



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104204882 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201280067966. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 12. 27

G02B 6/42 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/580, 307 2011. 12. 27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/057746 2012. 12. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/098769 EN 2013. 07. 04

(71) 申请人 科勒奇普(以色列)有限公司

地址 以色列约克尼穆

(72) 发明人 大卫·布鲁克斯 罗迪·格林贝格

埃里·阿拉德

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 张瑞 王漪

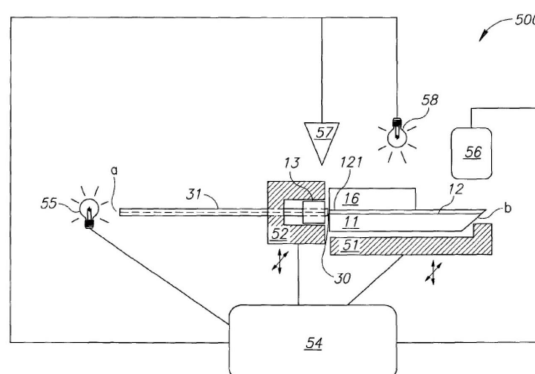
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

平面光波导及其制造方法

(57) 摘要

在此披露了一种平面光波导 (PLC), 用于耦合光纤的耦合管固定到其上。该 PLC 包括: 一个平面光衬底, 在该平面光衬底中具有一个光波导, 该光波导具有一个位于该光衬底的边缘表面上的光孔; 以及一个管, 该管被形成为具有一个尺寸被限定为用于接收一个光纤套管的管腔和一个被固定到该衬底边缘表面上的边缘表面, 从而使得该管腔在该边缘表面处的截面与该光孔对准。



1. 一种平面光波导 (PLC), 包括:

一个平面光衬底, 具有一个边缘表面并且包括一个光波导, 该光波导具有一个位于该边缘表面上的光孔; 以及

一个管, 被形成为具有一个尺寸被限定为用于接收一个光纤套管的管腔和一个被固定到该衬底边缘表面上的边缘表面, 从而使得该管腔在该管的该边缘表面处的一个截面与该光孔对准。

2. 如权利要求 1 所述的 PLC, 其中, 该管的该边缘表面具有一个粗糙度, 其特征在于一个在 $5\mu\text{m}$ 与 $15\mu\text{m}$ 之间的粗糙度指数。

3. 如权利要求 2 所述的 PLC, 其中, 该粗糙度指数为约 $10\mu\text{m}$ 。

4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的 PLC, 其中, 该管通过一种粘合剂被固定到该平面光衬底的该边缘表面上, 该粘合剂在应用时具有一个与该管的该边缘表面的粗糙度相匹配的粘度。

5. 如权利要求 2 所述的 PLC, 其中, 该匹配的粘度在 $200\text{--}300\text{mPa}\cdot\text{s}$ 之间。

6. 如权利要求 1 至 5 中任一项所述的 PLC, 其中, 该管通过一种粘合剂被固定到该平面光衬底的该边缘表面上, 从而使得该平面光衬底的该边缘表面的在该管的管腔的该截面内的并且与该光孔相邻的至少一部分基本上没有该粘合剂。

7. 如权利要求 6 所述的 PLC, 其中, 该平面光衬底在该管的管腔的该截面内的并且与该光孔相邻的该边缘表面基本上没有该粘合剂。

8. 如以上权利要求中任一项所述的 PLC, 并且包括一个支撑衬底, 该支撑衬底附接到该平面光衬底上, 从而使得该支撑衬底的一个边缘表面形成该平面光衬底的该边缘表面的一个延伸。

9. 如权利要求 8 所述的 PLC, 其中, 该管被固定到该支撑衬底的该边缘表面上。

10. 一种用于将光连接器耦合到平面光波导 (PLC) 上的方法, 该平面光波导包括一个光衬底, 该光衬底具有一个边缘表面和一个该边缘表面上的光孔, 该方法包括:

提供一个管, 该管被形成为具有一个尺寸被限定为用于接收一个光纤套管的管腔;

将该管和该平面光衬底分别彼此定位在一个对准位置, 其中, 该管的一个边缘表面面向该平面光衬底的该边缘表面, 从而使得该管腔在该管的该边缘表面处的一个截面与该光孔对准; 以及

在该对准位置处将该管固定到该边缘表面上。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其中, 提供一个平面光衬底包括将一个支撑衬底附接到该平面光衬底上, 从而使得该支撑衬底的一个边缘表面形成该平面光衬底的该边缘表面的一个延伸。

12. 如权利要求 10 所述的方法, 其中, 在该对准位置处将该管固定到该平面光衬底的该边缘表面上包括将一种粘合剂应用于该管与该平面光衬底的该边缘表面之间的一个界面区, 其中, 该粘合剂具有一个与该管的该边缘表面在该界面区的粗糙度相匹配的粘度, 从而使得当将该粘合剂应用于该界面区时, 该粘合剂被拉入到该界面区内。

13. 如权利要求 10 所述的方法, 其中, 当被应用时, 该粘合剂具有一个在 $200\text{--}300\text{mPa}\cdot\text{s}$ 之间的粘度。

14. 如权利要求 10 至 13 中任一项所述的方法, 其中, 将该管与该平面光衬底分别彼此

定位在一个对准位置包括：

将一个具有一个光纤套管的光纤定位在该管的该管腔内；

将该管和平面光衬底分别彼此放置在一个或多个位置处，其中，该套管的一个尖端与该平面光衬底的该边缘表面中的该光孔对准；以及

将光引导通过该光纤和波导的一端到达另一端并且针对该一个或多个位置中的每个位置测量到另一端的一种光传输特性。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其中，将该管与该平面光衬底分别彼此定位在一个对准位置包括根据所测量的光传输特性在该多个位置之间选择一个位置。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其中，所选择的位置为一个被测量到具有大于一个预定义值的所测量的光传输特性的位置。

17. 如权利要求 15 或权利要求 16 所述的方法，其中，该光传输特性是功率强度，并且所选择的位置是一个被测量到具有比测量该光传输特性所在的位置中的至少 75% 中每个位置更大的一个功率强度的位置。

18. 如权利要求 14 所述的方法，其中，将该管与该平面光衬底分别彼此定位在多个位置上包括根据一种算法分别彼此对它们进行移动，该算法被设计成用于选择一个被测量到具有比多个测量位置中的每个位置更大的一个光强度的位置。

19. 如权利要求 11 中任一项所述的方法，其中，所述平面光衬底测量在垂直于该平面光衬底的平面表面的至少一个截面中在 0.5mm 与 2mm 之间。

20. 如权利要求 10 至 19 中任一项所述的方法，其中，在该对准位置将该管固定到该边缘表面上后，该 PLC 被配置成用于允许通过该管使一根光纤容易附接至该波导和容易与其分离中的至少一项。

平面光波导及其制造方法

相关申请

[0001] 本申请要求 2011 年 12 月 27 日提交的 61/580,307 号美国临时申请的 35U.S.C. 119(e) 下的权益,该申请的披露内容通过引用结合于此。

技术领域

[0002] 本发明的实施例涉及一种平面光波导 (PLC) 及其制造和耦合到光纤上的方法。

背景

[0003] 光通信系统的一个方面涉及将光纤连接到其他光学组件 (例如,这些系统中所包括的收发器)。使用连接器将光纤连接至光学组件,这些连接器用于机械地耦合光纤芯和将其与其他光学组件对准,从而使得光可以在光纤与光学组件之间高效地通过。各种类型的光连接器和将光纤连接至另一个光学组件的方法是众所周知的。

[0004] 常规地,通过将公连接器的突出部分定位在匹配的母连接器的兼容腔内来将光连接器连接到彼此上。公连接器的突出部分保持光纤套管。光纤套管是一个在光纤的尖端周围外径经常为约 1.25mm 到 2.5mm 的细长套筒。该套管为尖端提供某种刚性,并且有时由陶瓷 (氧化锆) 或金属 (不锈钢) 制成。母连接器中的腔 (有时被称为“套筒”) 一般尺寸被限定为用于接受和定位套管。公和母连接器一般还包括多个结构特征,这些结构特征用于允许彼此容易附接和 / 或分离并且用于当连接在正确位置上时对它们进行固定。

[0005] 按照用于将组件耦合到光纤上的方法或光纤连接器的类型对某些类型的光学组件 (例如,光收发器) 进行分类。

[0006] 例如,一组收发器使用一种经常被称为“辫子法 (pigtail method)”的方法用于将光纤耦合至收发器。此组收发器经常被称为辫子收发器。在辫子法中,光纤的长度短的一端 (被称为“辫子”) 永久地耦合到收发器的组件上。光纤的另一端通常配备有公连接器,该公连接器包括一个有待连接到可插拔母连接器的光纤套管。

[0007] 第二组收发器中的收发器 (经常被称为可插拔收发器) 包括使连接器在电子主机卡上匹配的连接。通过将收发器的电子连接器插入到卡上的匹配连接器内来将可插拔收发器附接至主机卡。当“插入”时,收发器连接至主机卡中所包括的各种电子和 / 或光学组件。卡中所包括的组件中的收发器所附接到其上的至少一个组件提供到光纤的中间连接,卡从该光纤接收和 / 或卡将光信号发送给该光纤。

概述

[0008] 本发明的某些实施例的一个方面涉及提供一种直接连接到光纤连接器的平面光波导 (PLC),该光纤连接器能够实现光纤容易地连接到 PLC 和从其容易地断开连接。该连接器包括一个空心管,该空心管具有一个尺寸被限定为用于接收常规光纤连接器中所包括的光纤套管的管腔。该空心管 (下文中也为“耦合管”或“套筒”) 直接固定到 PLC 的表面上,与该表面上的光孔对准。可选地,该孔是光波导的在 PLC 内形成的孔。

[0009] 在本发明的实施例中,通过位于 PLC 表面 (有时被称为 PLC 面) 与管壁的边缘表面之间的粘合剂固定该耦合管。PLC 表面的在该耦合管管腔的截面内的区域基本上没有粘

合剂。其结果是,粘合剂不会使经由 PLC 中的波导与位于耦合管中的光纤套管中所包括的光纤之间的光孔的光透射降低。

[0010] 本发明的某些实施例的一个方面涉及提供一种制造具有直接附接到其表面上的耦合管的 PLC 的方法。

[0011] 在本发明的某些实施例中,该方法包括一个在一个对准位置处将连接器定位在 PLC 表面上的步骤。此步骤可以包括:将光纤耦合至连接器并且使光透射通过光纤到达 PLC 内的波导或从该波导透射,以及确定所透射的光量。耦合管可以在一个位置上固定到 PLC 表面上,针对该位置,测量到光透射在多个测试位置之间是最大的。

[0012] 在某些实施例中,该方法包括使用粘合剂将连接器固定到 PLC 上,该粘合剂被选择成具有一个粘度,从而使得当以预定义的量被应用于界面时,粘合剂选择性地位于界面内并且在连接器的管腔的与 PLC 表面相邻的截面内的 PLC 表面部分基本上没有粘合剂。这可以包括使该粘度与连接器的表面在界面处的粗糙度匹配。

[0013] 相应地,根据其某些实施例提供了一种 PLC,包括:一个平面光衬底,该平面光衬底具有一个边缘表面并且包括一个光波导,该光波导具有一个位于该边缘表面上的光孔;以及一个管,该管被形成为具有一个尺寸被限定为用于接收一个光纤套管的管腔和一个被固定到该衬底边缘表面上的边缘表面,从而使得该管腔的在该管的边缘表面处的截面与该光孔对准。

[0014] 在某些实施例中,该 PLC 还包括一个支撑衬底,该支撑衬底附接到该平面光衬底上,从而使得该支撑衬底的边缘表面形成该平面光衬底的边缘表面的延伸。然后,该管可以固定到该支撑衬底的边缘表面和该平面光衬底的边缘表面两者上。

[0015] 在某些实施例中,该管通过粘合剂被固定到该平面光衬底的边缘表面上,该粘合剂在应用时具有一个与该管的边缘表面的粗糙度相匹配的粘度。例如,当该粗糙度为约 $10\mu\text{m}$ 时,该粘度可以在 $200\text{--}300\text{mPa}\cdot\text{s}$ 之间。有时,这些边缘表面的在该管的管腔的截面内的并且与该光孔相邻的至少一部分基本上没有粘合剂。

[0016] 在某些实施例中,通过以下内容将该管耦合至该 PLC:将该管和该平面光衬底分别彼此定位在一个对准位置,其中,该管的边缘表面面向该平面光衬底的边缘表面,从而使得该管腔的在该管的边缘表面处的截面与该光孔对准;以及在该对准位置处将该管固定到该边缘表面上。

[0017] 可选地,一个支撑衬底附接到该平面光衬底上,从而使得该支撑衬底的边缘表面形成该平面光衬底的边缘表面的延伸。

[0018] 根据某些实施例,在该对准位置处将该管固定到该平面光衬底的边缘表面上包括:将粘合剂应用于该管与该平面光衬底的边缘表面之间的界面区,其中,在与该管的边缘表面在该界面区的粗糙度相匹配的粘度下应用该粘合剂,从而使得当将该量应用于该界面区时,该粘合剂被拉入到该界面区内。

[0019] 可选地,将该管与该平面光衬底分别彼此定位在一个对准位置包括:将一根具有一个光纤套管的光纤定位在该管的管腔内;将该管和平面光衬底分别彼此放置在一个或多个位置处,其中,该套管的尖端与该平面光衬底的边缘表面中的光孔对准;以及将光引导通过该光纤和波导的一端到达另一端并且针对该一个或多个位置中的每个位置测量到另一端的光传输特性。

[0020] 在某些实施例中,将该管与该平面光衬底分别彼此定位在一个对准位置包括根据所测量的光传输特性在该多个位置之间选择一个位置;以及将所选择的位置设置成该对准位置。例如,所选择的位置可以被选择成具有在一个预定义值以上的测量光传输特性和/或在多个测试位置之间具有一个最大值。

[0021] 提供本概述以便以简化的形式介绍概念的选择,以下在详细描述中进一步描述了这些概念。本概述并不旨在确定所要求保护的的主题的关键特征或必要特征,其也不旨在限制或限定所要求保护的的主题的范围。

附图简要说明

[0022] 以下参照本发明的附图描述了本发明的实施例的非限制性示例。出现在不止一张图中的完全相同的结构、元件或部件在它们所出现的所有图中通常标有相同的数字。图中所示的组件和特征的尺寸出于展示方便和清晰而选择而不一定按比例示出。

[0023] 图 1A 至图 1D 示出了一种具有直接连接到其边缘表面上的光连接器的 PLC;图 1A 示出了该 PLC 的等距视图;图 1B 描绘了底视图;图 1C 示出了该 PLC 的垂直于管与平面光衬底之间的界面的一个侧视图;以及图 1D 示出了从该 PLC 的该管所连接到的侧面拍摄的后视图。

[0024] 图 2 示意性地描绘了图 1A 至图 1D 中所示的 PLC,连接到常规光连接器的示例中所包括的光纤。

[0025] 图 3A 至图 3D 示意性地描绘了用于为 PLC 提供光连接器的方法中的阶段。

[0026] 图 4 示出了一个流程图,汇总了用于为 PLC 提供光连接器的方法中的步骤。

[0027] 图 5(图 6A 至图 6E 之后出现)示意性地示出了用于为 PLC 提供光连接器的装置。

[0028] 图 6A 至图 6E 示意性地描绘了管及其管腔的截面的某些示例。

[0029] 图 7 示意性地示出了连接至两个管的 PLC,该 PLC 包括一个收发器,该收发器包括一个接收光子组件 (ROSA) 和一个透射光子组件 (TOSA)。

详细说明

[0030] 图 1A 至图 1D 示出了 PLC10。如所看到的,PLC10 包括一个具有一个边缘表面 111 的平面光衬底 11。该平面光衬底由能够高效地传导光的任何合适的光学材料形成。“一个或多个光衬底”的示例包括玻璃和类似玻璃合成材料、石英、硅以及任何其他透光的刚性材料。

[0031] 平面光衬底 11 包括一个嵌入其中的波导 12,该波导在边缘表面 111 中具有一个孔 121。该波导可以用任何已知的方法被结合到该平面光衬底内,包括但不限于通过多种方法的原子(例如,银原子)沉积,包括硅和聚合物波导上的离子交换或二氧化硅。波导 12 的在平面光衬底 11 中的如所示路径包括分裂(并且在边缘表面 111 中具有单个光孔 121。然而,本发明的实施例不局限于波导的特定路径或形状。平面光衬底 11 可以例如包括多个波导 12,这些波导在该平面光衬底的一个或多个边缘表面中具有一个或多个孔。

[0032] 平面光衬底在垂直于平面光衬底(图 1D 中标记为“C”)的平面表面所取的截面上有时形状为经常约 5-100mm 长(图 1B 中标记为“A”)和 2-20mm 宽(图 1B 中标记为“B”)并且 0.5mm-2mm 厚的板。可以发现波导孔 121 在平面光衬底 11 的表面以下 $1\mu\text{m}$ - $40\mu\text{m}$ 。

[0033] 图 1A 至图 1D 中示出了平面光衬底 11 连同附接到其上的支撑衬底 16。支撑衬底 16 可以用于延伸边缘表面 111 以便为耦合管的粘合提供更大的表面。在上述图 1A 至图 1D

中,支撑衬底 16 为具有一个边缘表面 161 的平面光衬底。边缘表面 161 形成平面光衬底 11 的边缘表面 111 的延伸,并且管 13 固定到两个表面上。

[0034] 在某些情况下,边缘表面 161 连同边缘表面 111 将形成组合边缘表面(“组合边缘表面”),该组合边缘表面的尺寸被确定为使得当被固定在位时,管的边缘表面 15 的至少 90%或至少 95%将与该组合边缘表面接触。有时,该组合边缘表面的尺寸被限定为与光孔 121 周围的管的边缘表面 15 大约相同或甚至更大。例如,在图 1D 中,尺寸“C”为边缘表面 111 的宽度,尺寸“D”为边缘表面 161 的宽度,并且组合边缘表面宽度 D+C 约等于图 1C 中的管 13 的宽度尺寸“d”或甚至比其更长。当管 13 具有一个外部圆形截面(如图 1A 至图 1D 中所例示的)时,该组合边缘表面可以在孔 121 周围延伸至少管的边缘表面 15 的外径,并且可以在一个或多个方向上超过其至少 $1\mu\text{m}$ 或至少 1mm。

[0035] 支撑表面 16 还可以向平面光衬底 11 提供刚性和耐久性。支撑衬底 16 可以由与平面光衬底 11 相同的材料或由例如具有相似折射率和热膨胀系数的不同材料制成。

[0036] 如图 1A 和图 1D 中具体看到的,管 13 被形成为具有一个管腔 14。管 13 通过管的边缘表面 15 固定到边缘表面 111,从而使得管腔 14 在边缘表面 111 处的截面与光孔 121 对准。

[0037] 虽然用基本上圆柱形形状示出了管 13 和管腔 14,但本发明的实施例不局限于这种形状。可以采用术语“管”用于指具有延伸通过其并且在相对端具有开口的管腔的任何结构,而不管该结构的整体形状如何。管腔 14 可以具有能够接收光纤连接器 20 的突出部分并且将其保持就位的任何截面,以便允许连接器(未示出)中的光纤到波导 12 之间的光传导。管 13 可以具有任何截面,无论与管腔 14 的截面相同还是不同,并且其可以具有用于光纤连接器(例如,与标准 MTP/MP0 连接器相似)的多个管腔或单个管腔。

[0038] 在此方面,注意描绘了管 13 和管腔 14 的某些非限制性示例的图 6A 至图 6E,被显示为在带有边缘表面 111 的界面处所取的截面。如在这些图中所看到的,管腔 14 在边缘表面 111 处的截面可以是具有一个位于孔 121 的截面内的质心的任何形状。

[0039] 可选地,管 13 可以不完全靠近管腔 14 周围(例如,图 6A),只要其允许将光纤套管定位和固定到 PLC。应指出的是,管 13 不局限于圆柱形外貌,如图 6B 和图 6C 中所例示的。

[0040] 图 2 描绘了管 13 连同光纤公连接器 20 的示例。从而,管 13 被配置成用于在管腔 14 内接收光纤连接器 20 的套管 21 的突出部分。如本领域内众所周知的,套管直径的外径由 $\varnothing 1.2485\text{--}\varnothing 1.2495\text{ mm}$ 的共同标准限定。在管 14 的尺寸被限定为用于接收符合当前标准的套管的情况下,管腔的内截面可以大大约 $0.5\text{--}1.5\mu\text{m}$ 以允许容易附接这种套管(在所允许的制造公差下)。当连接时,套管 21 可以与平面光衬底 11 的边缘表面 111 接触,其中光纤的保持在套管 21(未示出)内的尖端与边缘表面中的光孔 121 对接接触。

[0041] 管 13 可以被配置成用于允许在不使用专用工具或努力下容易附接和/或去附接和/或固定光纤连接器。这种配置的示例是众所周知的。有时,附接到管上的公连接器通过一个用于如通过卡入管内将其固定到位和/或用于卡齿到其上和/或用于拧紧在管上或旋扭到其上的机构。管经常被配置成用于通过具有互补沟槽或狭槽来连接到连接器上。这种机构的示例包括旋扭式机构(例如,向在 ST 连接器中发现的)、拧紧式机构(例如,像在 FC 连接器中发现的)、卡入式机构(例如,像 SC 连接器和 LC 连接器中发现的)。

[0042] 管 13 可以包括或由本领域内已知的用于定位和/或固定光纤连接器或光纤套管

的任何材料制成,包括例如陶瓷锆。

[0043] 图 7 中描绘了包括一个具有连接到其上的耦合管的 PLC 的收发器的示例。四通道小型可插拔 (QSFP) 收发器 700 包括可选地安装到支撑底座 702 上的接收光子组件 (ROSA) 711 和透射光子组件 (TOSA) 811, 该支撑底座具有一个位于 ROSA 与 TOSA 之间的传导面板 704 以减少相互电磁干扰。ROSA711 和 TOSA811 中的每个或两者一起可以是平面光衬底。ROSA711 包括一个具有光孔 7121 的波导 712。TOSA811 包括一个具有光孔 8121 的波导 812。如在图 7 中看到的, QSFP700 包括分别固定在光孔 8121 和 7121 附近的耦合管 813 和 713, 从而基本上如以上描述允许光纤耦合到这些孔上。应指出的是, 在 TOSA 和 ROSA 安装在支撑底座 702 上之前或之后, 耦合管 713 和 813 中的每个可以分别固定到 ROSA711 和 TOSA811。此外或可替代地, ROSA711 和 / 或 TOSA811 可以附接至支撑衬底 (未示出), 基本上如在此参照平面光衬底 11 和支撑衬底 16 所描述的。整个组件 QSFP700 可以被封装在具有标准尺寸的 MSA (多源协议) 金属箱内。该金属箱具有用于当连接到管 713 和 / 或 813 时牢固地将光纤公连接器锁定就位的机械特征, 从而使得光纤的边缘对接连接到 PLC 表面 8111 和 / 或 7111, 同时管 713 和 813 确保光纤芯与光孔 8121 和 7121 对准。

[0044] 微型控制器 76 安装到支撑底座 702 上, 并且连接到 TOSA811 的激光二极管 (LD) 81、82、83 和 84 上以控制通过波导 812 和 8012 中的每个波导内的 LD 的光信号的生成以便多路复用和透射通过光孔 8121。可选地, 微型控制器 76 通过一个不同的激光二极管激励器 (未示出) 耦合到 LD 中的每一个, 该激光二极管激励器控制着到 LD 的电流、以及由此 LD 生成的光脉冲。该微型控制器还连接到 ROSA711 中所包括的光电二极管 (PD) 71、72、73 和 74 以响应于收发器 700 通过 ROSA 去多路复用的光孔 7121 接收的光信号而接收这些 PD 生成的电信号。可选地, 微型控制器 76 通过一个不同的跨阻抗放大器 / 限幅放大器 (未示出) 耦合到这些 PD 中的每一个上, 该跨阻抗放大器 / 限幅放大器从 PD 接收电流信号并且将其转换成成形电压信号。QSFP 顺应连接器 78 电连接到微型控制器 76 上以便将 QSFP700 连接到通信终端。QSFP700 可以小到足够被封装在具有分别小于或等于 70mm、18.35mm 和 8.5mm 的长度、宽度和高度的 QSFP 顺应外壳内。

[0045] 图 4 描绘了一个流程图, 描述了为 PLC 提供耦合管的方法。图 3A 至图 3D 中也示意性地描述了为 PLC 提供耦合管的方法。以下为本发明的与该流程图和方案相关的某些实施例的描述。

[0046] 在步骤 40 中, 提供平面光衬底 11。如图 3A 中看到的, 平面光衬底 11 包括一个波导 12。可选地, (步骤 41 以及图 3A 和图 3B) 平面光衬底 11 附接到支撑衬底 16。可以附接平面光衬底 11 和支撑衬底 16, 从而使得支撑衬底 16 的边缘表面 161 和平面光衬底 11 的边缘表面 111 对准以形成单个平面表面。有时, 平面光衬底 11 和支撑衬底 16 例如通过粘合剂固定到彼此上。此外或可替代地, 这两个衬底可以通过其他装置附接或固定, 包括使用机械紧固装置和 / 或通过具有结构上匹配的表面和 / 或通过两个衬底上施加力以将它们保持在一起。

[0047] 如图 3C 和图 3D 中所示, 提供了在管腔 14 周围形成的管 13。管 13 的边缘表面 15 被带到与平面光衬底 11 的边缘表面 111 对准的位置 (图 3D 中未示出), 由此限定它们之间的界面 30。对准位置是一个在管腔 14 在边缘表面 15 处的截面与波导 12 的光孔 121 对准的位置。在这种对准下, 管 13 的管腔在边缘表面 15 处的截面的质心可以与光孔 121 对准,

从而使光纤 31 的芯与该光孔对准。界面 30 还可以在该管的边缘表面 15 与支撑衬底 16 的边缘表面 161 之间延伸。

[0048] 对准位置可以通过如图 4 的步骤 41 和步骤 43 至步骤 45 中所例示的光纤的使用来确定。光纤 31 定位在管 13(图 3C;步骤 41)内,在光纤套管的尖端 311 处结束。尖端 311 被带至与边缘表面 111 非常近或甚至与其对接接触。此时,管 13 可以远离边缘表面 111。波导 12 与光纤 31 之间的高效的光传输要求尖端 311 与光纤芯良好对准良好。

[0049] 为了评估光传输,管 13 中的光纤 31 与光孔 121 对准。然后,通过光纤 31 和波导 12 将光(例如,激光)或者从光纤的末端‘a’引导向波导的末端‘b’,或反之亦然,并且可以在出口测量(步骤 43)发出的光。这允许确定与光纤和波导之间的光传输相关联的光传输特性,例如,功率或损耗。

[0050] 如果光传输特性在一个预定义阈值(例如,至少 -3dBm 或甚至至少 -3.5dBm 的功率或 -5dB 或以下损耗、或甚至 -6dB 或以下的损耗)以上,则可以选择该位置用于将该管固定。可替代地或此外,通过将平面光衬底 11 和管 13 分别彼此进行移动(步骤 44)和重复光传输和测量(步骤 43)来针对多个位置测量光传输。为此,可以应用智能扫描算法以控制平面光衬底 11 和管 13 分别彼此的移动,其中在移动过程中和/或在多个对应位置处测量光传输。这种算法可以由来自所感测的光传输的反馈来控制。例如,显示增加的光传输的移动方向继续,而如果移动减少了光传输,则取消该移动并且将系统返回至上一个位置。

[0051] 在该多个对应位置之间,可以选择一个具有在该预定义阈值(例如,比测试位置的 75%或更多更低的损耗或更高的功率强度)以上的所测量的光传输特性的、或在多个测试位置之间甚至最低损耗或最高功率强度的位置用于固定。有时,所选择的位置是一个在一个预定义阈值以上并且在多个测试位置之间具有最低损耗或最高功率两种情况的位置,选择该位置(步骤 45)。

[0052] 一旦选择了对准位置,管 13 可以在界面 30 固定到平面光衬底 11(见步骤 46 和图 3D)。当选择其中管 13 远离平面光衬底 11 并且光纤 31 的尖端 311 与边缘表面 111 接触的位置时,可以沿着光纤 31 的套管移动该管,从而使得该管将与平面光衬底 11 的边缘表面 111 对接接触,并且然后例如通过将光纤 31 的套管牢固地与平面光衬底 11 保持在一起而在那儿被保持就位用于固定。

[0053] 此固定可以通过本领域内任何已知的方法来执行,包括例如应用也被称为结合剂的粘合剂。结合剂的一个示例是紫外光固化粘合剂。粘合剂可以是例如具有液相的粘合剂。该液体可以按照图 3D 中的箭头方向 131 应用于界面 30。当将粘合剂沉积在界面中后,可以使用紫外光固化粘合剂一段希望的时间段(例如,直到固化完成)。在某些实施例中可能有用的可商购的粘合剂的非限制性示例为 OPTIDYNETM UV1100(由大金(Daikin)公司生产)。一旦管 13 被固定到边缘表面 111 上,就可以移除套管和光纤 31。一旦被移除,可以在附加附接过程中重复使用此套管和光纤 31。

[0054] 可以希望确保边缘表面 111 在孔 121 周围的和在管 13 的管腔 14 的截面内的区域将没有粘合剂。一种控制粘合剂的位置的方法是通过利用管的表面区域在边缘表面 15 处的粗糙度。在管的制造过程中,有时通过激光钻孔方法对此表面进行切块。通过避免此表面抛光或通过避免大面积抛光,该表面可以保持粗糙。表面 15 处的此粗糙度可以具有一个例如在 5 与 15 μm 之间、或在 8 与 12 μm 之间或约 10 μm 的粗糙度指数。

[0055] 通过选择具有合适粘度的粘合剂和（可选地）选择所应用的量，可以确保所应用的粘合剂将变得仅（或主要）位于如图 3D 中的箭头所描绘的界面 30 内。该合适的粘度可以是与管的边缘表面的粗糙度程度相匹配的粘度，从而使得粘合剂被拉成（例如，通过毛细管作用）在管的边缘表面与衬底的边缘表面之间并且基本上仅在其之间流动。

[0056] 在非常低的粘度情况下，粘合剂可能向下流动并且覆盖边缘表面 111 的在管腔 14 的截面内的部分（或甚至覆盖孔 121），由此妨碍连接至耦合管 13 的光纤与波导 12 的高效光耦合。使用具有太高粘度的粘合剂会防止粘合剂流动填充界面 30 的大部分。应指出的是，如果管的粗糙度与粘合剂的粘度匹配，则有时可以观察到毛细管效应允许粘合剂被拉到界面内。对于某些应用而言，当应用时，200–300mPa·s 之间的粘合剂粘度会是合适的。预先确定的粘合剂量可以被不精确地测量（例如，直径为约 100 μm 的一滴或微滴）或设置成在 $0.5 \cdot 10^{-4} \mu\text{l}$ – $5 \cdot 10^{-4} \mu\text{l}$ 的范围内或为约 $1.6 \cdot 10^{-4} \mu\text{l}$ （例如，由粘合剂分配器精确地提供）。在某些情况下，如果粘度太高，则粘合剂可能不分别流入和填充粗糙管表面 15 与平面光衬底 11 盒支撑衬底 16 的边缘表面 111 和 161 之间的空间，同时太高的粘度会引起粘合剂流入边缘表面 111 和 161 的在管 13 的截面的圆周内的部分。

[0057] 现在注意图 5，示意性地描绘了用于为 PLC 提供耦合管的系统 500。如图 5 中看到的，支撑构件 51（例如，被配置成用于固定光衬底的夹具）保持着平面光衬底 11。光纤 31 被定位在其中的管 13 由支撑构件 52（例如，被配置成用于对管进行固定的夹具）保持。支撑构件 51 和支撑构件 52 中的一个或多个相对于彼此是可移动的，从而使得平面光衬底 11 和管 13 可以分别彼此定位在一个或多个位置上。此移动可以手动地执行或由控制器 54 控制。当定位在对准位置上时，光纤 31 和波导 12 允许光在尖端 ‘a’ 与尖端 ‘b’ 之间传输。

[0058] 然后，光源 55 用于将在尖端 ‘a’ 或尖端 ‘b’ 其中之一引导光，并且传感器 56 定位在另一个尖端附近以测量所传输的光。此信息用于测量这些尖端之间的光传输特性。所测量的特性可以是对评估光纤与波导之间的光传输的效率有用的任何特性，包括例如功率强度和损耗。

[0059] 基于在平面光衬底 11 和管 13 的一个或多个不同对应位置处的此测量，选择一个用于将管固定到衬底上的位置，基本上如以上方法所详述的那样。支撑构件 51 和 / 或 52 的移动和 / 或用于固定的位置的选择可以由读取系统的输出的操作员手动地执行或由控制器 54 自动命令。

[0060] 一旦选择了位置，可以致动分配器 57 以将所测量的粘合剂量沉积在界面 30 处。当粘合剂在界面的所希望的位置上时，紫外光 58 用于固化粘合剂，由此将管固定到平面光衬底 11 上。这些步骤还可以手动地执行和 / 或由控制器 54 控制。

[0061] 在本申请的说明书和权利要求书中，每个动词“包括 (comprise)”、“包括 (include)”和“具有 (have)”及其同源词用于指示动词的一个或多个宾语不一定是动词的一个或多个主语的成分、元件或部件的完整列举。

[0062] 在讨论中，除非另行说明，否则如对本发明的实施例的一个或多个特征的条件或关系特征进行修饰的“基本上 (substantially)”、“基本上 (essentially)”和“大约 (about)”形容词应被理解成是指条件或特征被限定在对其所针对的应用的实施例的操作而言可接受的公差内。

[0063] 以示例的方式提供本申请中的本发明的实施例的描述并且其不旨在限制本发明

的实施例的范围。所描述的实施例包括不同的特征,本发明的全部实施例中并不需要这些特征中的全部特征。某些实施例仅利用了这些特征中的某些特征或这些特征的可能组合。本领域的人员将想到所描述的本发明的实施例、以及本发明的包括所述实施例中所指出的不同特征组合的实施例的变化。本发明的范围仅受到权利要求书的限制。

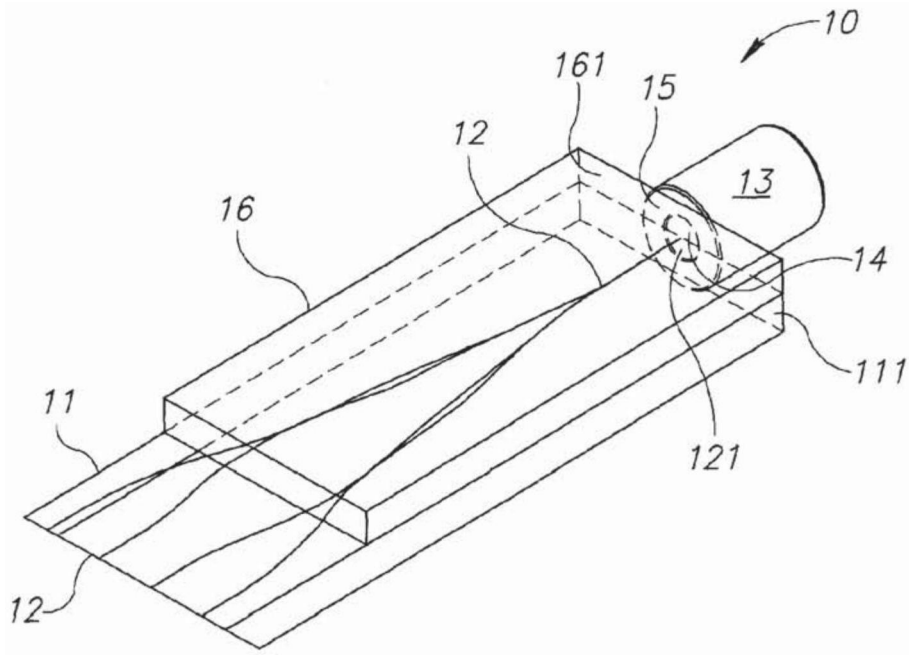


图 1A

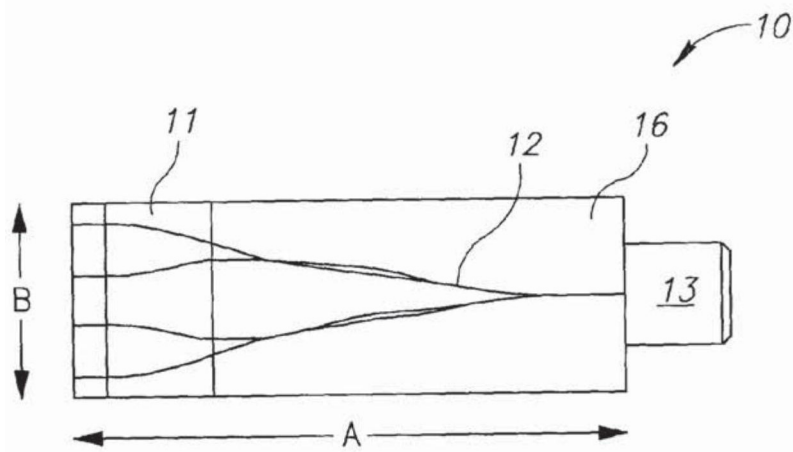


图 1B

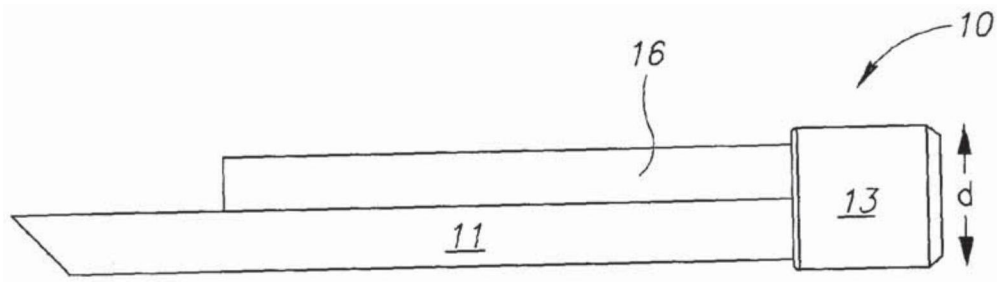


图 1C

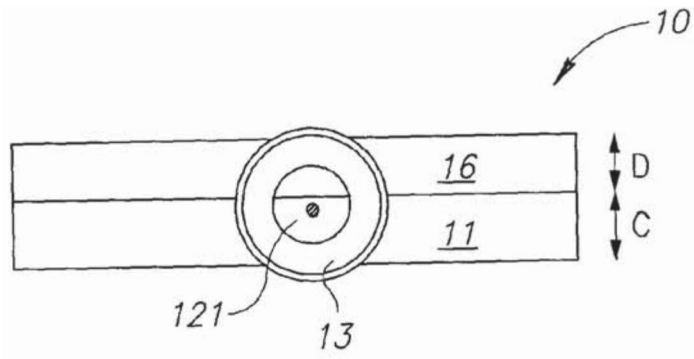


图 1D

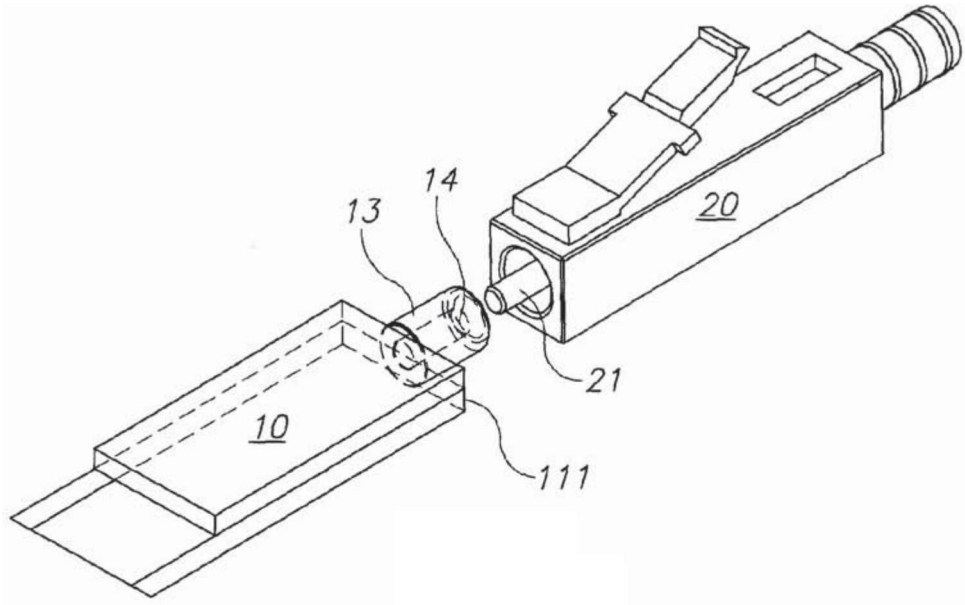


图 2

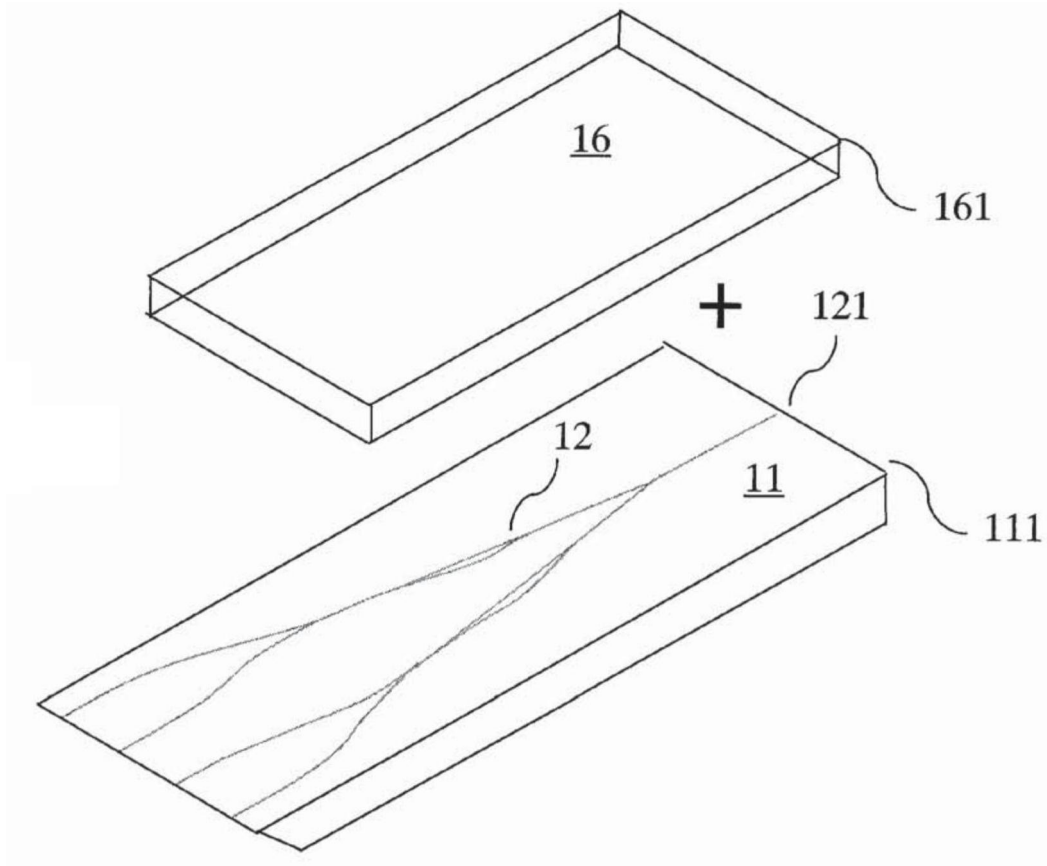


图 3A

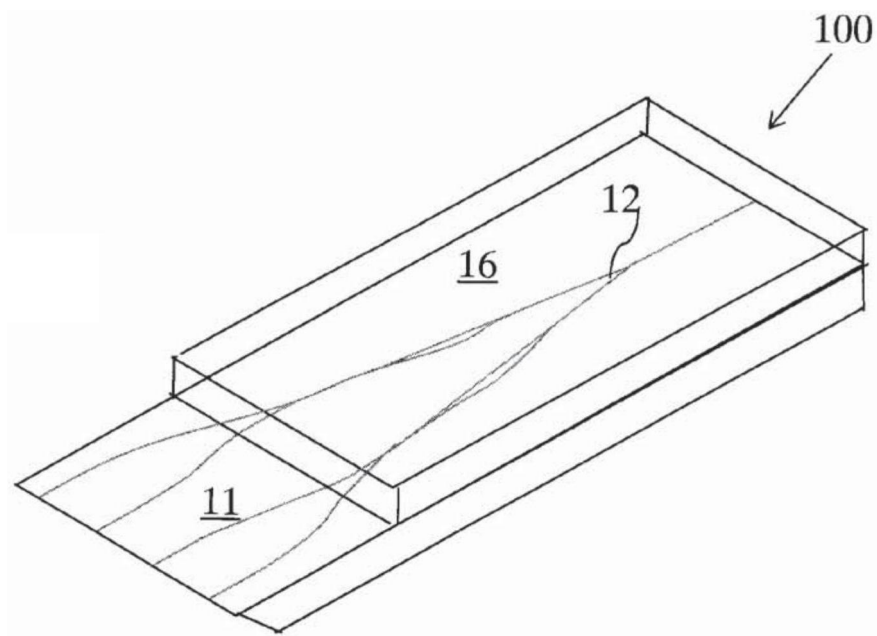


图 3B

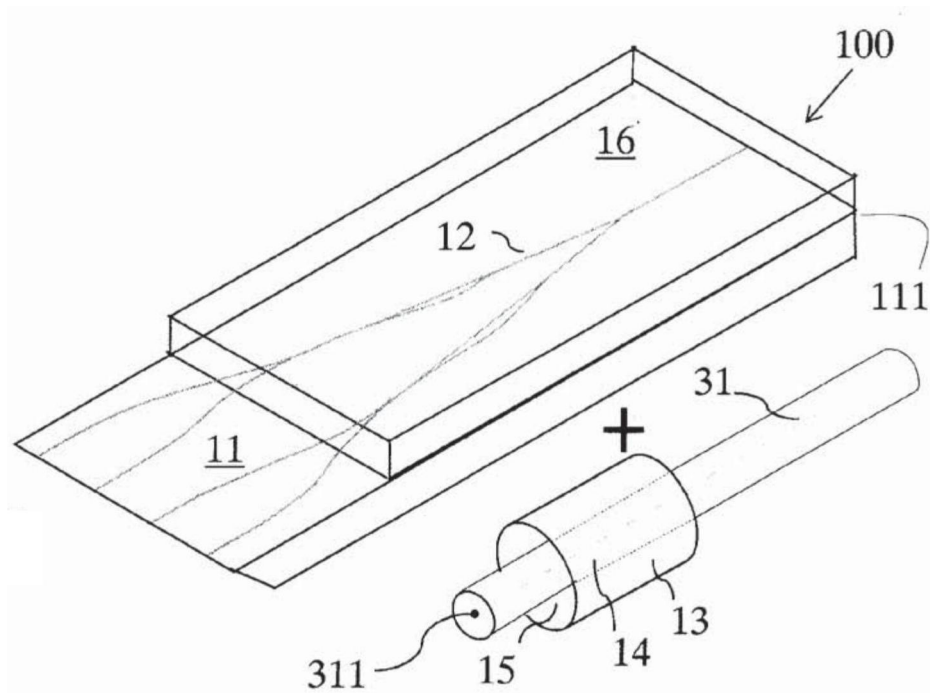


图 3C

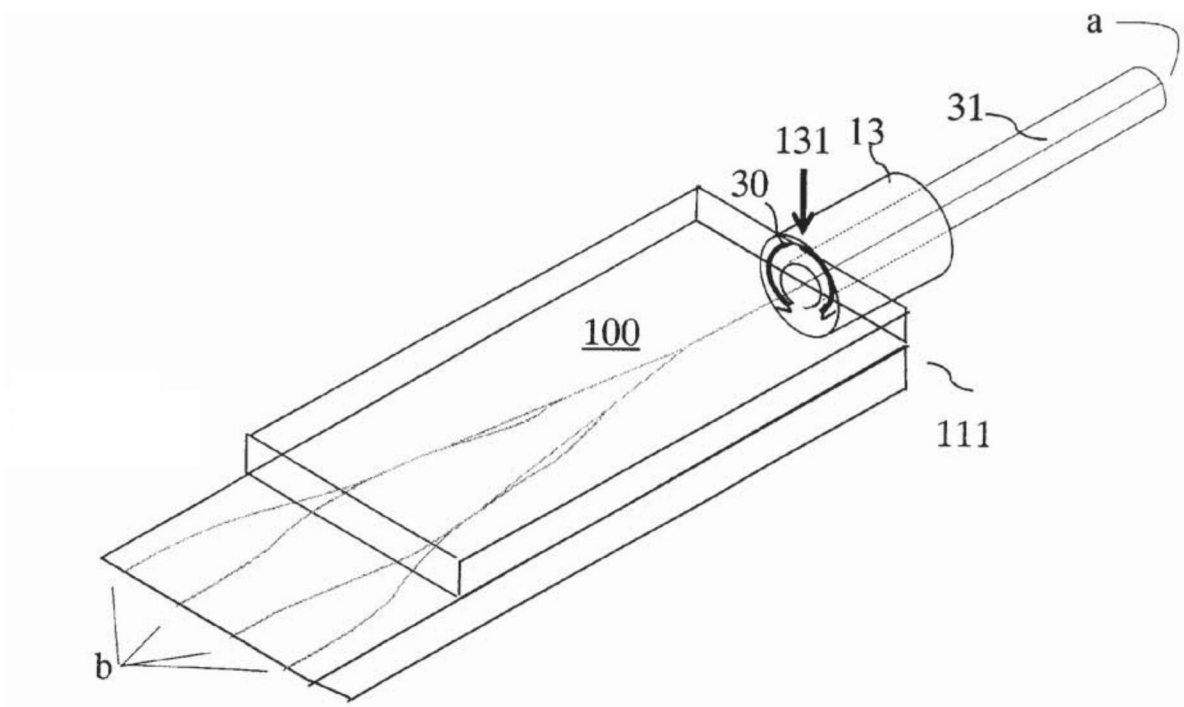


图 3D

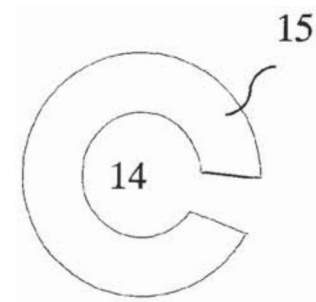
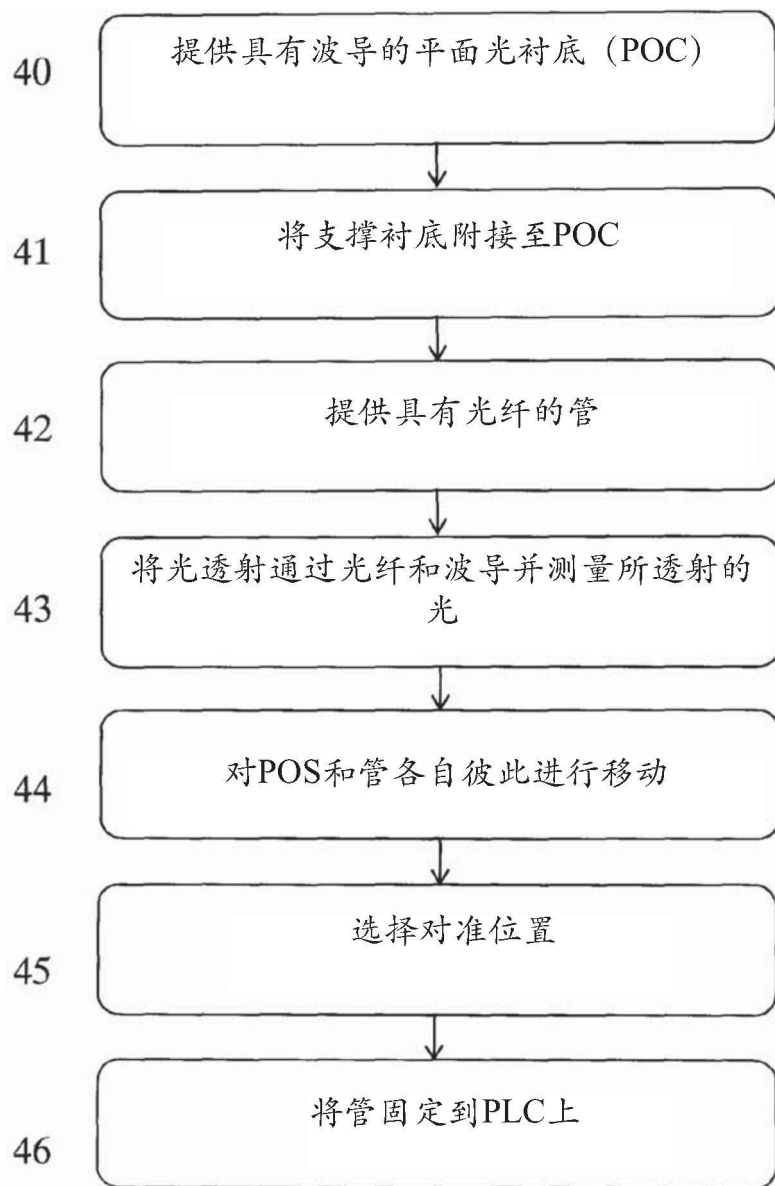


图 6A

图 4

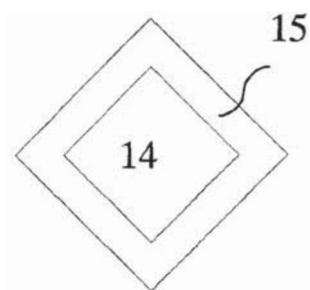


图 6B

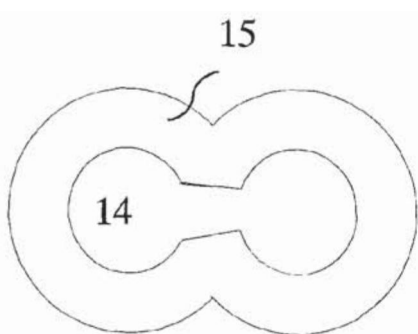


图 6C

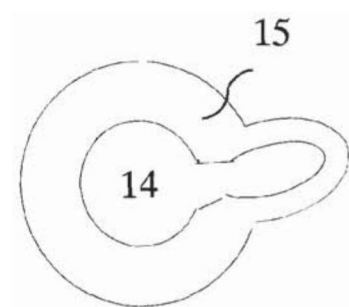


图 6D

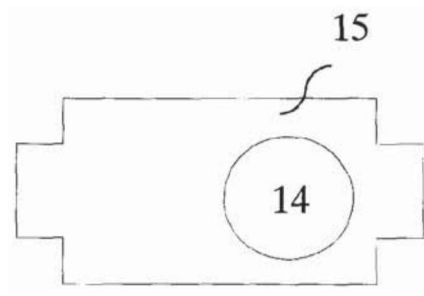


图 6E

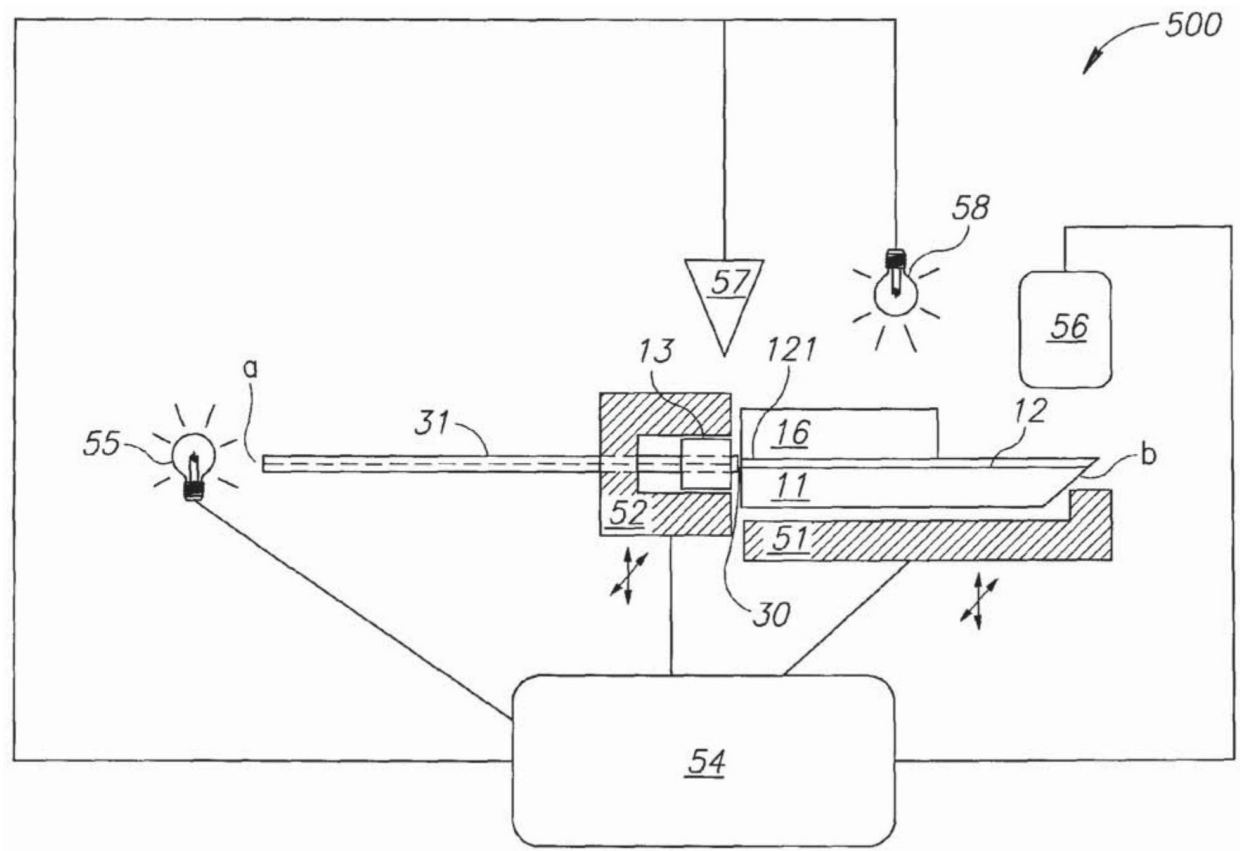


图 5

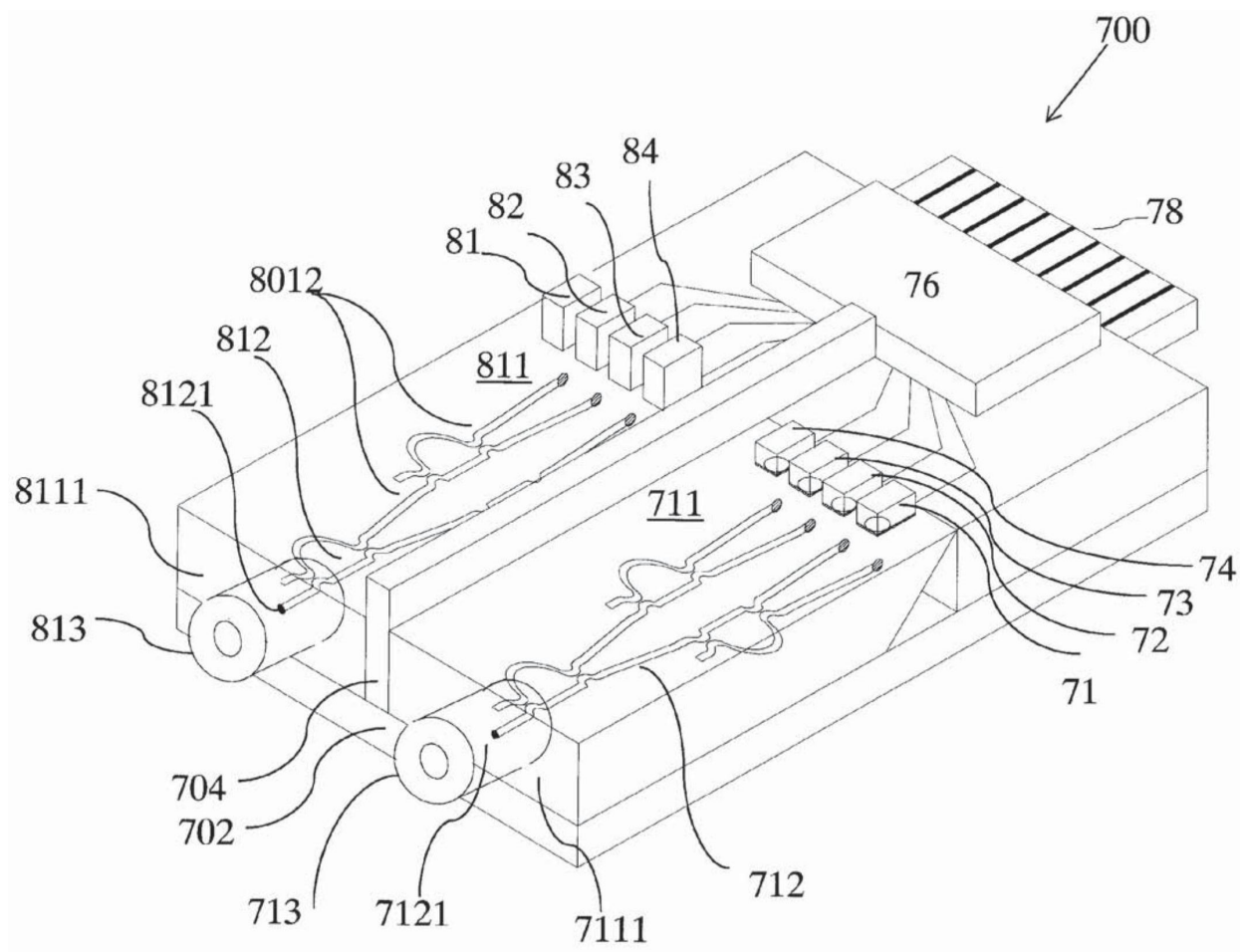


图 7