



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104272152 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201380024450. 8

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2013. 04. 08

代理人 王琼

(30) 优先权数据

61/622, 794 2012. 04. 11 US

13/826, 235 2013. 03. 14 US

(51) Int. Cl.

G02B 6/26 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 11. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/057321 2013. 04. 08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/153037 EN 2013. 10. 17

(71) 申请人 蒂科电子荷兰私人有限公司

地址 荷兰斯海尔托亨博斯

(72) 发明人 S · J · 弗洛里斯

A · B · G · 博尔哈尔

J · W · 里特维尔

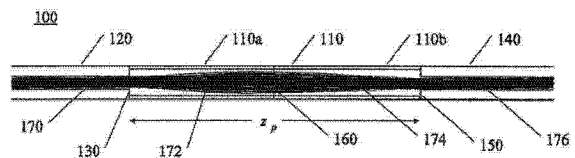
权利要求书2页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

具有扩展光束的多模态多芯光纤连接

(57) 摘要

公开了一种方法和系统,其使用具有大芯半径(例如为GRIN 光纤被用于与其互相连接的光纤的半径的两倍)的GRIN 光纤来扩展入射光束。在有些示例中,GRIN 光纤使得入射光束扩展到基本平行。在有些示例中,光束扩展以增加了对于光纤之间的角度失准的灵敏度为代价降低了在光纤之间对于横向失准的连接灵敏度(即,能量衰减)。在有些示例中,具有MT 型套圈的多芯光纤连接器模块(例如MPO) 被用于互相连接多个光纤对,每个光纤对具有GRIN 光纤终端。在有些示例中,基本平行的入射光束允许在光纤之间的高效传输,不需要光纤之间的物理接触。



1. 一种光纤连接器,包括:

多个光纤组件,每个光纤组件包括限定光轴的多模态光纤和限定另一光轴并且连接到所述多模态光纤上的梯度折射率 (GRIN) 光纤,所述多模态光纤和 GRIN 光纤的所述光轴基本互相对齐,所述多模态光纤的芯具有一定截面尺寸,所述 GRIN 光纤的芯具有大于所述多模态光纤的所述截面尺寸的截面尺寸;和

保持所述多个光纤组件的支撑件。

2. 根据权利要求 1 所述的光纤连接器,其特征在于,在每个光纤组件中的所述 GRIN 光纤适于基本上校直从所述 GRIN 光纤被连接到其上的所述多模态光纤所接收的光束。

3. 根据权利要求 1 所述的光纤连接器,其特征在于,所述 GRIN 光纤的芯具有一定的截面尺寸,其为所述多模态光纤的所述截面尺寸的至少两倍大。

4. 根据权利要求 2 所述的光纤连接器,其特征在于,所述 GRIN 光纤的芯具有一定的截面尺寸,其为所述多模态光纤的所述截面尺寸的至少两倍大。

5. 根据权利要求 1 所述的光纤连接器,其特征在于,所述支撑件包括具有多个通道的套圈,每个所述通道适于容纳对应的一个所述光纤组件。

6. 根据权利要求 5 所述的光纤连接器,其特征在于,所述套圈包括 MT 型套圈。

7. 根据权利要求 1 所述的光纤连接器,其特征在于,在每个所述光纤组件中的所述 GRIN 光纤限定了沿着所述 GRIN 光纤的所述光轴分离设置的两个端表面,所述两个端表面中的一个光连接到在所述组件中的所述多模态光纤上,所述连接器还包括在另一个所述端表面上的抗反射涂层。

8. 一种光纤连接系统,包括权利要求 1 的任一项的两个光纤连接器,所述两个连接器适于形成互相配合接合,其中,当所述两个连接器形成互相配合接合时,在所述两个连接器中的每个中的所述光纤组件设置成与在所述两个连接器中的另一个中的所述对应的光纤组件轴向相对,在每对所述相对的光纤组件中的所述 GRIN 光纤设置成互相相邻。

9. 根据权利要求 8 所述的光纤连接系统,其特征在于,当所述两个连接器形成互相配合接合时,在每对所述相对的光纤组件中的所述 GRIN 光纤在其之间限定了间隙。

10. 一种用于便于光纤光耦合的方法,所述方法包括:

形成第一多个光纤组件,每个所述第一多个光纤组件包括限定光轴的多模态光纤和限定另一光轴并且连接到所述多模态光纤上的梯度折射率 (GRIN) 光纤,所述多模态光纤和 GRIN 光纤的所述光轴基本互相对齐,所述多模态光纤的芯具有一定截面尺寸,所述 GRIN 光纤的芯具有大于所述多模态光纤的所述截面尺寸的截面尺寸;和

使得所述第一多个光纤组件固定到第一保持器上,并且限制所述第一多个光纤组件中的每个相对于所述第一保持器的角运动。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,还包括:

形成第二多个光纤组件,每个所述第二多个光纤组件包括限定光轴的多模态光纤和限定另一光轴并且连接到所述多模态光纤上的梯度折射率 (GRIN) 光纤,所述多模态光纤和 GRIN 光纤的所述光轴基本互相对齐,所述多模态光纤的芯具有一定截面尺寸,所述 GRIN 光纤的芯具有大于所述多模态光纤的所述截面尺寸的截面尺寸;

使得所述第二多个光纤组件固定到第二保持器上,并且限制所述第二多个光纤组件中的每个相对于所述第二保持器的角运动;和

使得所述第一保持器固定到所述第二保持器上,以相对于所述第二多个光纤组件固定设置所述第一多个光纤组件,在所述第一多个光纤组件的每个中的所述 GRIN 光纤和在所述第二多个光纤组件的对应一个中的所述 GRIN 光纤设置成互相相邻,并且,所述两个相邻的 GRIN 光纤的所述光轴基本互相对齐。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,还包括通过固定间隙使得所述每对相邻的 GRIN 光纤分离。

具有扩展光束的多模态多芯光纤连接

[0001] 关联申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2012 年 4 月 11 日提交的 No. 61/622, 794 美国临时申请的权益, 该临时申请通过引用被并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明通常涉及在光纤之间的互相连接, 更具体涉及用于多模态光纤的高密度多芯光纤连接器。

背景技术

[0004] 光纤具有从高速数据通信系统到使用高能激光的外科医疗装置的广泛范围的应用。经常在光纤系统中需要光连接器, 以用于如下目的: 拼接光缆并且使得各种激光工具附接到光缆上。持续需要提供一种高效多芯光纤光连接器, 用于使得光传输时的能量损失最小并且便于多个光纤对的方便连接。

[0005] 本说明书公开了一种用于多模态光纤的多芯光纤连接器。该连接器使用梯度折射率 (GRIN) 来扩展来自传输多模态光纤的光束的直径并且使得光束聚焦到接收光纤中。

发明内容

[0006] 本发明提出了使用具有大芯半径 (例如为 GRIN 光纤被用于与其互相连接的光纤的半径的两倍) 的 GRIN 光纤, 来扩展入射光束。在有些示例中, GRIN 光纤使得入射光束扩展成基本平行。光束扩展以增加对于光纤之间的角度失准的灵敏度为代价降低了对于光纤之间的横向失准的连接灵敏度 (即, 能量衰减)。但是, 采用某一光纤连接硬件, 角度对齐更容易被控制, 使得对于角度失准具有更高的灵敏度成为对使得横向失准具有更高的灵敏度的更加优选的选择。

[0007] 在有些示例中, 具有 MT 型套圈的多芯光纤连接器模块 (例如 MPO) 被用于互相连接多个光纤对, 每个光纤对具有如上所述的 GRIN 光纤终端。在有些示例中, 入射光束的基本平行允许光纤之间的高效传输, 不需要光纤之间的物理接触。在另外的示例中, 抗反射涂层被施加到 GRIN 光纤界面上, 以进一步增加耦合效率。

附图说明

[0008] 图 1 示意性示出了在 GRIN 光纤终止互连系统中的光束扩展。

[0009] 图 2 示出了波长为 850nm 时用于标准光纤和 GRIN 光纤两者的抛物线形的折射率分布图。

[0010] 图 3 示意性示出了在 GRIN 光纤终止互连系统中的光束扩展。

[0011] 图 4 示出了用于使用媒介 GRIN 光纤的具有或者不具有扩展光束的光纤界面的横向失准根据衰减的灵敏度。

[0012] 图 5 示意性示出了在 GRIN 光纤对之间的角度失准的效果。

[0013] 图 6 示意性示出了在 GRIN 光纤对之间的量化的角度失准。

具体实施方式

[0014] GRIN 光纤透镜通常已经被用于扩展单模态光纤的光束,该单模态光纤的芯直径通常处于几微米的数量级,以进行高效持久连接。光束扩展大大地降低了在 GRIN-GRIN 界面处的能量密度,因而大大地减少了光纤之间失准的灵敏度。作为对比,多模态光纤通常具有大的直径(例如,50 μm)。因此,用于多模态光纤之间的光耦合的光束扩展的显著的有益效果不可能立即显现。根据本发明的某些方面,具有大芯的 GRIN 光纤可用于获得在能量密度上的显著的减少,由此减少了对于存在粉尘微粒和横向位移的这种因素的灵敏度。另外,通过使用 GRIN 光纤来基本上校直光束,不需要光纤之间的端到端物理接触。该特征在多芯光纤连接器的持久性上具有显著的影响,因为在多个光纤对之间的物理接触能在连接器结构上引起显著的应力并且不利地影响连接器的持久性。

[0015] 在图 1 中示意性示出了用于在多模态光纤之间的扩展光束连接的 GRIN 光纤系统 100。在这种配置下,GRIN 透镜 110(可包括具有界面 160 的两个分离的 GRIN 光纤 110a 和 110b)分别在界面 130 和 150 处光连接两个多模态光纤 120 和 140。在该示例中的 GRIN 光纤 110a 和 110b 中的每个是 1/4 间距 GRIN 光纤。在该示例中 GRIN 透镜和光纤 120 和 140 是实心圆柱形的,每个具有沿着 z 轴对齐的光轴。在该示例中,GRIN 透镜 110 由与光纤 120 和 140 具有相同直径的两个光纤节段 110a 和 110b 构成,所述节段 110a 和 110b 分别被连接到光纤 120 和 140 上,但是可以具有其它的截面尺寸。另外,在两个半段 110a 和 110b 之间的界面 160 可以是该两个半段之间的接触界面,但是也可以具有气隙或者真空间隙。透镜 110 的总长度 z_p 是 GRIN 光纤节段 110a 和 110b 的长度之和。

[0016] 如图 1 中进一步示出,多模态光纤 120 的光束 170 在 GRIN 光纤节段 110a 中形成扩展光束 172。在 GRIN 光纤节段 110a 的射出面(界面 160)处,光束 172 基本平行。一旦进入到 GRIN 光纤节段 110b 中,基本平行的光束 174 被再聚焦,并且作为引导光束 176 进入到另一多模态光纤 140 中。

[0017] 如图 2 和 3 所示,在根据本发明的典型配置中,GRIN 光纤 110a 和 110b 具有芯半径 R_2 ,其大于多模态光纤(也称为“标准光纤”)120 和 140 的芯半径 R_1 。如图 2 所示,在该特定的示例中, R_2 是 R_1 的约两倍。在这种情况下,GRIN 光纤芯具有相同的对比(即,在该芯的中心处的折射率 n_c 和覆层的折射率 n_{cl} 之间的差)。能量密度降低了因数 $(R_2/R_1)^2 = 4$ 。横向失准的灵敏度显著降低,如图 4 所示,其中,假定固有衰减为 0.02dB,GRIN 到光纤接合精确对准的情况下,绘制了作为横向失准的函数的衰减。该绘图用于满溢发射(OFL)和已知为周围通量(EF)的受限发射。

[0018] 虽然扩展光束界面降低了横向失准的灵敏度,但是它增加了角度失准的灵敏度。如图 5 示意性所示,光束在 GRIN 到光纤界面处的位移可直接关联于在 GRIN-GRIN 界面处的角度失准。

[0019] 根据几何光学,每条光线可具有下列公式的特征:

$$[0020] \quad \bar{\beta} = n(r) \cos(\theta),$$

[0021] 在此, $\bar{\beta}$ 是传播系数, $n(r)$ 是距离芯的中心为距离 r 处的折射率,并且, θ 是相对

于光轴的角度。

[0022] 考虑了光线以及它的“可逆”，通过利用下列条件，能得出用于作为倾斜角 θ_0 (参见图 6) 的函数的失准 d 的公式：

$$[0023] \quad \overline{\beta}_1 = \overline{\beta}_2 = n(d) = n_{core} \cos \theta_0$$

[0024] 因此，对于如上所述的抛物线形折射率而言，能得到：

$$[0025] \quad d = \frac{n_{core} R \sin \theta_0}{\sqrt{n_{core}^2 - n_{cladding}^2}}$$

[0026] 此处， n_{core} 和 $n_{cladding}$ 分别是在芯的中心处和覆层中的折射率。

[0027] 因此，为了减少角度失准的灵敏度，几个因素可以改变，包括：(a) 减少 R ，(b) 增加对比，和 (c) 减少 n_{core} 。但是，光束扩展同样依赖于这些因素。因而在使得横向失准的灵敏度最小化和使得角度失准的灵敏度最小化之间存在平衡。在设计 GRIN 光纤时，能找到用于受倾斜角度、透镜长度的公差以及接接质量限制的光束扩展因素的最佳状况。在有些应用中，因为角度失准更容易控制，对于以增加角度失准的灵敏度为代价来增加光束扩展而言可能是有用的。

[0028] 上述的 GRIN 光纤配置能有利地用在用于多模态光纤的多芯光纤连接器中。在本发明的有些方面中，具有 MT 型套圈的多芯光纤连接器模块（例如 MPO）被用于互相连接多个光纤对，每个光纤对具有一对 GRIN 光纤终端，如上所述。MT 型套圈通常在校对对准上具有非常严格的公差，因此能被用来增加光束扩展。

[0029] 除了获得降低的能量密度，因而获得降低的对于微尘和横向失准的灵敏度之外，使用如上所述的 GRIN 光纤 110a 和 110b 的益处是在 GRIN 光纤 110a 的出口处光束 172 基本平行。该平行提供了 GRIN 光纤 110a 的光束进入到 GRIN 光纤 110b 中的低损失传输，该两 GRIN 光纤不会物理接触。即，在两 GRIN 光纤之间可能存在气隙。这种非接触界面降低了支撑多模态光纤和 GRIN 光纤的连接组件（尤其是多芯光纤连接器组件）的物理结构上的应力，在多芯光纤连接器组件中，应力的总量由于连接器中的所有光纤的物理接触而可能是显著的。

[0030] 作为对于光耦合效率的进一步增强，在有些示例中，抗反射涂层被施加到 GRIN 光纤界面上，以减少衰减和背反射。

[0031] 因此，根据本发明已经实现了用于多模态光纤的 GRIN 光纤扩展光束多芯光纤连接。因为在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可作出本发明的许多实施例，所以本发明的权利存在于下文所附的权利要求书中。

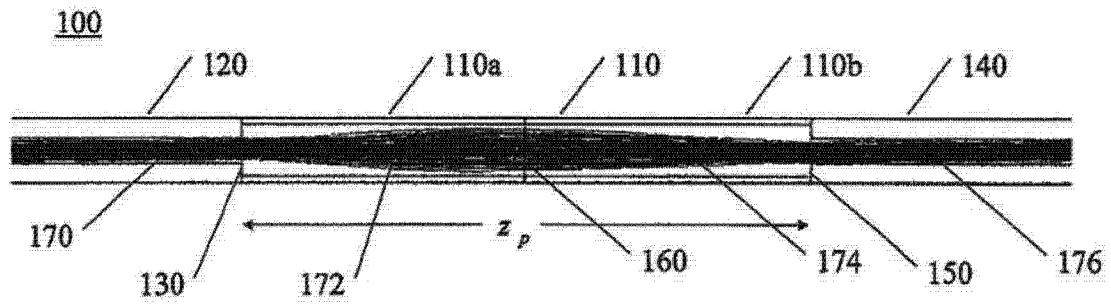


图 1

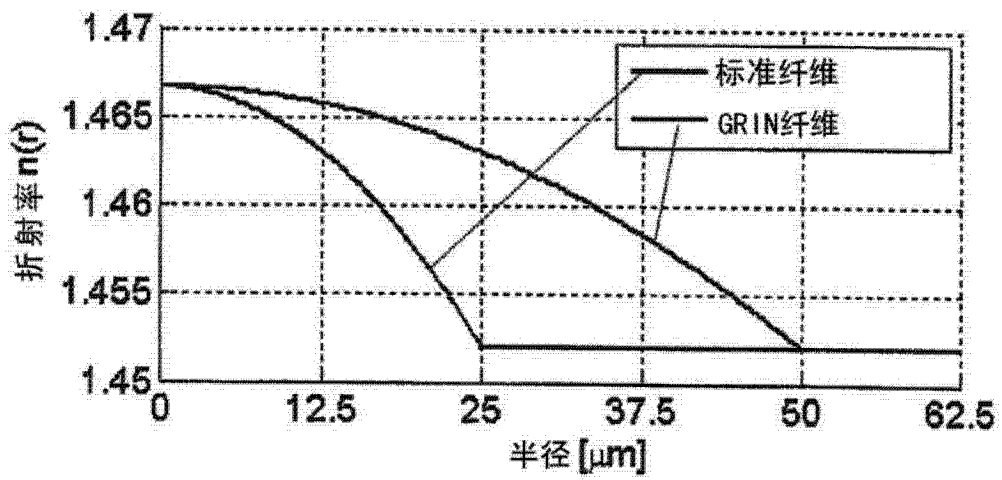


图 2

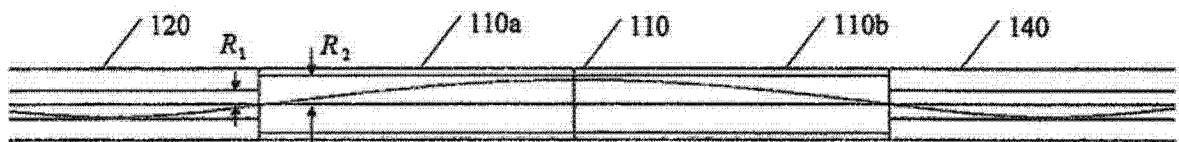


图 3

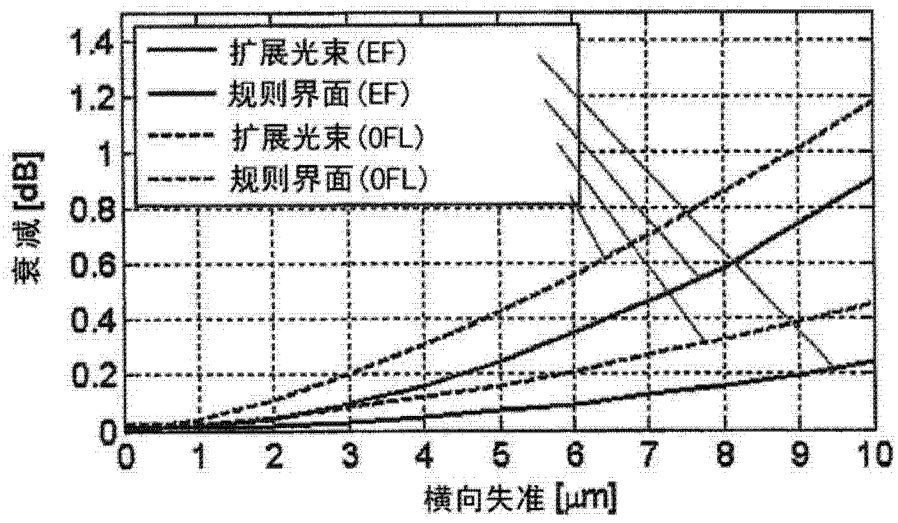


图 4

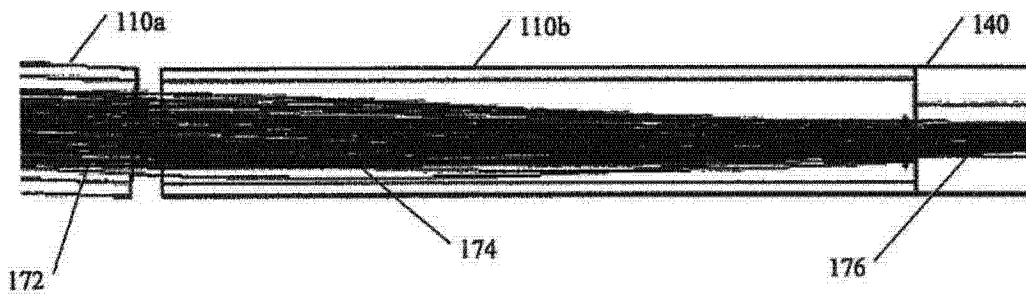


图 5

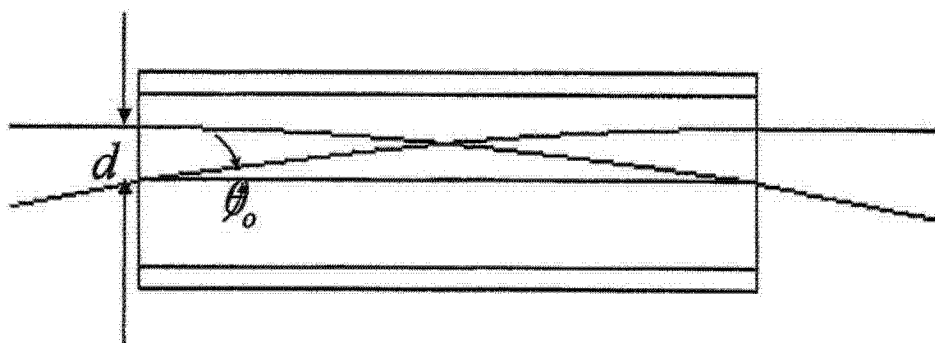


图 6