



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103443679 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201280011909. 6

(22) 申请日 2012. 03. 08

(30) 优先权数据

2011-051265 2011. 03. 09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 09. 05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/055926 2012. 03. 08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/121318 JA 2012. 09. 13

(73) 专利权人 古河电气工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 斋藤恒聪 渡边健吾

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司

11002

代理人 谢顺星 张晶

(51) Int. Cl.

G02B 6/40(2006. 01)

G02B 6/38(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 0674198 A1, 1995. 03. 22, 全文.

EP 2209031 A2, 2010. 07. 21, 说明书第45-61段, 附图1-6.

JP 昭61-51764 B2, 1986. 11. 10, 说明书第1页第7行至第2页第44行, 附图1-4.

JP 昭62-47604 A, 1987. 03. 02, 说明书第1, 2页, 附图1-3.

审查员 沈婷婷

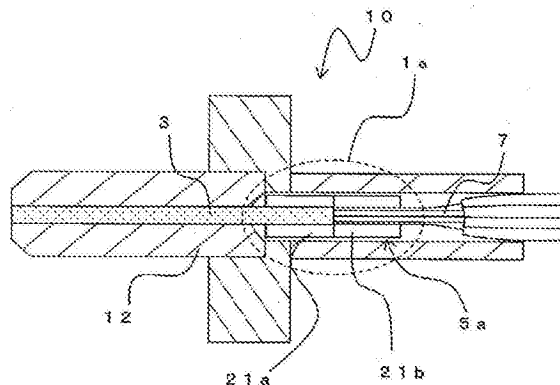
权利要求书1页 说明书12页 附图15页

(54) 发明名称

光连接器、多芯光纤和光纤束结构的调芯方法以及光纤排列转换部件

(57) 摘要

本发明的光连接器(10)为将光纤连接结构(1a)内置于内部的结构。插芯(12)的内部内置有多芯光纤(3),且固定于插芯基板上。多芯光纤(3)的一侧端面在插芯(12)的端面露出。多芯光纤(3)的另一侧端部插入并固定于毛细管(21a),在与毛细管(21a)相对的毛细管(21b)中插入有多个光纤心线(7),且同样固定于毛细管。在光纤连接结构(1a)中,相同直径的7根光纤心线紧密配置连接。



1. 一种光连接器,具有光连接多芯光纤和光纤束结构的光纤连接结构,所述多芯光纤具有保持规定间隔的多个芯,所述光纤束结构将多个光纤心线紧密配置成束,
所述光连接器容纳有所述光纤连接结构,其特征在于,
所述光纤束结构的端部与所述多芯光纤连接,
所述光连接器具备第一毛细管和第二毛细管,所述多芯光纤插入所述第一毛细管,所述光纤束结构插入所述第二毛细管,
所述第一毛细管与所述第二毛细管连接。
2. 如权利要求 1 所述的光连接器,其特征在于,
所述多芯光纤的前端在光连接器端面露出,
所述第一毛细管构成插芯前端,所述第二毛细管构成插芯后端。
3. 如权利要求 2 所述的光连接器,其特征在于,
在所述第一毛细管的外周具备凸缘部,
所述第一毛细管与所述第二毛细管在所述凸缘部的后方连接。
4. 如权利要求 2 所述的光连接器,其特征在于,
在所述第二毛细管的外周具备凸缘部,
所述第一毛细管与所述第二毛细管在所述凸缘部的前方连接,
所述第二毛细管的外径小于所述第一毛细管的外径。
5. 如权利要求 1 所述的光连接器,其特征在于,
所述第一毛细管由氧化锆毛细管和玻璃毛细管构成,
所述第一毛细管后端侧的所述玻璃毛细管与所述第二毛细管由粘接剂连接。
6. 如权利要求 1 所述的光连接器,其特征在于,
所述第二毛细管容纳于所述光连接器内,构成所述光纤束结构的多个光纤心线的前端在光连接器端面露出。

光连接器、多芯光纤和光纤束结构的调芯方法以及光纤排列转换部件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具备连接多芯光纤与光纤束结构的连接结构的光连接器,以及多芯光纤和光纤束结构的调芯方法,所述多芯光纤具有多个芯,所述光纤束结构中多个光纤心线成束。

背景技术

[0002] 随着近年来光通信中的通信量剧增,现在所使用的单芯光纤中传输容量接近极限。因此,作为进一步扩大通信容量的方法,提出有在一个光纤中形成有多个芯的多芯光纤。

[0003] 作为这种多芯光纤,例如有将多个芯部设置于包层部的内部,包层部的部分外周形成与纵向垂直的平坦部的光纤(专利文献 1)。

[0004] 将多芯光纤用作传输路径时,该多芯光纤的各芯部需要与其他多芯光纤的对应芯部,其他各光纤或光元件等连接来收发传输信号。作为这种连接多芯光纤和单芯光纤的方法,提出有如下方法,即将多芯光纤与光纤束光纤进行连接来收发传输信号,所述光纤束光纤在与该多芯光纤的芯部的对应的位置上排列有单芯光纤(专利文献 2)。并且,作为这种光纤束光纤的制造方法,提出有将多个单芯光纤通过捆束等以规定间隔成束的方法(专利文献 3)。

[0005] 专利文献 1:日本专利特开 2010-152163 号公报

[0006] 专利文献 2:日本专利特开昭 62-47604 号公报

[0007] 专利文献 3:日本专利特开平 03-12607 号公报

发明内容

[0008] (一)要解决的技术问题

[0009] 如上所述,在将多芯光纤的各芯部与各光纤心线连接的情况下,需要在多芯光纤的端面和各光纤心线处,使芯部相互之间光学精密地连接。然而,通常情况下,多芯光纤的芯部间隔窄(例如为 $40 \sim 50 \mu\text{m}$),无法使用通常的光纤心线(外径为 $125 \mu\text{m}$)。即,需要使用外径等于或小于多芯光纤的芯部间隔的光纤心线。

[0010] 然而,这种光纤心线极细,操作性差。并且,尤其为单模光纤的情况下,需要将连接部的错位设为 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 以下,因此需要非常高的位置精度。

[0011] 相对于此,如以往的专利文献 3 那样,即使欲由来自外侧的按压力等机械地形成光纤束,作为对象的单芯光纤的芯位置也不会成为想要的配置,芯间隔会稍微偏离,结果与连接对象的多芯光纤的芯产生错位,产生光损失。即,现状是没有提出光损失少且对连接这种多芯光纤与各光纤心线的连接结构进行精密对准位置的充分方法。

[0012] 本发明为鉴于这种问题而完成的,其目的在于提供一种光连接器,以及多芯光纤和光纤束结构的调芯方法等,所述光连接器的内部具有连接多芯光纤与光纤束结构的连接

结构,所述多芯光纤具有窄节距的芯部,所述光纤束结构中多个光纤心线成束,并且所述光连接器具有多芯光纤与光纤束结构的转换功能。

[0013] (二)技术方案

[0014] 为了实现上述目的,第一发明为一种光连接器,其特征在于,光连接器具有光连接多芯光纤与光纤束结构的光纤连接结构,所述多芯光纤具有保持规定间隔的多个芯,所述光纤束结构将多个光纤心线紧密配置成束,且所述光连接器容纳有所述光纤连接结构。

[0015] 所述光纤束结构的端部与所述多芯光纤相连接,所述多芯光纤的前端可以在连接器端面露出。这种情况下,所述光连接器具备构成插芯前端的第一毛细管,构成插芯后端的第二毛细管以及连接器凸缘部,所述多芯光纤插入所述第一毛细管,所述光纤束结构插入所述第二毛细管,所述第一毛细管与所述第二毛细管可以在所述凸缘部的后方连接。

[0016] 并且,所述光连接器具备构成插芯前端的第一毛细管,构成插芯后端的第二毛细管以及连接器凸缘部,所述多芯光纤插入所述第一毛细管,所述光纤束结构插入所述第二毛细管,所述第一毛细管与所述第二毛细管在所述凸缘部的前方连接,所述第二毛细管的外径小于所述第一毛细管的外径。

[0017] 所述第一毛细管由氧化锆毛细管和玻璃毛细管构成,所述第一毛细管的后端侧的所述玻璃毛细管和所述第二毛细管可以由紫外线固化粘接剂连接。

[0018] 所述多芯光纤的端部与所述光纤束结构连接,构成所述光纤束结构的各光纤的前端在连接器端面露出。

[0019] 根据第一发明,内部内置有连接多芯光纤与多个光纤心线的连接结构。因此,若多芯光纤在端面露出,则能够轻松地与相同的多芯光纤进行连接,同时能够通过连接器与多个光纤心线分离。同样,若多个光纤心线的光纤前端在端面露出,则能够对光纤心线之间进行连接。即,能够在连接器内部对光纤心线和多芯光纤进行转换。

[0020] 并且,在连接器内部的连接结构中,多芯光纤的端部与所述光纤束结构分别插入毛细管,所述毛细管之间相对连接,则易于进行该连接部的连接作业。

[0021] 第二发明为多芯光纤和光纤束结构的调芯方法,所述多芯光纤具有多个芯,所述光纤束结构中多个光纤心线成束,其特征在于,所述多芯光纤中,在截面上以规定间隔形成有芯部,多个光纤心线以与所述多芯光纤的芯部间隔大致相同的间隔在截面上以紧密配置的状态相互连接而成束,在使所述多芯光纤的中心芯与所述光纤束结构的中心光纤相对的状态下,从中心芯或中心光纤输入光,在另一侧的中心光纤或中心芯处检测光,同时在相对面内移动彼此的相对位置,以使检测到的光的强度达到最大,进行所述多芯光纤的中心芯和所述光纤束结构的中心光纤的调芯;接着,将所述多芯光纤的中心芯的位置作为中心轴,除中心以外,从相对于中心芯处于对称位置上的一侧的一对其他芯或其他光纤输入光,在另一侧的一对其他光纤或其他芯处检测光,同时使所述多芯光纤相对于所述光纤束结构相对旋转,在所述一侧的一对其他芯或其他光纤的排列与所述另一侧的一对其他光纤或其他芯的排列相平行的位置上,将所述多芯光纤与所述光纤束结构连接并固定。

[0022] 在使所述一侧的一对其他芯或其他光纤的排列与所述另一侧的一对其他光纤或其他芯的排列相平行之后,可以进一步使所述多芯光纤与所述光纤束结构向相互垂直的两个方向相对微动,在连接对象的各芯的轴偏离量的最大值变得最小的位置上,将所述多芯光纤与所述光纤束结构连接并固定。

[0023] 根据第二发明,能够可靠地进行多芯光纤与多个光纤心线成束的光纤束结构之间的调芯。因此,能够可靠地对多芯光纤与光纤束结构进行光连接。

[0024] 第三发明为光纤排列转换部件,其转换多个光纤心线的排列,其特征在于,其具备主体部和多个光纤心线,在所述主体部的一侧端部形成有大致六边形的第一固定部,在所述第一固定部上,多个光纤心线紧密配置并进行固定,在所述主体部的另一侧端部形成有多个槽状的第二固定部,在所述第二固定部上,所述光纤心线并列设置成一排并进行固定。

[0025] 根据第三发明,能够轻松地连接多芯光纤和带状心线。

[0026] (三)有益效果

[0027] 根据本发明,能够提供一种光连接器以及多芯光纤和光纤束结构的调芯方法等,所述光连接器的内部具有连接多芯光纤和光纤束结构的连接结构,所述多芯光纤具有窄节距的芯部,所述光纤束结构中多个光纤心线成束,且所述光连接器具有多芯光纤与光纤束结构之间的转换功能。

附图说明

[0028] 图 1 是表示光连接器 10 的图;

[0029] 图 2 是表示光纤连接结构 1a 的图,(a)是主视图,(b)是(a)的 A-A 线截面图;

[0030] 图 3 (a)是表示光纤束结构 5a 的图,是图 2 (a)的 B-B 线截面图;(b)是表示光纤束结构 5b 的图,(c)是表示光纤束结构 5c 的图;

[0031] 图 4 是表示光纤束结构的制造工序的图;

[0032] 图 5 是表示光纤心线之间的粘接结构的图;

[0033] 图 6 是表示研磨毛细管前端的状态的图;

[0034] 图 7 是表示多芯光纤 3 和光纤束结构 5a 的调芯方法的图;

[0035] 图 8 是表示多芯光纤 3 和光纤束结构 5a 的调芯方法的图;

[0036] 图 9 是表示光连接器 10a 的图;

[0037] 图 10 是表示光连接器 30 的图;

[0038] 图 11 是表示光连接器 40 的图;

[0039] 图 12 是表示光连接器 50 的图;

[0040] 图 13 是表示光连接器 55 的图;

[0041] 图 14 是连接器结构 60 的图;

[0042] 图 15 是表示光纤排列转换部件 70 的图;

[0043] 图 16 (a)是图 14 的 I 箭头方向侧视图,(b)是图 14 的 J 箭头方向侧视图;

[0044] 图 17 是表示夹具 83、89 的图;

[0045] 图 18 是表示利用夹具 83 的光纤束结构的制造工序的图;

[0046] 图 19 表示多芯光纤 90 和光纤束结构 91 的图。

具体实施方式

[0047] 以下,对本发明的实施方式所涉及的光连接器 10 进行说明。图 1 是光连接器 10 的主视截面图。光连接器 10 为将光纤连接结构 1a 内置于内部的结构。

[0048] 插芯 12 的内部内置有多芯光纤 3,且固定于插芯基板上。多芯光纤 3 的一侧端部

在插芯 12 的端面露出。即,多芯光纤 3 能够与内置于其他连接器的其他多芯光纤等进行连接。

[0049] 多芯光纤 3 的另一侧端部插入毛细管 21a 并固定。在与毛细管 21a 相对的毛细管 21b 中插入多个光纤心线 7,同样固定于毛细管 21b。在光纤连接结构 1a 中,毛细管 21a 与毛细管 21b 由粘接剂等连接。即,多芯光纤 3 与多个光纤心线 7 连接。另外,将多个光纤心线 7 插入毛细管 21b 而成束的结构设为光纤束结构 5a。即,固定有多芯光纤 3 的毛细管 21a 与光纤束结构 5a 连接。

[0050] 图 2 (a) 是光纤连接结构 1a 的放大图,图 2 (b) 是图 2 (a) 的 A-A 线截面图,图 3 (a) 是图 2 (a) 的 B-B 线截面图。

[0051] 如图 2 (b) 所示,多芯光纤 3 为多个芯 11 以规定间隔进行配置,且周围由包层 13 覆盖的光纤。一共 7 个芯 11 配置于多芯光纤 3 的中心和其周围的正六边形的各顶点位置上。即,中心芯 11 和周围 6 个芯 11 均隔着恒定间隔。并且,在 6 个芯 11 中,相邻的芯 11 之间的间隔也相同。其中,芯 11 的节距例如为 40 ~ 50 μm 左右。

[0052] 如前所述,多芯光纤 3 插入毛细管 21a。毛细管 21a 为内部具有孔的筒状部件。毛细管 21a 的孔稍大于多芯光纤 3 的外径。多芯光纤 3 与毛细管 21a 由例如粘接剂粘接。这种情况下,优选该粘接剂的折射率小于多芯光纤 3 的包层 13 的折射率。由此,能够防止从包层漏光。

[0053] 并且,如图 3 (a) 所示,光纤束结构 5a 将相同直径的 7 根光纤心线 7 紧密配置连接。即,中央配置有一根光纤心线 7,其周围配置有 6 根光纤心线 7。因此,各光纤心线 7 的芯 15 均以等间隔配置。并且,光纤心线 7 之间由粘接剂 19a 粘接。因此,相邻的光纤心线 7 的包层 17 之间均直接或通过粘接剂 19a 相互接触。并且,光纤心线 7 之间的间隙中也填充有粘接剂 19a。

[0054] 另外,多芯光纤 3 以及光纤心线 7 例如为石英玻璃制。并且,在本实施例中,对由中心芯的外周具有 6 根芯的全部 7 根芯构成的紧密配置的例子进行说明,但也能够在该外周进一步形成 12 根芯来作为紧密配置。即,本发明中,只要芯之间紧密配置即可,对其数量没有限定。

[0055] 但是,本申请发明想要通过浸入光纤之间的粘接剂等的表面张力的平衡,来使光纤自整合地进行紧密排列,因此由 7 根光纤构成的光纤束结构的精度最好,顺便能够高精度地形成在其外周进一步设置 12 根芯的光纤束结构。对于由该数量以上的根数构成的光纤束结构也能够适用本申请,但芯错位的精度(尤其外周侧)降低。但是,根数多的情况下,例如,首先形成由 7 根光纤构成的光纤束结构,在其粘接后,进一步在其周围通过表面张力粘接 12 根光纤,如此阶段性地形成光纤束结构,从而能够减少芯错位的精度降低。

[0056] 光纤心线 7 以紧密配置的状态插入到毛细管 21b 中。毛细管 21b 为内部具有孔的筒状部件,毛细管 21b 的孔的圆截面形状比光纤心线 7 紧密配置状态的外接圆的外径稍大。并且,光纤心线 7 与毛细管 21b 由粘接剂 19b 粘接。这种情况下,优选粘接剂 19b 的折射率小于光纤心线 7 的包层 17 的折射率。由此,能够防止从包层漏光。另外,粘接剂 19b 可以与粘接剂 19a 相同。

[0057] 多芯光纤 3 的端面(毛细管 21a 的端面)和光纤束结构 5 的端面(毛细管 21b 的端面)相互研磨并相对配置。在该状态下,各芯 11 和芯 15 在光连接的位置上相对。即,芯 11

的节距和光纤心线 7 的外径(包层 17 的直径)大致一致。另外,考虑到在光纤心线 7 之间的间隙中由粘接剂 19a 形成粘接层,可以将光纤心线 7 (包层 17)的外径设为比多芯光纤 3 的芯 11 的节距小 $0.1 \sim 3 \mu\text{m}$ 左右。这种情况下,在光纤心线 7 相互粘接的光纤束结构中,各芯 15 的间隔也与芯 11 的节距一致。

[0058] 毛细管 21a、21b 的端面相对配置,在芯 11 和芯 15 相互进行光连接的位置上,通过粘接剂等相互固定。关于对准位置的详细内容进行后述,在毛细管 21a、21b 的端面相对配置的状态下,由带旋转装置夹具固定至少一侧,例如,向多芯光纤 3 的各芯中由相对端面的相反侧的端部输入信号光,为了接收从光纤束光纤的相对端面的相反侧输出的信号光,对成束光纤束(或者多芯光纤)进行位置调整及旋转调整,在该光信号输出达到最大的位置上固定夹具,对双方的光纤进行粘接(或热熔合)连接。

[0059] 在此,本申请的紧密结构的光纤束光纤的芯位置精度非常高,因此对至少两根芯进行调整即可。另外,首先对中心芯进行对准位置,在对周围的一根或两根芯进行对准位置时,变得轻松且精度也高。另外,理所当然地,为了进行更高精度的对准位置,还可以对所有芯测定轴偏离,在最佳位置上进行对准位置。

[0060] 如上,能够得到对多芯光纤 3 的各芯 11 和光纤心线 7 的各芯 15 进行光连接的连接结构。在此,在光纤连接结构 1a 中,由于光纤心线 7 以紧密配置的状态成束,因此能够高精度地恒定保持芯 15 之间的间隔。并且,由于多芯光纤 3 和光纤束结构 5a 的端部分别收于毛细管 21a、21b 中,因此操作轻松。并且,毛细管的面相互连接,因此连接面宽,能够可靠地对彼此进行连接。

[0061] 如上所述,根据本申请的 7 芯的光纤束结构与 7 芯的多芯光纤的连接结构,与以往的 7 芯的光纤束结构与 7 芯的多芯光纤的连接结构相比,以 7 芯的平均计可认为改善了 1dB 的损失。

[0062] 另外,作为毛细管 21b 中插入有光纤心线 7 的光纤束结构,也可以为图 3 (b) 所示的光纤束结构 5b。光纤束结构 5b 的毛细管 21b 内部的孔不是圆形,而是大致正六边形。即,与光纤心线 7 的紧密配置状态外接的大致正六边形,孔的各顶点部分别配置有光纤心线 7。因此,能够使光纤心线 7 的配置受到限制,使光纤心线 7 相对于毛细管 21b 始终为恒定配置。

[0063] 并且,如图 3 (c) 所示,也可为光纤束结构 5c。光纤束结构 5c 中,毛细管 21b 内部的大致圆形的孔的至少部分内面设置有突起 23。即,在与光纤心线 7 的紧密状态外接的外接圆的内面上形成突起 23,以使其嵌入在光纤心线 7 的紧密配置状态下的光纤心线 7 之间的间隙中形成的凹部中。因此,能够使光纤心线 7 的配置受到限制,使光纤心线 7 相对于毛细管 21b 始终为恒定配置。另外,突起 23 可以只形成一个,也可以形成多个。

[0064] 接着,特别以光纤束结构 5a ~ 5c 作为对象,对紧密粘接光纤心线 7 的光纤束结构的制造方法进行说明。首先,如图 4 所示,去除规定根数的光纤心线 7 的包覆层,并将其插入到毛细管 21b 中。此时,将光纤心线 7 插入到毛细管 21b 中,以使光纤心线 7 的前端从毛细管 21b 的端部分别仅伸出相同长度(例如 10mm 左右)。另外,毛细管 21b 临时固定于例如光纤心线 7。

[0065] 从毛细管 21b 的端部突出的光纤心线 7 的前端浸到预先积存在容器中的粘接剂 25 中。粘接剂 25 例如为溶液类粘接剂,其是合成树脂等高分子固体成分溶入到水、醇、有机溶

剂等溶剂中的液体粘接剂。在这种溶液类粘接剂中,通过溶剂气化后残留的溶质固化而进行粘接。

[0066] 另外,作为粘接剂 25,优选比通常所使用的溶质浓度进一步稀释的粘接剂,由此,使粘接剂的浓度下降,并且能够抑制残留的溶质量。因此,能够使光纤心线之间的间隙的粘接层变薄,高精度地恒定光纤心线 7 之间的间隔。即,粘接力可以弱,例如优选 100cps 以下的极低粘度的粘接剂。并且,由于固化时粘接剂收缩,由此得到使光纤更紧密拉近的效果。并且,优选折射率比光纤心线的包层低的粘接剂。

[0067] 作为这种粘接剂,例如作为溶液类,可以使用由稀释液稀释 Cemedine 公司制“CemedineC”(商品名)而得的粘接剂(为了调整折射率优选添加氟);作为极低粘度的粘接剂(丙烯酸酯类),可以使用 NTT-AT 公司制的折射率控制树脂(UV 固化);作为极低粘度的粘接剂(环氧类),可以使用 Epo-Tek 公司制的热固性粘接剂。并且,通过加热粘接剂,能够进一步降低粘度,因此可以进一步缩小粘接后的光纤心线之间的间隙。

[0068] 在此,在毛细管 21b 的内部,光纤心线 7 以大致接近紧密的状态插入,但在光纤心线 7 的前端浸入粘接剂 25 之前的状态下,部分彼此之间产生间隙,并且其他部位相互紧贴等,难以作为完全紧密的配置(恒定的芯间隔)。

[0069] 图 5 是表示光纤心线 7 之间通过粘接剂 25 的表面张力进行粘接的粘接状态的图,图 5 (a) 是主视图(简单起见,只显示两根光纤心线 7),图 5 (b) 是截面图。

[0070] 如前所述,有时光纤心线 7 彼此之间会形成间隙,但粘接剂 25 的粘度低,粘接剂 25 通过表面张力(毛细管现象)吸引到光纤心线 7 之间的间隙中。此时,光纤心线 7 之间通过相互间的表面张力紧贴(图中箭头 C 方向)。

[0071] 即,如图 5 (b)所示,即使各光纤心线 7 之间形成若干不均匀的间隙,粘接剂 25 吸引到该间隙中,光纤心线 7 相互紧贴。此时,能够形成吸引并存在于各光纤间的粘接剂的表面张力稳定化的配置,即光纤心线 7 之间可靠地形成紧密配置,同时,能够通过在该状态下使粘接剂 25 固化来进行相互粘接。这种效果对如本发明这样极其微细的光纤心线 7(例如 Φ 为 50 μm 以下)尤其有效。另外,由于粘接剂 25 是经过稀释的溶液型粘接剂,因此由于粘接剂的收缩,有时在固化后的光纤束的光纤间的光纤之间不紧挨的部位形成间隙。

[0072] 接着,如图 6 所示,在光纤心线 7 之间以紧密状态相互粘接的状态下,将该部位粘接到毛细管 21b 上。作为此时所使用的粘接剂(粘接剂 19a),可以使用热固型环氧类粘接剂或 UV 固化型丙烯酸酯类粘接剂。粘接剂 19a 填入毛细管 21b 与光纤束之间的间隙,以及光纤心线之间(粘接剂 25 之间)的间隙中,对光束和毛细管进行粘接。另外,在此对毛细管和光束进行了粘接,但也可卸下毛细管而只使用光纤束与多芯光纤进行连接。

[0073] 接着,将比毛细管 21b 突出的光纤心线 7 及部分毛细管 21b 以研磨面 27 进行研磨。如上形成光纤束结构 5a。另外,无需通过研磨光纤束结构的端面来得到均匀的面,也可利用例如切割机等通过切割得到均匀的面。

[0074] 另外,作为粘接剂 19a (19b)优选低粘度,但粘度可以高于粘接剂 25 的粘度(例如 5000cps 以下)。并且,优选固化时的收缩率低,硬度高(肖氏 D60 以上)。另外,关于粘接剂 25 也是固化后的硬度高更好,但固化后的粘接层相当薄,因此该硬度对研磨时特性的影响小。

[0075] 作为这种粘接剂,可以使用例如作为环氧类热固化粘接剂的 EPOXY TECHNOLOGY

公司制“Epo-tek353-ND”(商品名);作为丙烯酸酯类 UV 固化粘接剂的大日本油墨公司制“OP-40Z”(商品名), NTT-AT 公司制的折射率控制树脂(UV 固化)。

[0076] 另外,本实施例中是按照先使多个光纤心线 7 插入毛细管 21b 的顺序,但本发明并不限于此,例如也可通过与本实施例相同的方法紧贴固定多个光纤心线 7,然后插入到毛细管 21b 中并由第二粘接剂固定。这种情况下,多个光纤心线 7 以插入到筒状临时排列部件的状态浸到第一粘接剂 25 中,由此能够可靠地固定成致密结构。

[0077] 该方法中,易于将光纤心线 7 插入到毛细管 21b,因此能够减小毛细管 21b 的内径间隙。

[0078] 另外,本实施例中,粘接剂 19a 与粘接剂 25 为不同的粘接剂,但粘接剂 19a 也可兼作粘接剂 25。即,使用粘接剂 25 紧贴固定光纤之间时,也可以使用光纤之间没有间隙之类的,固化时的收缩小的粘接剂。在这种情况下,也可以利用粘接剂 25 的表面张力来紧贴固定光纤之间。这种情况下,粘接剂 25 优选硬度高(肖氏 D60 以上)。并且,毛细管不是必不可少的,也可以直接在连接器内部形成连接结构。

[0079] 并且,本实施例中,作为粘接剂 25 使用对溶剂型粘接剂进行了稀释的粘接剂,但本发明不限于此,通过使用极低粘度的粘接剂,不进行稀释也能够得到相同效果。并且,粘接剂 25 优选为折射率低的粘接剂,但这是用来提高陷光效果,如果使用的粘接剂对光纤心线具有充分的陷光效果,则粘接剂 25 也可以使用折射率高的粘接剂。

[0080] 并且,作为提高光纤心线的聚集效果的方法,可提高光纤心线 7 表面的润湿性。作为提高润湿性的方法,已知有涂布被称为底胶的表面处理剂并进行干燥的方法,或通过等离子放电处理的方法。并且,理所当然的是优选在进行作业时充分清洁光纤心线 7。

[0081] 接着,对光纤束结构和多芯光纤的调芯方法进行详细说明。图 7 是表示光纤束结构 5a 和多芯光纤 3 的调芯方法的图,用虚线(将芯部涂黑)表示多芯光纤 3,用实线(芯部白色)表示光纤束结构 5a 侧。另外,在以下的例子中,对光纤束结构 5a 进行说明,而其他实施方式的光纤束结构也能够同样进行。

[0082] 首先,如图 7 (a)所示,在使多芯光纤 3 和光纤束结构 5a 相对的状态(端面相互间距离例如为 $5\mu\text{m}$)下,对准各自中心芯 11a、15a 的位置。此时,例如在从多芯光纤侧入射光的状态下,使多芯光纤 3 侧(毛细管 21a)相对于光纤束结构 5a 侧(毛细管 21b)向 X 方向及与其垂直的 Y 方向(图中 D 方向及 E 方向)移动。

[0083] 如图 7 (b)所示,当芯 11a 与芯 15a 对准位置时,则例如由与芯 15a 连接的光探测器检测出的光强度达到最大。另外,光也可从芯 15a 侧入射而在芯 11a 侧进行检测。

[0084] 在该状态下,使多芯光纤 3 侧(毛细管 21a)相对于毛细管 21b,以毛细管 21a 的截面中心为旋转轴进行旋转(图中箭头 F 方向)。此时,例如使光从一侧的芯 11 侧入射而在另一侧的芯 15 处检测光。

[0085] 如图 7 (c)所示,当芯 11 与芯 15 对准位置时,则例如由与芯 15 连接的光探测器检测出的光强度达到最大。另外,光也可从芯 15 侧入射而在芯 11 侧进行检测。

[0086] 另外,还可以通过移动(旋转)毛细管 21b 侧来进行调芯。然而,多芯光纤 3 能够缩小与毛细管 21a 的间隙。因此,毛细管 21a 的中心与多芯光纤 3 的中心的中心位置大致一致。因此,使毛细管 21a 以截面中心为旋转轴进行旋转时,多芯光纤 3 的大致截面中心成为旋转轴。

[0087] 另一方面,在毛细管 21b 侧需要插入多个光纤心线 7,因此与毛细管 21a 和多芯光纤 3 的间隙相比,需要更大的间隙。因此,毛细管 21b 的截面中心与光纤心线 7 的紧密配置截面中心可能产生错位。因此,若将毛细管 21b 的截面中心作为旋转轴,则光纤心线 7 的紧密配置截面中心不会成为旋转轴,中心芯 15a 本身可能发生错位。因此,优选固定毛细管 21b,并使毛细管 21a 侧旋转。

[0088] 并且,也可以反复进行上述中心芯的调芯和其他芯的调芯,同时使各芯处的光检测强度达到最大。并且,上述调芯结束后,还能够使用 5 点调芯(根据当前位置、±X 方向、±Y 方向的共 5 点的光检测强度,计算当前的轴偏离状态,并向最优方向移动最优量的调芯方法)。调芯结束后,在该状态下由粘接剂等进行连接固定即可。

[0089] 并且,也可以使用其它调芯方法。例如也可以进行如下方法,首先进行任意两芯的调芯,之后进行其余芯的调芯。具体方法如下。首先对夹着中心光纤并位于 X 轴上两端的两根芯之间进行 XY 及旋转的调整来进行调芯。并且,根据该状态,测定所有心线的轴偏离状态(X、Y 的轴偏离)的状态,向最优方向移动最优量。

[0090] 在此所说的最优方向及最优量是指成为使轴偏离最大的芯的轴偏离量尽量变小的状态。并且,除此以外,也可以使用使整体的轴偏离的平均数变小的方法,或使平方平均数变小的方法(最小平方方法)。

[0091] 并且,还可以使用其它调芯方法。例如,首先进行中心芯的调芯(图 7(b))。接着,对夹着中心光纤位于对称位置上的一对两根芯,以中心芯为中心进行旋转来进行调芯。图 8 是表示使相对于中心芯 15a 位于对称位置上的芯 15b、15c 和芯 11b、11c 进行旋转调芯的状态的图。即使中心芯已进行了调芯,也有由于光纤直径的偏差导致其他芯之间不完全一致的情况。

[0092] 此时,将一对芯 15a、15b 的排列方向(图中 G)与一对芯 11b、11c 的排列方向(图中 H)调整成平行。另外,为了调整为相互平行,例如使光从芯 15a、15b 侧入射,能够根据在芯 11b、11c 侧的光检测强度进行判断。这样,若通过相对于中心位于对称位置上的一对芯进行旋转调芯,则即使芯位置稍微偏移,也能够准确地进行调芯。

[0093] 并且,可以在进行旋转调芯后,进一步调整整体的错位。例如,如图 7(c)所示,在中心位置及旋转调芯后的状态下,可以使多芯光纤 3 和光纤束结构 5a 沿相互垂直的方向(X 方向及与其垂直的 Y 方向(图中 D 方向及 E 方向))相对微动。这种情况下,对多芯光纤 3 和光纤束结构 5a 的各芯之间进行光结合,测定各芯之间的光检测强度。

[0094] 若向 X 方向及 Y 方向相对微动,则有时各芯中光检测强度最大的位置(偏离量最少的位置)不同。此时,在各位置中,使偏离量最大的芯的偏离量(例如,相对于最大检测强度,检测强度最小的芯的检测强度的降低比例)达到最小来决定位置。另外,这里所说的轴偏离由存在某种程度的轴偏离量时的透射损失(与光检测强度最大值的差),即轴偏离损失来进行观测。即,通过测定轴偏离损失,还能够推算轴偏离量。另外,通常轴偏离损失与轴偏离量的平方成比例。

[0095] 例如,在某一位置上,成为所有芯的平均轴偏离损失(检测强度相对于各芯最大检测强度的降低量的平均数)为 3dB,而最大轴偏离损失为 5dB 的状态。在从该状态使多芯光纤 3 与光纤束结构 5a 相对微动时,平均轴偏离损失为 3.1dB,在最大轴偏离损失为 4.5dB 的情况下,判断该状态为适宜。并且,进一步从该位置向 XY 方向进行微动,在最大偏离量变得

最小的位置进行固定即可。

[0096] 并且,也可以调整为所有芯的轴偏离损失的平均值变小,而不是最大轴偏离损失变小。并且,上述调芯方法可以改变顺序,并且,还可以组合各种调芯方法。

[0097] 根据本发明,使光纤心线 7 以紧密配置的状态成为一体,因此能够轻松地将各光纤心线 7 之间的间隔为恒定。因此,能够可靠地对多芯光纤 3 的各芯 11 和光纤心线 7 的各芯 15 进行光连接。

[0098] 尤其,光纤心线 7 以紧密配置的状态粘接,由毛细管或保持部件保持,因此连接作业轻松。并且,通过将毛细管 21b 的孔设为六边形或在内面形成突起 23,能够限制光纤心线 7 相对于毛细管 21b 的紧密配置方向。由此,若例如在毛细管 21b 的外周设置能够识别内部的光纤心线 7 的配置的标记,则在调芯作业中易于控制芯的位置。

[0099] 并且,作为紧密配置光纤心线的方法,通过利用稀释的粘接剂 25 的表面张力,从而能够轻松可靠地将光纤心线 7 之间紧密配置并粘接。此时,由高粘度且高硬度的粘接剂将紧密状态的光纤心线 7 粘接到毛细管 21b 上,并对端面进行研磨,由此能够可靠地连接毛细管 21b 与光纤心线 7,同时研磨时不会使光纤心线 7 的前端破损。

[0100] 本发明的光连接器 10 内置这种光纤连接结构 1a,因此能够轻松地连接与内置的多芯光纤 3 和相同尺寸的多芯光纤(内置该些的光连接器)进行连接。并且,通过光连接器 10 能够将连接对象的多芯光纤与多个光纤心线进行分离。即,能够在光连接器 10 内部转换光纤心线和多芯光纤。

[0101] 以上,边参考附图,边对本发明的实施方式进行了说明,但本发明的技术范围不受前述实施方式的影响。作为本领域技术人员,在权利要求书所记载的技术思想的范畴内能够想到各种变形例和修正例是显而易见的,理所当然地理解为这些也属于本发明的技术范围。

[0102] 例如,光连接器 10 是使多芯光纤 3 的端面在连接器端面露出,但本发明不限于此。图 9 是表示使光纤心线 7 的端面露出的光连接器 10a 的图。

[0103] 光连接器 10a 与光连接器 10 相同,内部内置光纤连接结构 1a,能够在连接器内部对光纤心线和多芯光纤进行转换。此时,光纤心线 7 也可配置成随着朝向光连接器 10a 的端面之间的间隔变宽。

[0104] 例如,如前所述,在光纤连接结构 1a 中,光纤心线 7 之间的节距与多芯光纤 3 的芯节距一致(例如为 $40 \sim 50 \mu\text{m}$)。另一方面,在光连接器 10a 的端面,通过将各光纤心线 7 的间隔加宽到通常的光纤心线直径即 $125 \mu\text{m}$ 节距,能够轻松地将光连接器 10a 与通常尺寸的光纤进行连接。这种情况下,例如,在连接器端面中,优选配置成直径为 $125 \mu\text{m}$ 的光纤紧密配置(使所有光纤心线 7 的间隔相同)。

[0105] 并且,也可将光纤的间隔设为 $250 \mu\text{m}$ 节距,此时,能够与一般经常使用的 MT 连接器进行连接。并且,此时,为了与 MT 连接器进行连接,可以设置导销用孔。并且,光纤的排列不必为一排,可为两排以上或也可以配置成圆形等。

[0106] 即,根据光连接器 10a,不仅能够对光纤心线和多芯光纤进行转换,还能够发挥转换芯间隔的功能。

[0107] 图 10 是进一步表示作为其他实施方式的连接器 30 的图。连接器 30 中,多芯光纤 3 插入第一毛细管即毛细管 31a。同样,多个光纤心线 7 紧密配置插入到第二毛细管即毛细

管 31b, 来构成光纤束结构 5a。毛细管 31a 的外周设置有凸缘部 33。凸缘部 33 用于固定在连接器的壳体等时。

[0108] 配置于连接器 30 前端侧的毛细管 31a 与配置于连接器 30 后端侧的毛细管 31b 通过粘接或热熔接进行连接。即, 毛细管 31a 和毛细管 31b 在凸缘部 33 的后方连接。另外, 在毛细管 31a 与毛细管 31b 的连接部, 多芯光纤 3 和光纤心线 7 进行光连接。根据连接器 30, 也能够得到本发明的效果。

[0109] 图 11 是进一步表示作为其他实施方式的连接器 40 的图。连接器 40 与连接器 30 大致相同, 但毛细管 31a 由氧化锆毛细管 41 和玻璃毛细管 43 构成。毛细管 31a 的前端侧为氧化锆毛细管 41, 而后端侧为玻璃毛细管 43。

[0110] 连接器 40 中, 毛细管 31a 与毛细管 31b 由紫外线固化粘接剂进行粘接。此时, 毛细管 31a 与毛细管 31b 的连接部附近由玻璃毛细管 43 构成, 因此在彼此的界限部能够透射紫外线。因此, 预先将紫外线固化粘接剂涂布到连接面, 并从外部照射紫外线, 由此能够轻松地粘接毛细管 31a 和毛细管 31b。另外, 这种情况下, 优选毛细管 31b 也为玻璃制等透明材质。

[0111] 图 12 是进一步表示作为其他实施方式的连接器 50 的图。连接器 50 与连接器 30 大致相同, 但毛细管 31a 与毛细管 31b 的连接部配置于凸缘部 33 的前方侧。即, 凸缘部 33 配置于毛细管 31b 的外周。

[0112] 在连接器 50 中, 毛细管 31a 的外径大于毛细管 31b 的外径。因此, 与其他连接器进行连接时, 毛细管 31b 的外周不会超出毛细管 31a 的外周。因此, 与其他连接器进行连接时, 毛细管 31b 不会影响其他连接器。另外, 连接器 50 中, 同样可以由氧化锆毛细管 41 和玻璃毛细管 43 构成毛细管 31a。

[0113] 图 13 是进一步表示作为其他实施方式的连接器 55 的图。连接器 55 与连接器 30 等大致相同, 但在毛细管 31a 与毛细管 31b 的连接部保持在凸缘部 33a 内这一点不同。凸缘部 33a 为 MU 连接器用凸缘部。这种情况下, 对多芯光纤 3 与光纤束结构 5a 进行调芯, 连接之后, 安装凸缘部 33a 即可。

[0114] 此时, 通过对准多芯光纤和凸缘部 33a 的周向位置, 能够相对于凸缘部 33a, 分别将芯部配置在既定的位置上。并且, 作为凸缘部 33a, 可以使用与十字头联轴器对应的凸缘部。例如, 本例中, 示出 MU 连接器的结构, 但连接器的结构也可以是 MU 连接器以外的连接器(例如 SC 连接器)。

[0115] 图 14 是表示使用了前述各连接器的连接器结构 60 的图。连接器结构 60 的连接器 30 ~ 50 (图中表示连接器 30 的例子) 容纳于壳体 61 内。在壳体 61 的后方设置有引出罩 65。在引出罩 65 内, 从毛细管 31b 导出的光纤心线 7 成带状。即, 从一侧端部的连接器部引出带状心线 63。

[0116] 带状心线 63 的另一端连接有普通的 MT 连接器 67。MT 连接器 67 可以与其他光纤心线连接。即, 多芯光纤 3 露出一侧端部的连接器部, 光纤心线在另一端的连接器部排列。因此, 若使用连接器结构 60, 能够轻松地连接多芯光纤(或者光纤束结构)和光纤心线(或者带状心线)。

[0117] 图 15 是表示光纤排列转换部件 70 的图。光纤排列转换部件 70 由主体部 71 和光纤心线 7 构成。主体部 71 的一侧端部成为第一固定部即固定部 73a。并且, 主体部 71 的另

一端部成为第二固定部即固定部 73b。固定部 73a 中设置有孔 75。

[0118] 图 16 (a)是图 15 的 I 箭头方向侧视图,是光纤排列部件 70 的侧视图。形成于固定部 73a 的孔 75 为大致六边形的通孔。孔 75 内紧密配置有光纤心线 7。另外,光纤心线 7 由粘接剂等粘接于孔 75。这种结构也可以形成为如图 4~图 6 那样。光纤心线 7 的端面在固定部 73a 的端面露出。因此,能够与多芯光纤等紧密配置的芯进行光连接。

[0119] 并且,如图 15 所示,固定部 73b 中形成有盖 77、V 形槽 81、引导孔 79 等。图 16(b)是图 15 的 J 箭头方向侧视图,是光纤排列转换部件 70 的侧视图。固定部 73b 中以规定间隔并列设置有一排多个 V 形槽 81。V 形槽 81 内分别容纳有光纤心线 7。光纤心线 7 由盖 77 从上方下压。因此,光纤心线 7 并列固定成一排。另外,光纤心线 7 可以由粘接剂等粘接在 V 形槽 81 上。并且,可以由粘接剂固定盖 77 和主体部 71。

[0120] 光纤心线 7 排列部的两侧部形成有一对引导孔 79。引导孔 79 是当与其他连接器连接时插入导销的部位。通过导销能够对光纤心线进行对准位置。另外,固定部 73a 侧也可以形成引导孔。

[0121] 光纤心线 7 的端面在固定部 73b 的端面露出。因此,能够与光纤心线排列成一排的其他带状心线等进行连接。即,若使用光纤排列转换部件 70,则能够轻松地连接多芯光纤和带状心线等。另外,光纤排列转换部件 70 可以内置于连接器内部。

[0122] 并且,以上实施例中表示与具有 7 个芯的多芯光纤相对的光纤束结构的例子,但本发明不限于此。例如,也可以适用于进一步增加一层芯层的 19 芯的多芯光纤。这种情况下,通过相同方法制作 19 根光纤的光纤束结构,能够得到与上述实施例相同的效果。

[0123] 图 17 (a)是表示用于制造 19 芯的光纤束结构的夹具 83 的图。夹具 83 的中心形成孔 85,在孔 85 的周围沿大致六边形的线上形成有 12 个孔 87。孔 85 中插入有预先成束的光纤心线 7。即,孔 85 中插入有在截面上预先紧密配置(临时)连接的 7 根光纤心线 7。并且,孔 87 中分别插入有光纤心线 7。

[0124] 图 18 (a)是图 17 的 K-K 线截面图。为了使周围的光纤心线 7 在前端部与中央的成束的 7 根光纤心线 7 相接触,将周围的光纤心线 7 浸泡到粘接剂 25 中。由此,12 根光纤心线 7 通过相互间的表面张力进一步位于 7 根紧密配置的光纤心线 7 的外周,使光纤心线 7 之间紧贴。

[0125] 另外,如图 18 (b)所示,孔 87 也可朝向光纤心线 7 的插入方向倾斜形成。并且,根据成束的光纤心线的根数,能够适当设定夹具 83 的孔 85、87 的配置和大小。

[0126] 并且,多芯光纤的芯间隔也可不必均匀。这时,对准多芯光纤的芯节距,适当选择成束的光纤的外径(不是均相同的外径而是不同的外径)即可。

[0127] 这时,也可使用如图 17 (b)所示的夹具 89。例如,将中央粗直径的光纤心线 7 插入到孔 85,将周围细直径的光纤心线 7 插入到孔 87 即可。并且,通过将这些的前端浸泡在粘接剂等中,能够得到彼此紧贴的光纤束结构。

[0128] 图 19 (a)是表示 10 芯的多芯光纤 90 的图,图 19 (b)是表示通过图 17 (b)的方法制造出的光纤束结构 91 的图。如图 19 (a)所示,多芯光纤 90 中,在包层 13 中配置有 10 个芯 11。即,相对于中心的芯 11,在周围以 40° 的间隔配置 9 个芯 11。

[0129] 如图 19 (b)所示,在光纤束结构 91 中,将各光纤心线 7 配置成能够与像这样的多芯光纤 90 连接。这样,通过使各光纤心线 7 紧挨并进行固定,能够与多芯光纤 90 连接。在

此,作为与中央具有一根芯,周围具有以等间隔排列的 n 根芯的多芯光纤对应的光纤束结构,将中心的光纤心线 7 的包层 17 的半径设为 R ,将配置于周围的光纤心线 7 的半径设为 r 时,给出下式。

[0130] [数学式 1]

[0131]

$$R = \frac{1 - \sin\left(\frac{180}{n}\right)^\circ}{\sin\left(\frac{180}{n}\right)^\circ} r$$

[0132] 确定中心的光纤心线与周围的光纤心线的半径,以使其成为这种关系,由此能够得到可与如上述的多芯光纤连接的光纤束结构。

[0133] 附图标记说明

[0134] 1a:光纤连接结构;3、90:多芯光纤;5a、5b、5c、91:光纤束结构;7:光纤心线;10、10a、30、40、50、55:连接器;11、11a:芯;12:插芯;13:包层;15、15a、15b、15c:芯;17:包层;19a、19b:粘接剂;21a、21b、31a、31b:毛细管;23:突起;25:粘接剂;27:研磨面;33、33a:凸缘部;41:氧化锆毛细管;43:玻璃毛细管;60:连接器结构;61:壳体;63:带状心线;65:引出罩;67:MT连接器;70:光纤排列转换部件;71:主体部;73a、73b:固定部;75:孔;77:盖;79:引导孔;81:V形槽;83、89:夹具;85、87:孔。

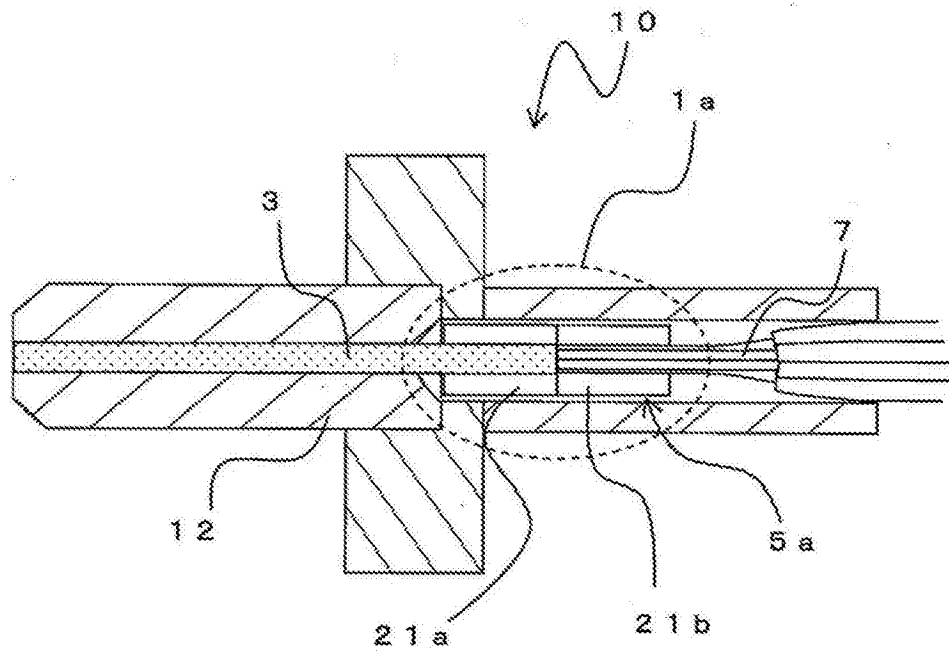
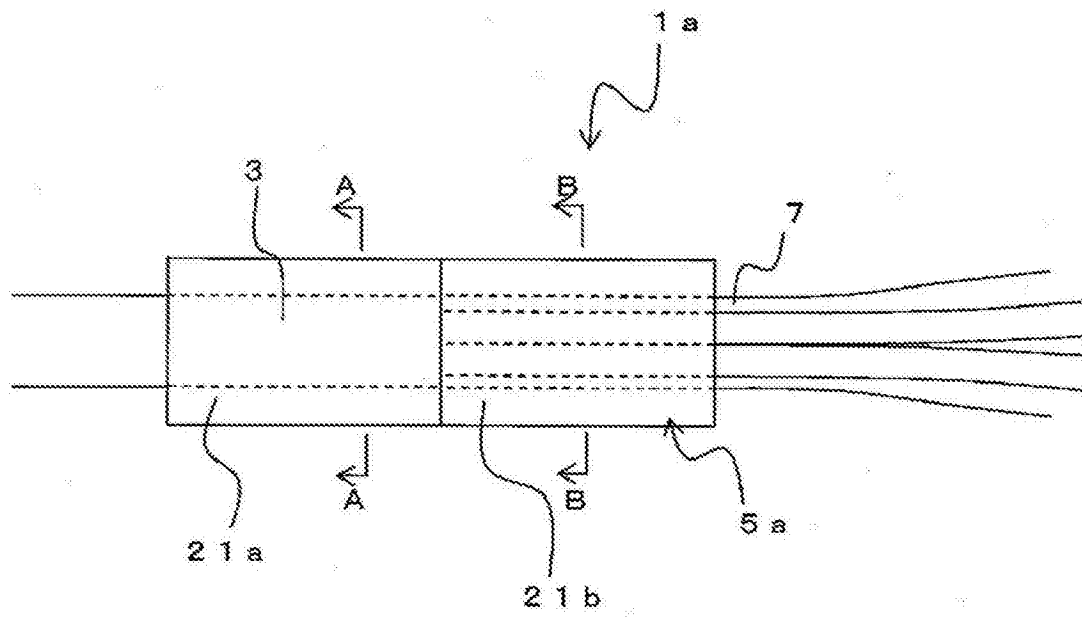
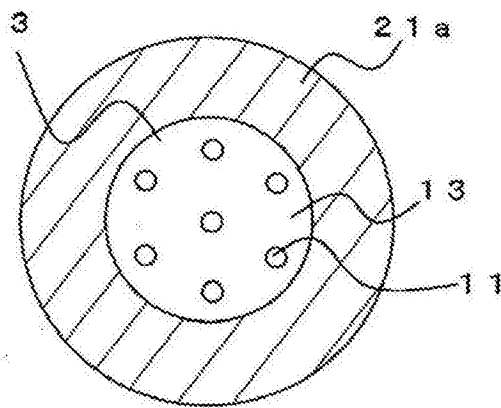


图 1



(a)



(b)

图 2

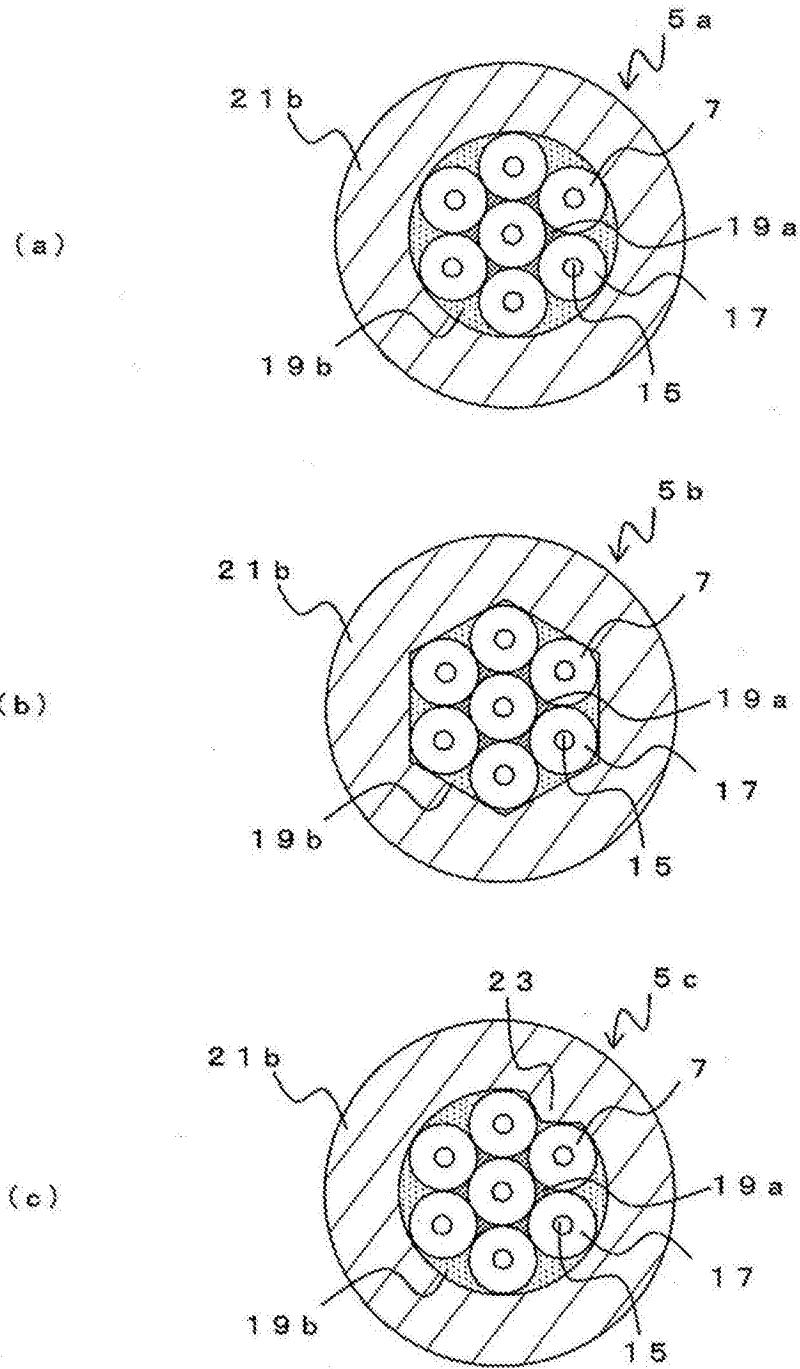


图 3

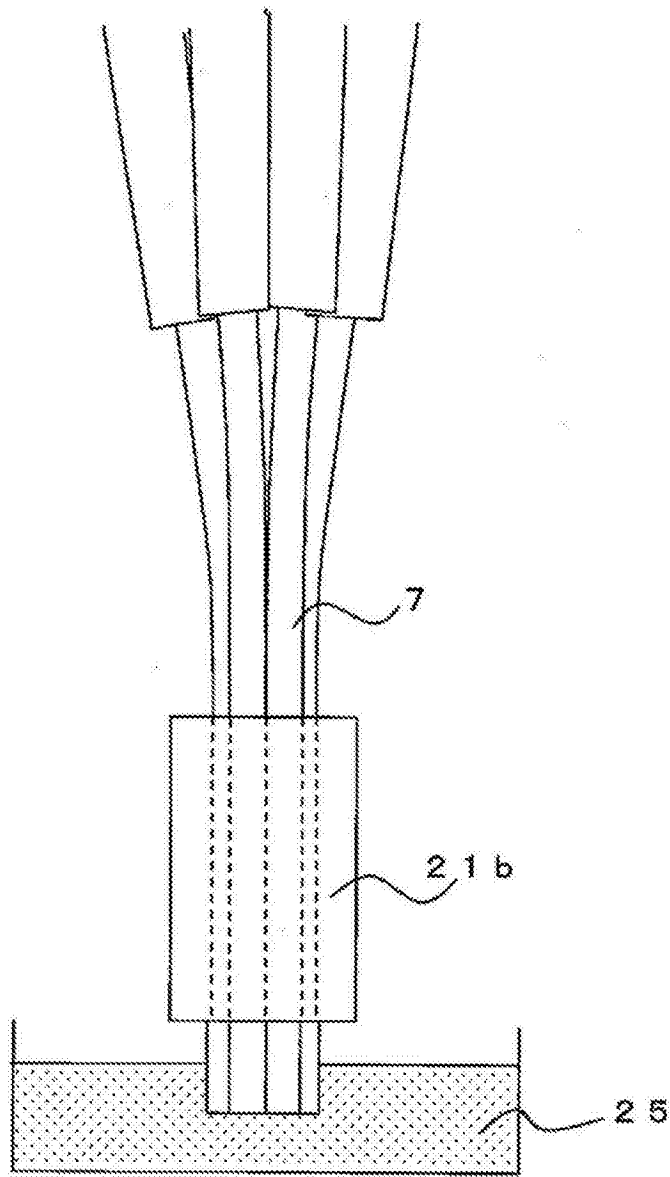
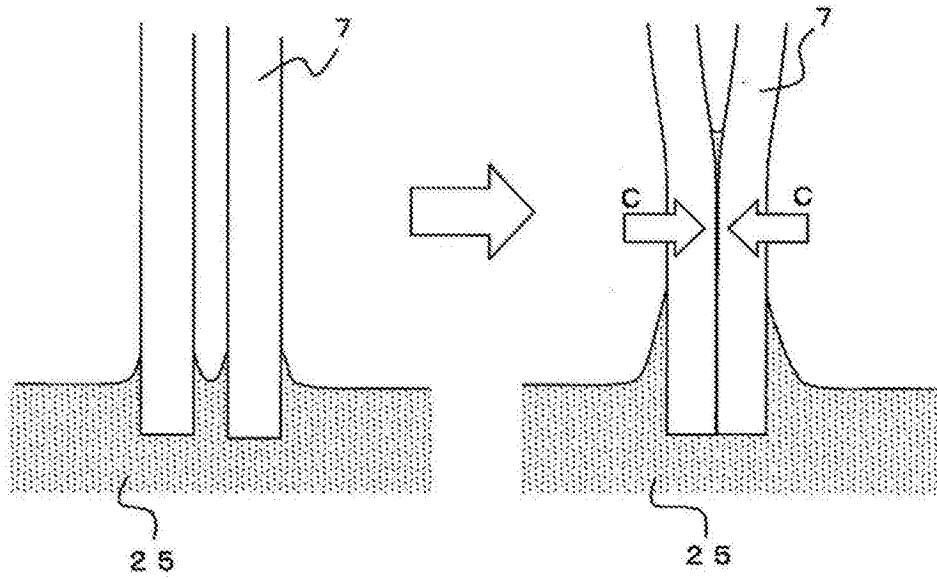
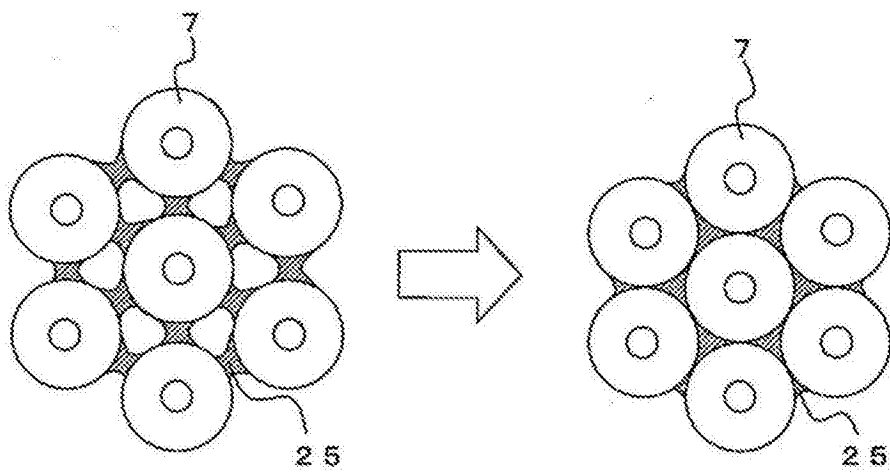


图 4



(a)



(b)

图 5

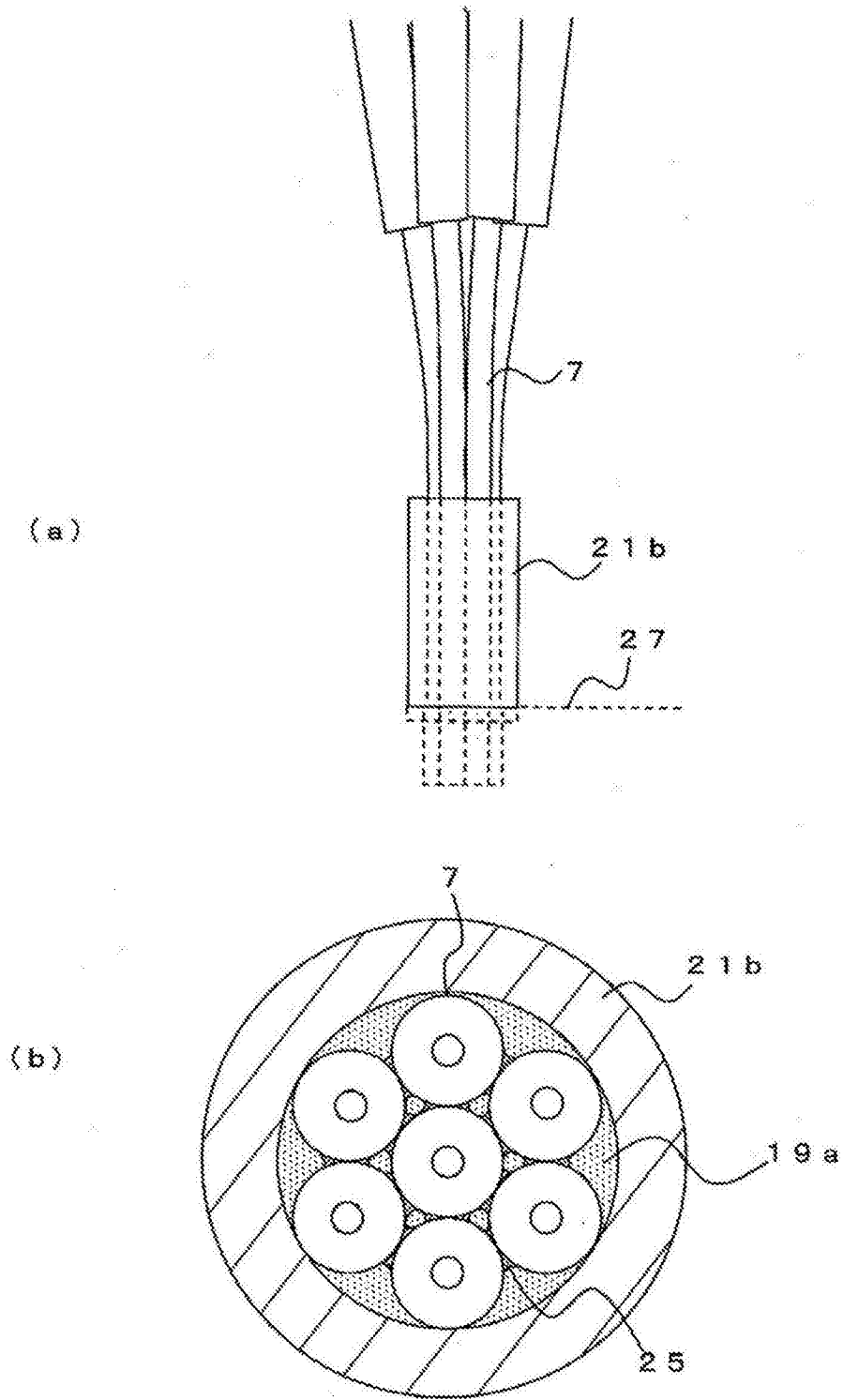


图 6

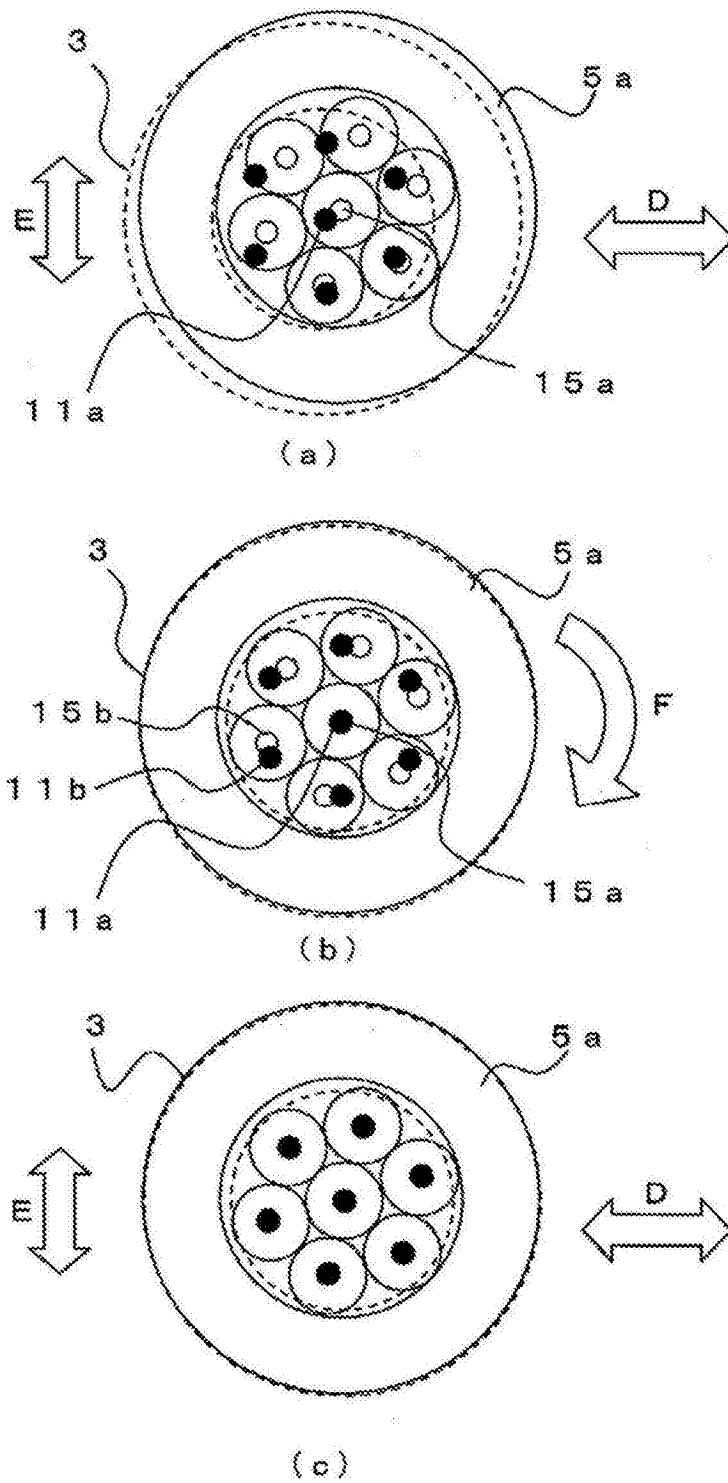


图 7

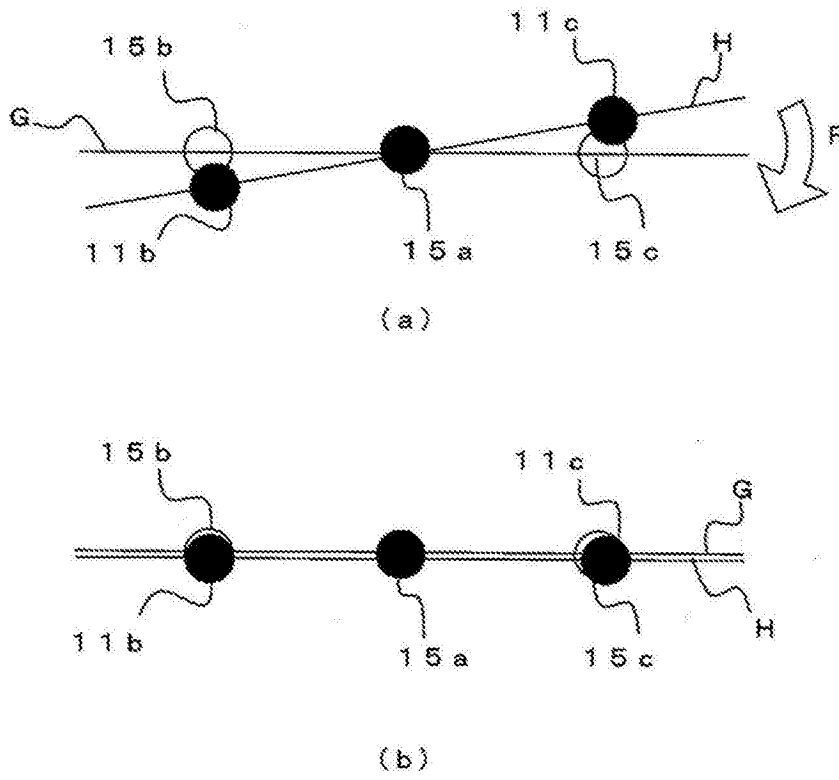


图 8

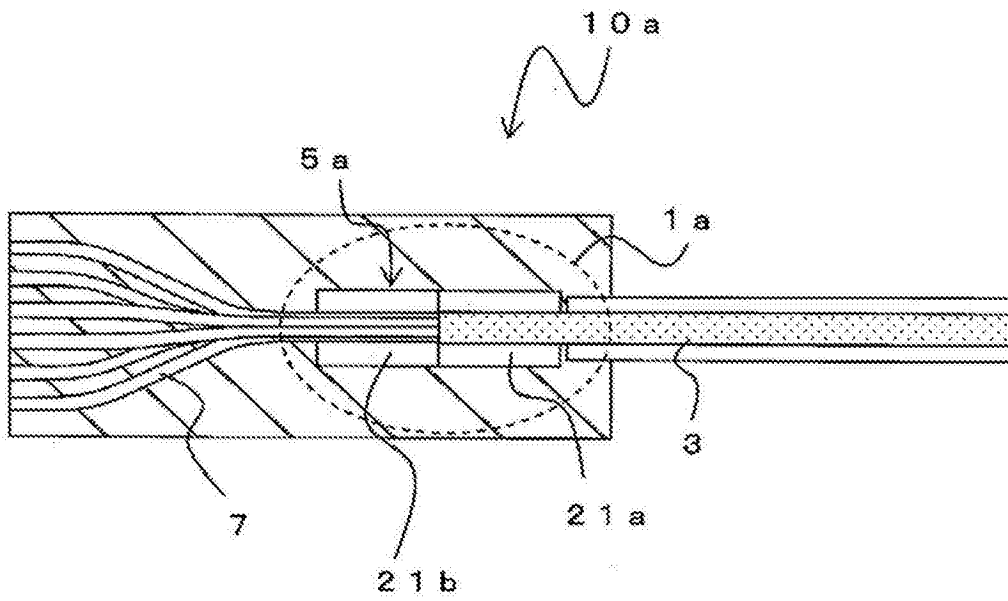


图 9

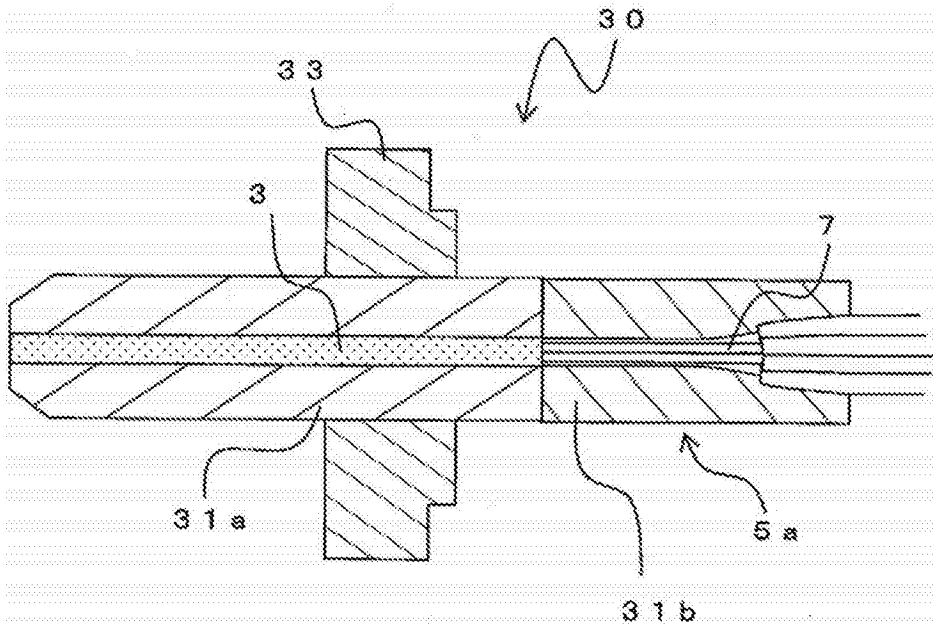


图 10

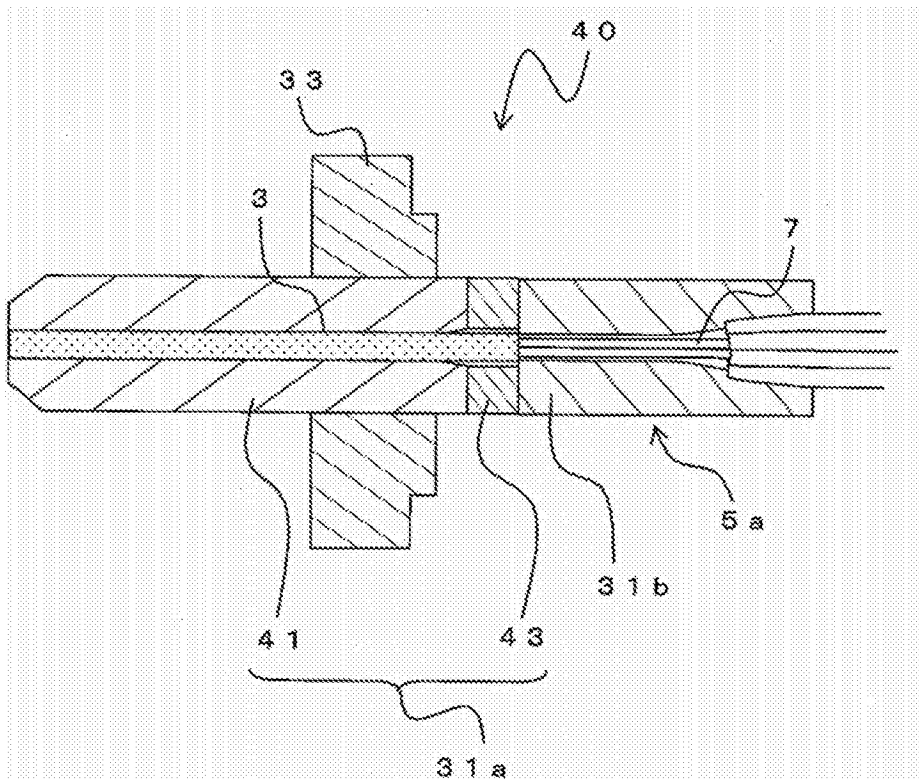


图 11

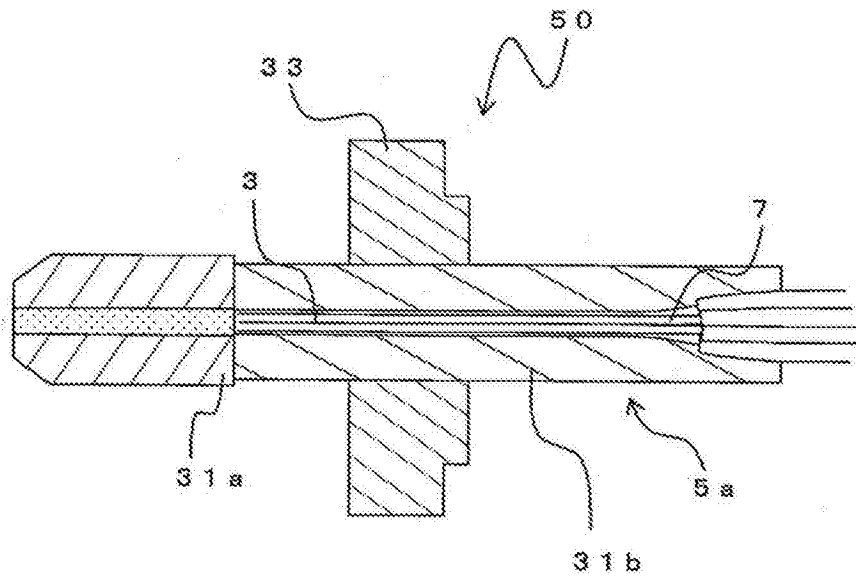


图 12

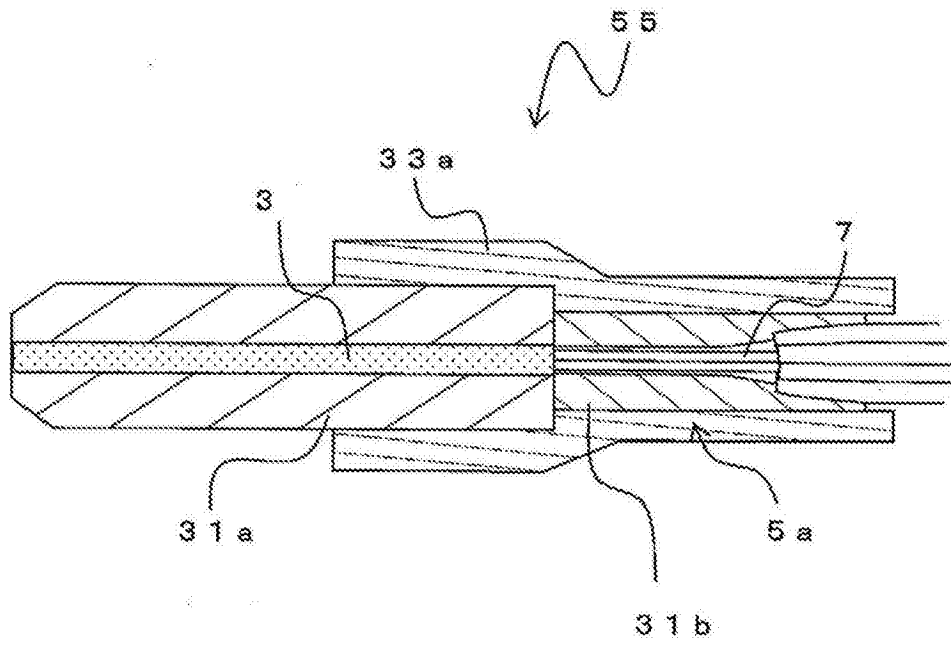


图 13

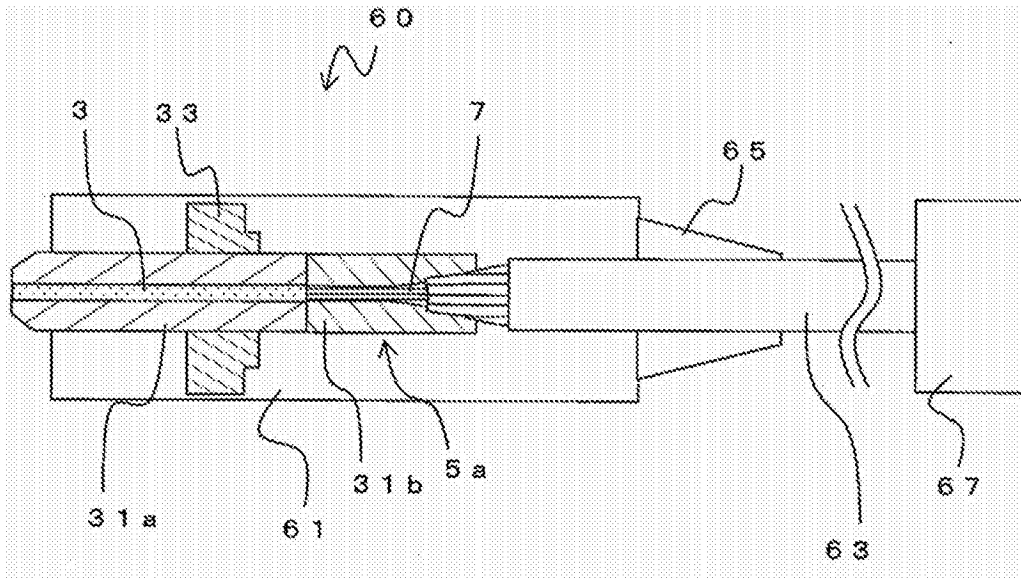


图 14

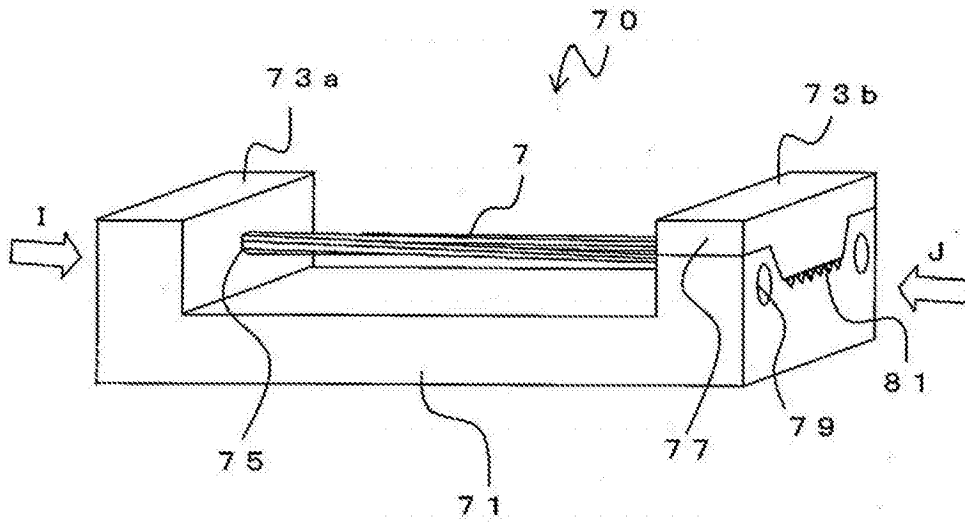


图 15

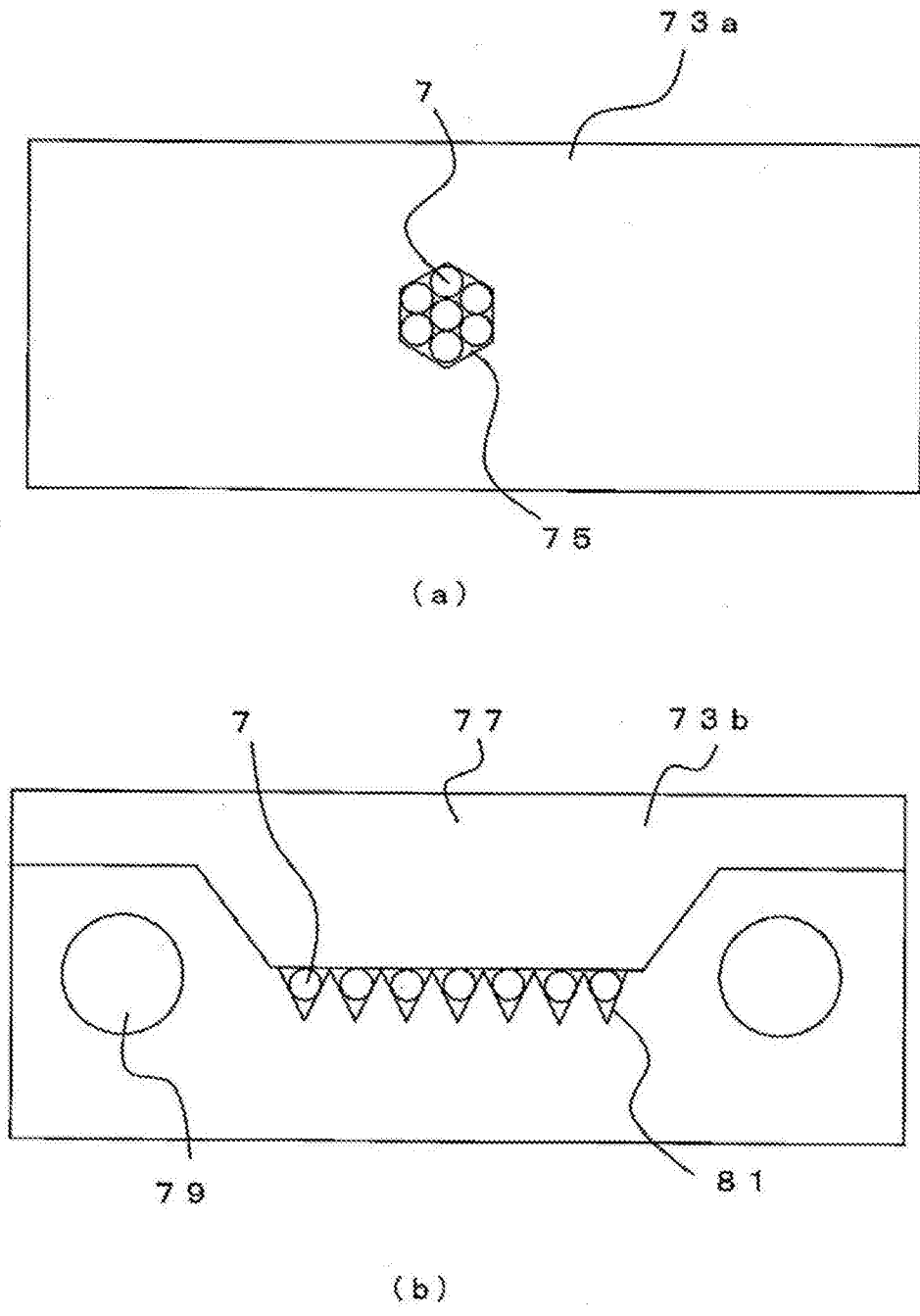
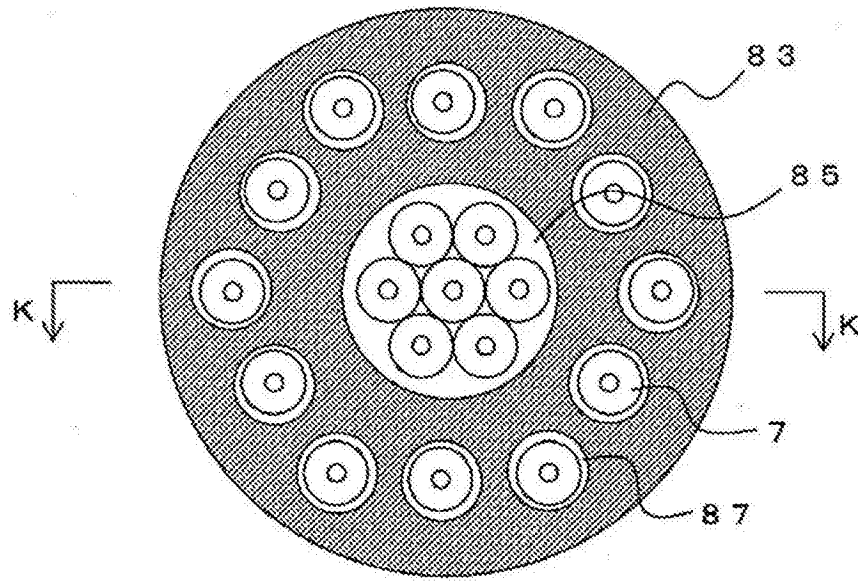
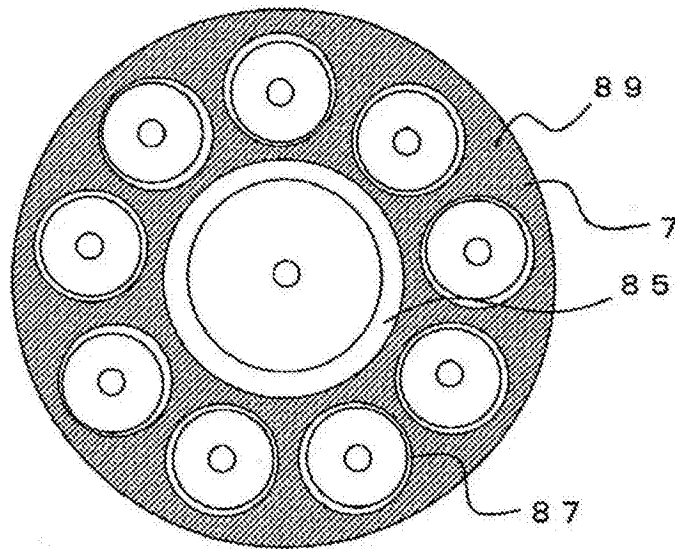


图 16



(a)



(b)

图 17

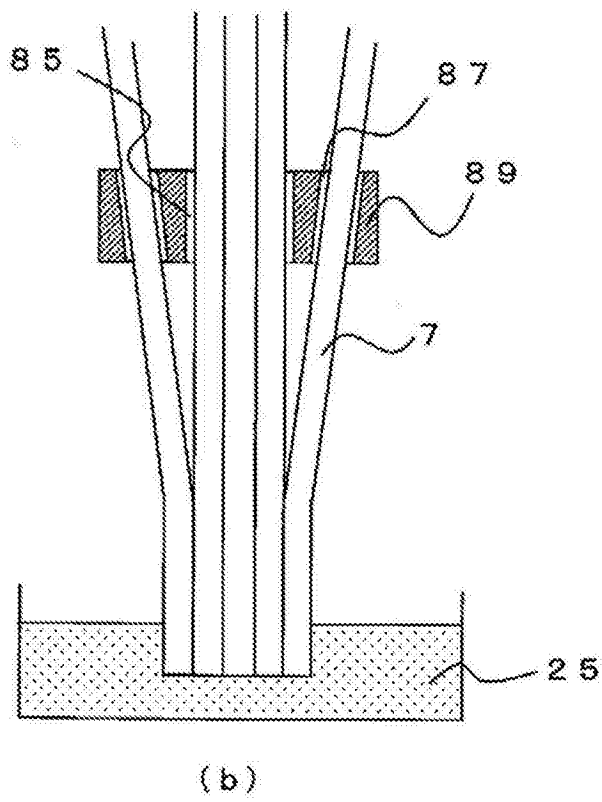
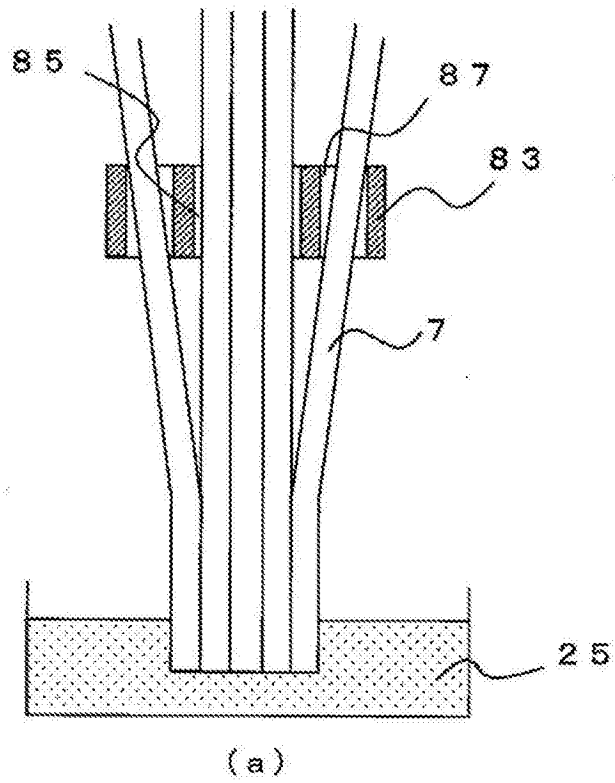
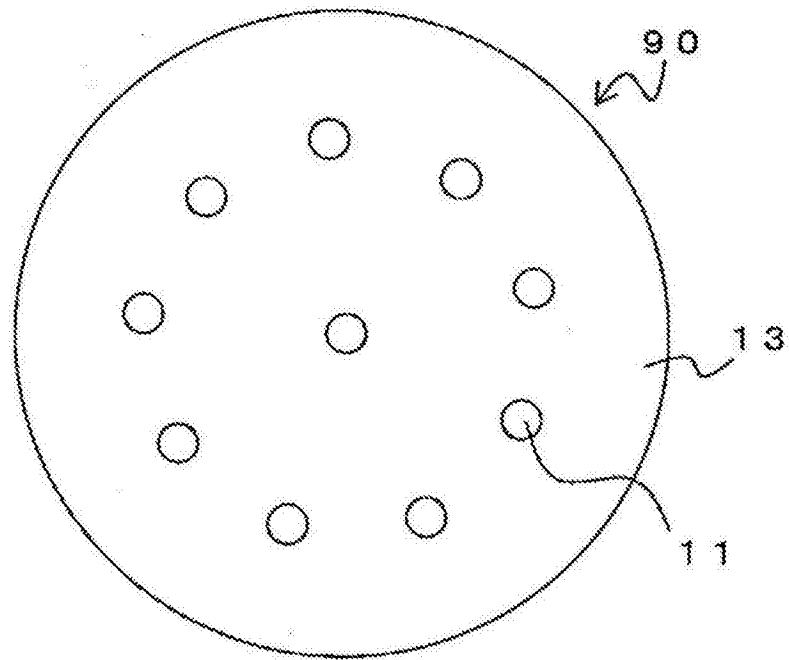
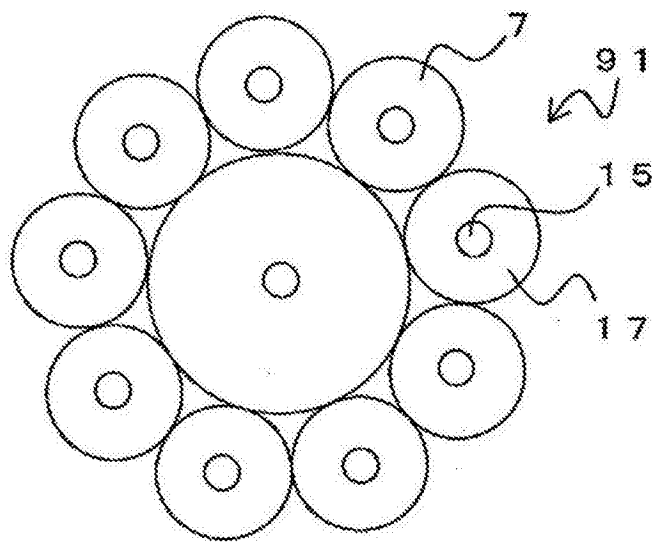


图 18



(a)



(b)

图 19