



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 98126012.8

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1132036C

[22] 申请日 1998. 12. 22 [21] 申请号 98126012. 8

[30] 优先权

[32] 1997. 12. 22 [33] US [31] 08/995643

[71] 专利权人 卢森特技术有限公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 J · M · 安德森 A · W · 卡利斯勒

N · R · 拉姆珀特

G · J · 格里梅斯

审查员 高懿颖

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

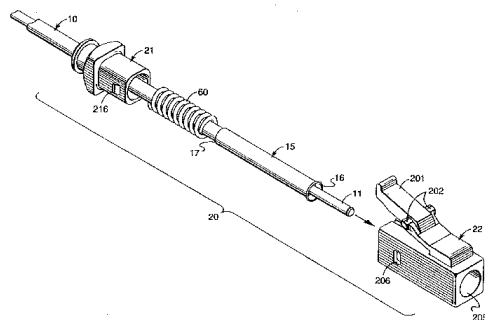
代理人 周备麟

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用于塑料光纤的连接器

[57] 摘要

一种终接光缆的光连接器, 该光缆包括一根由护套包围的塑料光纤。连接器包括一外套, 其具有一个将连接器紧固到适配器上的外部碰锁。该连接器还包括一个夹持光缆的结构, 它安装到光缆的护套上, 以使塑料光纤不用防护环便能连接到一相应光学器件上。该夹持光缆的结构包括一导管, 该导管由金属制成并被压入或镶嵌模压到一个塑料外套的后端。另一种夹持光缆的结构包括一延伸器盖、一弹簧和一导管。



1. 一种用于连接到一根光缆(10)上的连接器(20, 40), 该光缆至少包括一根被一护套(12)包围的塑料光纤(11), 所述连接器包括一个外套, 该外套具有一个碰锁(201), 用于将它紧固到一个相应的插孔(31)上, 该外套还包括一个纵向通道, 该通道从外套的后端朝其前端延伸, 所述通道的尺寸可以容纳光缆, 该碰锁包括一个设置在外套的外表面上的悬臂件, 该悬臂件具有一个固定端和一个自由端, 该固定端朝外套的前端方向定位, 而该自由端朝该外套的后端方向定位, 其特征在于:
- 10 具有一个金属导管(15, 45), 该导管设置在外套的纵向通道中, 用于容纳光缆的一个端部, 所述导管具有一个被卷边到所述光缆的护套上的远端(17); 以及
- 所述光缆的一部分延伸超出所述导管的前端(16)和所述外套的前端, 在此, 所述护套被除去以露出光纤, 所述光纤是一种塑料光纤。
- 15 2. 权利要求1所述的连接器(20), 其特征在于所述外套的后端具有一个延伸器盖(21), 该盖(21)插入所述外套的前端(22)中。
3. 权利要求1所述的连接器(40), 其特征在于外套还包括一个键(413), 该键阻止连接器插入一个不包括相配合键槽(313)的插孔(31)中。
- 20 4. 权利要求1所述的连接器(20, 40), 其特征在于该连接器包括一个热塑性的外套, 该外套被重叠注塑到该导管(15)上。
5. 权利要求1所述的连接器(20, 40), 其特征在于该连接器包括一个塑料外套, 并且导管(15)被压配合到连接器的一个后端上。
- 25 6. 权利要求1所述的连接器(20, 40), 其特征在于该夹持光缆的结构还包括一个弹簧件(60), 该弹簧件(60)包围导管(15)。
7. 权利要求1所述的连接器(20、40), 该连接器(20, 40)与一根光缆(10)结合, 所述光缆包括一根透明的塑料光纤(111), 该塑料光纤被一不透明的护套(12)包围, 所述塑料光纤具有一超过
- 30 300 微米的直径。
8. 权利要求1所述的连接器(20, 40), 其特征在于该塑料光纤具有约为1.0mm的直径。

9. 权利要求 1 所述的连接器 (20, 40), 该连接器 (20, 40) 与一根光缆 (10) 结合, 所述光缆包括一根透明的塑料光纤 (11), 该塑料光纤被一个不透明的护套 (12) 包围, 所述塑料光纤具有一超过 300 微米的直径, 导管 (15) 的内径稍大于光缆的外径, 并且利用
- 5 一种胶粘剂将该光缆牢固地接合到导管上。

用于塑料光纤的连接器的

本发明涉及各种光连接器，更具体地说涉及一种简化了的连接器，该连接器具有最少量的部件。

各种光连接器是任何光纤通信系统中的一个重要部件。例如，这些连接器可用于将许多段光纤连接成更长的长度；将一些光纤连接至有源器件、如一种辐射源和检测器；或将一些光纤连接至无源器件、如开关和衰减器。一个光连接器的主要功能是保持两根光纤的端部，以使其中一根光纤的纤芯与另一根光纤的纤芯在轴向上对准，因此，从一根光纤出来的全部光都被耦合到另一根光纤上。当光纤的光传送区域（纤芯）十分小时，这是一个特别困难的任务。例如，在单模光纤中，纤芯的直径只有约9微米。尽管仍然十分困难，但较少需要多模光纤，这些多模光纤由玻璃制成，并具有通常为50或62.5微米的纤芯直径。

光连接器的另一功能是在其工作环境中为该接合处提供机械稳定性和保护。在耦合两根光纤时所达到的低的插入损耗一般随光纤各端部对准情况、各端部之间间隙的宽度、及其中一端或两端的光学表面状况而定。稳定性和接合处保护一般随连接器的结构而定（如不同的热膨胀效应和机械运动效应化为最小值）。

在该技术中已知各种各样的光纤连接器，并且在一本名为“光纤通信 II”（“Optical Fiber Telecommunications II”）的教科书中第301-325页提供了对这些光纤连接器的讨论，该书由S.E. Miller和I.P. Kaminow编辑、学术出版社（Academic Press）（1988年）出版。各光纤连接器一般用一防护环装配，该防护环是一个实心圆柱体，它具有一个狭窄的通道，该通道沿着其中心轴延伸，一根玻璃或塑料光纤穿过该中心轴。该防护环具有一圆形横截面，在横截面的重心处设有精确定位的通道，并且这种精度不容易达到。插入光纤通常是在制造场所由专用设备完成或由该领域的专业技术人员完成。此外，需要用一些粘性材料将光纤固定在防护环的通道内，因此，使用这类防护环不方便而且成本太高。

各光纤连接器使用一个防护环来对准和支承光纤，该光纤由玻璃

或塑料制成。在一个防护环内使用一根玻璃光纤的一种光纤连接器的一个典型例子在美国专利 U.S 4934785 中公开。在一个防护环内使用一根塑料光纤的光纤连接器的例子包括：

- (i) 由 AMP 生产的 F07 双工塑料光纤系统；
- 5 (ii) 由索尼公司生产的小型多介质界面 (SMI) 连接器；和
- (iii) 由 Hewlett Packard 生产的塑料光纤连接器的 HFBR 系列产品。

美国专利第 5719977 号公开了一种光连接器，该连接器具有一个固定的防护环，该光连接器显著地降低了这类连接器的成本和复杂性。然而，它仍然使用一个防护环，并且仍然需要专业技术人员进行现场安装。

因此，需要一种更简单并且成本不太高的光连接器，该光连接器克服了上述缺点，并且能由非专业人员很方便地在现场将其安装到一根光缆上。

15 本发明的连接器用于端接一根光缆，该光缆包括一根塑料光纤，该塑料光纤被一护套包围。连接器包括一个外套，该外套具有一个将其固定在相应插孔上的外部碰锁。碰锁被制成一个悬臂件，该悬臂件的固定端朝外套的前端方向定位。该外套包括一个纵向通道用于将光缆安放到通道的内部，并且该纵向通道从外套的后端向其前端延伸。

20 连接器还包括一个夹持光缆的结构，用于固定到光缆的护套上，以这种方式使得不用防护环就能将塑料光纤连接到一个相应的光学器件上。

在本发明的一个图解说明的实施例中，该夹持光缆的结构包括一个导管，该导管用金属制成并被压入或镶嵌模塑到塑料外套的后端。

25 一部分导管从外套的后端伸出并被卷边夹在光缆上。在该实施例中，光缆被固定式地安装到外套上。

在本发明的另一个图解说明的实施例中，夹持光缆的结构包括一个延伸器盖、一个弹簧，和一个圆柱形管件，该圆柱形管件在一端具有一放大的直径。该弹簧围绕圆柱形管件并紧压住放大的端部。该弹

30 簧还紧压住延伸器盖的内表面，该延伸器盖插入外套的后端。在此实施例中，光缆被活动式地安装到外套上。

在本发明的又一个图解说明的实施例中，将一对上述连接器安装

到一根光缆的各端部，以形成一个跨接软线。

本发明认为，尽管塑料光纤与玻璃光纤相比具有较大的损失和较小的通带宽度，但在目前和在未来可预见的一段时间内，对短距离通信系统来说，它仍足以满足大多数通信的需要。本发明利用这一事实，即各种塑料光纤目前还没有为大通带宽度传输所必需的非常小的纤芯（传送光的区域），并且利用对准精度来换取设计简单性。的确，该设计非常简单，以致几乎任何人都能将本发明的连接器装配到一根光缆上。此外，已经发现，由于减少了构成本连接器所必需的部件数量，所以能显著降低它的总成本和总尺寸。

附图简述

参照附图从下面的详细说明将更清楚地理解本发明及其工作方法，其中：

图 1 是一根装有一塑料光纤的光缆的横截面图；

图 2 是按照本发明的一对光连接器在通过一双工适配器互连之前的透视图；

图 3 是按照本发明的一对光连接器在通过一单工适配器互连之前的透视图；

图 4 是一种按照本发明的弹簧加载光连接器的部件分解透视图；

图 5 是一种按照本发明的非弹簧加载光连接器的部件分解透视图，其中除去连接器外套和限制弯曲的防护罩的四分之一部分以显示连接器结构的详细情况；

图 6 是一个通过适配器与一非弹簧加载的连接器互连的弹簧加载光连接器（在左面）的横截面图；和

图 7 示出一根跨接软线，该跨接软线包括一根光缆（内有塑料光纤），并且在其每一端都有一个光连接器。

详细描述

已知的各种光连接器如加线终端连接器（ST）、变频器（FC）、信号连接器（SC）和双锥连接器都使用许多部件，这些部件最少包括：

（i）光缆防护罩，（ii）套筒，（iii）防护环，（iv）弹簧，和（v）插头式外套。也可能要求有另一些部件，如垫片、保持夹、一个约束弹簧的盖子、压接套筒和各种插件。已经确定，通过省去惯常用以支承光纤端部的防护环并且只用连接器来支承光纤的一个端部并连接

到相应的插孔上，能够实现光连接器插头设计的显著简化。玻璃制造的光纤一般太细并且纤芯直径太小（对单模光纤来说约 9 微米，此处 1 微米 = 10^{-6} 米）以致若不采用一精密防护环和对中套筒就不能成功地与另一根玻璃光纤对准。然而，当纤芯直径超过约 300 微米（ μm ）时，对精密防护环和对中套筒的需要基本上就省去。在这种情况下，连接器插头只需要支承光纤的端部，并且它的设计能简化到几乎任何人都能进行现场安装。尽管一根玻璃光纤端面的准备工作有点必不可少，但一根塑料光纤端面的准备工作比较容易。

图 1 是一根光缆 10 的横截面图，该光缆 10 包括一根塑料光纤 11，该塑料光纤 11 被一护套 12 包围。光纤 11 具有一个透明的纤芯 111 和一个包覆层 112；而且为了给经过光纤的光线导向，该纤芯必须具有比包覆层更高的折射率。图中示出，该光纤具有一个外径（ d ），在优选实施例中，此外径约为 1（1.0）毫米，其中包覆层包括一薄层含氟聚合物，该薄层含氟聚合物的厚度小于约 25 微米。纤芯 111 由聚甲基丙烯酸甲酯制成。这种类型的塑料光纤具有这样的折射率分布，以致它在纤芯 111 内具有一种折射率，而在包覆层 112 中具有另一种折射率。这被称之为“突变型折射率”分布，并且这种类型的塑料光纤一般在美国专利号 4681400、4762392、和 4768860 中被公开。另外，塑料光纤也可以制成在纤芯中央具有一比较高的折射率，以便该折射率随着距中心的距离增加而逐渐减少。这被称之为“渐变型折射率”分布。现在可用各种改良的塑料来制作渐变型折射率的光纤，此种光纤具有低的损耗和高的通带宽度，同时在从可见区到 1300 纳米的波长范围内没有严重的吸收损失。这类塑料一般在美国专利号 4897457 和 4910276 中公开。

图中示出，护套 12 具有约 0.5mm 的厚度并用一种如尼龙这样的材料制造，以便在处理期间提供强度和耐磨性。另外，护套 12 是不透明的，以便周围环境的光线不干扰在光纤 11 的纤芯 111 中行进的光波信号。

现在参看图 2，图 2 示出一种弹簧加载的光连接器 20 的透视图，该光连接器 20 将要通过双工适配器 32 连接到一非弹簧加载的光连接器 40 上。光连接器 20 以这种方式支承光缆 10 的一个端部，以便塑料光纤 11 延伸到连接器 20 前端的外面。同样，光连接器 40 以这种

方式支承另一根光缆 10 的一个端部,以便塑料光纤 11 延伸到连接器 40 前端的外面。和先有技术的各种光连接器不同,光纤 11 不是安装在一个防护环中,因而这显著地简化了本连接器的结构。

光连接器 20 包括塑料的外套部件 21、22,该塑料的外套部件 21、
5 22 在一延伸器盖 21 的后端安装到一限制弯曲的防护罩 51 上,以便保护光缆 10 受免过度的锐弯曲,这种过度的锐弯曲会引起非常高的光信号损失。连接器 20 的外表面包括一个活动的弹簧碰锁 201,该弹簧碰锁用于将连接器紧固到一相应的插孔(如双工适配器 32)上,以防止二者之间无意的脱扣。连接器和碰锁由一种商用热塑塑料最好是聚
10 碳酸酯模制而成,以便得到一种成本低、重量轻的外套。弹簧碰锁 201 被模压在外套中并包括一个活动铰链,该活动铰链使弹簧碰锁能在垂直于连接器 20 中心轴线的方向上上下移动。悬臂碰锁 201 宽约 2.3mm,长 9.0mm,并具有最小厚度约 0.65mm。碰锁 201 包括一对凸肩 202,该凸肩 202 定位在碰锁 201 的相对侧上。在插入适配器 32
15 的空腔 325 中期间,这些凸肩自动地向下偏转。

光连接器 40 包括一个塑料外套,该外套在其后端安装到一个限制弯曲的防护罩 50 上,以便保护光缆 10 免受过度的锐弯曲,这种锐弯曲会引起非常高的光信号损失。连接器 40 的外表面包括一个活动的
20 弹簧碰锁 401,该弹簧碰锁 401 用于将连接器紧固到相应的插孔(如双工适配器 32)上,以防止二者之间无意的脱扣。连接器和碰锁由一种商用热塑塑料最好是聚碳酸酯模制而成,以便得到一种成本低、重量轻的外套。弹簧碰锁 401 模压到外套 401 中并包括一个活动铰链,该活动铰链使弹簧碰锁能在垂直于连接器 40 中心轴线的方向上上下移动。悬臂碰锁 401 包括一个凸肩 402,该凸肩与适配器 32 相对侧中一个
25 空腔内的用来卡住碰锁的壁互锁。这些用来卡住碰锁的壁在模制适配器 32 期间由模具芯产生,各模具芯通过开口 322 延伸到适配器内部并围绕面板碰锁 321。凸缘 326、327 被模压到适配器 32 上,并与面板碰锁 321 相配合,以将适配器紧固在一个面板的矩形开口内。

图 3 示出一个弹簧加载光连接器 20 与图 2 相反的透视图,该光
30 连接器 20 将要通过单工适配器 31 连接到非弹簧加载的光连接器 40 上。空腔 315 和空腔 325(见图 2)之间的重要差别是有一键槽 313,该键槽 313 容纳一个键 413,该键 413 被定位在连接器 40 的底面上。

注意键 413 使连接器 40 不能插入空腔 325 中（见图 2）。这样，非弹簧加载的光连接器 40 不能彼此连接。这种互连可能会损坏塑料光纤 11 的端面，或者各端面不会彼此触及，并且各光纤之间的光信号损失将会太大。另一方面，弹簧加载的连接器 20 不包括一个类似的键，并且它们能连接在一起或连接到任何其它的光学器件上。最好，与单工适配器有关的面板碰锁 311、凸缘 316、317 和开口 306 与在图 2 所示的双工适配器有关的面板碰锁 321、凸缘 326、327 和开口 322 相对应。

夹持光缆的结构

下面讨论的是本发明所考虑的各种夹持光缆的结构。这些夹持光缆的结构有下面三个特征：（1）该结构连接到一根光纤的护套上，以便施加到该光缆上的拉力被传递到该结构上 - 并且最终传递到外套上；（2）该结构以这种方式支承光缆，以使没有护套的塑料光纤朝着外套的前端方向延伸到该结构的外面；和（3）该结构不包括一个防护环。

图 4 示出一种夹持光缆的结构第一实施例的部件分解透视图。在此实施例中，塑料光纤在弹簧加载的光连接器 20 内纵向移动。该夹持光缆的结构包括一个延伸器盖 21，一个弹簧 60，和一个导管 15，该导管 15 在其近端 16 被放大。很显然，这种简单的连接器适合于快速而方便的连接到一根装有塑料光纤的光缆的一端或两端上（在最简单的情况下，插头是在工厂里由轴向对准的延伸器盖 21、弹簧 60、导管 15、插头体 22 预先装配好的，并且将这些部件牢固地压在一起。延伸器盖 21 包括一个或多个楔形物 216，这些楔形物 216 装配到外套 22 内的一个或多个开口 206 中，并与该一个或多个开口 206 互锁）。光缆 10 通过从该光缆的一个端部除去它的护套 12（见图 1），并留下没有护套的完全暴露的塑料光纤来制备。如果使用一个限制弯曲的防护罩，则它首先被安装在光缆 10 上。当导管 15 用塑料制成时，可以用一种厌氧胶粘剂来连接到光缆 10 上。最好是，导管由铝或镀镍黄铜制成。在这种情况下，通过在将连接器 20 定位在制备好的光缆上后使导管在其远端 17 变形（卷边），就很容易完成连接。在所有情况下，导管 15 的内径都稍大于光缆 10 的外径。另外，导管的放大近端 16 的直径使弹簧 60 不能移动到该近端的外面。有利的是，通过

将近端 16 扩口来形成放大。一旦装配好了，露出的塑料光纤 11 便在外套 22 的前端穿过开口 205 伸出。

应该注意，不脱离本发明的精神和范围，光缆可以包括一对塑料光纤。在这种情况下，从两根塑料光纤的端部去除护套。此外，导管
5 15 的内部被加工成一定形状，以便适合这种双纤光缆的外部形状。然而，为了简单和清楚起见，只讨论单纤光缆。

图 5 示出一种夹持光缆的结构第二实施例的部件分解透视图。在此实施例中，塑料光纤在光连接器 40 内是不能移动的。在该图中，除去外套和限制弯曲的防护罩 50 的四分之一，以提供更详细的结构
10 和组件描述。该防护罩由一种合适的柔性材料制成，以便它的背部能在垂直于其纵向轴线的方向上弯曲。在本发明的该优选实施例中，限制弯曲的防护罩由一种热塑性橡胶如 Santoprene® 弹性体制成，该弹性体可从高级弹性体系统有限公司 (Advanced Elastomer System, LP) 购得。防护罩在连接器 40 的后端很容易装配在一唇形件
15 418 上 (该唇形件 418 包括一个斜面 419，而防护罩 50 的前端也包括一个斜面 556)。防护罩内的一个沟槽 555 被加工成一定形状以与唇形件 418 配合，因此在正常操作期间将防护罩保持固定到连接器上。

在夹持光缆结构的该第二个实施例中，导管 45 是一种空心金属管，该金属管被压配合到连接器 40 的后端中；不过由一种热塑性材料制成的连接器能重叠注塑到导管上，或是该导管能由塑料制成并整体模压到外套中。当导管由金属制成时，它必须延伸到连接器 40 后
20 端的外面，以便它能很容易卷边夹到光缆 10 上。而当导管仅包括一个穿过塑料连接器 40 的轴向通道时，则用一种厌氧胶粘剂能够连接到光缆上。然而，在这种情况下，该连接器应当用聚醚酰亚胺
25 (Polyetherimide) 而不是用聚碳酸酯制成，聚醚酰亚胺通常是优选的，因为厌氧胶粘剂损坏聚碳酸酯。

一种夹持光缆结构的另一实施例可用来将连接器 40 安装到光缆 10 上。尽管在图 5 中没有示出，但该塑料连接器 40 的一个或多个侧壁可以包括一个悬臂件，该悬臂件偏转到夹持光缆的轴向通道中。
30 每个悬臂件都被设计成具有一个内部边缘，该内部边缘深入到光缆的护套中并夹持该护套。此外，每个悬臂件被设计成锁定在它的偏转状态。有利的是，一种全塑料的连接器能这样被模制成一个单一部件，

该单一部件不用卷边夹住/或胶粘剂便能安装到光缆上。

在又一个实施例中，导管 45 在其内表面壁上包括一些螺纹，这些螺纹使得连接器能拧到光缆 10 上。

在所有上述实施例中，都是从光缆 10 的端部去除护套以露出一段塑料光纤 11。然后将光缆安放在导管中并用上述技术中的任一种安装到导管上。塑料光纤 11 的端面用一种抛光操作制备，在该抛光操作中，一种磨料的表面摩擦光纤的端面，或是该端面压住一受热的表面。无论在何种情况下，都需要一个总体是平面且垂直于光纤纵向轴线的平滑端面。一段预定长度的光纤 11 穿过开口 405 伸出到连接器的前端外面，以确保端面接触。

图 6 示出了在一对塑料光纤之间的一种几乎对称的相互连接，这对光纤在光学平面 80 处相交。尽管示出了一种连接器对连接器的例子，但很显然，一个连接器可以接合到其它的光学器件上。光纤 11-1, 11-2 当被插入夹持器 360 中时被同轴式对准，该夹持器 360 在装有连接器 20 和 40 的各空腔之间延伸。一个倒角 365 有助于塑料光纤完全插入夹持器。而由于在这种连接设置中对精度没有太高要求，所以不需要一种单独的对中套筒，该对中套筒通常是安放在夹持器 360 内。一个压缩弹簧 60 围绕导管 15，并将塑料光纤 11-1 推成与塑料光纤 11-2 啮合。应该注意，这些连接器中只有一个（亦即连接器 20）需要弹簧加载，以保证塑料光纤 11-1, 11-2 的端面不被一空气间隙分开。

当连接器 20 被插入适配器 31 的左手侧时，它的塑料光纤 11-1 越过光学平面（横向中心线）80。此后，当连接器 40 被插入适配器 31 的右手侧时，形成两个塑料光纤 11-1、11-2 端面之间的接触，当压缩弹簧 60 将一恒定的预定压力保持在各光纤端面上时，塑料光纤 11-1 被向后推。如果首先安装连接器 40（通常就是这样），那么当连接器 20 被插进适配器中时，光纤 11-1、11-2 在光学平面 80 处相交，并且外套 22 在瞬时超行程状态下向前移动并压缩弹簧 60，因而能使连接器 20 锁住。碰锁 201 和 401 具有凸肩 202 和 402，凸肩 202 和 402 分别与用以卡住碰锁的壁 302、303 互锁。

适配器 31 包括锁定面板的构件 311、312，各构件 311、312 与凸缘 316、317 配合，以便将面板 800 的一个边缘夹持在它们之间。

如图所示，图6的右手侧包括称作“室内布线”的各个连接件，因为它们位于平板800的后面，并且在正常使用期间不容易够到。同样，图6的左手侧包括称作“室外布线”的各个连接件，因为它们位于平板800的在正常使用期间能够到的那侧上。事实上，这对于专门使用光连接器40特别有用，这些连接器40在一台设备机架等的“室内布线”侧上有一些非弹簧加载的连接器。这样，人们可以确信，两个非弹簧加载的连接器40决不会相互连接。尽管如此，连接器40被示出具有键413，该键413只能被插入一具有配合键槽313的适配器中。图6通过将一非弹簧加载的连接器40放在弹簧加载连接器20的附近来有效地图示出了该非弹簧加载连接器的简易性。注意，光缆10装配在金属导管45中，该金属导管45卷边夹在该光缆上。正如上面所讨论的，导管45可以是塑料的，因此，它可以整体模压成连接器40的一部分。

图7示出一根跨接软线，该跨接软线包括一根光缆10，该光缆10具有一安装在其每一端的弹簧加载的连接器20。一根塑料光纤11从每个连接器的前端伸出，而一个限制弯曲的防护罩51安装在每个连接器的后端。有利的是，这种跨接软线能够很容易由非专业人员在现场装配，因而能够节省软线的长度。

尽管已经示出并说明了本发明的各个特定的实施例，但在本发明的范围进行各种修改是可能的。这些修改包括但不限于：在制造连接器时使用不同的材料，及在连接器内使用多根塑料光纤。尽管示出的是具有一种突变型折射率分布的包覆塑料光纤，但也能使用一种渐变型折射率分布的塑料光纤。尽管简要地说明了一种具有公称直径为1.0mm的塑料光纤，但本发明期望与直径大于约300 μ m的所有塑料光纤一起使用。并且即使本发明的连接器最好使用一种悬臂式碰锁，但应该理解，其它的碰锁型式也是可以的。

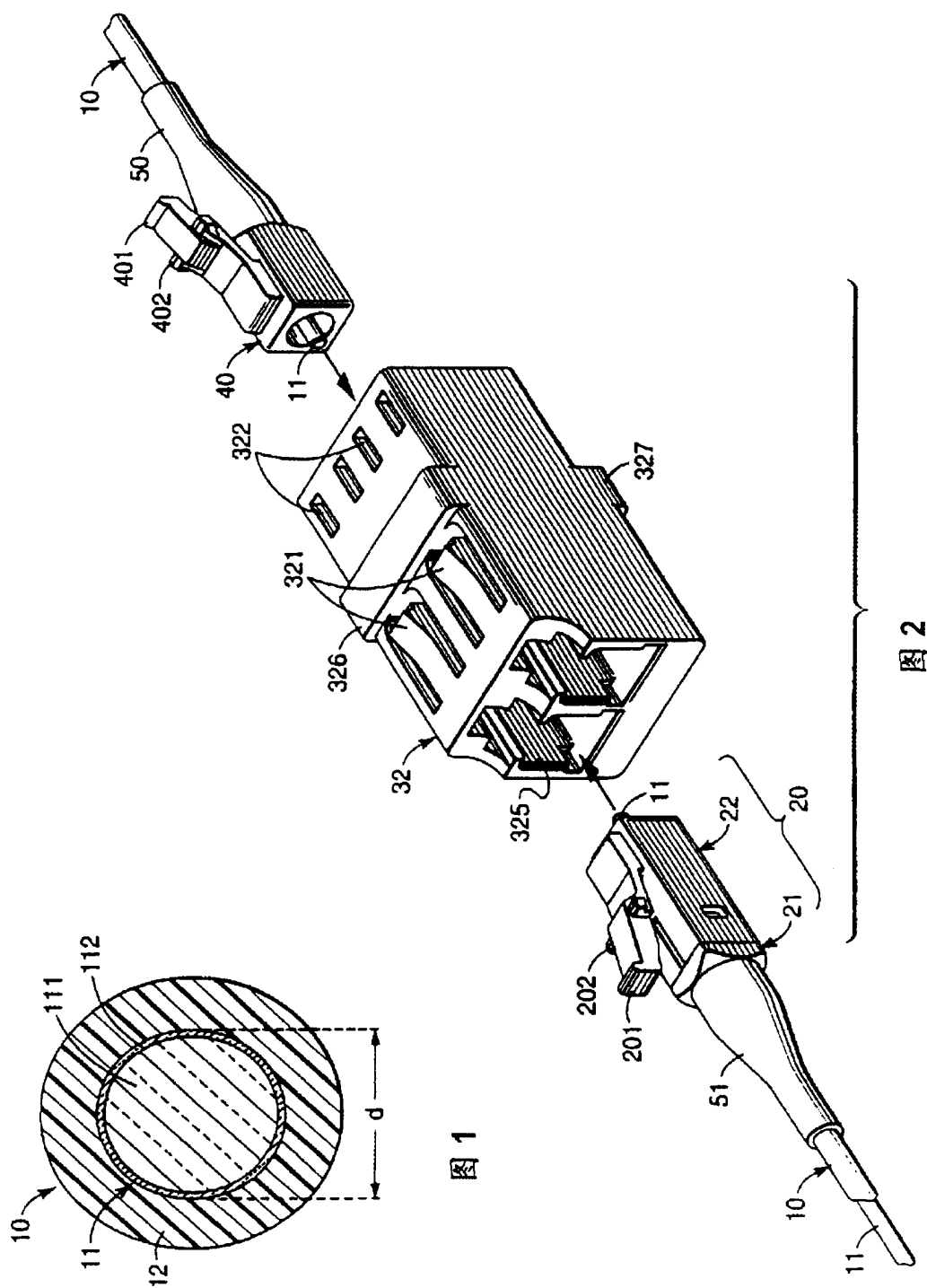


图 1

图 2

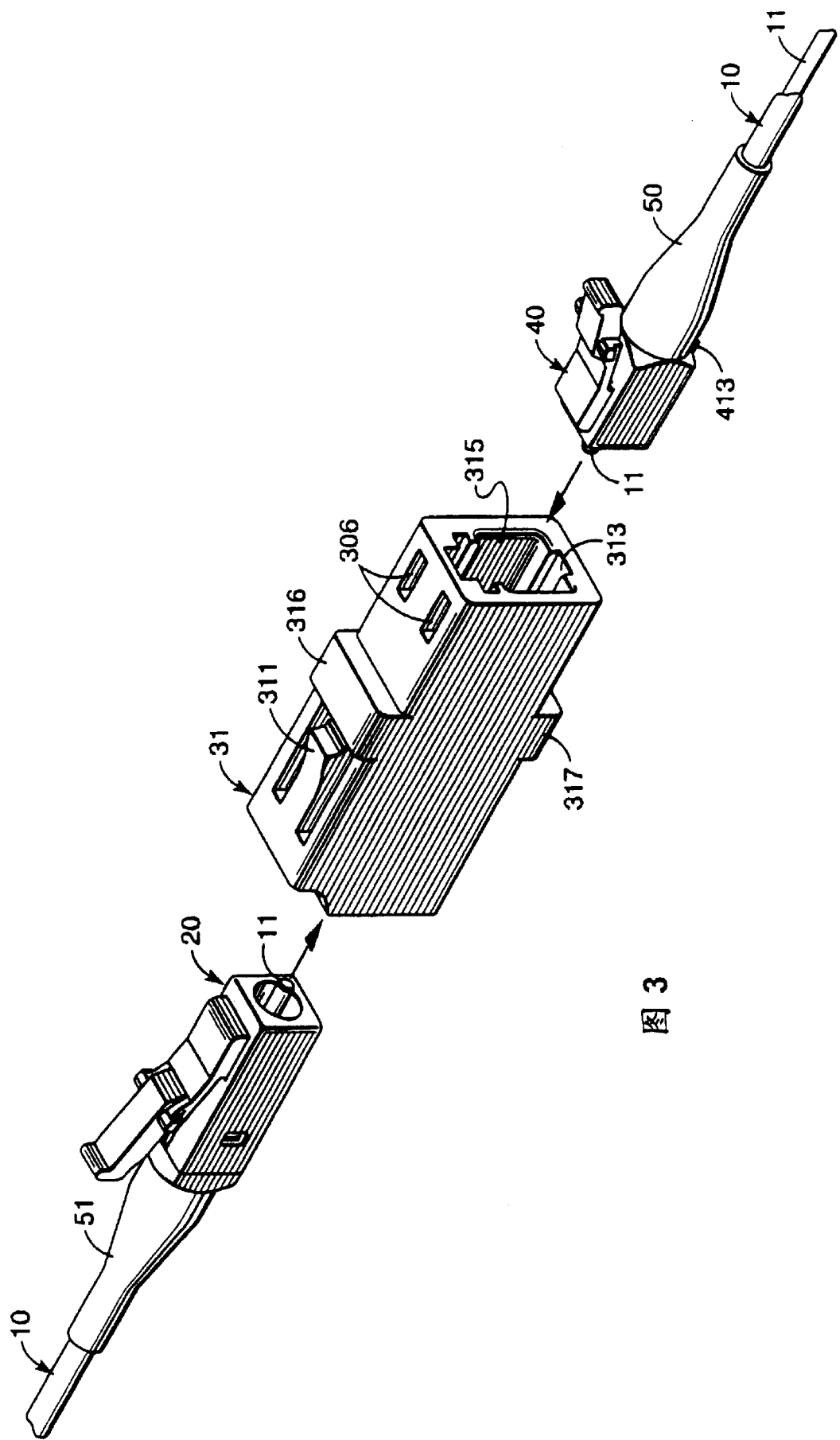


图 3

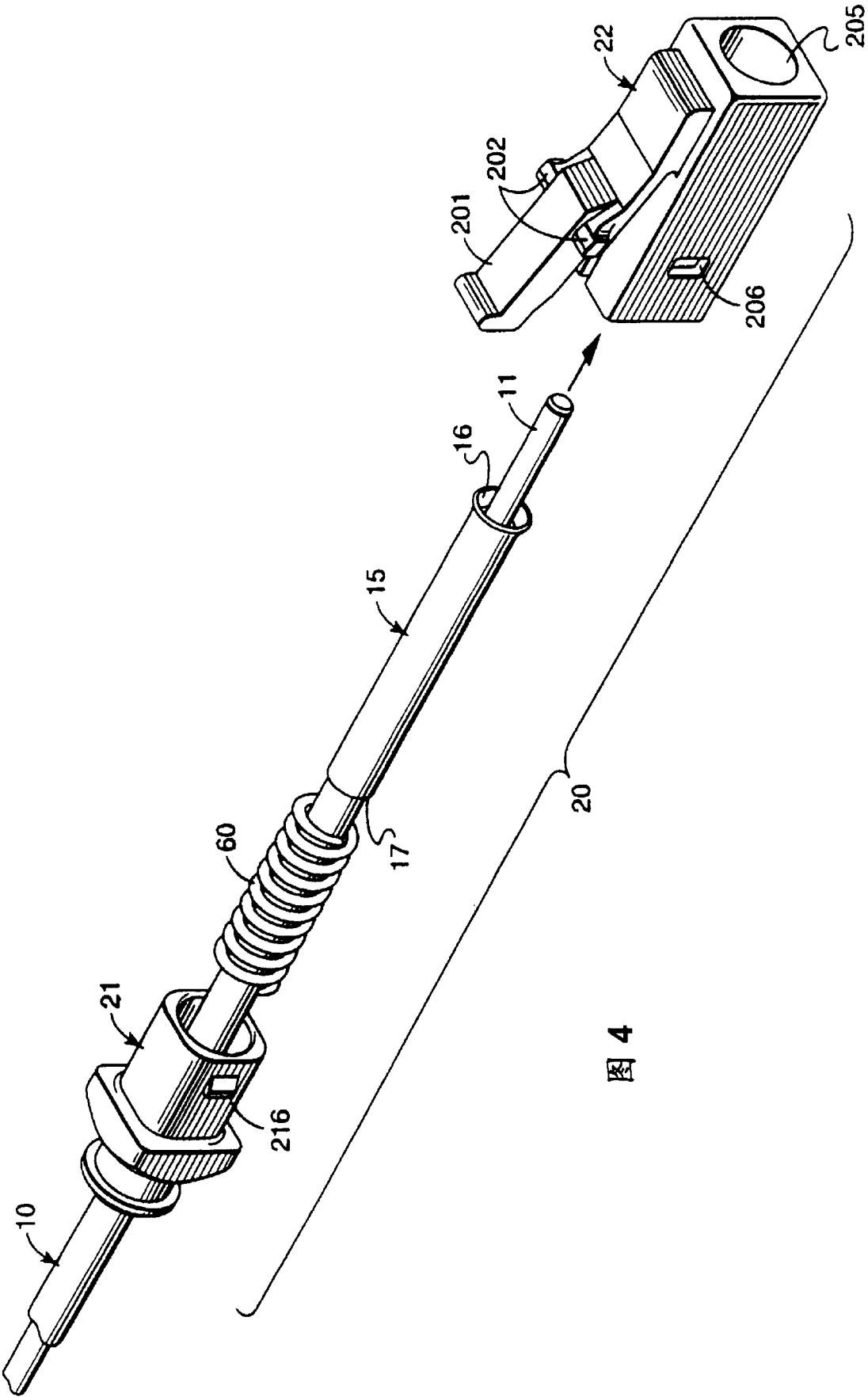


图 4

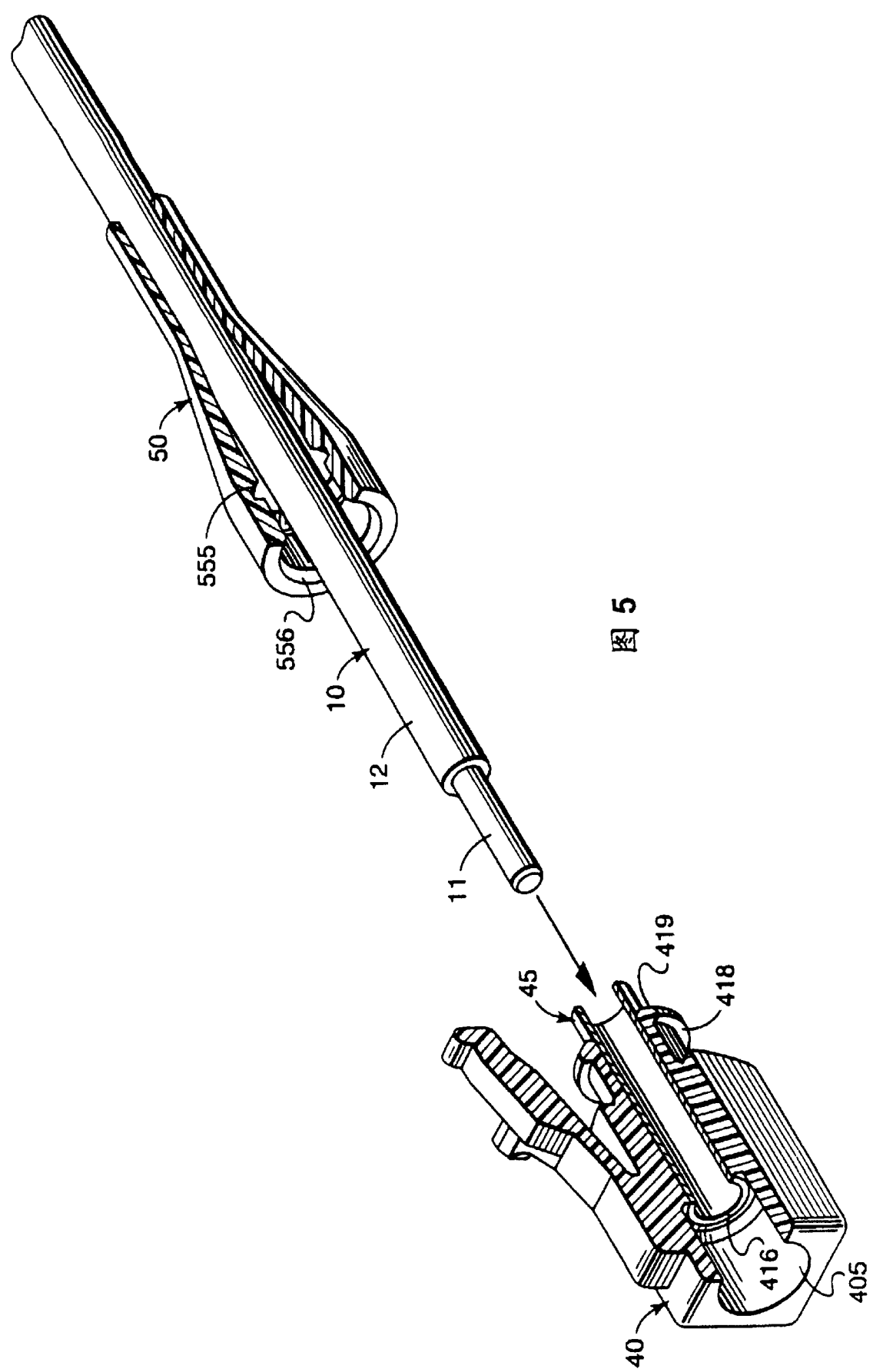


图 5

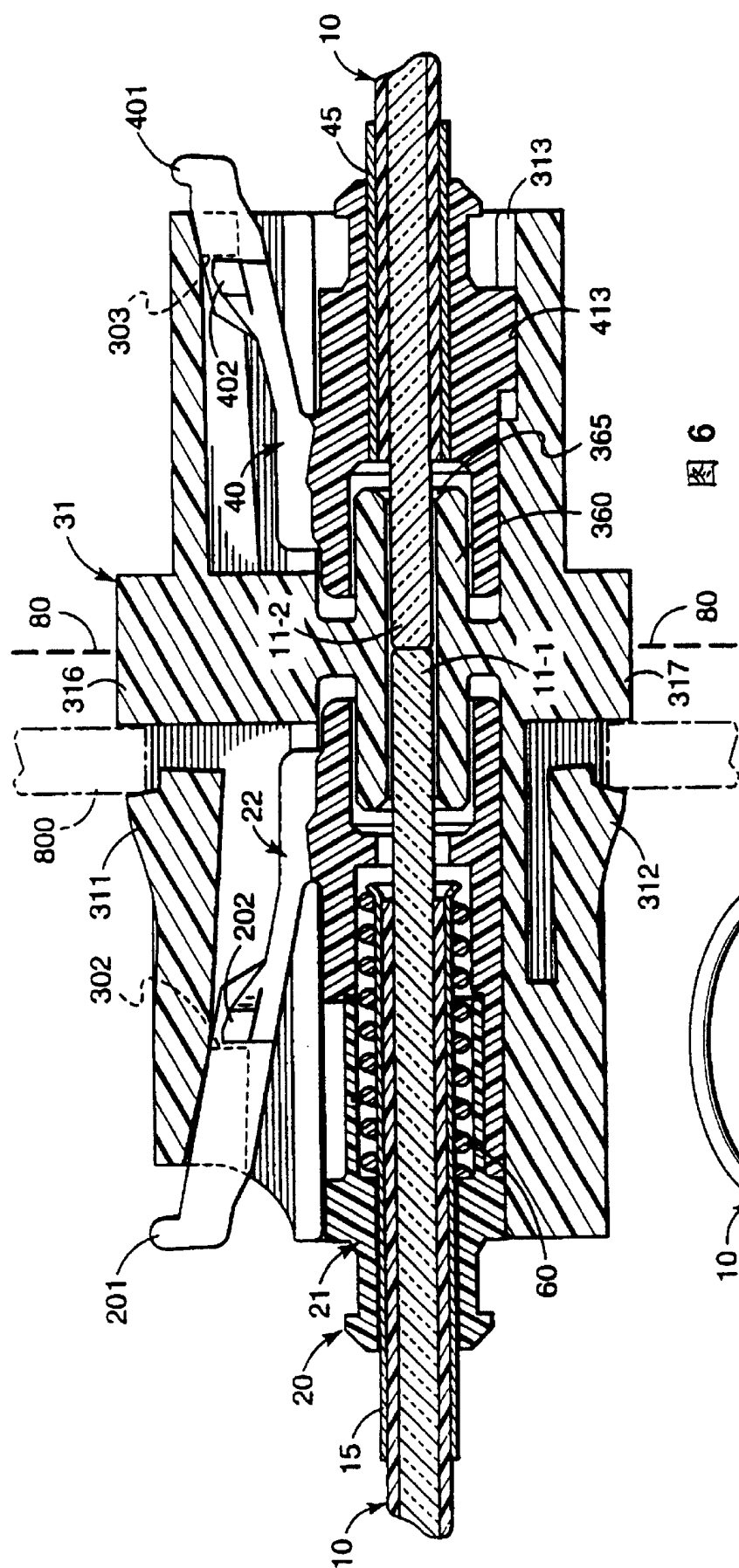


图 6

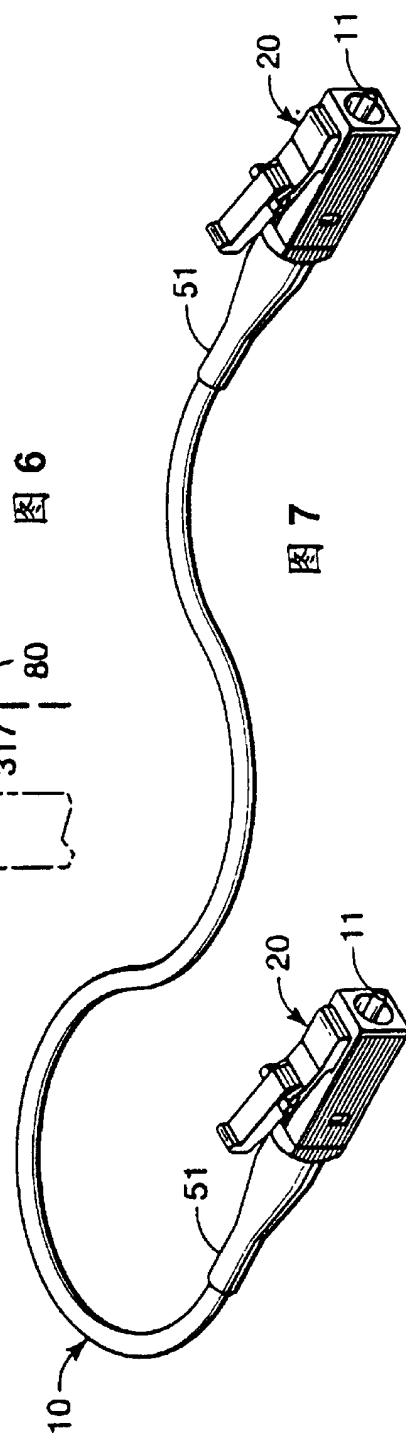


图 7