

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G02B 6/255

B29C 41/36

G02B 6/44



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01141103.1

[45] 授权公告日 2005 年 7 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1209645C

[22] 申请日 2001.9.27 [21] 申请号 01141103.1

[30] 优先权

[32] 2000.10.13 [33] JP [31] 313890/2000

[71] 专利权人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 小池玲 井尾贤司 斋藤达男

守屋知巳 野村由纪夫 佐藤佳司

大森胜一 目黑辰治 大石和正

大阪启司

审查员 兰 霞

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

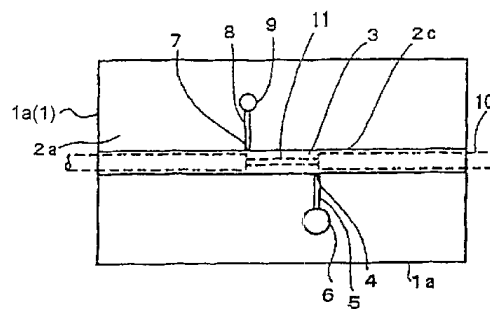
代理人 王 杰

权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 12 页

[54] 发明名称 成型模、光纤连接部的增强方法及  
光缆

[57] 摘要

本发明公开了光纤连接部的增强树脂覆层成型所用的成型模和使用它的光纤连接部的增强方法及容纳具有该光纤连接部的光纤的光缆。所述成型模 1 具有至少一个由透紫外线材料构成的上模 1a 和下模 1b，具有通过沿各自分型面 2a、2b 直线贯通地形成的且横截面成半圆形的槽 2c、2d 形成的型腔 3 并且设有与型腔 3 连通的树脂浇口 4 和树脂排出口 7。使用上述成型模，能够防止光纤 10 连接部的增强树脂覆层内产生气泡。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1.一种具有至少一个由透紫外线材料构成的上模和下模的成型模，其特征在于，

它具有通过沿上模与下模的各自分型面直线贯通形成的且截面成半圆形的槽构成的型腔，

设有与该型腔连通的树脂浇口和树脂排出口，

树脂浇口位于夹住被插入型腔中的光纤连接部的玻璃光纤外露部的一方的覆盖端附近，树脂排出口位于另一方的覆盖端附近。

树脂浇口和树脂排出口相对于所述槽分别位于分型面上的相反侧。

2.如权利要求 1 所述的成型模，其特征在于，在上模和下模的所述分型面上，沿着包括了与包括树脂浇口及树脂排出口的区域所述槽相连的部位的局部分型面设置紫外线遮光层，在所述型腔上不形成所述紫外线遮光层。

3.如权利要求 1 所述的成型模，其特征在于，在上模和下模中的接受紫外线照射侧的那个模具的分型面上，沿着包括了与包括树脂浇口及树脂排出口的区域所述槽相连的部位的局部分型面设置紫外线遮光层，在所述型腔上不形成所述紫外线遮光层。

4.如权利要求 3 所述的成型模，其特征在于，在未设置紫外线遮光层的模具的紫外线射出的表面上，设置紫外线无反射层。

5.一种具有至少一个由透紫外线材料构成的上模和下模的成型模，其特征在于，

它具有通过沿上模与下模的各自分型面直线贯通形成的且截面成半圆形的槽构成的型腔，

设有与该型腔连通的树脂浇口和树脂排出口，树脂浇口设置在夹住被插入型腔中的光纤连接部的玻璃光纤外露部的覆盖端附近的两个部位上，树脂排出口设置在位于这两个部位的树脂浇口之间中央处的所述型腔上。

6.如权利要求 5 所述的成型模,其特征在于,所述树脂浇口和树脂排出口相对于所述槽分别位于分型面上的相反侧。

7.如权利要求 5 所述的成型模,其特征在于,在所述上模和下模的所述分型面上,沿包括了与包括树脂浇口和树脂排出口的区域所述槽相连的部位的局部分型面设置紫外线遮光层,在所述型腔上不形成所述紫外线遮光层。

8.如权利要求 5 所述的成型模,其特征在于,在所述上模和下模中接受紫外线照射侧的那个模具的所述分型面上,沿包括了与包括所述两个部位的树脂浇口的区域所述槽相连的部位的局部分型面设置紫外线遮光层,在所述型腔上不形成所述紫外层遮光层。

9.如权利要求 8 所述的成型模,其特征在于,在未设置紫外线遮光层的模具的紫外线射出的表面上,设置紫外线无反射层。

10.一种光纤连接部的增强方法,其是使用权利要求 1 的成型模来对光纤连接部进行增强,包括以下步骤:

在两根光纤的端部除去光纤的覆层;

相互对接露出了的端部进行端部熔接;

将熔接的光纤置于型腔中,使一方光纤的覆盖端位于树脂浇口附近,并使另一方光纤的覆盖端位于树脂排出口附近;

经树脂浇口向型腔内的玻璃光纤的露出了的端部周围的空腔注入紫外线固化型树脂;

通过由透紫外线材料构成的模具照射紫外线,使注入的型腔的紫外线固化型树脂固化,形成增加树脂覆层。

11.如权利要求 10 所述的光纤连接部的增强方法,其特征在于,在上模和下模的分型面上,沿着包括了与包括树脂浇口及树脂排出口的区域所述槽相连的部位的局部分型面设置紫外线遮光层,在所述型腔上不形成所述紫外线遮光层。

12.如权利要求 11 所述的光纤连接部的增强方法,其特征在于,在所述上模和下模中接受紫外线照射侧的那个模具的所述分型面上,沿包括了与包括所述树脂浇口和所述树脂排出口的区域所述槽相

连的部位的局部分型面设置紫外线遮光层，在所述型腔上不形成所述紫外线遮光层。

13.一种光纤连接部的增强方法，其是使用权利要求5的成型模来对光纤连接部进行增强，包括以下步骤：

在两根光纤的端部除去光纤的覆层；

相互对接露出了的端部进行端部熔接；

将熔接的光纤置于型腔中，使一方光纤的覆盖端位于树脂浇口附近，并使另一方光纤的覆盖端位于树脂排出口附近；

经树脂浇口向型腔内的玻璃光纤的露出了的端部周围的空腔注入紫外线固化型树脂；

通过由透紫外线材料构成的模具照射紫外线，使注入的型腔的紫外线固化型树脂固化，形成增加树脂覆层。

14. 如权利要求13所述的光纤连接部的增强方法，其特征在于，在所述上模与下模的所述分型面上，沿包括了与包括所述树脂浇口与所述树脂排出口的区域所述槽相连的部位的局部分型面设置紫外线遮光层，在所述型腔上不形成所述紫外线遮光层。

15. 如权利要求13所述的光纤连接部的增强方法，其特征在于，在所述上模和下模中接受紫外线照射侧的那个模具的所述分型面上，沿包括了与包括所述树脂浇口和所述树脂排出口的区域所述槽相连的部位的局部分型面设置紫外线遮光层，在所述型腔上不形成所述紫外线遮光层。

16.一种光缆，其特征在于，它容纳有至少一根在长度方向局部上具有光纤连接部经过增强的光纤，该光纤连接部的增强是通过权利要求10所述的光纤连接部增强方法形成的。

17.一种光缆，其特征在于，它容纳有至少一根在长度方向局部上具有光纤连接部经过增强的光纤，该光纤连接部的增强是通过权利要求13所述的光纤连接部增强方法形成的。

## 成型模、光纤连接部的增强方法及光缆

### 技术领域

本发明涉及光纤连接部的增强树脂覆层成型所用的成型模和使用它的光纤连接部的增强方法及容纳具有该光纤连接部的光纤的光缆。

### 现有技术

海底光缆等所容纳的光纤必须是长长一根的。当在需要长长一根的光纤的场合下连接比其短的光纤形成长长一根光纤时，该光纤的连接通常是这样进行的。图 11A、11B 是说明光纤连接部的立体图，图 11A 表示熔接光纤中的玻璃光纤的状态，图 11B 表示在连接部上进行增强树脂被覆的状态。在图 11A、11B 中，121 是光纤（被覆光纤），122 是玻璃光纤（覆层被除去的裸露玻璃纤维），123 是熔接部位，124 是增强树脂覆层。

首先，如图 11A 所示，在两根光纤 121 的端部上，除去光纤 121 的覆层，露出光纤中的玻璃光纤 122，使这两根玻璃光纤 122 的端面对接地进行熔接。玻璃光纤外露部的长度在这两根光纤上大致是一样的，熔接部位 123 大致成为连接的玻璃光纤外露部的中央。因此，如图 11B 所示，通过玻璃光纤 122 的外露部上进行树脂成型，设置了增强树脂覆层 124。增强树脂覆层 124 部分的外径大致等于光纤 121 的外径，在把光纤 121 放入光缆中时，连接部的尺寸尤其是不构成障碍。

在光纤 121 的覆层是用紫外线固化树脂形成的场合下，通常增强树脂覆层 124 也是通过使紫外线固化型树脂固化而形成的。此外，增强树脂覆层 124 的形成是这样进行的。图 12A-图 12F 是说明增强树脂覆层成型所用的成型模和成型方法。图 12A 是从上模分型面侧看的平面图，图 12B 是上模的侧视图，图 12C 是从下模分型面看的平面图，图 12D 是下模的侧视图，图 12E 是表示成型状态的主视图，图 12F 是其侧视图。

在图 12A-图 12F 中, 125 是成型模, 125a 是上模, 125b 是下模, 126a、126b 是分型面, 126c、126d 是槽, 127 是型腔, 128 是树脂浇口, 129 是横浇道, 130 是直浇口, 131 是光纤, 132 是玻璃光纤, 133 是紫外线。

如图 12A-图 12F 所示的成型模 125 由上模 125a 和下模 125b 构成, 在上模 125a 上, 如图 12A、12B 所示地沿分型面 126a 形成了横截面成半圆形的直线状槽 126c, 并且设有与槽 126c 连通的树脂浇口 128 及与之相连的横浇道 129 及直浇口 130。在下模 125b 上, 如图 12C、12D 所示地沿分型面 126b 形成了横截面成半圆形的直线状槽 126d。上模 125a 的槽 126c 和下模 125b 的槽 126d 在分型面 126a、126b 彼此相对地合模时如此定位, 即通过槽 126c、126d 构成了横截面成圆形的型腔 127。槽 126c、126d 的内径即型腔 127 的内径通常约为 250 微米。

此外, 成型模 125 的上模 125a 和下模 125b 用石英玻璃制成, 以透过紫外线。在图 12A-图 12D 中, 用假想线画出了分别将具有玻璃光纤 132 外露部的光纤 131 插入槽中的情况。被插入的光纤 131 的外径通常约为 245 微米, 玻璃光纤 132 的外径约为 125 微米。

使用图 12A-图 12D 所示的成型模 125, 如下所述在光纤 131 的连接部上进行增强树脂覆层的成型。在两根光纤 131 的端部上除去覆层, 露出玻璃光纤 132, 把熔接玻璃光纤 132 端面而成的光纤插入如图 12E、图 12F 所示由槽 126c、126d 构成的型腔 127 中并合上上模 125a 和下模 125b。随后, 从直浇口 130 中并经过横浇道 129 及树脂浇口 128, 在型腔 127 内的玻璃光纤 132 周围的空腔内注入紫外线固化型树脂。随后, 从下模 125b 下方向着下模 125b 照射紫外线 133, 经过下模 125b 的紫外线 133 使注入的紫外线固化型树脂固化。

经树脂浇口 128 被注入型腔 127 内的玻璃光纤 132 周围空腔中的树脂流向型腔 127 内的长度方向的两侧并且一直填充空腔, 直到覆盖住光纤 131。此时, 光纤 131 的外径约为 245 微米, 槽 126c、126d 的内径约为 250 微米, 光纤 131 的表面与槽 126c、126d 的内壁面之间

有很小的间隙。通常，通过注入紫外线固化型树脂，光纤 131 被覆时所带入的空气经过该间隙逸出，从而完全填入紫外线固化型树脂，直到光纤 131 被覆盖住。此外，紫外线固化型树脂的一部分到达了光纤 131 的覆层与槽 126c、126d 之间的间隙中，由于有间隙并且树脂有粘性，所以树脂不会沿光纤 131 覆层表面被挤到成型模 125 外，进入间隙的树脂最多也就数毫米。

但是，由于光纤 131 的外径变化等，光纤 131 与槽 126c、126d 的内壁面之间的间隙减小了，在这种情况下，空气不能完全经过该间隙逸出。在这种场合下，在两侧的光纤 131 被覆时残留下空气，在增强树脂覆层的两端附近产生了气泡。紫外线固化型树脂从未图示出的树脂供应装置中经过直浇口 130、横浇道 129 和树脂浇口 128 被注入型腔 127 中，在其流动途中，空气被卷入树脂流的前端部中，前端部的树脂处于含气泡的状态。此外，树脂流的前端部在覆盖端部时得到填充，除了没有随着覆盖端部而逸出的残留空气产生的气泡外，树脂流动时卷入树脂中的空气也容易引起气泡。

在光纤被收入海底光缆中的应用场合下，光纤承受高侧压，如果增强树脂覆层内部有气泡，则所述侧压使气泡缩小并且赋予增强树脂覆层变形时的玻璃光纤以微小弯曲，光纤传送损失增大了。因此，人们希望增强树脂覆层内没有气泡。

此外，在上模 125a 和下模 125b 由石英玻璃制成的情况下，由于合模时的紧固力不如在金属模的情况下大，在合模时，在分型面 126a、126b 之间也产生了小间隙。因而，注入型腔 127 的紫外线固化型树脂浸入该间隙，当照样固化时，就产生了垂直于增强树脂覆层表面地延伸的凝固鳍片。附着在增强树脂覆层表面上的鳍片妨碍了在光纤上设置外覆层等后续作业，因此必须刮削掉鳍片。通常，鳍片刮削是通过剃刀剃的方式进行的，但必须小心地工作并且相当费工夫。

#### 发明概述

本发明提供一种在光纤连接部的增强树脂覆层内不残留气泡的成型模以及使用这种成型模的光纤连接部的增强方法及容纳包括由此

形成的光纤连接部的光纤的光缆。此外，本发明提供一种同时不在增强树脂覆层表面上产生鳍片的成型模。

本发明的成型模是，由至少一个由透紫外线材料构成的上模和下模构成的成型模，具有通过沿上模与下模的各自分型面直线贯通地形成的且横截面成半圆形的槽构成的型腔，设有与该型腔连通的树脂浇口和树脂排出口。

本发明的成型模如上所述，其上模和下模中的至少一个是用透紫外线材料构成的，该成型模具有沿上模与下模的分型面的直线状且横截面成圆形的型腔并且设有与型腔连通的树脂浇口（设在插入型腔内的光纤连接部的一个被覆端附近）和树脂排出口（设在另一个被覆端附近），因此经树脂浇口注入紫外线固化型树脂并且从树脂排出口排出空气及树脂流前端部的树脂，由此完全将树脂填充到玻璃光纤周围的空腔中。结果，光纤被覆端部时，没有残留下气泡，在光纤连接部上形成了无气泡的增强树脂覆层。

此外，树脂浇口最好位于夹住被插入型腔中的光纤连接部的玻璃光纤外露部的一方的覆盖端部附近，而树脂排出口位于另一方的覆盖端部附近。

与此同时，如果在上模和下模的分型面上沿着包括了包括树脂浇口及树脂排出口的区域与槽相连的部位的局部分型面设置紫外线遮光层，型腔上不形成紫外线遮光层，则槽以外的部分上不接受紫外线照射。因而，万一紫外线固化型树脂浸入上模和下模的槽以外的分型面间隙中，由于树脂不固化，这部分树脂可在未固化状态下被从成型模中取出来。因此，通过用布等擦拭未固化树脂部分来简单地除去树脂，没有在增强树脂覆层上产生鳍片。

此外，在树脂浇口设置在夹住插入型腔中的光纤连接部的玻璃光纤外露部的覆盖端附近的两个部位的情况下，所述树脂排出口最好被设置成与位于这两个部位的树脂浇口之间中央处的所述型腔连通。

与此同时，如果在上模和下模中的接受紫外线照射的那一个模具的分型面上，沿着包括了包括所述两个部位的树脂浇口的区域与所述



槽连接的部位的局部分型面设置紫外线遮光层并且在型腔上不形成紫外线遮光层，则进入上模和下模的分型面间隙中的紫外线固化型树脂及在与树脂浇口和树脂排出口相连的横浇道内的紫外线固化型树脂不接受紫外线照射。因此，这部分树脂可以在未固化状态下被从成型模中取出，从而通过用布擦拭这部分的方式可以简单地除去未固化的树脂部分。因而，万一树脂进入了上、下模分型面之间的间隙中，由于这部分树脂未固化，从而没有在增强树脂覆层上产生鳍片。

本发明的光纤连接部增强方法是如此形成光纤连接部的增强树脂覆层的，即在两根光纤的端部上分别除去覆层，露出玻璃光纤，对接这两根光纤的端面进行熔接，包括了这样形成的玻璃光纤外露部的光纤部分被插入所述成型模的型腔中，使树脂浇口位于光纤连接部的一方的覆盖端附近，经树脂浇口向型腔内的玻璃光纤周围的空腔注入紫外线固化型树脂，该树脂流前端部的一部分从位于另一被覆端附近的树脂排出口排出，随后从成型模外面通过由透紫外线材料构成的模具，照射紫外线，使被注入型腔的紫外线固化型树脂固化，从而形成光纤连接部的增强树脂覆层。由此一来，树脂从光纤连接部一方的覆盖端起流向另一方的覆盖端，空气及树脂流的前端部经过树脂排出口被排到外面，从而没有在增强树脂覆层内产生气泡。

此外本发明的光纤连接部的增强方法是如下所述进行光纤连接部的增强树脂覆层的成型的，即在两根光纤的端部上分别除去覆层露出玻璃光纤，对接这两根光纤的端面进行熔接，包括了这样形成的玻璃光纤外露部的光纤部分被插入所述成型模的型腔中，经过两个位于玻璃光纤外露部两侧被覆端部附近的树脂浇口，向型腔内的玻璃光纤周围的空腔注入紫外线固化型树脂，该树脂流的前端部的一部分从位于两个树脂浇口中央的树脂排出口排出，随后从成型模外面通过由透紫外线材料构成的模具照射紫外线，使被注入型腔的紫外线固化型树脂固化，从而形成了光纤连接部的增强树脂覆层。这样一来，树脂从光纤连接部一方的覆盖端起流向另一方的覆盖端，空气及树脂流的前端部经过树脂排出口被排到外面，从而没有在增强树脂覆层内产生气泡。

本发明的光缆是容纳有至少一根在长度方向局部上具有通过如权利要求 12 或权利要求 15 所述的光纤连接部增强方法形成的光纤连接部的光纤的光缆。

#### 图面简介

图 1A 表示本发明成型模的实施例，它是从上模分型面侧看的平面图。

图 1B 表示本发明成型模的实施例，它是上模侧视图。

图 1C 表示本发明成型模的实施例，它是从下模分型面侧看的平面图。

图 1D 表示本发明成型模的实施例，它是下模侧视图。

图 2 是说明本发明光纤连接部增强方法的实施例的流程图。

图 3A 说明本发明光纤连接部增强方法的实施例，它是从下模分型面侧看的平面图。

图 3B 说明本发明光纤连接部增强方法的实施例，它是从上模分型面侧看的平面图。

图 3C 是说明本发明光纤连接部增强方法的实施例的主视图。

图 4A 是表示使用图 1A-图 1D 所示成型模形成增强树脂覆层的情况的主视图。

图 4B 是表示使用图 1A-图 1D 所示成型模形成增强树脂覆层的情况的侧视图。

图 5 是表示成型后的光纤连接部的主视图。

图 6A 表示在本发明成型模上设置紫外线遮光层及紫外线无反射层的例子，它是从下模的分型面侧看的平面图。

图 6B 表示在本发明成型模上设置紫外线遮光层及紫外线无反射层的例子，它是上模的主视图。

图 6C 表示在本发明成型模上设置紫外线遮光层的例子，它是下模的主视图。

图 7A 表示本发明成型模的实施例，它是从上模分型面侧看的平面图。

图 7B 表示本发明成型模的实施例，它是上模侧视图。

图 7C 表示本发明成型模的实施例，它是从下模分型面侧看的平面图。

图 7D 表示本发明成型模的实施例，它是下模侧视图。

图 8A 是表示使用图 7A-图 7D 所示成型模形成增强树脂覆层的情况的主视图。

图 8B 是表示使用图 7A-图 7D 所示成型模形成增强树脂覆层的情况的侧视图。

图 9 表示在本发明成型模上设置紫外线遮光层及紫外线无反射层的例子，它是从下模分型面侧看的平面图。

图 10A 表示本发明光缆实施例的截面结构。

图 10B 表示本发明光缆实施例所含光纤单元的截面结构。

图 10C 表示本发明光缆实施例所含光纤传送路径的结构。

图 11A 是说明光纤连接部的立体图，它表示熔接光纤中的玻璃光纤的状态。

图 11B 是说明光纤连接部的立体图，它表示在连接部上施加增强树脂覆层的状态。

图 12A 说明了利用传统技术形成增强树脂覆层所用的成型模及成型方法，它是从上模分型面侧看的平面图。

图 12B 说明了利用传统技术形成增强树脂覆层所用的成型模及成型方法，它是上模的侧视图。

图 12C 说明了利用传统技术形成增强树脂覆层所用的成型模及成型方法，它是从下模分型面侧看的平面图。

图 12D 说明了利用传统技术形成增强树脂覆层所用的成型模及成型方法，它是下模的侧视图。

图 12E 说明了利用传统技术形成增强树脂覆层所用的成型模及成型方法，它是表示成型状态的主视图。

图 12F 说明了利用传统技术形成增强树脂覆层所用的成型模及成型方法，它是表示成型状态的侧视图。

### 优选实施例的说明

参见附图来说明本发明的成型模、光纤连接部的增强方法以及光缆的实施例。在说明中，相同部件或具有相同功能的部件用相同符号表示并省略了对应的重复说明。

首先，参见图 1A-图 1D 来说明本发明的成型模实施例。在图 1A-图 1D 中，1 是成型模，1a 是上模，1b 是下模，2a、2b 是分型面，2c、2d 是槽，3 是型腔，4 是树脂浇口，5 是横浇道，6 是直浇口，7 是树脂排出口，8 是横浇道，9 是树脂排出孔，10 是光纤（覆层光纤），11 是玻璃光纤（除去覆层的裸露光纤）。

成型模 1 由上模 1a、下模 1b 构成。至少下模 1b 是用石英玻璃等透紫外线材料制成的。如果考虑热膨胀等性能，上模 1a 和下模 1b 最好用相同材料制成。此外，由于所谓上模 1a 和下模 1b 并不是表示上下位置关系的语言，只是用于区别简单分型的一个模具和另一个模具的语言，所以上、下模颠倒设置或左右设置也是可行的。

在上模 1a 上，沿分型面 2a 设置横截面成半圆形的直线状槽 2c，与槽 2c 连通地设置了一个树脂浇口 4 和至少一个树脂排出口 7。而且，与树脂浇口 4 连通地设置了横浇道 5 及直浇口 6，与树脂排出口 7 连通地设置了横浇道 8 及树脂排出孔 9。横浇道 5 和横浇道 8 是沿分型面 2a 设置的。但是，横浇道 5 及 8 的设置、直浇口 6 及树脂排出孔 9 的设置不局限于图 1A 的位置或形状。

在下模 1b 上，沿分型面 2b 设置了横截面成半圆形的直线形槽 2d。因此，在对接上模 1a 和下模 1b 的分型面 2a、2b 合模时，上模 1a 的槽 2c 的位置与下模 1b 的槽 2d 的位置彼此相对地定位。由槽 2c 和 2d 构成的横截面成正圆形的孔构成了型腔 3。由槽 2c、2d 构成且横截面成正圆形的孔的内径在长度方向上被设定成一定尺寸。在成为成型对象的光纤的外径约为 245 微米的场合下，型腔 3 的内径约为 250 微米，从而槽 2c、2d 的内径比成型对象光纤的外径略大数微米地形成槽 2c、2d。

在使用这样的成型模 1 来进行增强树脂覆层成型的场合下，如图

1A-图 1D 中的假想线所示，光纤 10 的连接部被插入型腔 3 中。对应于假想插入光纤的覆盖位置设置了树脂浇口 4 及树脂排出口 7。即，如图 1A 所示，使一个树脂浇口 4 位于夹住假想插入光纤 10 的玻璃光纤 11 外露部的一方的覆盖端附近，使至少一个树脂排出口 7 位于另一方的覆盖端附近。

此外，在图 1A 中画出了树脂排出口 7 为 1 个的情况。在这种情况下，设置树脂浇口 4 的那侧与设置树脂排出口 7 的那侧相对槽 2c 位于相反侧，但也可以在相同侧。不过，在树脂排出口 7 为 1 个的场合下，树脂浇口 4 与树脂排出口 7 相对槽 2c 设置在分型面 2a 的各相反侧上，这对合模压力平衡有利。此外，在树脂排出口为 2 个的情况下，这两个树脂排出口的位置同样夹住覆盖端并相对槽 2c 位于分型面 2a 的各自相反侧上。另外，树脂排出口 7、横浇道 8、树脂排出口 9 的尺寸被设定成适当大小，使在考虑树脂粘度等因素的情况下，注入型腔 3 的树脂的压力不要过小。

由于光纤连接部的玻璃光纤 11 的外露长度具有约为 1 毫米的误差，所以树脂浇口 4 与树脂排出口 7 之间的间距在考虑该误差的情况下最好被设定为适应于外露长度的最大值。其理由是，如果树脂浇口 4 与树脂排出口 7 之间的间距比玻璃光纤 11 的外露长度短，则在使树脂浇口 4 与一方的覆盖端配合的情况下，比另一方的覆盖端靠内地设置树脂排出口 7，因而气泡容易留在树脂排出口 7 与覆盖端之间。

另一方面，由于将树脂浇口 4 与树脂排出口 7 之间的间隔设定为适应于玻璃光纤的外露长度的最大值，所以产生了树脂浇口 4 与树脂排出口 7 之间的间隔比玻璃光纤的外露长度长的情况，尽管如此，在这种情况下，从位于一方的覆盖端的树脂浇口 4 注入玻璃光纤 11 周围的空腔的树脂一直填充到另一方的覆盖端，在树脂流前端部的树脂从树脂排出口 7 排出。即便树脂排出口 7 位于从覆盖端略微移向被覆侧的位置上，由于槽 2c、2d 的内壁面与光纤 10 的覆层之间存在小间隙，所以不妨碍树脂排出。

接着，参见图 2 来说明本发明的光纤连接部的增强方法的实施例。

图2所示的流程图是本发明的光纤连接部增强方法的一个例子。

首先，在两根光纤的端部除去光纤覆层，露出光纤中的玻璃光纤，使这两根玻璃纤维的端面对接进行熔接（S101）。玻璃光纤外露部的长度在这两根光纤中大致是一样的（如4毫米-7毫米左右）并且大致在熔接部相连的玻璃光纤外露部的中央。

接着，熔接光纤被安放在下模1b中（S103）。此时，在玻璃光纤外露部长度方向上的中央位置与在下模1b的槽2d的长度方向的中央位置大致重合地安放光纤。下模1b如图3A所示地在进行位置调节的状态下被装到下金属框21上。在下金属框21上设置了配设光纤的槽21a。因此，光纤被夹在下金属框21（下模1b）上（S105）。光纤通过光纤夹22被夹在下金属框21上。

接着，安装上模1a（S107）。上模1a如图3B所示地在进行位置调节的状态下被装到上金属框23上。在上金属框23上设置了配设光纤的槽23a。当在下金属框21与上金属框23之间定位时，上模1a和下模1b之间也定位了。因此，如图3C所示，下金属框21与上金属框23在定位状态下被夹在金属框夹座25上（S109）。下金属框21与上金属框23通过金属框夹26被夹在金属框夹座25上。在下金属框21与上金属框23被夹在金属框夹座25上的状态下，如图4A、4B所示，上模1a和下模1b被合起来，包括熔接玻璃光纤11的端面的部分的光纤10部分被插入由上模1a和下模1b的槽2c、2d构成的型腔3中，使光纤连接部一方的覆盖端位于树脂浇口4附近，使另一方的覆盖端位于树脂排出口7的附近。

接着，通过横浇道5、树脂浇口4从直浇口6向型腔3内的玻璃光纤11周围的空腔注入紫外线固化型树脂（S111）。此时，在玻璃光纤11周围的空气及在树脂流前端部的树脂经过横浇道8和树脂排出孔9从位于另一方覆盖端附近的树脂排出口7排出。随后，在紫外线固化型树脂充分填充玻璃光纤11周围时，如图4A及图4B所示地，从下模1b的下面向下模1b照射紫外线12，透过下模1b而照射到所填充的紫外线固化型树脂的紫外线12使树脂固化（S113）。随后，

取掉金属框夹 26 及光纤夹 22 并取出光纤 10 (S115)。

由此一来,如图 5 所示,在光纤连接部上,光纤 10 的玻璃光纤 11 的外露部被由紫外线固化型树脂构成的增强树脂覆层 13 覆盖住。与光纤 10 的外径约为 245 微米相对,增强树脂覆层的外径约为 250 微米,其外径差为数微米,很小,因而,当外部覆层成型于连接光纤上或者光纤被收放到光缆内时,光纤连接部的尺寸不构成障碍。

由于光纤 10 的覆层与槽内壁面之间有小间隙,所以树脂以 0.5 毫米左右的长度进入该间隙,光纤 10 的覆盖端上产生了约长 0.5 毫米地在光纤 10 覆层上覆有增强树脂覆层 13 的部分。通过形成这个被覆部分,即便光纤连接部弯曲了,增强树脂覆层 13 与光纤 10 的覆盖端之间也不产生间隙。该被覆部分的增强树脂覆层的厚度在 1 微米以上就够了。

图 6A-图 6C 表示在成型模上设置紫外线遮光层和紫外线无反射层的例子。在图 6A-图 6C 中,14、15 是紫外线遮光层,16 是紫外线无反射层。在图 6A 中,用假想线描绘出了树脂浇口 4、横浇道 5、直浇口 6、树脂排出口 7、横浇道 8、树脂排出孔 9、光纤 10、玻璃光纤 11、紫外线无反射层 16,但是这些不是设置在下模 1b 上的。这些用于明确表示在装上图 6A 所示下模 1b 和图 1A、1B 所示上模 1a 并合模时树脂浇口 4 等所处位置与在图 6A 中设置的紫外线遮光层 14 所处位置之间的关系,是绘制的假想图。

如图 6A-图 6C 所示,紫外线遮光层 14、15 沿上模 1a 和下模 1b 的各自分型面 2a、2b 设置在分型面的局部上。紫外线遮光层 14、15 是能够遮挡住具有与注入的紫外线固化型树脂的固化有关的波长的紫外线的铝等金属膜或二氧化硅与氧化钛 ( $TiO_2$ )、二氧化硅与氧化钽 ( $Ta_2O_5$ ) 等电介质的多层膜,它们是通过溅射、真空蒸镀等方式设置的并且厚数微米。通过在分型面上形成电介质多层膜,形成了强力附着的膜,即便成型模反复合模,也没有产生剥落。此外,通过调节电介质多层膜各层的材料与各层的厚度,获得了阻止紫外线透过的紫外线遮光层。

此外,当从分型面 2a、2b 侧看上模 1a 或下模 1b 时,紫外线遮光层 14、15 的位置因设有紫外线遮光层 14、15 而挡住了上模 1a 的树脂浇口 4、横浇道 5、树脂排出口 7、横浇道 8 的至少与槽 2c、2d 相连的周边部。在槽 2c、2d 上未设置紫外线遮光层 14、15。如图 6A 所示,最好是通过紫外线遮光层 14、15 全部遮挡住上模 1a 的树脂浇口 4、横浇道 5、直浇口 6、树脂排出口 7、横浇道 8、树脂排出孔 9。虽然紫外线遮光层 14、15 也成型于横浇道 5、8 的槽壁面部上,但不必一直到达直浇口 6 及树脂排出孔 9 的壁面地形成紫外线遮光层 14、15。

尽管在图 6A-图 6C 中画出了仅在除去上模 1a 和下模 1b 的分型面 2a、2b 的各自槽 2c、2d 的部分上设置紫外线遮光层 14、15 的例子,但紫外线遮光层 14、15 除分型面 2a、2b 的槽 2c、2d 外,可以设置在整体上。如果在分型面 2a、2b 上形成紫外线遮光层 14、15 后进行槽 2c、2d 的磨削加工,则避免了紫外线遮光层 14、15 的材料贴在槽 2c、2d 内的壁面上而使型腔 3 的一部分也被局部挡光。

此外,由于对注入型腔 3 的紫外线固化型树脂的紫外线照射是经过下模 1b 进行的,所以由于存在紫外线遮光层 14、15,紫外线除槽 2c、2d 外都被挡住。因而,至少进入上模 1a 和下模 1b 的分型面 2a、2b 之间间隙中的紫外线固化型树脂及在与横浇道 5、8 的槽 2c、2d 相连的位置上的树脂不接受紫外线照射,从而所述部分的树脂没有固化,留了下来。因此,当在成型后取出光纤连接部时,所述未固化树脂部分附着在增强树脂覆层 13 的表面上被取出,由于树脂处于未固化而有流动性的状态下,所以只要用布等擦拭,就容易轻松地除去所述树脂的未固化部分。

由于照射由槽 2c、2d 构成的型腔 3 部分的紫外线没被挡住,所以紫外线透过树脂照到上模 1a 并被上模外表面局部反射又回到型腔 3 及其周边。不过,如果在上模 1a 的分型面 2a 上也形成紫外线遮光层 15,则进入分型面 2a、2b 之间的紫外线固化型树脂不会因紫外线的反射光而固化。

另外,如果在上模 1a (未设置紫外线遮光层 14 的模具) 的外表



面（紫外线射出的表面）上设置由电介质多层膜等构成的紫外线无反射层 16 并进而没有引起紫外线反射，则即便在上模 1a 的分型面 2a 上没有形成紫外线遮光层 15，进入分型面之间的紫外线固化型树脂也不会固化，当然，为了可靠地阻止紫外线被照射到槽 2c、2d 以外的分型面部分上，可以同时在上模 1a 和下模 1b 的分型面上形成紫外线遮光层 14、15 以及在上模 1a 的外表面形成紫外线无反射层 16。

尽管槽 2c、2d 内的紫外线固化型树脂接受紫外线照射而固化，而另一方面，在与树脂浇口 4 及树脂排出口 7 相连的横浇道 5、8 内的树脂没有接受紫外线照射，从而它们未固化，处于易流动状态。因此，即便槽 2c、2d 内的紫外线固化型树脂因固化而体积收缩了 10%左右，但槽 2c、2d 内为负压，横浇道 5、8 内的树脂流入槽 2c、2d 内侧。由此一来，槽 2c、2d 内的树脂得到补充，从而抑制了由树脂固化时的体积收缩而容易在增强树脂覆层 13 与玻璃光纤 11 之间的间隙的产生。

接着，参见图 7A-图 7D 来说明本发明成型模的不同实施例。

在沿上模 1a 的分型面 2a 设置了横截面成半圆形的直线状槽 2c 的情况下，为与该槽 2c 连通，在两个树脂浇口 4 之间中央处设置了一个树脂排出口 7。与树脂浇口 4 连通设置了横浇道 5 及直浇口 6，与树脂排出口 7 连通设置了横浇道 8 及树脂排出孔 9。

在利用这种成型模 1 进行增强树脂覆层的成型的场合下，如图 7A-图 7D 的假想线所示，将光纤 10 插入型腔 3 中，从而对应于假想插入光纤 10 的被覆位置设置了树脂浇口 4 及树脂排出口 7。就是说，如图 7A-图 7C 所示，使两个树脂浇口 4 分别位于假想插入光纤 10 的覆盖端附近。具体地说，在光纤连接部的玻璃光纤 11 的外露长度约为 9 毫米的场合下，两个树脂浇口 4 的中心间距约为 9 毫米-10 毫米。

虽然这两个树脂浇口 4 的中心间距对应于玻璃光纤 11 外露长度，为 9 毫米，并且可以使各自的树脂浇口 4 与光纤 10 覆盖端位置一致，但更好地是，这两个树脂浇口 4 的中心间距略大一些，约等于 10 毫米并且把树脂浇口 4 设置在从覆盖端起移向覆盖侧约 0.5 毫米的位置

上。在这种情况下，由于树脂浇口 4 与光纤覆盖端之间的距离约为 0.5 毫米，所以经树脂浇口 4 注入的树脂经过光纤 10 的覆层与槽 2c、2d 内壁面之间的间隙并且流向玻璃光纤 11 外露部的周围。由此一来，即便光纤 10 的玻璃光纤 11 的外露长度有小偏差，也可靠地填充树脂直到覆盖端，并且约 0.5 毫米的覆层上形成了树脂覆盖部分。

树脂排出口 7 设置在两个树脂浇口 4 的中央。横浇道 5、8 分别与树脂浇口 4 或树脂排出口 7 连通地沿分型面 2a 设置并且它们与用于注入紫外线固化型树脂的直浇口 6 或排出所述树脂的树脂排出孔 9 相连。横浇道 5、8 的位置、直浇口 6 及树脂排出孔 9 的位置不局限于图 7A 所示情况。尽管在图 7A 中，设置树脂浇口 4 的那侧和设置树脂排出口的那侧相对槽 2c 而言在相反侧上，但它们也可以在相同侧上。树脂排出口 7、横浇道 8、树脂排出孔 9 的尺寸被设定成适当大小，使考虑到树脂粘度等因素，注入型腔 3 中的树脂压力不应过小。

图 8A、8B 是表示用图 7A-图 7D 所示成型模 1 进行增强树脂覆层形成的情况的图。如图 8A、8B 所示，在光纤连接部的增强树脂覆层形成时，包括熔接玻璃光纤 11 端面的部分的光纤 10 部分插入到由上模 1a 和下模 1b 的槽 2c、2d 构成的型腔 3 中并且合上上模 1a 和下模 1b。随后，从直浇口 6，经过横浇道 5 和树脂浇口 4，向型腔 3 内的玻璃光纤 11 的周围空腔注入紫外线固化型树脂。由此一来，在玻璃光纤 11 周围的空气及在树脂流前端的树脂通过横浇道 8 和树脂排出孔 9 从树脂排出口 7 排出。在紫外线固化型树脂充分填充玻璃光纤周围时，从下模 1b 的下方向着下模 1b 照射紫外线 12，透过下模 1b 照射到填入的紫外线固化型树脂上的紫外线 12 使树脂固化。这样一来，如图 5 所示地，在光纤连接部上，光纤 10 的玻璃光纤 11 的外露部被由紫外线固化型树脂构成的增强树脂覆层 13 覆盖住。

图 9 是举例表示在成型模下模上设置紫外线遮光层的下模平面图。在图 9 中，用假想线描绘出了树脂浇口 4、横浇道 5、直浇口 6、树脂排出口 7、横浇道 8 和树脂排出孔 9，但这些并不设置在下模 1b 上。它们是明确表示在安装了如图 9 所示的下模 1b、图 1A、1B 所示

的上模 1a 并合模时的树脂浇口 4 等所处位置与图 9 中设置的紫外线遮光层 14 所处位置之间关系的假想图。

如图 9 所示,紫外线遮光层 14 沿下模 1b 的分型面 2b 设置在分型面 2b 的局部上。当从下模 1b 侧看上模 1a 时,紫外线遮光层 14 的位置因有紫外线遮光层 14 而挡住了上模 1a 的树脂浇口 4、横浇道 5、树脂排出口 7、横浇道 8 的至少与槽 2d 连接的周边部。如图 9 所示地,最好紫外线遮光层 14 完全挡住上模 1a 的树脂浇口 4、横浇道 5、直浇口 6、树脂排出口 7、横浇道 8、树脂排出孔 9。此外,可以将紫外线遮光层 14 设置在除下模 1b 分型面 2b 的槽 2d 外的整个面上。此外,如果在分型面 2b 上形成紫外线遮光层 14 后加工出槽 2d,则避免了紫外线遮光层 14 的材料贴在槽 2d 内的壁面上而使型腔 3 局部也受到部分挡光。

如图 6B 所示,上模 1a 具有紫外线遮光层 15。紫外线遮光层 15 设置在沿上模 1a 的分型面 2a 的局部分型面上。从上模 1a 侧看下模 1b 侧时,紫外线遮光层 15 的位置由于设有紫外线遮光层 15 而覆盖住上模 1a 的树脂浇口 4、横浇道 5、树脂排出口 7、横浇道 8 的至少与槽 2c 相连的周边部分。槽 2c 上未设置紫外线遮光层 15。理想的是,通过紫外线遮光层 15,将上模 1a 的树脂浇口 4、横浇道 5、直浇口 6、树脂排出口 7、横浇道 8、树脂排出孔 9 全部挡住。虽然在横浇道 5、8 的槽的壁面部分上也形成紫外线遮光层 15,但是,不必一直到达直浇口 6 和树脂排出孔 9 的壁面地形成紫外线遮光层 15。另外,也可以在除了上模 1a 的分型面 2a 的槽 2c 之外的整个面上设置紫外线遮光层 15。如果在分型面 2a 上形成紫外线遮光层 15 之后再加工出槽 2c,则可以避免紫外线遮光层 15 的材料贴在槽 2c 的内壁面上而使型腔 3 也被部分遮光的不适之处。

另外,如图 6A 和图 6B 所示,上模 1a (未设置紫外线遮光层 14 的模具)的外表面(紫外线射出的表面)上设置由电介质多层膜等构成的紫外线无反射层 16,并进而没有引起紫外线的反射,则即使上模 1a 的分型面 2a 上不形成紫外线遮光层 15,进入分型面之间的紫外线

固化型树脂也不会固化。当然，为了可靠地防止紫外线照射到槽 2c、2d 以外的分型面部分上，可以同时在上模 1a 与下模 1b 的分型面上形成紫外线遮光层 14、15 以及在上模 1a 的外表面上形成紫外线无反射层 16。

接着，参见图 10A-图 10C 来说明本发明的光缆实施例。

如图 10A 所示，光缆是通过在保持多个光纤传送路径的光纤单元 30 的外周上依次设置 3 截金属管 31、大张力钢捻线 32、铜管 33 及绝缘聚乙烯层 34 而形成的。光纤单元 30 如图 10B 所示地具有通过缓冲层（单元填充树脂）43 把多个光纤传送路径 41 固定在抗张力线 42 周围的结构。

各光纤传送路径 41 如图 10C 所示由单模光纤 41a 和色散补偿光纤 41b 构成。单模光纤 41a 具有 20ps/nm/km 级的波长分散，色散补偿光纤 41b 具有 -4520ps/nm/km 级的波长分散。

单模光纤 41a 和色散补偿光纤 41b 如图 4A、4B 或图 8A、8B 所示，形成了光纤连接部 45。这样，光缆至少容纳一根在长度方向的一部分上具有如图 4A、4B 或图 8A、8B 所示形成的光纤连接部 45 的光纤传送路径 41（光纤）。

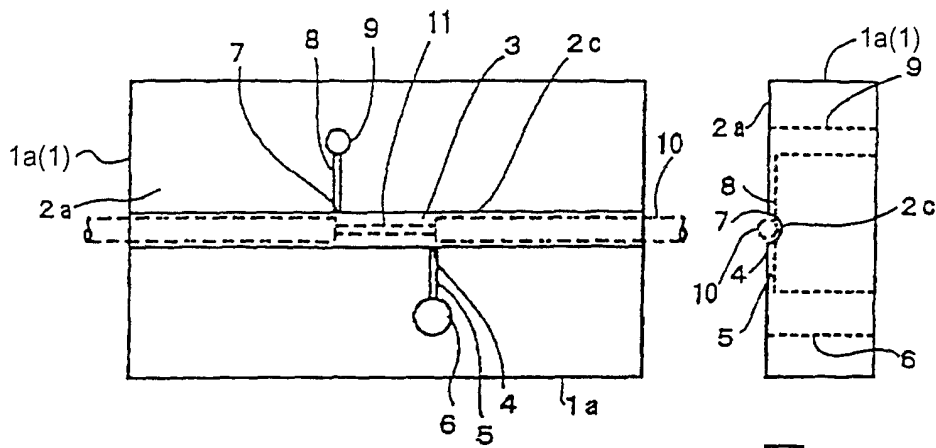


图 1A

图 1B

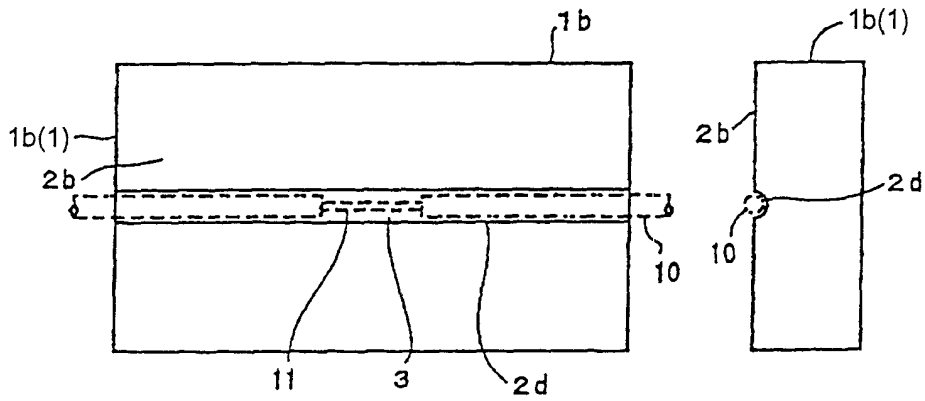


图 1C

图 1D

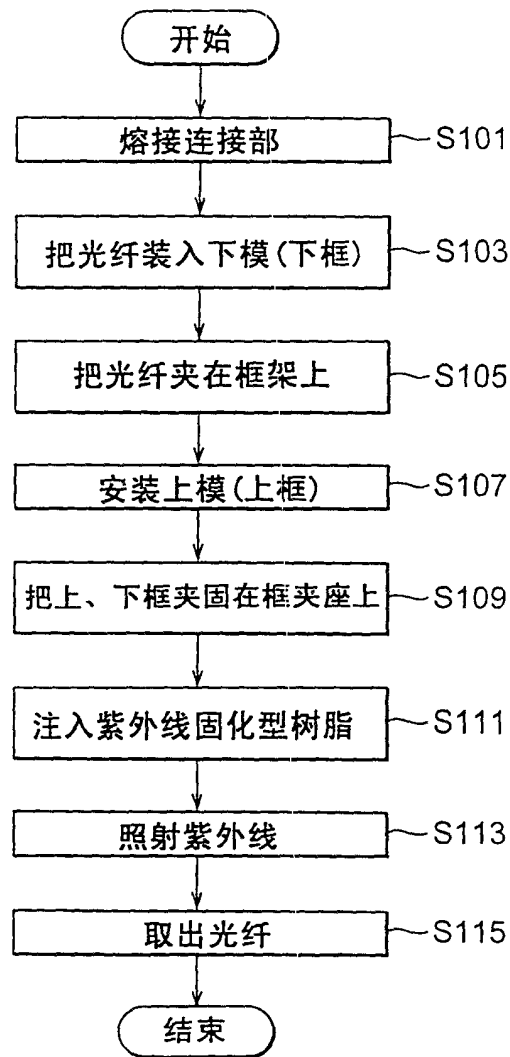


图 2

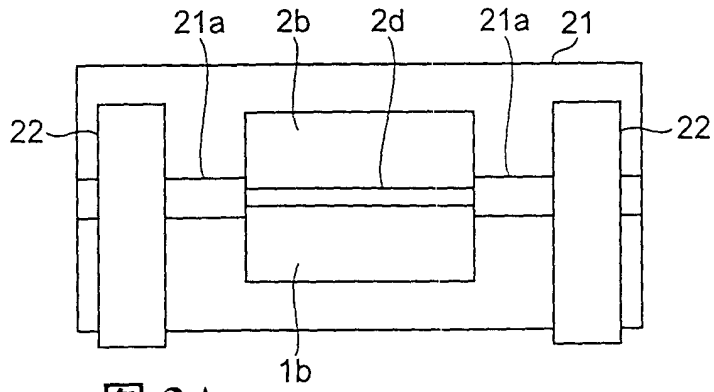


图 3A

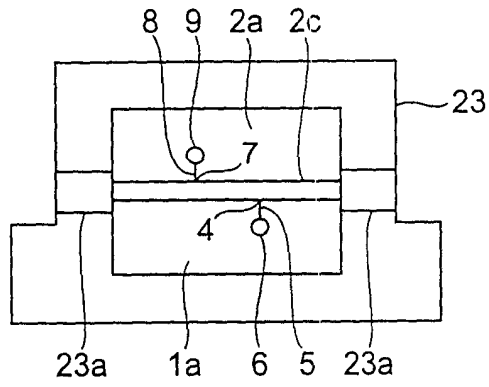


图 3B

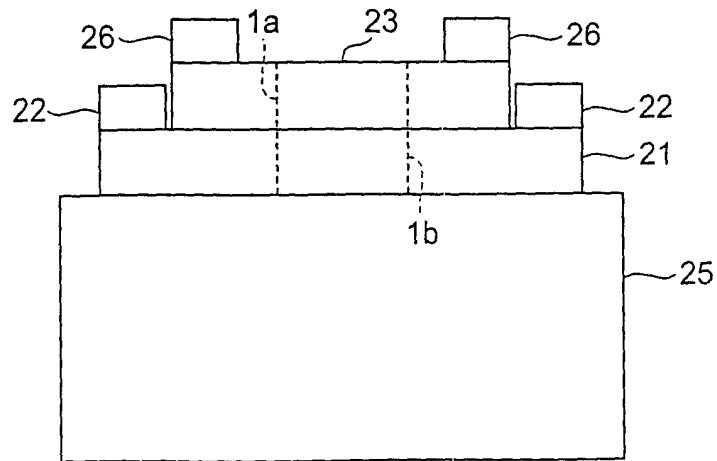


图 3C

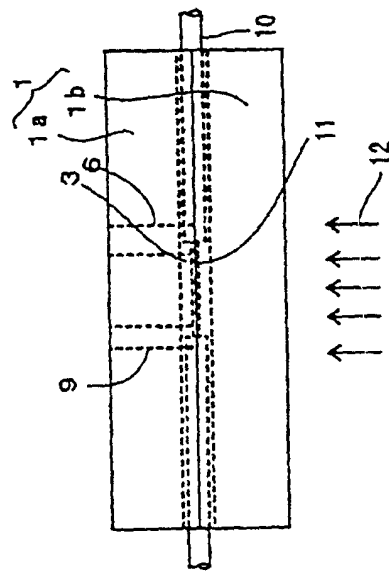


图 4A

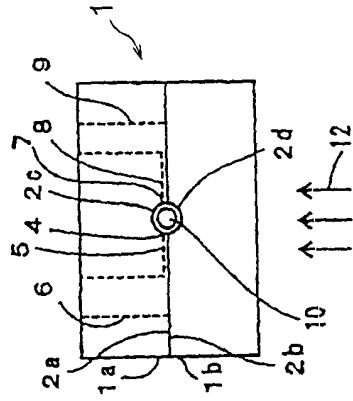


图 4B



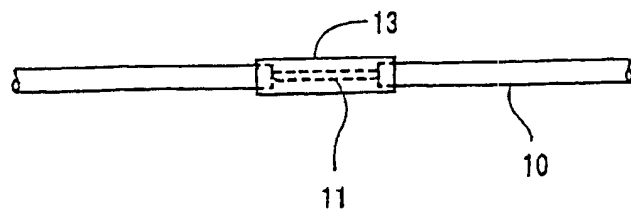


图 5

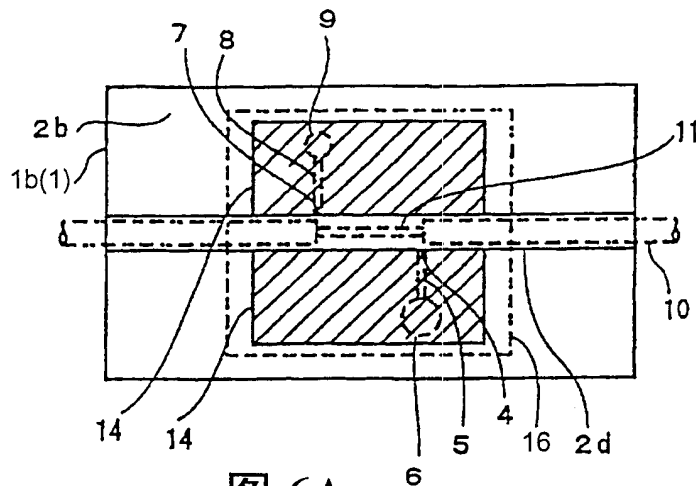


图 6A

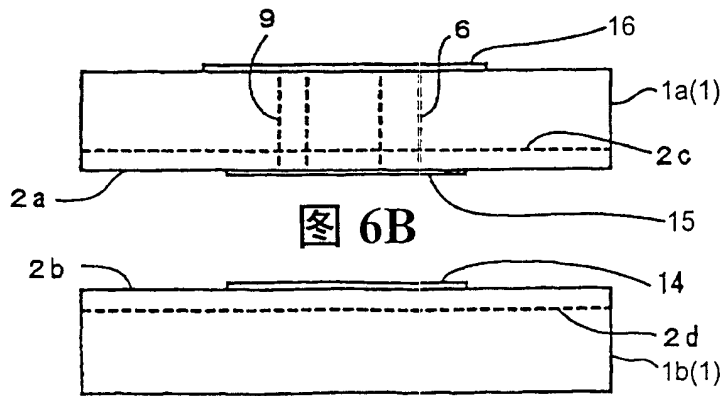


图 6B

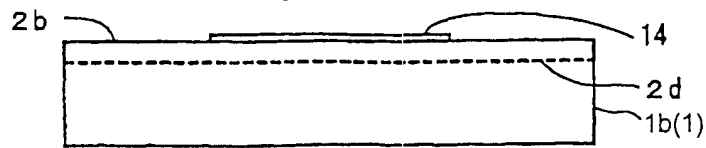


图 6C

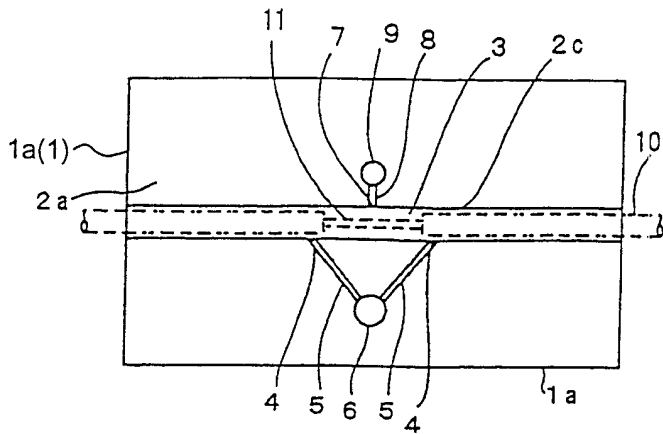


图 7A

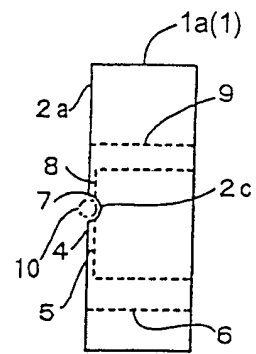


图 7B

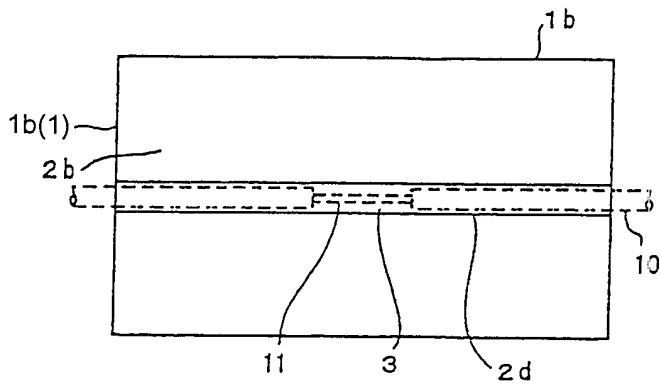


图 7C

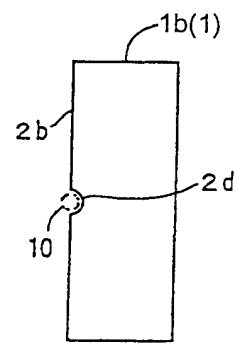


图 7D

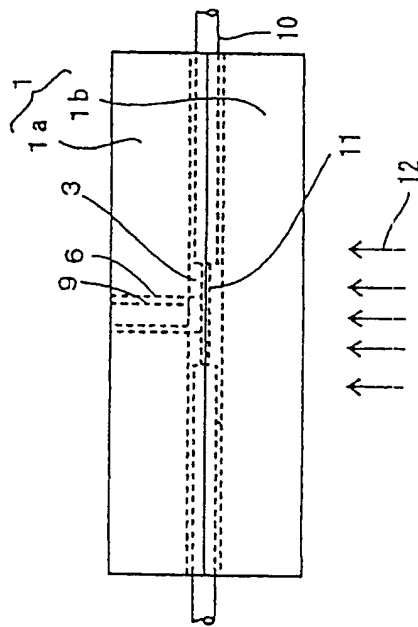


图 8A

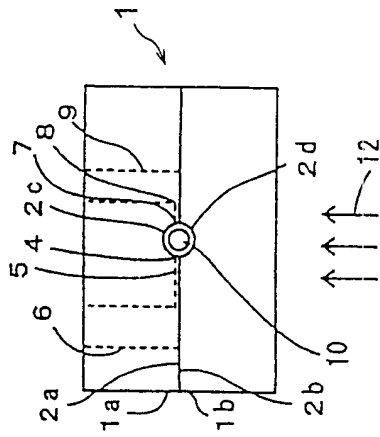


图 8B

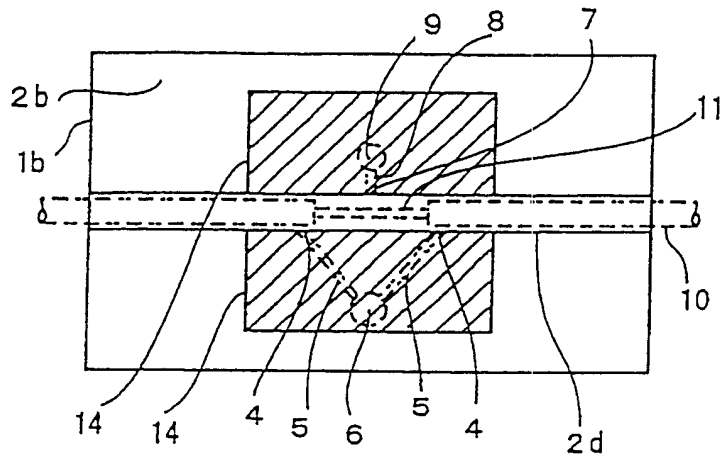


图 9

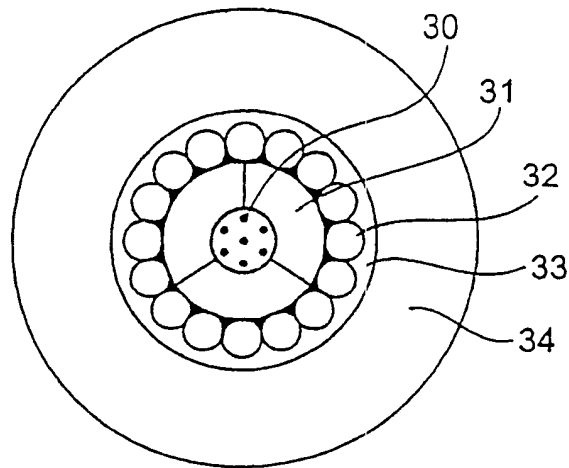


图 10A

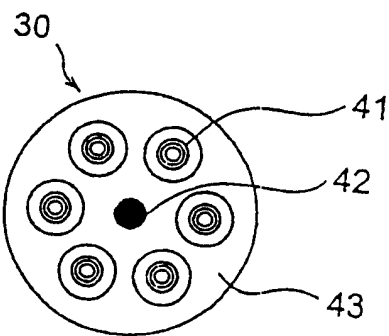


图 10B

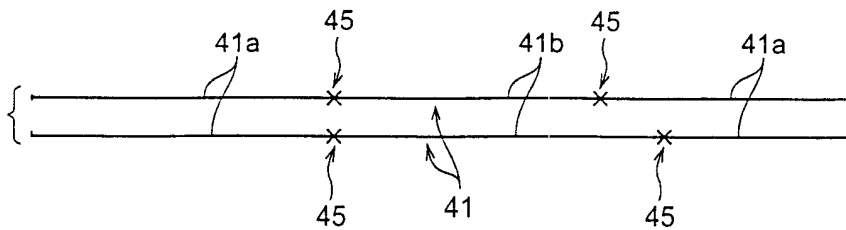


图 10C

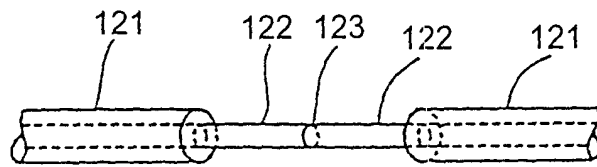


图 11A

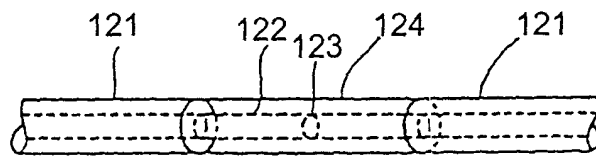


图 11B

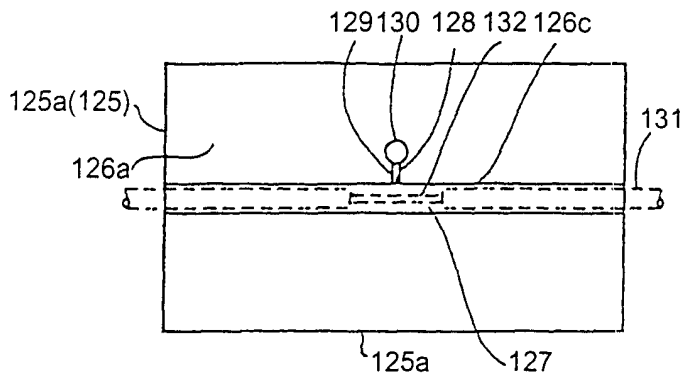


图 12A

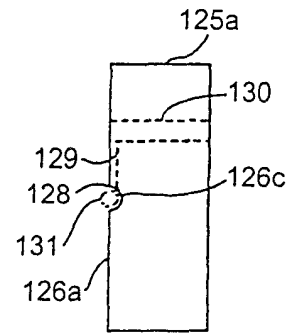


图 12B

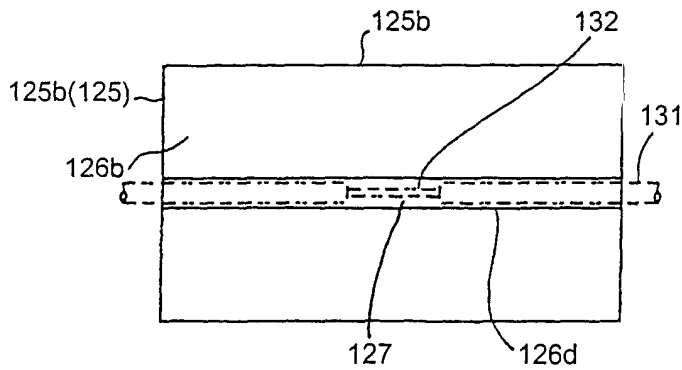


图 12C

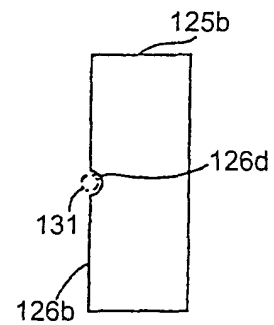


图 12D

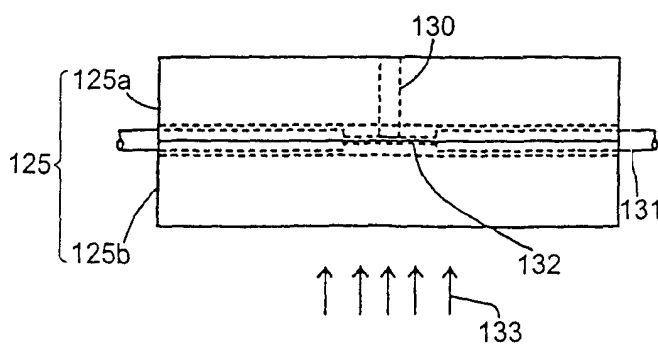


图 12E

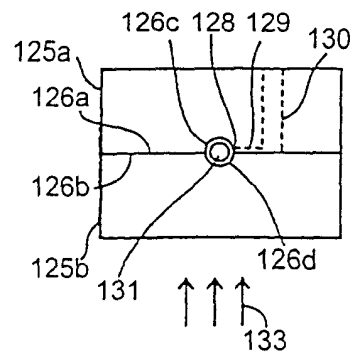


图 12F