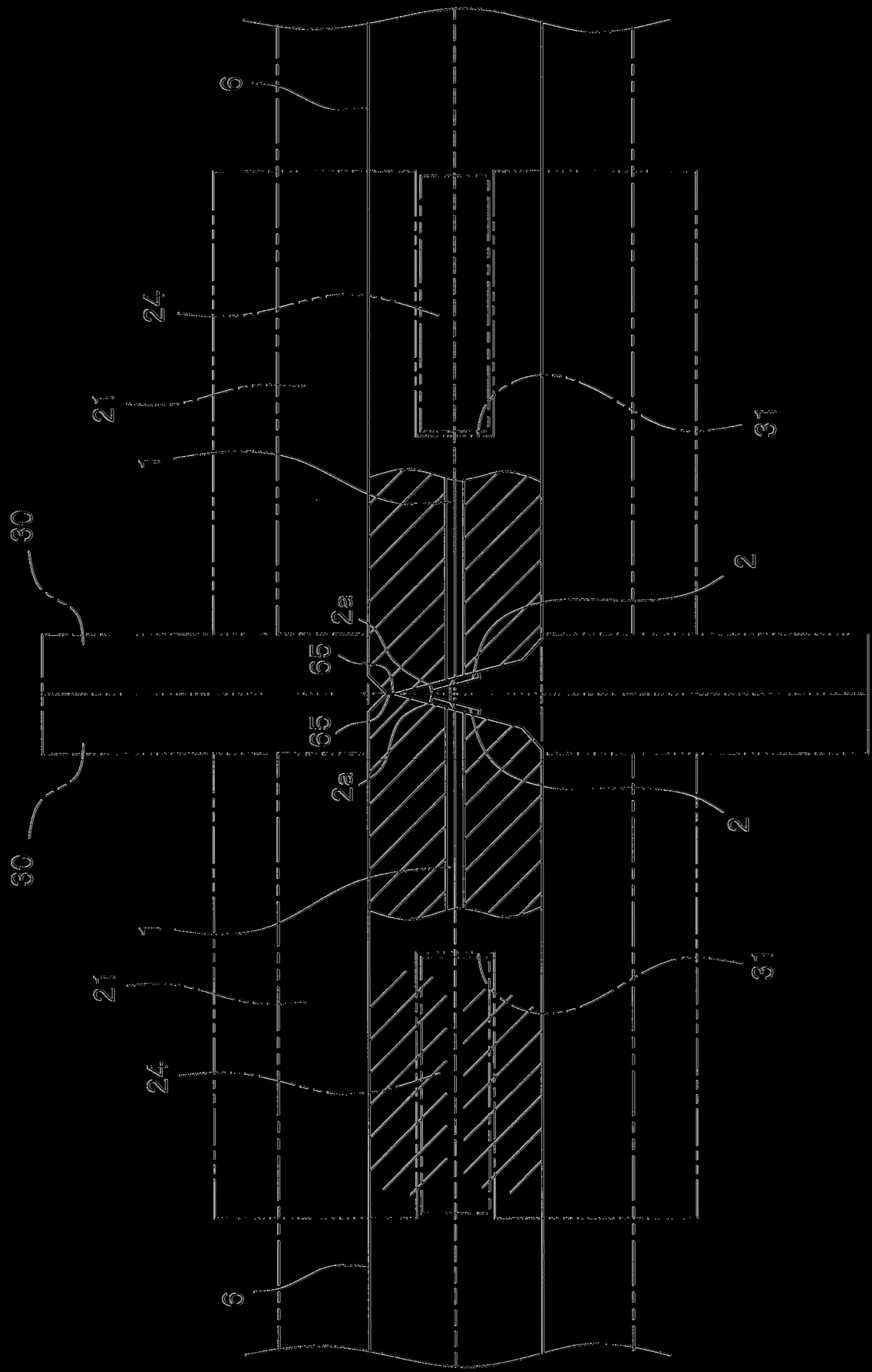


圖 9



$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$$